

# ENERGIA, AMBIENTE E INNOVAZIONE

ANNO 52

GENNAIO-FEBBRAIO 2006

Il contenuto degli articoli pubblicati è di esclusiva responsabilità degli autori. La riproduzione di articoli o parte di essi deve essere autorizzata dall'ENEA.

Finito di stampare nel mese di febbraio 2006

The ENEA logo consists of the word "ENEA" in a bold, sans-serif font. The letters "E" and "A" are connected to the "N" and "E" respectively, forming a continuous shape. The logo is positioned to the left of the main text block.

**Direttore responsabile** Sergio Ferrari

**Comitato di redazione** Maria Antonietta Biancifiori, Fausto Borrelli, Vincenzo Di Majo, Marco Martini, Antonio Nobili, Vito Pignatelli, Emilio Santoro, Franco Vivoli

**Redattore capo** Alida La Croce

**Redazione** Giuliano Ghisu

**Collaboratori** Daniela Bertuzzi, Gabriella Martini, Paolo Monaci, Elisabetta Pasta

**Responsabile editoriale** Diana Savelli

**Redazione** ENEA

Lungotevere Thaon di Revel 76, 00196 Roma, Tel. 06-36272401, Fax 06-36272720  
E-mail/lacroced@sede.enea.it, Sito web/www.enea.it

**Progetto grafico** Bruno Giovannetti

Ada Cerrato, Nicoletta Troncon

**In copertina** Leonardo Da Vinci "Catena da bicicletta"

**Stampa** Tipografia Primaprint, Via dell'Industria n. 71, 01100 Viterbo

**Registrazione** Tribunale Civile di Roma

Numero 6047 del 2 dicembre 1957 del Registro Stampa. Modifiche in corso

**Pubblicità** Primaprint di S. Badini e M. Greto s.n.c.

**Abbonamento annuale** Italia € 21,00, Estero € 21,00; una copia € 4,20

C.C.P. n. 59829580 intestato a Primaprint di S. Badini e M. Greto s.n.c.

Via dell'Industria, 71 - 01100 Viterbo - Tel. 0761-353676 - Fax 0761-270097

e-mail: info@primaprint.it

[www.enea.it](http://www.enea.it)

www.enea.it

4

## NUOVA NORMA SULLA GESTIONE AMBIENTALE NEW STANDARD ENVIRONMENTAL MANAGEMENT

Luca Andriola, Roberto Luciani, Silvio Sonnino

PRIMO PIANO

La norma ISO 14001:2004 sui sistemi di gestione ambientale supera l'approccio preventivo, basato su un modello di gestione dei processi ispirato ai meccanismi tradizionali di produzione, e ne introduce uno più flessibile, fondato sulla ricerca dell'efficacia e sul miglioramento continuo.

*The ISO 14001:2004 standard, like ISO 9001:2000 on quality management, transcends the preventive approach (based on a rigid and more or less adequate process-management model still mainly inspired by traditional production methods) and introduces in its stead a highly flexible approach applicable to any socio-economic activity. It is structured by processes rather than system elements, and is based on the quest for efficacy and ongoing improvement.*

12

## IL RAPPORTO ENERGIA E AMBIENTE 2005 THE 2005 ENERGY/ENVIRONMENT REPORT

Unità di Agenzia per lo Sviluppo Sostenibile-Advisor

SPAZIO APERTO

L'annuale evoluzione italiana, nella domanda e nell'offerta di energia e negli aspetti ambientali legati al settore energetico, viene ripercorsa con riferimento al quadro macroeconomico internazionale. Pubblichiamo il compendio del Rapporto che presenta una sintesi e dati di maggior rilievo.

*Year-to year changes in Italian energy supply and demand and in energy-related environmental aspects, described with reference to the international macroeconomic context. We publish the Report's compendium, which summarises the most significant data.*

33

## CAMBIAMENTI CLIMATICI: IL CONGELAMENTO PER CALDO ECCESSIVO CLIMATE CHANGE: FREEZING CAUSED BY OVERHEATING

Vincenzo Ferrara

STUDI &amp; RICERCHE

Il riscaldamento che si sta verificando nella regione artica potrebbe comportare il collasso della corrente del Golfo e l'avvio di un'era di glaciazione. Uno scenario possibile se nei prossimi decenni si continuerà a bruciare combustibili ed emettere gas serra.

*Based on the principal findings from an extensive study of the Arctic – the subject of an international symposium held in Reykjavik, Iceland, in November of 2004 – the Arctic region is heating up twice as fast as the average for the rest of the world. If warming continues at this pace, or even faster, the most significant effects of future climate changes will occur in the polar regions, and the greatest threat seems to be the collapse of the Gulf Stream.*

43

## L'INGEGNERIA COMPUTAZIONALE APPLICATA AL SOLARE TERMODYNAMICO COMPUTATIONAL ENGINEERING APPLIED TO THE CONCENTRATING SOLAR POWER TECHNOLOGY

Giuseppe Mauro Giannuzzi, Adio Miliozzi

I numerosi problemi di tipo termo-strutturale propri della tecnologia solare a concentrazione sviluppata dall'ENEA, implicano l'analisi di soluzioni in genere non convenzionali. L'ingegneria computazionale è attualmente lo strumento principale di indagine, che consente di accelerarne la progettazione riducendo sensibilmente le onerose campagne sperimentali.

*Solar power plants based on parabolic-trough collectors present innumerable thermo-structural problems related on the one hand to the high temperatures of the heat transfer fluid, and on the other to the need of highly precise aiming and charging resistance. Devising an engineering response to these problems implies analyzing generally unconventional solutions. At present, computational engineering is the principal investigating tool; it speeds the design of prototype installations and significantly reduces the necessary but costly experimental programmes.*

## 57 STRUMENTI PER LE POLITICHE DI SOSTENIBILITÀ TERRITORIALE TOOLS FOR TERRITORIAL SUSTAINABILITY POLICIES

F. D'Amico, M. Mihai Buleandra, M. Velardi, M. Buleandra, I. Tanase

E' noto che l'attuale modello di sviluppo del sistema industriale causa impatti ambientali e sociali negativi. Per questo motivo, partendo dagli anni 90, l'attenzione degli esperti si è rivolta allo Sviluppo Sostenibile, inteso come nuovo paradigma in grado di superare gli attuali problemi connessi allo sviluppo. Nell'articolo si spiega come questa strategia potrebbe essere facilmente realizzata seguendo i principi dell'Ecologia Industriale.

*The current model of the industrial system is known to cause negative environmental and social impacts. Since the 1990s, experts have therefore focused on Sustainable Development, understood as a new paradigm able to overcome present-day development problems. This article explains how this strategy can be easily implemented by following the principles of Industrial Ecology.*

## 70 POESIA DELLA TECNICA: MAJAKOVSKIJ, DUE CHIACCHIERE CON LA TOUR EIFFEL E IL PONTE DI BROOKLYN

THE POETRY OF ENGINEERING: MAYAKOVSKY CHATS WITH THE EIFFEL TOWER  
AND THE BROOKLYN BRIDGE

Fausto Borrelli

Majakovskij (1893-1930) vede nello sviluppo della tecnica l'elemento propulsivo delle società moderne. Affascinato dalla perfetta costruzione di acciaio e dalla splendente illuminazione elettrica, Majakovskij parla alla Tour Eiffel... e la tecnica si fa poesia.

*Vladimir Mayakovsky (1893-1930) saw in the development of engineering the driving force of modern societies. Fascinated by the Eiffel Tower's perfect steel construction and splendid electrical lighting, he converses with the landmark ... and engineering turns into poetry.*

## 79 MISURAZIONI DEL RADON NEI CENTRI ENEA MEASURING RADON IN THE ENEA RESEARCH CENTRES

Silvia Penzo, Massimo Calamosca

## 83 ETICHETTE ECOLOGICHE PER UN APPROVVIGIONAMENTO ECO-EFFICIENTE GREENLABELS TO MAKE THE PROCUREMENT OF GOODS MORE ECO-EFFICIENT

Milena Presutto

## 86 CRONACHE

- dal **Mondo**
  - Centro italo-cinese per eco-tecnologie **86**
  - Accordo di cooperazione tra ENEL ed EDF **86**
  - Tecnologie avanzate per Oil & Gas **86**
- dall'**Unione Europea**
  - Nuova guida per i permessi di emissione **87**
  - I rischi massimi del cambiamento climatico **87**
- dall'**Italia**
  - Programmi di tirocini ENEA-Università **88**
  - Piante come biofabbriche di farmaci **88**
  - Priorità della ricerca industriale **88**
- dall'**ENEA**
  - Convenzione ENEA/Authority per l'Energia **88**
  - Agroindustria e biotecnologie **89**
  - Rapporto ENEA sulle fonti rinnovabili 2005 **89**
  - Tecnologie multisettoriali ENEA **90**
  - Graduatorie per l'assegnazione di assegni di ricerca **90**
- Incontri**
  - Einstein e Energia **92**
  - Potenzialità problemi e prospettive delle Rinnovabili **92**
- Lettere**
  - Petrolio e Sviluppo. L'Europa, l'Italia, l'Energia **93**
  - La fisica secondo il PSSC **93**

## 94 INDICE 2005/INDEX 2005

# Nuova **norma** sulla **gestione ambientale**

LUCA ANDRIOLA\*  
ROBERTO LUCIANI\*  
SILVIO SONNINO\*\*

ENEA  
\*UTS Protezione e Sviluppo  
dell'Ambiente e del Territorio,  
Tecnologie Ambientali  
\*\* Audit Manager

primo piano

La norma ISO 14001:2004 sui sistemi di gestione ambientale supera l'approccio preventivo, basato su un modello di gestione dei processi ispirato ai meccanismi tradizionali di produzione, e ne introduce uno più flessibile fondato sulla ricerca dell'efficacia e sul miglioramento continuo

## New **standard** environmental management

*The ISO 14001:2004 standard, like ISO 9001:2000 on quality management, transcends the preventive approach (based on a rigid and more or less adequate process-management model still mainly inspired by traditional production methods) and introduces in its stead a highly flexible approach applicable to any socio-economic activity. It is structured by processes rather than system elements, and is based on the quest for efficacy and ongoing improvement*

Il 15 novembre 2004, con un anticipo di qualche mese rispetto ai tempi previsti, l'ISO (Organizzazione Internazionale per la Standardizzazione) ha pubblicato le seconde versioni delle norme ISO 14001 e ISO 14004; in particolare, la nuova ISO 14001, che va a sostituire la precedente edizione del 1996.

Il nuovo standard ISO 14001 è stato poi approvato dal Comitato Europeo di Normazione (CEN) e successivamente recepito dall'Ente Nazionale Italiano di Unificazione (UNI); al termine di questo iter la norma ha acquisito la completa dicitura di UNI EN ISO 14001. Il Segretario Generale ISO, Alan Bryden, pur ricordando che i cambiamenti dalla vecchia alla nuova edizione non hanno toccato aspetti sostanziali della normativa, ha sottolineato il significativo allineamento tra la ISO 14001:2004 sui Sistemi di Gestione Ambientale (SGA) e i requisiti fissati dalla norma ISO 9001:2000 sui Sistemi di Gestione per la Qualità.

La norma ISO 14001 è stata infatti sviluppata ricalcando l'impostazione della norma ISO 9001 per la certificazione dei sistemi di qualità, la quale pone l'accento soprattutto sugli aspetti procedurali e documentali; nella ISO 14001, però, si è limitata al minimo l'impostazione "burocratica" nel tentativo di orientare l'attività dell'azienda verso il miglioramento continuo delle proprie prestazioni ambientali attraverso il conseguimento di obiettivi misurabili.

La norma ISO 14001:2004 specifica, in particolare, i requisiti di un SGA che permetta ad un'organizzazione di sviluppare una politica ambientale e di fissare degli obiettivi che tengano conto delle prescrizioni legali e delle informazioni riguardanti gli aspetti ambientali significativi.

La norma ISO 14001 ha mostrato negli anni un'ottima flessibilità rispetto alle esigenze di un mercato sempre in evoluzione, permettendone l'applicazione ad entità differenti caratterizzate da impatti ambientali anche di natura molto diversa (ad oggi, infatti, oltre alle imprese manifatturiere, tra le organizzazioni dotate di un SGA si contano anche società di servizi, interi Comuni, parchi naturali, complessi turistici, rifugi di montagna e persino banche).

I numeri delle certificazioni ambientali a livello mondiale mettono in evidenza un andamento di crescita molto significativo (tabella 1). Secondo le stime diffuse dall'ISO, a fine 2003, risultavano rilasciati 66.070 certificati ISO 14000 in 113 Paesi, un aumento del 34% rispetto al 2002.

Tabella 1 - Evoluzione certificazioni ISO 14000 nel mondo

Anno	Certificati	Paesi
1995	257	19
1996	1.491	45
1997	4.433	55
1998	7.887	72
1999	14.106	84
2000	22.897	98
2001	36.765	112
2002	49.449	117
2003	66.070	113

In particolare, i dati del 2003 mostrano che il 3,02% dei certificati, pari a 1997 certificati, sono stati ottenuti in Africa/Asia occidentale; il 2,56% (1.691) in America centrale e meridionale; il 7,92% (5.233) in Nord America; il 48,43% (31.997) in Europa; il 35% (23.747) in Asia orientale e il 2,13% (1.400) in Australia e Nuova Zelanda.

In Europa, in particolare, si distinguono per il numero di certificazioni emesse: Inghilterra (5.460), Spagna (4.860), Svezia (3.404), Germania (4.144) e Italia (3.066). Secondo le stime del SINCERT, in Italia sono stati rilasciati, alla fine del febbraio 2005, 5.109 certificati (tabella 2), e nel campo delle certificazioni dei SGA, l'Italia si colloca al quinto posto in Europa (dopo Inghilterra, Spagna, Germania e Svezia) e all'ottavo posto nel mondo (dopo Giappone, Inghilterra, Cina, Spagna, Germania, Stati Uniti e Svezia).

**Tabella 2 - Elenco organizzazioni certificate presenti in Italia**

<b>Organizzazioni certificate in Italia</b>	<b>Tutti i settori</b>
Abruzzo	182
Basilicata	53
Calabria	97
Campania	597
Emilia Romagna	458
Friuli Venezia Giulia	115
Lazio	230
Liguria	169
Lombardia	839
Marche	96
Molise	42
Piemonte	524
Puglia	335
Sardegna	164
Sicilia	299
Toscana	285
Trentino Alto Adige	94
Umbria	57
Valle d'Aosta	56
Veneto	417
<b>Totale</b>	<b>5109</b>

Fonte: Sincert (dati aggiornati al 28.02.2005)

Ciò che, però, andrebbe precisato e che forse potrebbe rappresentare un ostacolo, in futuro, alla crescita del numero di organizzazioni certificate, è il fatto che i sistemi di standardizzazione e di qualità siano stati implementati soprattutto da aziende di grandi dimensioni. In Italia, infatti, sono state soprattutto le imprese di grandi e medie dimensioni a scegliere la strada della certificazione ambientale, mentre quelle di minori dimensioni, che caratterizzano la quota più significativa della nostra economia, rimangono parzialmente escluse. Le motivazioni di un tale divario vengono solitamente attribuite agli oneri finanziari legati ai processi di certificazione e all'impegno del capitale umano necessario per portare avanti l'iter burocratico connesso al processo di certificazione.

Per questo motivo, le organizzazioni che gestiscono i principali marchi di certificazione ambientale hanno studiato e predisposto facilitazioni per l'adesione delle imprese di piccole e medie dimensioni ai programmi di certificazione, ma altri sforzi andrebbero fatti per incentivare sempre più aziende al contenimento degli impatti ambientali, soprattutto da parte delle istituzioni, dato che entrano in gioco molti interessi di tipo pubblico, primo fra tutti quello della salute dell'uomo e del pianeta.

### La norma UNI EN ISO 14001:2004

La norma UNI EN ISO 14001:2004 specifica i requisiti di un SGA per consentire ad un'organizzazione di sviluppare ed attuare una politica e degli obiettivi che tengano conto delle

prescrizioni legali e delle altre prescrizioni che l'organizzazione stessa sottoscrive, nonché delle informazioni riguardanti gli aspetti ambientali significativi. Essa si applica agli aspetti ambientali che l'organizzazione identifica come quelli che essa può tenere sotto controllo e come quelli sui quali essa può esercitare un'influenza.

Schematicamente si può sintetizzare quanto segue:

- *Lo scopo della norma ISO 14001:*

la norma permette l'implementazione di un Sistema di Gestione Ambientale e si applica a qualsivoglia organizzazione che intenda:

- stabilire, implementare, mantenere e migliorare un sistema di gestione ambientale;
- assicurarsi della conformità dei propri comportamenti alla propria politica ambientale;
- dimostrare la propria conformità alla norma tramite:
  - auto-valutazione e auto-dichiarazione;
  - valutazione da parte degli stakeholders, quali i clienti;
  - valutazione da parte di un soggetto comunque esterno alla organizzazione;
  - certificazione di parte terza.

- *La struttura della norma ISO 14001:*

è costituita da 4 Capitoli e 2 Allegati, il primo dei quali (Appendice A) svolge il ruolo di guida all'uso, specificando meglio ogni punto singolo della norma (tabella 3).

**Tabella 3 - Struttura della norma internazionale ISO 14001:2004**

**CAP.1** – Scopo e campo di applicazione

**CAP.2** – Riferimenti normativi

**CAP.3** – Termini e definizioni

**CAP.4** – Requisiti del Sistema di Gestione Ambientale

**APPENDICE A – GUIDA ALL'USO DELLA PRESENTE NORMA INTERNAZIONALE**

**A.1** – Requisiti generali

**A.2** – Politica Ambientale

**A.3** – Pianificazione

**A.4** – Attuazione e funzionamento

**A.5** – Verifica

**A.6** – Riesame della Direzione

**APPENDICE B – CORRISPONDENZA FRA LA ISO 14001:2004 E LA ISO 9001:2000**

**BIBLIOGRAFIA**

- *Il sistema di certificazione:*

il sistema ISO ha individuato nel SINCERT l'Organismo competente per l'accreditamento dei certificatori che possono essere solo organizzazioni e non i singoli.

- *L'ambito di applicazione:*

la norma ha applicazione a livello internazionale.

- *La metodologia:*

la metodologia da adottare per l'implementazione e la gestione di un SGA è quella conosciuta come "la spirale del miglioramento continuo"; tale miglioramento non viene, però, definito dalla norma, bensì stabilito dall'organizzazione stessa. Questa filosofia è sintetizzata nel cosiddetto modello del "PLAN/DO/CHECK/ACT", mutuata dai sistemi di qualità (ISO 9000), dove:

- PLAN rappresenta la fase di pianificazione nella quale l'organizzazione individua la sua posizione rispetto alla situazione ambientale;

- DO rappresenta la fase di attuazione del SGA
- CHECK rappresenta la fase di controllo del SGA
- ACT è la fase finale, che dà l'input al miglioramento continuo.

## Principali differenze rispetto alla versione del 1996

La norma ISO 14001, emessa nel 1996, ha manifestato carenze che non ne hanno favorito un'applicazione coerente a livello mondiale; conscia del fatto che tale norma in molti Paesi era ancora in via di introduzione, l'ISO ha pensato bene di incentivarne ulteriormente il processo di revisione.

La revisione della ISO 14001 è iniziata nel 1999 attraverso delle consultazioni preliminari nell'ambito delle attività del gruppo di lavoro WG1 del sottocomitato internazionale ISO/TC 207/SC1 "Environmental Management System", responsabile dell'elaborazione della prima versione della ISO 14001. In questa prima fase del processo di revisione, il WG1 aveva elaborato un documento che raccoglieva i commenti pervenuti da tutti gli enti normatori nazionali partecipanti al TC207 e li classificava secondo tre diverse tipologie:

- a) commenti relativi all'allineamento con le nuove ISO 9000;
- b) proposte di chiarimenti o miglioramenti del testo;
- c) modifiche ai requisiti esistenti o proposte di nuovi requisiti.

Nell'estate del 2000 si era arrivati alla conclusione che una revisione della norma era opportuna per rivederne il testo sulla base dei commenti relativi ai punti a) e b) precedentemente menzionati, ma che nessun nuovo requisito doveva essere aggiunto alla ISO 14001, respingendo di fatto tutti i commenti di tipo c). L'ISO riconosceva così la validità della norma e l'applicabilità dei requisiti a qualsiasi tipo di organizzazione, pertanto la revisione del testo si è concretizzata tenendo conto di queste premesse.

Sono stati introdotti, innanzitutto, 7 termini nuovi (audit, documento, procedura, registrazione, non conformità, azione correttiva e azione preventiva), definiti con lo scopo principale di favorire l'armonizzazione e la compatibilità con la ISO 9001:2000.

Una modifica che si nota dal confronto comparato tra il nuovo testo e quello precedente, riguarda il punto 4.1 sui requisiti generali, che precede anche la definizione della politica ambientale. Nella nuova edizione viene precisato che il SGA deve essere non soltanto stabilito e mantenuto, ma anche documentato, attuato e migliorato continuamente, secondo i requisiti della norma stessa, e che è necessario determinare come il SGA soddisfi tali requisiti: il concetto di miglioramento continuo è, infatti, fondamentale nella norma.

Un'organizzazione dovrebbe valutare continuamente la propria prestazione ambientale e quella dei processi del proprio SGA, al fine di identificare le opportunità per il miglioramento. L'alta direzione dovrebbe essere coinvolta direttamente in questa valutazione attraverso il procedimento del riesame della direzione.

L'accertamento dell'adempimento del miglioramento continuo dovrebbe in genere includere l'accertamento di:

- risultati della sorveglianza dello stato della prestazione per le caratteristiche principali delle operazioni che possono avere un impatto significativo, incluse le informazioni sulla prestazione ambientale;
- risultati del progresso e dell'impegno interno verso l'adempimento degli obiettivi e dei traguardi;
- esperienza acquisita dalle azioni correttive e preventive;
- risultati dell'audit del SGA e gli audit del rispetto delle prescrizioni legali applicabili e delle altre prescrizioni che l'organizzazione sottoscrive;

*allineamento  
agli standard  
di gestione  
della qualità*



- le opinioni delle parti interessate, inclusi i dipendenti, i clienti e i fornitori.

Un'altra importante novità è la richiesta di definire e documentare il campo di applicazione del SGA, cioè i confini entro i quali esso si applica (intera organizzazione oppure singole unità operative). È una modifica che non crea stravolgimenti nelle prassi già in uso (si pensi a quello che in gergo è chiamato "scopo del certificato" per le organizzazioni che fanno certificare la conformità del proprio SGA rispetto alla norma), ma che sottolinea come sia importante documentare il campo di applicazione in modo da evitare esclusioni di parti dell'organizzazione che non siano giustificate ed esplicitate in modo chiaro (punto 4.4.4), introducendo un chiaro riferimento alla ISO 9001 (la definizione di procedura riprende quella riportata in tale norma) e dando indicazioni più esplicite sul controllo dei documenti di origine esterna (punto 4.4.5).

Una modifica significativa rispetto all'edizione precedente, nel punto 4.3.1, è la più chiara distinzione tra gli "aspetti ambientali che l'organizzazione può tenere sotto controllo" e "gli aspetti ambientali sui quali l'organizzazione può esercitare un'influenza". Era una distinzione già presente nel testo del 1996 ma non sufficientemente chiara; nel precedente testo, infatti, l'attenzione era più focalizzata alla forma del documento, denominato "Analisi Ambientale Iniziale", mentre ora si dà maggior importanza ai contenuti.

Un altro chiarimento si è reso necessario riguardo al personale dell'organizzazione, citato sia nel punto relativo alla politica ambientale (4.2), quando la norma chiede che la politica sia comunicata a tutti, sia nel punto relativo alla competenza ed alla formazione (4.4.2). Nel nuovo testo, in luogo di "personale", si legge l'espressione "tutte le persone che lavorano per l'organizzazione o per conto di essa"; pertanto anche il personale degli appaltatori deve essere messo a conoscenza della politica ambientale e deve avere la competenza necessaria ad effettuare le proprie operazioni, che potrebbero influenzare la prestazione ambientale dell'organizzazione.

Sulle prescrizioni legali la nuova norma è sicuramente più chiara: al punto 4.3.2 si precisa che, oltre ad identificare la legislazione applicabile ed averne accesso, l'organizzazione deve anche determinare come queste prescrizioni si applicano agli aspetti ambientali. Il SGA deve dunque tener conto sia degli aspetti ambientali significativi, sia delle prescrizioni.

Nel punto 4.3.3, inoltre, si precisa che gli obiettivi e i traguardi devono essere coerenti non solo con la politica e con l'impegno alla prevenzione dell'inquinamento, ma anche con l'impegno alla conformità legislativa e al miglioramento continuo.

Una modifica nella struttura del sistema interviene anche nel punto 4.5.1 che viene suddiviso in due punti specifici: il 4.5.1 "Sorveglianza e misurazione" ed il nuovo punto 4.5.2 "Valutazione del rispetto delle prescrizioni".

In questo punto, infatti, si richiede all'organizzazione di valutare periodicamente il rispetto delle prescrizioni legali applicabili (di carattere internazionale, nazionale, regionale o locale), di valutare il rispetto delle altre prescrizioni (per esempio accordi volontari, linee guida, codici di buona pratica, impegni di etichettatura ambientale ecc.) e di conservare le relative registrazioni.

Tutto ciò che riguarda la documentazione del SGA è considerato, dai soggetti interessati, come un aspetto particolarmente critico. Non è particolarmente molto chiaro per tutti, infatti, quali e quante siano le procedure che debbano essere documentate; se vi è la possibilità che ci siano procedure non scritte e che valore in questo caso abbiano; se le registrazioni vadano considerate come documenti di sistema e che tipo di controllo vada loro applicato. Non è possibile dare a tutti questi quesiti risposte universalmente valide, data la stessa applicabilità della norma a qualsiasi organizzazione (di ogni tipo e dimensione,

*migliore  
distinzione  
tra "controllo"  
e "influenza"*

indipendentemente dalle differenti situazioni geografiche, culturali e sociali), che deve, perciò, lasciare un margine di libertà nell'applicazione dei requisiti.

È sempre bene tener presente che, in ogni caso, un SGA non deve costituire un aggravio burocratico per l'organizzazione e che il grado di dettaglio della documentazione dovrebbe sempre essere proporzionale alle dimensioni della stessa.

Si è molto discusso, su questo punto, della possibilità di eliminare in tutto il testo l'espressione "documented procedure", in quanto si è ritenuto che la richiesta di procedure documentate possa rappresentare una delle barriere maggiori all'accettazione della norma tra le PMI. Il gruppo di lavoro ISO ha, però, confermato la necessità di procedure documentate al punto 4.4.6, relativo al controllo operativo, ritenuto la parte del sistema che dà indicazioni su come concretizzare i requisiti del sistema in operazioni giornaliere e che quindi impone la necessità di una procedura scritta.

Anche il punto 4.5.3, riguardo le Non Conformità, le Azioni Correttive e le Azioni Preventive, è stato riformulato per maggior chiarezza, in accordo con la ISO 9001, e richiede:

- esame e identificazione delle cause legate alle non conformità reali al fine di impedirne il ripetersi.
- procedura per valutare la necessità di azioni per prevenire il verificarsi di non conformità potenziali.
- registrazioni dei risultati delle azioni correttive o preventive intraprese, e
- riesame dell'efficacia delle azioni intraprese.

Nel punto 4.5.4 si richiede in generale che siano registrate le informazioni necessarie a dimostrare la conformità ai requisiti del proprio SGA e della norma, mentre nel punto 4.5.5 viene riformulato per chiarezza il processo di Audit interno, facendo chiaro riferimento alla ISO 19011 come guida.

In allineamento con la ISO 9001, infine, sono stati formalizzati nel punto 4.6 gli elementi in ingresso del Riesame della Direzione, che devono includere:

- i risultati degli audit del sistema di gestione ambientale e delle valutazioni del rispetto delle prescrizioni legali e delle altre prescrizioni che l'organizzazione sottoscrive
- le comunicazioni provenienti dalle parti interessate esterne, compresi i reclami
- le prestazioni ambientali dell'organizzazione
- il grado di raggiungimento degli obiettivi e dei traguardi
- lo stato delle azioni correttive e preventive
- lo stato di avanzamento delle azioni previste dai precedenti riesami della direzione
- il cambiamento delle situazioni circostanti, comprese le evoluzioni delle prescrizioni legali e delle altre prescrizioni relative ai propri aspetti ambientali, e
- le raccomandazioni per il miglioramento.

## Conclusioni

Con la pubblicazione della norma ISO 14001:2004, così come nella ISO 9001:2000, viene superato l'approccio preventivo (basato su un rigido e più o meno adeguato modello di gestione dei processi, ancora sostanzialmente ispirato ai meccanismi tradizionali di produzione) e viene introdotto un approccio altamente flessibile ed applicabile a qualsiasi attività socio-economica, strutturato per processi e non per elementi di sistema, fondato sulla ricerca dell'efficacia e sul miglioramento continuo.

La norma ISO 14001 è stata sviluppata ricalcando l'impostazione della norma ISO 9001 per la certificazione dei sistemi di qualità, la quale pone l'accento soprattutto sugli aspetti procedurali e documentali; nella ISO 14001, però, si è limitata al minimo l'impostazione "buro-

*ricerca  
dell'efficacia  
e del miglioramento  
continuo*

cratica" nel tentativo di orientare l'attività dell'azienda verso il miglioramento continuo delle proprie prestazioni ambientali attraverso il conseguimento di obiettivi misurabili.

La pubblicazione della nuova edizione della norma ISO 14001:2004 suscita un grosso interesse per le sostanziali modifiche introdotte, prima fra tutte la "verifica della conformità legislativa" e, in linea con quanto già avvenuto con la revisione del Regolamento CE EMAS (761/2001), l'impegno delle organizzazioni nei confronti degli "aspetti ambientali indiretti" legati alle proprie attività e ai propri prodotti.

## Bibliografia

### Riferimenti normativi

NORMA UNI EN ISO 14001:2004 Sistemi di Gestione Ambientale – Requisiti e guida per l'uso.

NORMA ISO 14004:2004 Sistemi di Gestione Ambientale – Linee guida generali sui principi, sistemi e tecniche di supporto.

NORMA UNI EN ISO 19011: 2003 Linee guida per gli audit dei sistemi di gestione per la qualità e/o di gestione ambientale.

NORMA UNI ISO 14050: 2002 GESTIONE AMBIENTALE - Vocabolario.

Pubblicazioni ENEA: "Monografie Serie Ambiente".

Gestione Ambientale d'Impresa

LUCIANI R., ANDRIOLA L.: "Sviluppo di prodotti e processi ecocompatibili".

Collana "Rapporti Tecnici" Serie Ambiente dell'ENEA. RT/AMB/2001/6.

LUCIANI R., ANDRIOLA L., BRUNETTI N., VIGNATI S., PACI S., IACOBINI S., BONFITTO E.:

"Il Progetto AGRIMAS: un progetto pilota per la promozione di un sistema comunitario di ecogestione e audit (Regolamento EMAS) nelle Piccole e Medie Imprese del settore agroindustriale della Regione Abruzzo". Collana "Rapporti Tecnici" Serie Ambiente dell'ENEA. RT/AMB/1999/23.

LUCIANI R., ANDRIOLA L., BRUNETTI N., CAPOPRESO G.: "Il Progetto IMPREMAS – Progetto pilota per l'Eco-Gestione delle Piccole e Medie Imprese classificate a rischio per l'uso e lo stoccaggio di sostanze pericolose previste dal DPR n°175/88". Collana "Rapporti Tecnici" Serie Ambiente dell'ENEA. RT/AMB/1999/10.

LUCIANI R., ANDRIOLA L.: "Gli strumenti attuativi di una politica di sviluppo sostenibile dell'impresa". Collana "Rapporti Tecnici" Serie Ambiente dell'ENEA. RT/AMB/1999/6.

LUCIANI R., ANDRIOLA L., BRUNETTI N., CAPOPRESO G., MARELLI A.: "Il Regolamento Comunitario di Ecogestione e Audit: un'opportunità per le imprese". Collana "Rapporti Tecnici" Serie Ambiente dell'ENEA. RT/AMB/1999/9.

LUCIANI R., ANDRIOLA L., BRUNETTI N., CAPOPRESO G., "Promozione di Sistemi di Gestione Ambientale (EMAS, ISO 14001) nelle Piccole e Medie Imprese italiane" Collana "Rapporti Tecnici" Serie Ambiente dell'ENEA. RT/AMB/1998/2.

ANDRIOLA L., LUCIANI R., CALÒ E.: "Il Progetto PASTIS per EMAS: un Progetto Pilota per la diffusione dell'ecogestione (Reg. EMAS) nelle Piccole e Medie Imprese dell'agroindustria jonico-salentina". Collana "Rapporti Tecnici" Serie Ambiente dell'ENEA. RT/AMB/2000/16.

Pubblicazioni ENEA: "Linee Guida sui Sistemi di Gestione Ambientale".

LUCIANI R., ANDRIOLA L., DI FRANCO N.: "Analisi ambientale iniziale per imprese di piccole dimensioni: metodologia per l'acquisizione dati" edito da ENEA nel 2001 (ISBN 88-8286-009-4). Pubblicazione in catalogo ufficiale ENEA.

LUCIANI R., ANDRIOLA L., CAPOPRESO G., PACI S., VIGNATI S., VIGNONI P.C.: "Linee guida per l'integrazione dei sistemi di gestione ambiente e sicurezza nelle aziende a rischio di incidente rilevante". Edito da ENEA nel luglio 2000 e nel marzo 2002.

### Bibliografia generale

ANDRIOLA L., SONNINO S., "La gestione ambientale negli Enti Locali", Rivista Ambiente e Sviluppo (n. 6 Novembre-Dicembre 2003), IPASERVIZI Editore, Roma.

ANDRIOLA L., SONNINO S., "Gli audit per i sistemi di gestione ambientale secondo la norma ISO 19011", Rivista Ambiente Consulenza e Pratica per l'Impresa (n. 7 Luglio 2004), IPSOA Editore, Milano.

ANDRIOLA L., SONNINO S., "Sistemi di qualità ambientale: arrivano le nuove norme", Rivista Ambiente e Sicurezza sul Lavoro (05/2004), EPC Editore, Roma.

ANDRIOLA L., SONNINO S., "Sistemi di gestione ambientale e audit ambientali", Rivista Gazzetta Ambiente (n. 1 - 2004), ISL Editore, Roma.

ANDRIOLA L., SONNINO S., CHIARINELLI C., "La nuova disciplina sugli audit dei sistemi di gestione ambientale (norma internazionale ISO 19011)", in Consulting "La Rivista del Consulente d'azienda" (anno 2, n. 2, marzo-aprile 2004), GEVA Editore, Roma.

ANDRIOLA L., SONNINO S., CHIARINELLI C., SERAFINI C., "La responsabilità ambientale d'impresa", in Consulting "La Rivista del Consulente d'azienda" (anno 2, n. 3, maggio-giugno 2004), GEVA Editore, Roma.

ANDRIOLA L., SONNINO S., "La norma UNI EN ISO 19011 sugli audit di sistema di gestione ambientali", Collana Rapporti Tecnici ENEA (RT/2004/27/PROT) 2004, ENEA Editore, Roma.

# Il Rapporto 2005

**ENEA**  
Unità di Agenzia  
per lo Sviluppo Sostenibile - Advisor

spazio aperto

## Energia e Ambiente

L'annuale evoluzione italiana, nella domanda e nell'offerta di energia e negli aspetti ambientali legati al settore energetico, viene ripercorsa con riferimento al quadro macroeconomico internazionale. Pubblichiamo il compendio del Rapporto che presenta una sintesi e dati di maggior rilievo

## The 2005 Energy /Environment report

*The Report, of which we publish the compendium, is the annual analysis of the energy/environment situation in Italy. After an overview of the international economic and energy scene, the Report investigates energy supply and demand in Italy, the scenarios until 2020 in the presence of high prices, greenhouse gas emissions, the role of the Regions in energy planning, and research expenditure*

## Il quadro di riferimento internazionale

### Economia mondiale in espansione

L'espansione dell'attività economica mondiale, agevolata dalla crescita del commercio internazionale, si è ulteriormente rafforzata nel 2004 registrando tuttavia un andamento non uniforme nelle diverse aree geografiche (tabella 1).

Il rilancio della domanda negli Stati Uniti è stato favorito dalla svalutazione del dollaro, dall'incremento del deficit del bilancio federale e dalla politica monetaria, il cui orientamento espansivo si è solo leggermente attenuato nel corso dell'anno.

I Paesi asiatici (che registrano un forte attivo commerciale nei confronti degli Stati Uniti), hanno mantenuto elevata la propria competitività, contenendo l'apprezzamento delle loro valute mediante l'accumulo di riserve monetarie in dollari.

### Petrolio più caro

Nella media del 2004 il prezzo del greggio ha sfiorato i 38 dollari al barile, segnando un incremento di circa il 30% rispetto al 2003 (figura 1).

Nel 2005 la crescita non si è arrestata e il prezzo del greggio ha superato i 70 dollari in settembre, anche a causa dei danni subiti dagli impianti di produzione e raffinazione per una serie di uragani che ha colpito il Golfo del Messico. Sulla crescita delle quotazioni del petrolio hanno influito principalmente la forte domanda che proviene dalle economie più dinamiche, la quale ha creato le condizioni per un "mercato del produttore", ed il restringimento dei margini di capacità produttiva inutilizzata dei Paesi dell'OPEC.

A queste cause si è aggiunta la volontà dei Paesi produttori di compensare con prezzi più alti la perdita di potere d'acquisto dovuta all'indebolimento del dol-

Tabella 1 - PIL e interscambio con l'estero. Variazione media annua. Anni 2003-2004 (%)

	2003			2004		
	PIL	Importazioni	Esportazioni	PIL	Importazioni	Esportazioni
Economie avanzate	2,0	3,6	2,8	3,4	8,5	8,1
USA	3,0	4,4	1,9	4,4	9,9	8,5
Area euro	0,5	1,8	0,1	2,0	6,0	5,8
Giappone	1,4	3,8	9,1	2,6	8,9	14,4
Economie asiatiche di nuova industrializzazione	3,0	9,1	12,9	5,5	15,8	17,1
Paesi in via di sviluppo	6,4	10,6	10,3	7,2	16,9	13,7
Africa	4,6	6,6	6,6	5,1	9,6	6,9
Asia	8,1	15,1	12,7	8,2	21,5	19,5
Medio Oriente	5,8	3,3	10,1	5,5	8,8	3,8
America latina	2,2	0,7	3,3	5,7	12,5	10,5
Europa centrale ed orientale	4,5	13,5	13,7	6,1	16,0	16,2
Ex Unione Sovietica	7,9	14,5	11,8	8,2	21,1	11,5
<b>Mondo</b>	<b>4,0</b>	<b>*4,9</b>		<b>5,1</b>	<b>*9,9</b>	

Fonte: elaborazione ENEA su dati FMI

\*Volume del commercio mondiale

laro. In prospettiva, la concentrazione delle riserve restanti in pochi Paesi nella regione mediorientale gioca a favore di un loro crescente potere di mercato. Una serie di altri fattori, destinati a permanere nel breve-medio termine, sostengono i prezzi:

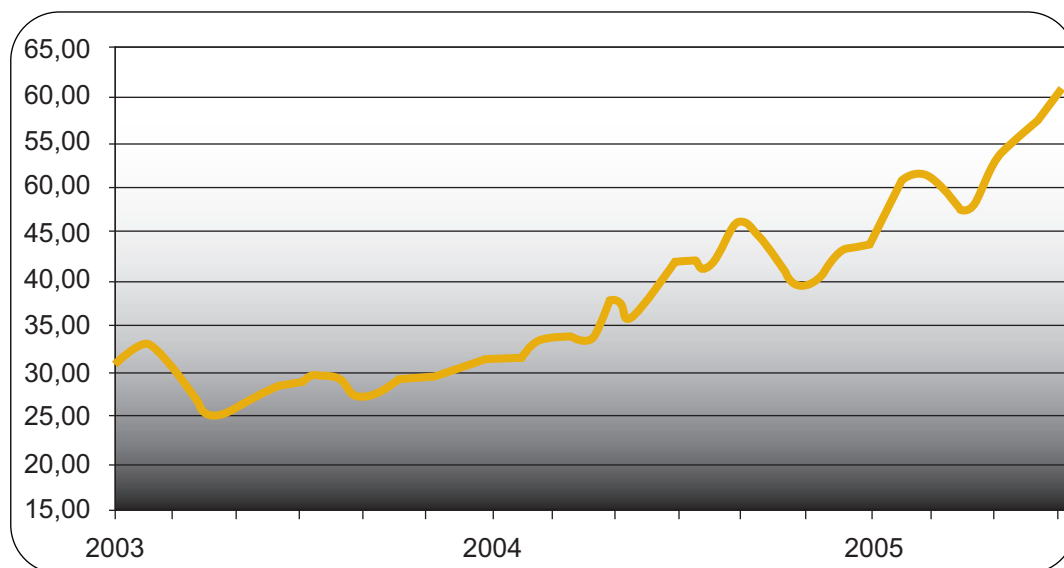
- il mancato adeguamento della capacità degli impianti di raffinazione che servono i principali mercati OCSE;
- il perdurare della situazione di incertezza geopolitica in Medio Oriente e in altre aree di produzione di idrocarburi in Africa e America Latina.

La variabilità delle quotazioni nel 2004-2005 è stata amplificata da movimenti speculativi particolarmente reattivi rispetto a fattori contingenti.

Molti analisti prevedono un prezzo superiore ai 60 dollari per buona parte del 2006. Tali previsioni portano a ribassare le proiezioni di crescita economica mondiale, soprattutto nelle aree più dipendenti dalle importazioni di greggio.

Anche i prezzi delle materie prime non energetiche, trainati dalla domanda della Cina e degli altri Paesi dell'Asia, hanno segnato incrementi significativi rispetto dal 2003.

**Figura 1**  
Prezzo del petrolio da gennaio 2003 a luglio 2005 (US\$/barile)



## I consumi energetici mondiali trainati dai Paesi in via di sviluppo

Nel 2004 i consumi mondiali d'energia primaria sono cresciuti del 3,7%. Le dinamiche, tuttavia, variano fra le regioni del mondo e sembrano fortemente correlate all'espansione dell'attività economica (tabella 2). In particolare, la domanda energetica cinese mostra un'importante progressione, con una crescita del 12,5%. Nei principali Paesi industrializzati l'aumento dei consumi è stato più contenuto a causa della minore espansione dell'economia e dell'effetto dell'incremento dei

prezzi energetici. Il 2004 segna l'anno in cui i consumi energetici dei Paesi in via di sviluppo superano quelli dei Paesi dell'OCSE.

Nel 2004 il petrolio copre circa il 35,3% dei consumi complessivi d'energia primaria, il carbone il 24,6% e il gas naturale il 20,7%. Il restante 19,4% è costituito da energia elettrica primaria (9% circa, principalmente nucleare e idroelettrica), e da biomassa (10,4% circa).

Negli ultimi mesi è assistito ad una progressiva crescita dell'importanza relativa del carbone, a seguito soprattutto dello sviluppo del settore termoelettrico in Cina.

## Ambiente e clima: non sarà facile rispettare gli impegni presi

Sulla scena ambientale internazionale il 2004 è stato caratterizzato da un ciclo serrato di negoziazioni, in particolare dell'Unione Europea con la Russia, per permettere l'entrata in vigore del Protocollo di Kyoto, poi realizzatasi nel gennaio 2005.

In parallelo, a livello di UE, le negoziazioni fra i Paesi membri, l'industria e la Commissione hanno avuto come oggetto principale la presentazione e l'approvazione dei Piani Nazionali di Assegnazione (PNA) delle Emissioni di CO<sub>2</sub>, requisito necessario per l'applicazione della direttiva sul commercio di emissioni (Emission Trading). Il mercato delle emissioni ha preso ufficialmente avvio nel gennaio del 2005 ma, in attesa dell'approvazione definitiva di tutti i piani di allocazione, il volume delle emissioni scambiate ed il loro prezzo sono rimasti molto modesti.

A seguito delle modifiche richieste dalla Commissione al piano italiano, il compito delle industrie nazionali si annuncia non semplice.

Tabella 2 - Consumi di energia primaria per area geografica

	2003 Mtep	2004 Mtep	2004 Quote %	2004/2003 Incrementi %
Europa	1965,4	1989,6	17,90	1,23
UE (15)	1525,8	1537,1	13,83	0,74
UE (25)	1737,3	1752,0	15,76	0,85
Comunità Stati Indipendenti	969,8	991,1	8,91	2,19
Russia	660,6	675,8	6,08	2,30
Nord America	2554,8	2596,8	23,36	1,64
Stati Uniti	2296,4	2333,8	20,99	1,63
America latina	640,1	660,5	5,94	3,18
Asia orientale	2656,5	2873,1	25,84	8,15
Cina	1351,1	1519,8	13,67	12,49
Giappone	513,2	523,5	4,71	2,01
Asia meridionale	664,0	690,7	6,21	4,02
India	557,7	581,8	5,23	4,34
Pacifico	133,4	134,6	1,21	0,86
Medio Oriente	455,0	480,8	4,32	5,66
Africa	536,3	548,2	4,93	2,20
Nord Africa	128,2	132,6	1,19	3,46
Africa sub-sahariana	408,2	415,7	3,74	1,85
<b>Mondo</b>	<b>10721,8</b>	<b>11117,7</b>	<b>100,00</b>	<b>3,69</b>
OCSE	5415,8	5496,3	49,44	1,49
OPEC	748,2	783,4	7,05	4,70
Ex-Unione Sovietica	988,4	1010,6	9,09	2,24

Fonte: elaborazione ENEA su dati ENERDATA

## La situazione italiana

### L'economia cresce poco

In Italia nel 2004 l'attività economica è cresciuta ad un tasso inferiore rispetto a quello delle altre economie dell'area dell'euro. Come nel biennio precedente, il valore aggiunto è cresciuto nel settore delle costruzioni e nei servizi. Nell'industria manifatturiera il valore aggiunto è sostanzialmente ristagnato, mentre l'indice della produzione industriale è calato per il quarto anno consecutivo.

Il contributo positivo della componente estera alla crescita del PIL non è stato di dimensioni rilevanti: alla crescita delle importazioni (+2,5%), più marcata che nel resto dell'area dell'euro, si è accompagnata una crescita delle esportazioni (+3,2%) non in linea con il tasso di espansione del commercio mondiale. Nel 2004 è quindi proseguita la perdita di quote di mercato dei prodotti italiani, imputabile soprattutto ai limiti strutturali del modello di specializzazione produttiva del Paese (nel 2004 si registra ancora una forte contrazione delle esportazioni di prodotti dei settori tessile, abbigliamento, calzature).

*perdita di quote  
di mercato  
dei prodotti italiani*

### Uno scenario tendenziale

Nonostante la crescita modesta dei livelli di attività ed i valori relativamente elevati del costo dell'energia, uno scenario tendenziale del sistema energetico italiano mostra una tendenza di medio periodo ad un aumento costante dei consumi energetici (con una crescita media annuale leggermente superiore all'1% fino al 2020) e delle emissioni (in misura minore). A livello aggregato, infatti, alla pur modesta crescita dei livelli di attività non si accompagnerà un miglioramento delle caratteristiche "strutturali" del sistema (energia utile per livello di attività).

In questo scenario, nel medio-lungo periodo il gas naturale appare destinato a sostituire il petrolio come fonte primaria più importante, fino a raggiungere e superare la quota del 40% dei consumi totali, mentre il petrolio tende a stabilizzarsi su valori compresi tra il 35% e il 40%. La crescita dei consumi di petrolio nei trasporti sarà infatti quasi sufficiente a compensare la riduzione ai minimi termini del suo uso nella generazione elettrica (che seguirà la forte riduzione già avvenuta nell'industria e nel civile). Dopo la forte crescita degli ultimi anni, il consumo di carbone tenderà a stabilizzarsi nel breve periodo, per riprendere poi a crescere, mentre aumenterà ad un ritmo modesto il peso delle fonti rinnovabili (sempre ben al di sotto del 10% del totale).

I settori più dinamici saranno il terziario, nel quale l'intensità energetica comincerà a ridursi solo alla fine del prossimo decennio, e i trasporti (merci in primo luogo), per la crescita sostenuta dei livelli di attività (mobilità) e per lo scarso o negativo contributo alla riduzione dei consumi che viene dai fattori "strutturali" (modalità di trasporto). I settori che presenteranno la maggiore crescita dei consumi sono dunque quelli che in passato hanno utilizzato meno i margini a disposizione per incidere sulla crescita dei livelli di attività e sui fattori "strutturali" (nei trasporti), oppure sull'efficienza (nel terziario e nel residenziale).

Il costante aumento delle emissioni di CO<sub>2</sub> previsto nello scenario è dovuto al fatto che l'aumento del livello di attività non è compensato dalla diminuzione dell'intensità energetica del PIL (che per tutto il prossimo decennio decrescerà a tassi medi annui che non raggiungono il -0,5%), né dalle riduzioni del peso delle fonti fossili e dell'intensità carbonica dell'energia fossile (riduzioni piuttosto modeste, che tendono ad annullarsi nel medio periodo).



In uno scenario in cui il prezzo del petrolio importato fosse significativamente superiore a quanto ipotizzato nello scenario tendenziale (nel quale il prezzo resta per un decennio sostanzialmente costante a circa 50 \$/barile, per aumentare leggermente in seguito), si avrebbe una riduzione del prodotto interno compresa tra lo 0,2% e lo 0,3% (in linea con le stime della recente letteratura), ma è difficile che ciò possa da solo provocare una significativa e duratura frenata dei consumi energetici. I consumi finali sono poco flessibili, sia per la rigidità della domanda di "servizi energetici" (in quasi tutti i settori, con la parziale eccezione dell'industria), sia per la crescente concentrazione dei consumi petroliferi nei trasporti, dove la capacità di sostituzione dei combustibili appare ridotta.

## La domanda di energia nei settori di uso

A fine 2004 il PIL a prezzi costanti è aumentato dell'1,2% rispetto all'anno precedente. Nel corso dell'anno l'industria manifatturiera ha attraversato una fase di sostanziale stagnazione e il settore dei servizi ha fatto registrare una crescita in linea con quella del PIL.

Il consumo interno lordo di energia si è assestato a 196,8 Mtep, in crescita dell'1,2% rispetto al 2003. La crescita dei consumi energetici, paragonabile a quella del PIL, non ha determinato variazioni nei valori dell'intensità energetica (tabella 3), che si attesta sui 187 tep/ME, confermando la sostanziale stabilità di questo indicatore che si registra dagli anni Novanta (figura 2). La tendenza in atto evidenzia elementi di rigidità da parte del sistema produttivo ad operare azioni d'ulteriore contenimento dei consumi energetici, dopo i progressi registrati in risposta agli shock petroliferi degli anni Settanta e Ottanta.

Dopo anni di relativa stabilità, nel 2004 i consumi di carbone sono aumentati dell'11,5% in relazione soprattutto al crescente impiego nel settore termoelettrico, raggiungendo i 17,1 Mtep (8,7% dei consumi di energia primaria) pur in presenza di consistenti aumenti dei prezzi.

Prosegue la tendenza alla crescita della domanda interna di gas naturale (+3,8%), che si attesta a 66,5 Mtep (34% dei consumi di energia primaria) in virtù della progressiva sostituzione delle obsolete centrali termoelettriche ad olio combustibile con nuove centrali a turbogas caratterizzate da un'efficienza più elevata. Conseguentemente, il consumo complessivo di prodotti petroliferi è stato pari a 88 Mtep (45% dei consumi di energia primaria), con un calo del 3,1% rispetto all'anno precedente, in linea con il trend registrato negli ultimi anni. Nel 2004 la richiesta totale di energia elettrica ha raggiunto i 325,4 TWh, con un incremento dell'1,5% rispetto al 2003. L'aumento dei consumi elettrici, inferiore all'incremento registrato negli anni precedenti, dipende essenzialmente dal rallentamento della crescita dei consumi nel settore terziario e nell'industria e dalle minori temperature estive rispetto al 2003. La crescita dei consumi elettrici, superiore al tasso di crescita del PIL, ha determinato un lieve incremento dell'intensità elettrica (+0,2%) che, anche nel lungo periodo, mostra una consolidata tendenza alla crescita (figura 2).

Gli impieghi finali di energia sono aumentati dell'1,3%, passando dai 142,2 Mtep del 2003 ai 144,0 Mtep del 2004, in linea con l'incremento del PIL ma con andamenti differenziati tra i vari settori.

*rigidità  
del sistema  
produttivo  
a contenere  
i consumi  
energetici*

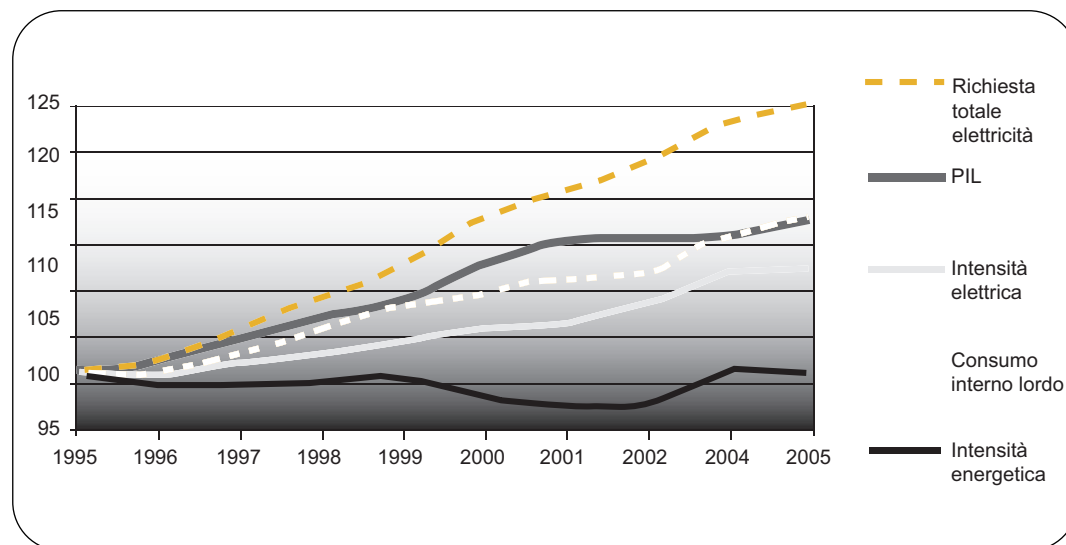
I consumi del settore industriale sono passati da 40,9 Mtep a 41,2 Mtep (+0,7%), rappresentando il 28,6% dei consumi finali. L'incremento di consumi in una fase di lunga stagnazione della produzione dipende essenzialmente dalla tenuta, in termini di livello di attività, dei settori a intensità energetica più elevata, e dal contestuale ridimensionamento di settori a più basso consumo specifico ma che rappresentano quote importanti della produzione industriale complessiva.

I consumi energetici del settore trasporti, pari a poco meno del 31% del totale nazionale, sono aumentati fino a 44,4 Mtep (+1,6%). L'incremento, più contenuto rispetto a quanto osservato negli anni precedenti, è dovuto a una tendenziale saturazione dei livelli di traffico soprattutto nel trasporto su strada. Nel 2004 i consumi di prodotti petroliferi del settore mostrano una crescita dell'1,6%, grazie alla crescita del gasolio quale sostituto della benzina.

Il settore residenziale e terziario copre il 30,4% dei consumi nazionali. In termini assoluti i consumi sono passati da 43,8 Mtep a 43,7 Mtep (-0,1%); la riduzione è dovuta essenzialmente a fattori climatici. Tuttavia, i fattori sociali e quelli legati all'incremento del reddito continuano a favorire la crescita dei consumi elettrici (maggiore penetrazione di elettrodomestici e soprattutto di dispositivi elettronici, crescita della superficie abitativa pro-capite).

Il settore primario contribuisce per il 2,4% degli impieghi finali nel 2004, con un consumo di 3,4 Mtep, pari a quello dell'anno precedente.

**Figura 2**  
Intensità energetica  
e intensità elettrica  
(Numeri indice  
1995=100)



**Tabella 3 - Fabbisogno di energia primaria in Italia. Anni 2002-2004 (Mtep)**

	2002	2003	2004	2004/2003(%)
Combustibili solidi	14,2	15,3	17,1	11,5
Gas naturale	58,1	64,1	66,5	3,8
Prodotti petroliferi	92,0	90,8	88,0	-3,1
Fonti rinnovabili	12,6	13,0	15,2	17,5
Importazioni nette energia elettrica	11,1	11,2	10,0	-10,5
Totale	188,1	194,4	196,8	1,2
Prodotto Interno Lordo (M€ 1995)	1.036.945	1.039.581	1.052.308	1,2
Intensità energetica (tep/ M€ 1995)	181,4	187,0	187,0	0,0

Fonte: MAP, Bilancio Energetico Nazionale 2004

## L'offerta delle fonti di energia

### Petrolio

La produzione di petrolio greggio nazionale si è assestata nel 2004 a poco più di 5,4 milioni di tonnellate. Questo dato riflette un aumento di produzione in Basilicata che compensa il rapido declino dei campi in via di esaurimento. Questo equilibrio è solo temporaneo e il suo mantenimento dipende dall'apporto produttivo che ci si attende dall'avvio del progetto di sviluppo del giacimento di Tempa Rossa, depositario in Basilicata di altre consistenti riserve accertate. Nel 2004 sono state importate 86,9 milioni di tonnellate di greggio (+3,1% rispetto al 2003), di cui 82,8 in "conto proprio" (+3%) e 4,1 per conto di committenti esteri (+5,1%). Anche nel 2004 il greggio maggiormente importato è stato il russo Ural (oltre 17 milioni di tonnellate), seguito dall'Iranian Heavy (8 milioni di tonnellate) e da 8 greggi libici. Il maggiore impatto sulla fattura energetica è da addebitare all'espansione della fattura petrolifera da 15,032 a 16,863 miliardi di euro, un aumento di quasi 2 miliardi, nonostante la contrazione dei consumi registrata nel 2004. Il costo medio annuo di una tonnellata di greggio nel 2004 è stato di 216,5 euro, contro i 187,1 euro del 2003. Il differenziale (+15,7%) deriva dal maggior costo del greggio (+27,1%) e dall'apprezzamento dell'euro rispetto al dollaro.

**espansione  
della fattura  
petrolifera**

### Gas naturale

La produzione si è ridotta del 7,7% rispetto al 2003, portandosi a 12,921 miliardi di m<sup>3</sup> standard. Le Regioni produttive sono Basilicata, Puglia, Sicilia, Emilia Romagna, Marche, Molise ed Abruzzo, mentre in mare la maggiore produzione di gas naturale proviene dalla zona A dell'Adriatico, che fornisce il 53,2% dell'intera produzione nazionale. L'*off-shore*, nel suo insieme, eroga la maggior parte della produzione (82% circa).

Le riserve recuperabili di gas al 31 dicembre 2004 ammontano a circa 178 miliardi di m<sup>3</sup> standard, mentre nel 1991 esse erano valutate pari a 370 miliardi di m<sup>3</sup> standard. La collocazione di quasi il 70% delle attuali riserve in area marina e, in particolare, nella zona A dell'Alto Adriatico aggrava il problema della mancata ricostituzione delle riserve.

Nel 2004 le importazioni sono aumentate dell'8% rispetto al 2003, coprendo l'84% circa dei consumi. La ripartizione dei volumi di importazione in relazione alla provenienza mette in evidenza che nel 2004 la maggiore quota di gas naturale importato proviene dalla Russia attraverso i varchi di Tarvisio (gasdotto TAG) e Gorizia (36,5% del flusso totale), mentre le importazioni dall'Algeria al terminale di Mazara del Vallo (Sicilia), attraverso i gasdotti TTPC (via Tunisia) e TMPC (in acque territoriali italiane), rappresentano il 35,4% del totale, e il gas importato in prevalenza dai Paesi Bassi, dalla Norvegia e da altre produzioni *off-shore* dal Mare del Nord è rimasto fermo al livello dell'anno precedente (24% nel 2003). Dall'Algeria proviene anche il gas naturale liquefatto (GNL) diretto a Panigaglia per essere rigassificato e immesso in rete, nella misura del 3% circa delle importazioni del 2004. Hanno avuto inizio nell'autunno 2004 le operazioni di importazione di gas naturale attraverso il gasdotto Greenstream dalla Libia al punto di entrata di Gela, in Sicilia, per circa l'1% delle importazioni.

Al 1° aprile 2005 la tariffa media nazionale di riferimento è il risultato di componenti a copertura dei costi, per il 55% circa, e di imposte che gravano sul settore del gas naturale, per il restante 45% (imposta di consumo, addizionale regionale e IVA). Il costo della materia prima incide sul valore complessivo della tariffa per quasi un terzo (25,7%).

## Carbone

L'Italia importa via mare circa il 99% del totale del proprio fabbisogno di carbone, principalmente da Stati Uniti, Sud Africa, Australia, Indonesia e Colombia, con quote rilevanti provenienti anche da Canada, Cina, Russia e Venezuela. Le importazioni totali di combustibili solidi fossili sono aumentate del 16% circa, passando dai 22,1 milioni di tonnellate del 2003 ai 25,7 milioni di tonnellate del 2004: il contributo maggiore è derivato dal carbone da vapore, ma si riscontra un recupero del carbone da coke.

Nel 2004 è proseguita la tendenza alla crescita dei consumi di combustibili solidi che, con 17,1 Mtep (+11,7% rispetto al 2003) hanno contribuito per l'8,7% alla copertura del fabbisogno energetico nazionale. In particolare gli impieghi in termoelettrica hanno evidenziato una crescita significativa: in base ai dati forniti dal GRTN sono stati prodotti complessivamente in Italia oltre 45,5 miliardi di kWh da combustibili solidi, con una crescita rispetto all'anno precedente dell'ordine del 17% e con un consumo superiore ai 17 milioni di tonnellate. Il 2004, così come il 2003, è stato ancora caratterizzato dai forti rialzi dei prezzi internazionali del carbone, con punte che hanno toccato anche i 70 \$/t fob (franco frontiera nazionale) intorno alla metà dell'anno, a causa sia del favorevole andamento della domanda sia di alcuni problemi produttivi.

## Energia elettrica

La richiesta di energia elettrica sulla rete italiana è stata nel 2004 di 325.357 GWh, l'1,5% in più rispetto all'anno precedente (tabella 4). L'incremento è di gran lunga inferiore a quello corrispondente dell'anno 2003, in quanto l'economia è rimasta sui medesimi livelli dell'anno precedente mentre, a causa delle condizioni atmosferiche più favorevoli, si è fatto meno uso degli impianti di climatizzazione.

Il 50,3% dell'energia elettrica è stata assorbita dal settore industriale, il 26,1% dal settore terziario, il 21,9% da quello residenziale e l'1,7% dal settore agricolo. La richiesta è stata soddisfatta per l'86% con la produzione nazionale, che è cresciuta del 3,2% rispetto al 2004, e per il 14% dal saldo fra import ed export, in calo del 10,5% rispetto al 2003. La produzione lorda nazionale proviene per il 16,5% da fonte idrica, per l'81,1% da quella termica e per il 2,4% da geotermica e rinnovabili (esclusa la biomassa). La produzione di elet-

Tabella 4 - Bilancio dell'energia elettrica in Italia. Anni 2003-2004 (GWh)

	2004	2003	Variazione % 2004/03
Produzione idrica lorda	49.908	44.277	12,7
Produzione termica lorda	246.125	242.784	1,4
Produzione geotermica lorda	5.437	5.341	1,8
Produzione eolica e fotovoltaica lorda	1.851	1.463	26,5
<b>Totale produzione lorda</b>	<b>303.321</b>	<b>293.865</b>	<b>3,2</b>
Consumi servizi ausiliari	13.299	13.682	-2,8
<b>Totale produzione netta</b>	<b>290.023</b>	<b>280.183</b>	<b>3,5</b>
Energia destinata ai pompaggi	10.300	10.492	-1,8
<b>Produzione netta per consumo</b>	<b>279.722</b>	<b>269.691</b>	<b>3,7</b>
Importazioni	46.426	51.486	-9,8
Esportazione	-791	-518	52,6
<b>Richiesta totale Italia</b>	<b>325.357</b>	<b>320.659</b>	<b>1,5</b>
Perdite	20.868	20.870	0,0
<b>Totale consumi</b>	<b>304.490</b>	<b>299.789</b>	<b>1,6</b>

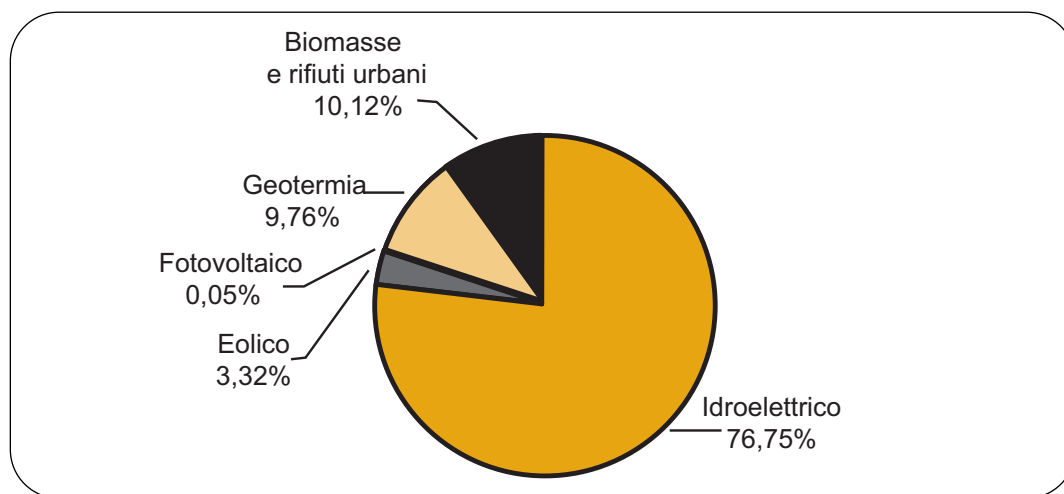
Fonte: GRTN

tricità da centrali termoelettriche è aumentata dell'1,4% rispetto al 2003, mentre le maggiori piogge del 2004 hanno determinato l'incremento della produzione idrica del 12,7%. La potenza netta disponibile installata a dicembre 2004 è stata di 81.512 MW, con un aumento di circa 3.263 MW (+4,2%) rispetto al 2003. Sul fronte della potenza richiesta sulla rete, il 16 dicembre del 2004 si è registrato un nuovo record con il valore di 53.606 MW, che risulta essere di poco più alto del massimo raggiunto nel 2003 (+0,4%).

## Fonti rinnovabili di energia

Nel 2004 le fonti rinnovabili di energia hanno contribuito complessivamente al consumo interno lordo italiano per una percentuale di poco superiore al 7%. Il contributo complessivo da fonte eolica, solare, rifiuti, biocombustibili, biogas e legna (con esclusione di quella da ardere utilizzata per il riscaldamento ambientale), cresce sul totale delle rinnovabili da poco più del 14% del 2000 al quasi 26% del 2004. L'idroelettrico, che fornisce la quota più rilevante, è caratterizzato da una fluttuazione da attribuire a fattori di idricità, mentre la geotermia mostra un aumento intorno al 10% sull'intero periodo. Per quanto riguarda le altre rinnovabili si evidenziano il buon incremento della produzione da biomassa e rifiuti e, a partire dal 2004, la ripresa dell'eolico dopo il forte sviluppo fatto segnare nel corso del 2001 e il rallentamento riscontrato nei due anni successivi. Nonostante il trend positivo, il contributo da queste fonti resta comunque attestato su valori ancora molto lontani da quelli tipici di alcuni Paesi europei.

La produzione di energia elettrica da rinnovabili ammonta nel 2004 a oltre 55 TWh, pari al 16% del consumo interno lordo di energia elettrica. Rispetto al 2003, si assiste ad un aumento medio della produzione di elettricità da rinnovabili del 16%. Oltre il 75% della produzione da rinnovabili proviene dall'idroelettrico; geotermia e biomasse (inclusi i rifiuti) contribuiscono entrambe per circa il 10%, l'eolico per il 3% e il fotovoltaico solo per lo 0,05% (figura 3).



**Figura 3**  
Produzione di elettricità per fonte rinnovabile.  
Italia 2004  
Fonte: elaborazione ENEA su dati GRTN

Al superamento di una lunga fase di stagnazione nella produzione di energia elettrica da fonte solare potrà contribuire il recente decreto legislativo che introduce per il fotovoltaico un nuovo meccanismo di incentivazione in conto energia, anche se il raggiungimento dell'obiettivo di 300 MW di potenza al 2015 non sembra da solo in grado di modificare in modo significativo la quantità di generazione elettrica da fonte solare.

Per quanto riguarda la produzione di biocombustibili, nel 2004 è stata stimata una sostituzione di energia primaria pari a oltre 11.700 TJ, con un aumento vici-

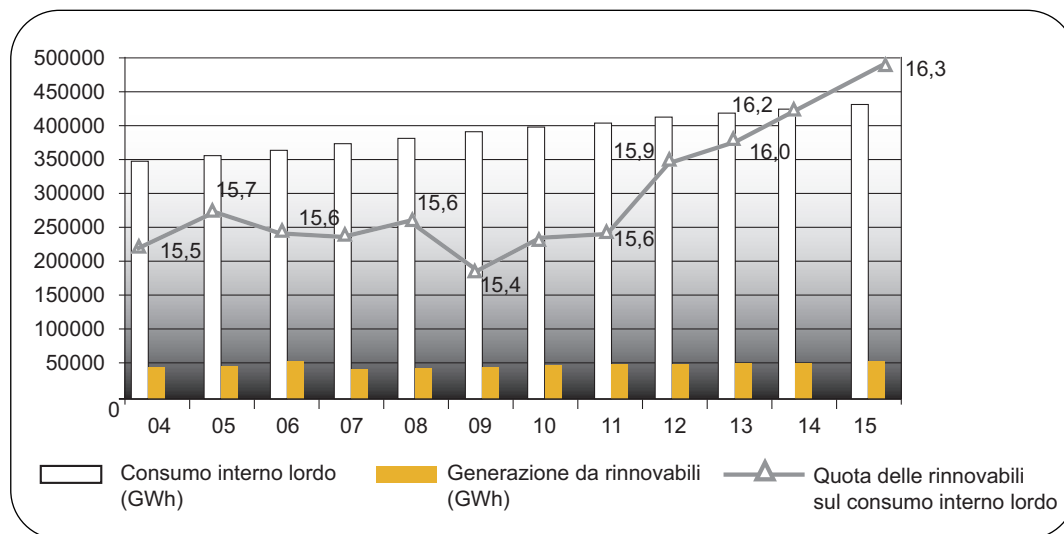
no al 10% rispetto al dato 2003. Alla crescita del settore hanno contribuito in modo significativo la totale abolizione di imposizioni fiscali sul biodiesel per riscaldamento e gli incentivi fiscali concessi per le miscele di combustibili da auto-trazione utilizzando biocombustibili.

Complessivamente siamo ancora lontani da un vero decollo delle rinnovabili in Italia, e i meccanismi di incentivazione messi in atto non sembrano ancora in grado di far conseguire il target del 22% del consumo interno lordo al 2012 (figura 4).

**Figura 4**

Stima degli effetti delle politiche e misure in atto in relazione al target indicato dalla direttiva 77/2001/CE

Fonte: elaborazione ENEA su dati AEEG e GRTN



## Le tariffe italiane

Il sistema tariffario elettrico italiano è caratterizzato da prezzi inferiori rispetto alla media europea per le utenze domestiche a basso consumo e da prezzi superiori per le utenze con consumi più elevati. I prezzi per le utenze industriali, sia al lordo che al netto delle imposte, sono tra i più elevati in Europa, con scostamenti differenti, rispetto alla media ponderata, in funzione del livello di consumo considerato. Al lordo delle imposte, il divario è massimo (45,9%) nel caso della classe di consumo di 2 GWh/anno. Al netto delle imposte il divario con il valore medio europeo è più accentuato, soprattutto per le utenze con maggiori consumi energetici, a causa della minore incidenza fiscale rispetto agli altri Paesi.

Le motivazioni dei maggiori prezzi dell'energia elettrica in Italia sono da ricercarsi, oltre che nel forte carico fiscale, soprattutto nel basso valore dell'efficienza media degli impianti – nonostante si stia assistendo ad una lenta ma costante sostituzione degli impianti obsoleti – e nel mix dei combustibili, sbilanciato verso gli idrocarburi che hanno un alto costo per unità termica fornita.

Tra le risultanze dell'indagine congiunta dell'Autorità per l'energia elettrica e il gas e dell'Autorità garante della concorrenza e del mercato, conclusasi a fine giugno 2004<sup>1</sup>, figura una segnalazione critica riguardo alla posizione dell'operatore dominante come principale produttore ed importatore nazionale ed ai riflessi negativi di tale comportamento sui prezzi del gas naturale al netto delle imposte che, in Italia, restano tra i più alti all'interno dell'Unione Europea sia per gli usi industriali che per le grandi utenze civili.

<sup>1</sup> "Indagine conoscitiva sullo stato di liberalizzazione del settore del gas naturale"- IC/22, Presidenza del Consiglio dei Ministri, Dip.to per l'Informazione e l'Editoria (2005).

## Le attività di esplorazione

Nell'ultimo quinquennio si conferma il dissolvimento delle attese di ritorno sugli investimenti nelle attività estrattive degli idrocarburi: ben al di là della esposizione al rischio minerario, le imprese guardano con preoccupazione alla scarsa attendibilità dei tempi e delle procedure che si frappongono tra il rinvenimento di risorse economicamente estraibili e la loro valorizzazione sul mercato. È un fatto che, almeno dal 1999, i tempi medi che intercorrono tra la scoperta mineraria e la produzione superano anche gli 11 anni, contro una media dei tempi internazionali di 5-6 anni. Quanto tutto questo possa costare all'economia del Paese può essere sommariamente valutato in termini di saldo negativo per le importazioni nella bilancia dei pagamenti e come mancate entrate sotto le voci *royalties* e imposte<sup>2</sup>.

Nonostante i forti aumenti verificatisi negli ultimi due anni, il carbone è considerato ancora la fonte più conveniente per l'alimentazione elettrica, in quanto gli aumenti non hanno influito in maniera significativa sul prezzo finale dell'energia elettrica, essendo la gran parte degli approvvigionamenti regolata da contratti di fornitura a lungo termine stipulati prima dei rialzi registrati recentemente. In una prospettiva di medio-lungo periodo è innegabile tuttavia che la competitività del carbone dovrà confrontarsi con i futuri scenari, delineati da un lato dal Piano Nazionale di Assegnazione delle quote di emissioni di gas serra, in accordo alla direttiva 2003/87/CE, e dall'altro dagli impegni derivanti dal Protocollo di Kyoto, con i relativi costi specifici associati alle emissioni di anidride carbonica.

**il carbone  
è il più  
conveniente  
per produrre  
elettricità**

## Il sistema energetico e l'ambiente

### Emissioni

I dati in elaborazione indicano che le emissioni di inquinanti atmosferici tradizionali (non gas serra) dovute ai sistemi energetici continuano a diminuire, pur in presenza di una crescita nei consumi. Ciò è dovuto ad una sempre maggiore diffusione di sistemi in grado di abbattere le emissioni di inquinanti atmosferici e dall'utilizzazione di combustibili "più puliti". L'aumento dei consumi energetici è dato principalmente dall'aumento dei consumi elettrici ed in particolare dalla crescita del picco estivo, dovuto soprattutto agli usi civili, che squilibra l'ottimizzazione del funzionamento delle centrali.

Per quanto riguarda la CO<sub>2</sub>, invece, si è di fronte ad una crescita di emissioni (tabella 5 e figura 5) dovuta anch'essa alla crescita dei consumi elettrici. Questo compromette le azioni necessarie per rispettare gli impegni previsti dal Protocollo di Kyoto. In merito, anche il Piano Nazionale di Assegnazione (PNA) per lo scambio di quote di emissioni di gas serra (PNA) presenta notevoli problematichità.

<sup>2</sup> Nel 2004 l'importo delle *royalties* (aliquote di prodotto) versate complessivamente allo Stato, alle Regioni ed ai Comuni dai concessionari delle attività di produzione di petrolio e di gas naturale condotte nel 2003, ammonta a 146,9 milioni di euro.

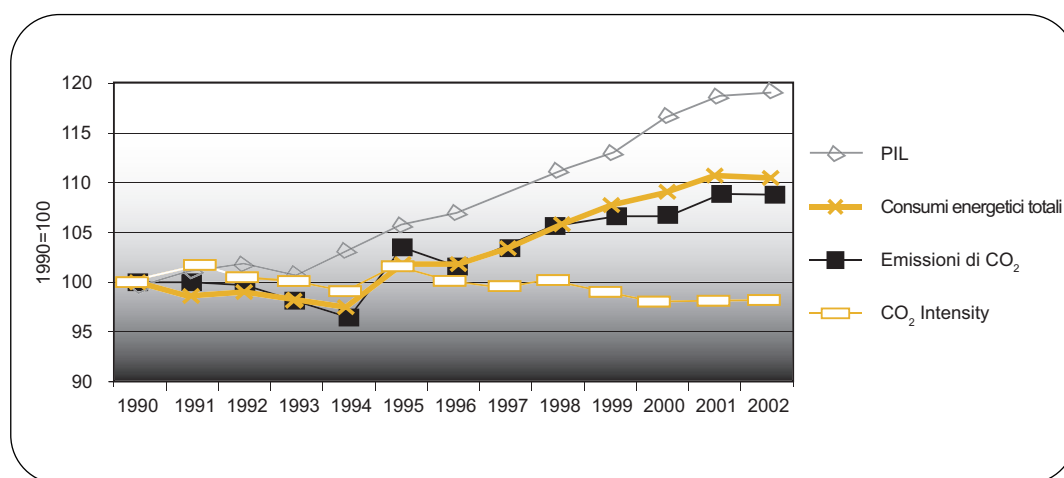
**Tabella 5 - Emissioni per settore dei principali gas serra. Anni 1990 e 2002 (milioni di t di CO<sub>2</sub> eq.)**

Anni	CO <sub>2</sub>		N <sub>2</sub> O		CH <sub>4</sub>		F-gas	
	1990	2002	1990	2002	1990	2002	1990	2002
Industrie energetiche	135,86	155,07	1,67	1,90	7,10	5,54	0,00	0,00
Industria manifatturiera	87,85	84,94	1,63	1,65	0,14	0,14	0,00	0,00
Trasporti	102,90	125,26	1,79	3,66	0,78	0,65	0,00	0,00
Residenziale e servizi	76,12	77,76	3,44	3,18	0,32	0,49	0,00	0,00
Processi industriali	26,15	24,41	5,81	7,47	0,12	0,12	2,49	8,28
Uso di solventi	1,73	1,24	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Agricoltura	0,00	0,00	22,76	23,16	17,78	16,56	0,00	0,00
Rifiuti	0,54	0,28	1,13	1,18	10,95	10,85	0,00	0,00
<b>Totale</b>	<b>431,16</b>	<b>468,96</b>	<b>38,23</b>	<b>42,20</b>	<b>37,20</b>	<b>34,34</b>	<b>2,49</b>	<b>8,28</b>

Fonte: ENEA-APAT, 2004

**Figura 5**

Confronto fra i principali indicatori economici ed energetici e le emissioni del principale gas serra (1990=100)  
 Fonte: ENEA-APAT-Min. Ambiente, 2004



## Impianti

I nuovi impianti autorizzati (figura 6), nell'80% a combustibile fossile (ciclo combinato a gas naturale), sono distribuiti in modo disuniforme sul territorio nazionale, e questo crea conflitti e problemi realizzativi.

La produzione di energia elettrica rimane un punto critico dell'intero sistema: la legge 55/2002 ha accelerato le procedure di costruzione delle nuove centrali elettriche, dichiarando le centrali di potenza superiore a 300 MW opere di utilità pubblica e soggette ad un'unica approvazione del Ministero delle Attività Produttive (consultati i Comuni durante l'iter). In 180 giorni, al luglio 2005 risultano rilasciate 43 autorizzazioni VIA per un totale di circa 21.000 MW elettrici, dei quali per circa 10.000 MW sono in essere i lavori di costruzione. Tra dismissioni e nuovi impianti si stimano circa 6-7.000 MW aggiuntivi sul mercato interno, ma risultano in vita altre 73 richieste di autorizzazione per circa 38.000 MW. Questi dati indicano uno sforzo produttivo, che mira peraltro ad un aumento dell'efficienza (meno emissioni per kWh prodotto), non sufficiente tuttavia a compensare sul versante ambientale la crescita della domanda.

L'industria presenta una riduzione dei consumi e delle emissioni, sia per l'utilizzazione di nuove tecnologie che per l'effetto della delocalizzazione e della crisi.

Nei trasporti la richiesta di mobilità rimane complessivamente in crescita, accompagnata da una sperimentazione di nuove tecnologie: combustibili a bassa emissione (metano e GPL) e sostituzione del parco dei mezzi mobili (grandi e piccoli).



Il settore residenziale è caratterizzato dalla crescita dei consumi estivi (si stimano più di 2 milioni di nuove installazioni/anno di condizionatori) e dalla crescita del parco immobiliare.



**Figura 6**  
Distribuzione delle nuove centrali autorizzate, a ciclo combinato a gas naturale  
*Fonte:* elaborazione ENEA su dati MATT e MAP, 2005

## Risparmio energetico

Esistono varie tipologie di intervento finalizzate al conseguimento del risparmio energetico nei settori Energia, Industria, Trasporti, Civile. Esse, da realizzare nel breve e medio periodo, vengono di seguito descritte.

*Energia:* si punta alla realizzazione di centrali a trigenerazione (energia elettrica, recupero calore e recupero freddo) privilegiando, nel contempo, interventi di rapida realizzazione e con un buon rapporto costi-benefici, quale quello dell'aumento dell'efficienza della rete di distribuzione in grado da solo di contribuire ad ottimizzare le quote di riserva del PNA con un risparmio potenziale stimato nell'ordine di 11.000 MW.

*Industria:* le imprese o i piccoli produttori richiedono sistemi di cogenerazione da gestire direttamente. Forte è anche la richiesta di nuovi materiali da impiegare in piccoli impianti operanti in ambienti aggressivi.

*Trasporti:* è evidente una situazione di "emergenza città" legata al traffico dei centri urbani, mentre il trasporto merci, vincolato alla dislocazione diffusa del tessuto produttivo e al terziario logistico, finisce per far aumentare i costi, i consumi e, quindi, le emissioni. Al riguardo le azioni possibili riguardano applicazioni di sistema, quali la valutazione ambientale strategica (VAS) necessaria per ottimizzare i flussi ed i mezzi.

*Edilizia e consumi civili:* a partire dal 2006 tutte le nuove costruzioni dovranno essere realizzate in base a coefficienti di "consumo e dispersione energetica" previsti dalla direttiva europea 2002/91/CE.

Tale azione, in considerazione della vetustà del patrimonio edilizio italiano, è sicuramente la migliore per il rapporto costi-benefici e, oltretutto, risulta essere di immediata applicazione, essendo già disponibili le tecnologie di intervento.

## Le politiche energetico-ambientali alla scala regionale e locale

Il ruolo e le competenze regionali in materia energetica sono divenuti molto importanti dopo l'introduzione del DLgs 112/98 sul decentramento e la successiva legiferazione regionale in materia, comprese le deleghe alle Province.

Le Regioni possono elaborare e deliberare i propri Piani Energetici Regionali.

Allo Stato restano le decisioni sugli indirizzi di politica energetica e di coordinamento della programmazione energetica regionale.

L'analisi della situazione energetica regionale (produzione, trasformazione e consumi finali di energia per fonti e per settori) è effettuata sulla base dei Bilanci Energetici Regionali elaborati dall'ENEA da 15 anni ad oggi, in coerenza con i Bilanci Energetici Nazionali ed Europei. Gli Indicatori Energetici successivamente elaborati (Intensità e Consumi specifici) mostrano un incremento dei valori a livello regionale nel 2003 rispetto agli anni precedenti, invertendo la tendenza al ribasso degli anni precedenti. Inoltre si manifestano forti differenze tra le Regioni, sia a causa di diversità di sviluppo economico, che per la presenza sul territorio di industrie fortemente energivore (tabella 6).

Tabella 6 - Principali indicatori di efficienza energetica regionale. Anno 2003

Regioni	Intensità energetica finale del PIL (tep/M euro95)	Intensità elettrica del PIL (MWh/M euro95)	Cons. pro capite di energia (CIL) tep/ab	Cons. pro capite di energia elettrica (MWh/ab)
Piemonte	140,3	300,6	2,9	6,2
Valle D'Aosta	177,4	328,3	4,2	7,7
Lombardia	121,4	301,4	2,7	6,8
Trentino Alto Adige	108,1	267,1	2,5	6,2
Veneto	128,1	311,8	2,6	6,3
Friuli Venezia Giulia	153,8	381,6	3,2	7,9
Liguria	104,4	205,6	2,1	4,1
Emilia Romagna	150,1	282,0	3,4	6,3
Toscana	125,3	289,4	2,5	5,7
Umbria	159,0	383,3	2,7	6,5
Marche	117,3	265,4	2,1	4,7
Lazio	99,7	201,9	2,0	4,1
Abruzzo	144,7	331,6	2,2	5,1
Molise	127,9	311,4	1,8	4,5
Campania	95,8	234,7	1,1	2,8
Puglia	179,8	336,7	2,2	4,1
Basilicata	124,3	341,1	1,6	4,4
Calabria	87,5	215,2	1,0	2,5
Sicilia	111,7	294,7	1,4	3,7
Sardegna	163,0	510,5	2,2	7,0
<b>Italia*</b>	<b>125,8</b>	<b>288,4</b>	<b>2,3</b>	<b>5,2</b>

\* contiene il PIL extra-Regione  
Fonte: elaborazione ENEA da dati di origine diversa

Gli indicatori ambientali dei sistemi energetici regionali, in particolare per la CO<sub>2</sub>, mostrano una tendenza all'aumento dei valori, che contrasta con il perseguimento degli obiettivi di Kyoto.

In particolare sono in crescita i valori di CO<sub>2</sub> emessi dalla generazione termoelettrica.

In assenza del Piano Energetico Nazionale, i Piani Energetici Regionali (PER) sono gli strumenti strategico-programmatici per l'intero Sistema Energetico Nazionale.

Quasi tutte le Regioni hanno definito il loro Piano Energetico Regionale: tredici di esse hanno deliberato in Consiglio o in Giunta, e ad esse si aggiungono le due Province Autonome di Trento e Bolzano. Altre Regioni hanno elaborato Studi di Piano che devono essere approvati formalmente.

Gli obiettivi dei PER approvati possono essere riassunti nei seguenti:

- sviluppo delle fonti rinnovabili: produzione di energia elettrica per 17.000-19.000 GWh, più l'energia termica;
- sviluppo del risparmio energetico: per un totale di circa 15.000 ktep, valutato per tutte le Regioni;
- in termini di emissioni si avrebbero circa 60 Mt di CO<sub>2</sub> evitate, che costituiscono il 60% delle emissioni di CO<sub>2</sub> da abbattere rispetto al tendenziale del 2012 per perseguire gli obiettivi di Kyoto. La differenza di 40 Mt potrebbe essere ottenuta dal mercato delle emissioni e dai programmi internazionali.

**Tabella 7 - Stato di definizione dei Piani Energetico-Ambientali Regionali (giugno 2005)**

Regione/Provincia Autonoma	Stato di attuazione
Valle d'Aosta	Approvato con delibera del Consiglio Regionale nel 2003
Piemonte*	Approvato dalla Giunta Regionale nel 2002
Lombardia*	Approvato dalla Giunta Regionale nel 2003
P. A. Trento	Approvato dalla Giunta Provinciale nel 2003
P. A. Bolzano	Approvato dalla Giunta Provinciale nel 1997
Veneto*	Approvato dalla Giunta Regionale nel gennaio 2005
Friuli-Venezia Giulia	Definita una Bozza di Piano nel 2003
Liguria*	Approvato dalla Giunta Regionale nel 2004
Emilia Romagna*	Approvato dalla Giunta Regionale nel 2002
Toscana*	Approvato dal Consiglio Regionale nel 2000
Umbria*	Approvato dal Consiglio Regionale nel 2004
Marche	Approvato dal Consiglio Regionale nel febbraio 2005
Lazio*	Approvato dal Consiglio Regionale nel 2001
Abruzzo*	Definita una bozza di Piano nel 2003
Molise*	In fase di definizione
Campania*	In fase di definizione
Puglia*	In fase di definizione
Basilicata*	Approvato dalla Giunta Regionale nel 2000
Calabria*	Approvato dalla Giunta Regionale nel 2002
Sicilia*	In fase di progettazione
Sardegna*	Aggiornato e approvato dalla Giunta Regionale nel 2003

\* Regioni a cui l'ENEA ha dato o sta dando il proprio apporto

Fonte: elaborazione ENEA su dati regionali

Le Regioni hanno approvato impianti alimentati da fonti rinnovabili, qualificati dal GRTN al 31/5/04, per un totale di 4.894,6 MW, con una producibilità complessiva di 12.060 GWh/anno e un incremento del 25,1% sul 2003.

Di questi, gran parte è costituita da impianti eolici (9.970 GWh/anno), ma anche da impianti idroelettrici, geotermici, a biomasse e da una quota residua di impianti fotovoltaici.

L'incremento di impianti eolici è sensibile soprattutto nelle Regioni del Sud, in particolare in Molise, Puglia, Calabria, Sicilia, Sardegna, ma anche nelle Marche. I progetti di impianti di produzione di energia elettrica più significativi, approvati dalle Regioni e qualificati dal GRTN come nuovi o riattivati, sono i seguenti (in parentesi la producibilità in GWh, a destra le capacità in MW):

Marche:	Idrica (2,2); Eolica (629); Rifiuti e Biomasse (8,2);	261,8
Molise:	Eolica (492,4); Rifiuti e Biomasse (2,8);	214,8
Campania:	Idrica (1,8); Eolica (371,2); Rifiuti e Biomasse (88);	148,9
Puglia:	Eolica (2.029);	833,5
Basilicata:	Idrica (4,5); Eolica (456,3);	198,0
Calabria:	Idrica (14,7); Eolica (1179,6); Rifiuti e Biomasse (282,8);	604,6
Sicilia:	Eolica (3.539); Rifiuti e Biomasse (22);	1.371,5
Sardegna:	Eolica (1.104,4); Rifiuti e Biomasse (6,3)	467,4

I Programmi nazionali di incentivazione dei Ministeri delle Attività Produttive e dell'Ambiente costituiscono importanti supporti finanziari e normativi per le attività delle Regioni in campo energetico. In particolare, per gli impianti fotovoltaici e a solare termico sono attivi i finanziamenti da parte del Ministero dell'Ambiente alle Regioni che hanno emanato i propri bandi regionali. Il riepilogo degli interventi mette in luce che tutte le Regioni hanno attivato le procedure amministrative per l'erogazione degli incentivi per il risparmio energetico e le fonti rinnovabili.

I Fondi Strutturali nell'ambito del Quadro Comunitario di Sostegno (QCS) rispetto al tema energetico per gli Obiettivi 1, 2 e 3, costituiscono una forte opportunità di finanziamento delle iniziative regionali. Il Programma Operativo Nazionale Assistenza Tecnica e Azioni di Sistema (PON ATAS) prevede tre azioni, la prima delle quali (Sostegno alla Progettazione e realizzazione dei Piani Energetici) è suddivisa in tre linee ed è realizzata dall'ENEA.

Relativamente agli interventi in campo energetico previsti dai POR dell'Obiettivo 1, le misure scelte dalle Regioni interessate hanno una buona disponibilità di risorse finanziarie (comunitarie, statali e regionali) (tabelle 8-10).

**Tabella 8 - Piano finanziario della Misura 1.2 del PON-ATAS**

Regione	Costo totale (milioni di €)	Risorse statali (milioni di €)	Risorse comunitarie (milioni di €)	Risorse soggetti attuatori (milioni di €)	Tasso partecipazione fondo strutturale
Azione 1	2,79	0,70	2,09	0,21	75%
Azione 2	2,79	0,70	2,09	0,21	75%
Azione 3	0,42	0,10	0,31	0,03	75%
<b>TOTALE</b>	<b>6,00</b>	<b>1,50</b>	<b>4,50</b>	<b>0,45</b>	<b>75%</b>

**Tabella 9 - Dati finanziari delle misure in campo energetico contenute nei POR dell'Obiettivo 1**

Regione	Misura	Costo totale (milioni di €)	Totale risorse pubbliche (milioni di €)	Risorse comunitarie (milioni di €)	Risorse statali (milioni di €)	Risorse regionali (milioni di €)	Contributi privati (milioni di €)	Tasso partecipazione fondo strutturale
Basilicata	1.6	24,6	24,6	12,3	12,3	0	0	50%
Calabria	1.11	71,2	71,2	35,6	34,2	1,4	0	50%
Campania	1.12	245,1	245,1	122,6	122,6	36,8	0	50%
Molise	1.8	7,2	7,2	3,1	2,9	1,2	0	43%
Puglia	1.9	43	43	21,5	15	6,5	0	50%
Sardegna	1.6	21,9	21,9	10,9	7,7	3,3	0	50%
Sicilia	1.16	125	125	56,2	48,1	20,6	0	45%
Sicilia	1.17	127,2	127,2	57,2	49	21	0	45%

I dati riportati nella tabella non tengono conto delle risorse finanziarie che saranno destinate al recupero energetico dei rifiuti, in quanto non disponibili

**Tabella 10 - Dati finanziari delle misure in campo energetico contenute nei DOCUP dell'Obiettivo 2**

Regione	Misura	Costo totale (milioni di €)	Totale risorse pubbliche (milioni di €)	Risorse comunitarie (milioni di €)	Risorse statali (milioni di €)	Risorse regionali (milioni di €)	Altri enti pubblici (milioni di €)	Contributi privati (milioni di €)	Tasso partecipazione fondo strutturale
Friuli*	3.1.2								
Liguria	2.3	6,4	6,4	1,9	2,1	1,1	1,3	0	30%
Toscana	3.1	4,8	4,8	1,7	1,4	1,7	0	0	35%
Toscana	3.2	21,4	21,4	7,4	6,6	7,4	0	0	35%
Lombardia	3.4	20,3	20,3	10,1	7,1	3,0	0	0	50%
Veneto	2.2	19,1	19,1	9,6	6,7	2,9	0	0	50%
Trento	2.2	6,1	5,1	1,5	2,5	1,1**	0	1,0	25%
Lazio	1.3	10,3	10,3	5,1	3,6	1,0	0,3	0,5	50%

\* Sono disponibili i dati relativi alla misura 3.1 ma non quelli dell'Azione 3.1.2

\*\* Risorse Provinciali

## L'evoluzione delle tecnologie energetiche

Lo sviluppo di sistemi e cicli avanzati per la produzione di energia, le cui caratteristiche si presentano molto promettenti in termini di prestazioni, controllo delle emissioni e flessibilità nell'utilizzo dei combustibili, rappresenta una importante opportunità di sviluppo tecnologico per il Paese, in grado di rilanciare la competitività del sistema dell'offerta nazionale di tecnologie di settore e di coniugare le competenze e gli sforzi dei vari attori interessati, garantendo nello stesso tempo continuità agli investimenti già effettuati negli ultimi anni.

Il sistema industriale nazionale, nella sua componente di impiantistica energetica avanzata, possiede tutte le risorse e le competenze necessarie; tuttavia l'Italia appare in ritardo nell'impegno di ricerca sulle tecnologie energetiche più innovative.

La tendenza strutturale di medio-lungo termine ai prezzi elevati dei prodotti petroliferi e alla maggiore dipendenza dall'estero dell'approvvigionamento energetico, che riguarda tutta l'Unione Europea e in particolare l'Italia, richiede di mettere in cantiere progetti rilevanti di ricerca e sviluppo nel settore delle tecnologie energetiche per affrontare la sfida del miglioramento delle prestazioni degli impianti, da ottenere insieme ad una drastica riduzione delle emissioni in atmosfera. Oltre al prezzo e alla disponibilità di combustibili, infatti, lo sviluppo delle tecnologie energetiche gioca un ruolo cruciale per progettare il sistema energetico futuro.

Giova ricordare che prevedere lo sviluppo delle tecnologie è un'attività difficile, che produce talvolta risultati che si possono prestare a letture diverse, particolarmente quando l'orizzonte temporale di riferimento si sposta nel lungo termine. D'altra parte è anche vero che negli ultimi anni sono stati compiuti progressi notevoli nella capacità di modellare lo sviluppo delle tecnologie all'interno dei modelli energetici.

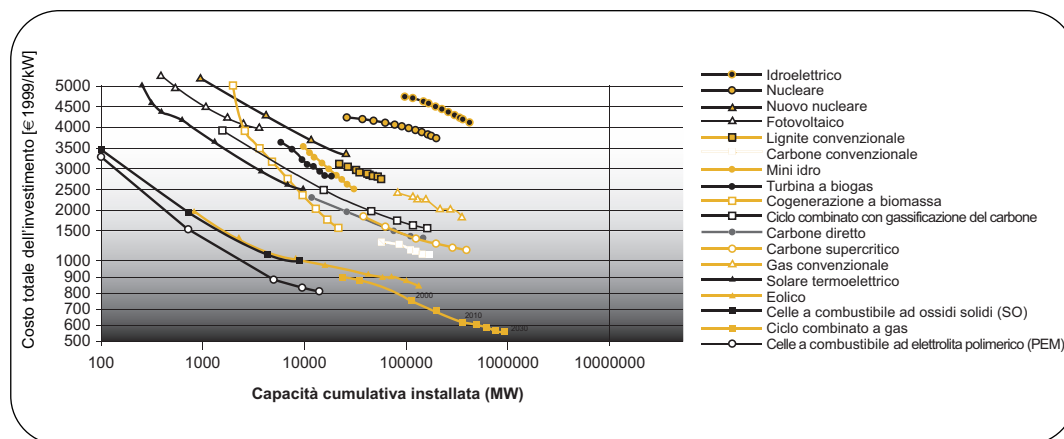
Nell'ambito del programma comunitario WETO<sup>3</sup>, sono stati ricostruiti i "percorsi di apprendimento tecnologico" (*learning by doing* nella terminologia anglosassone) di alcune tecnologie in fase evolutiva sulla base di dati storici fino al 2000 e delle proiezioni al 2030 di uno scenario "di riferimento".

Nella figura 7 sono rappresentate, con riferimento a *step* temporali di cinque anni, le curve di apprendimento che descrivono l'andamento dei costi totali di investimento delle diverse tecnologie in funzione delle capacità totali installate.

<sup>3</sup> Word Energy, Technology and Climate Policy Outlook (WETO), Commissione Europea (2003).

**Figura 7**

Costi di generazione di energia elettrica da varie tecnologie, in funzione della potenza installata  
 Fonte: WETO, 2003



Ma, come noto, sviluppi tecnologici accelerati e veri e propri *breakthrough* tecnologici possono determinare deviazioni delle traiettorie descritte secondo lo scenario di riferimento. A questo proposito, sempre in ambito WETO, sono state costruite ipotesi alternative in relazione ad alcuni “casi tecnologici”, in alcuni dei quali assume particolare rilievo l’accelerazione degli investimenti in attività di R&S.

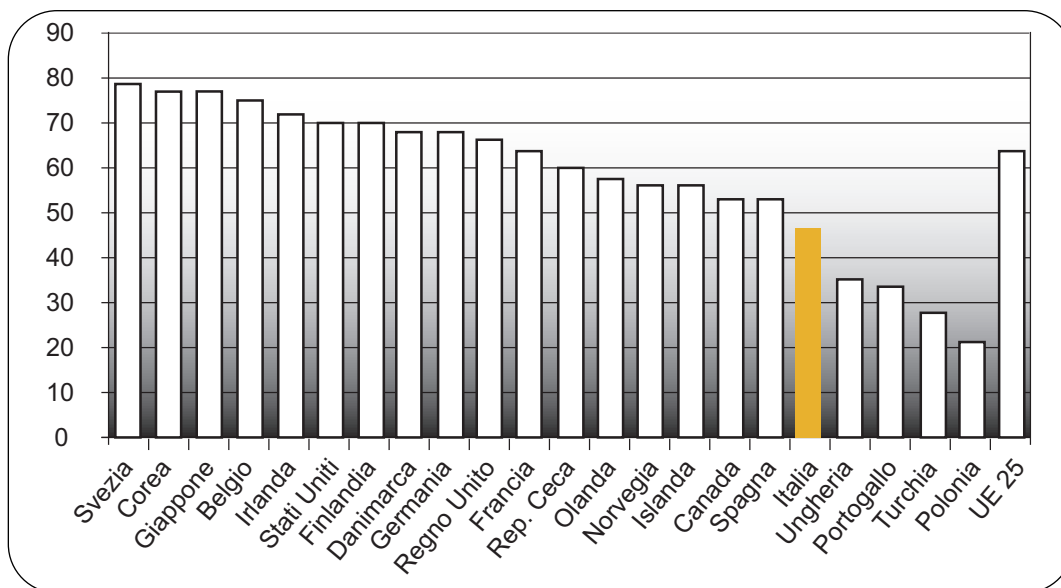
In particolare, nel “caso gas naturale”, si è assunto un aumento della disponibilità della fonte assieme ad ulteriori miglioramenti tecnologici degli impianti a turbina a gas a ciclo combinato e alle celle a combustibile; per il “caso carbone”, sono stati ipotizzati notevoli miglioramenti nelle prestazioni di tutte le tecnologie innovative di combustione dei combustibili solidi; per il “caso nucleare”, si è assunto un “salto” nella tecnologia in termini di costo e di sicurezza. Quest’assunzione influenza sicuramente l’andamento della curva relativa ai grandi reattori convenzionali ad acqua leggera ma, soprattutto, è di rilievo per i reattori più innovativi.

Il “caso rinnovabili” prevede un maggiore impegno della comunità internazionale in termini di incentivi e finanziamenti alla ricerca, volti in particolare allo sviluppo dell’eolico, del solare termodinamico e fotovoltaico e dell’idroelettrico di piccola taglia. Tale impegno potrebbe determinare, a fronte di una significativa riduzione dei costi unitari di investimento, un aumento della generazione elettrica e delle emissioni evitate di CO<sub>2</sub>.

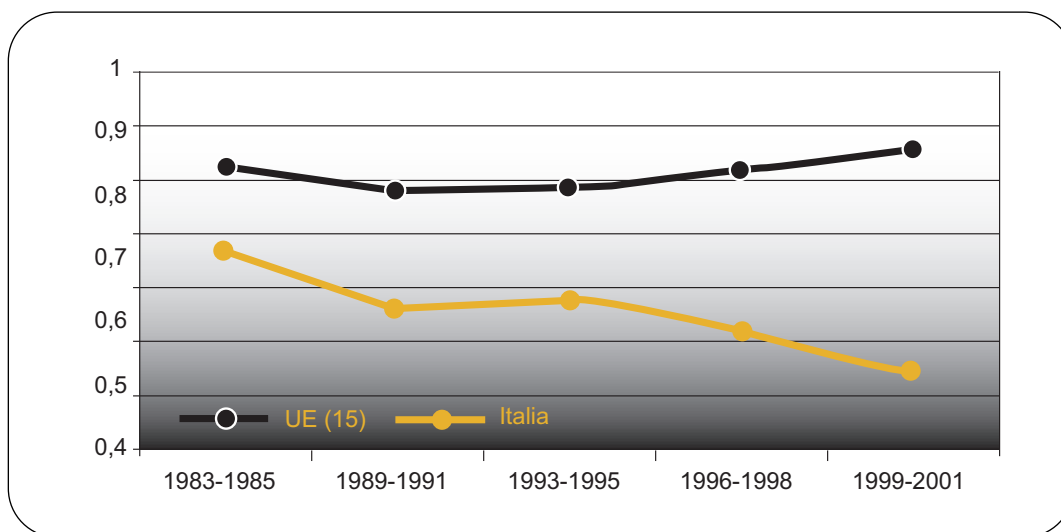
## Il sistema innovativo e la competitività tecnologica dell’Italia nel confronto internazionale

Il sistema innovativo dell’Italia appare caratterizzato negli ultimi anni da un progressivo arretramento, anche in relazione al più recente sviluppo di alcune economie dell’Europa dell’Est. Assai dinamica si è rivelata in particolare la crescita dell’intensità delle spese in ricerca rispetto al PIL nei maggiori Paesi industrializzati, con rapporti variabili tra il 2 e il 3%, mentre l’Italia si attesta nel 2002 (ultimo anno disponibile) all’1,16%. L’anomalia italiana emerge con forza in relazione al contributo alla spesa in R&S proveniente dal sistema delle imprese, di poco superiore al 48% nel 2002, e contro una media del 63,8% dell’UE “allargata” a 25 Paesi (figura 8).

Il rapporto della quota di brevetti nei settori ad alta tecnologia e la quota di brevetti totali mondiali mostra (figura 9), inoltre, un gap crescente fra il valore registrato per l’Italia e quello relativo alla UE-15 (il primo scende dal 63% del 1993-1995 al 51% del 1999-2001, il secondo sale dall’81% all’88% negli stessi periodi).



**Figura 8**  
Spesa in R&S sostenuta dalle imprese sul totale.  
Anno 2002 (%)  
Fonte: elaborazione Osservatorio ENEA su dati OCSE



**Figura 9**  
Italia e UE a 15: rapporto tra la quota di brevetti high-tech e la quota di brevetti totali mondiali  
Fonte: elaborazione Osservatorio ENEA su dati Cespri

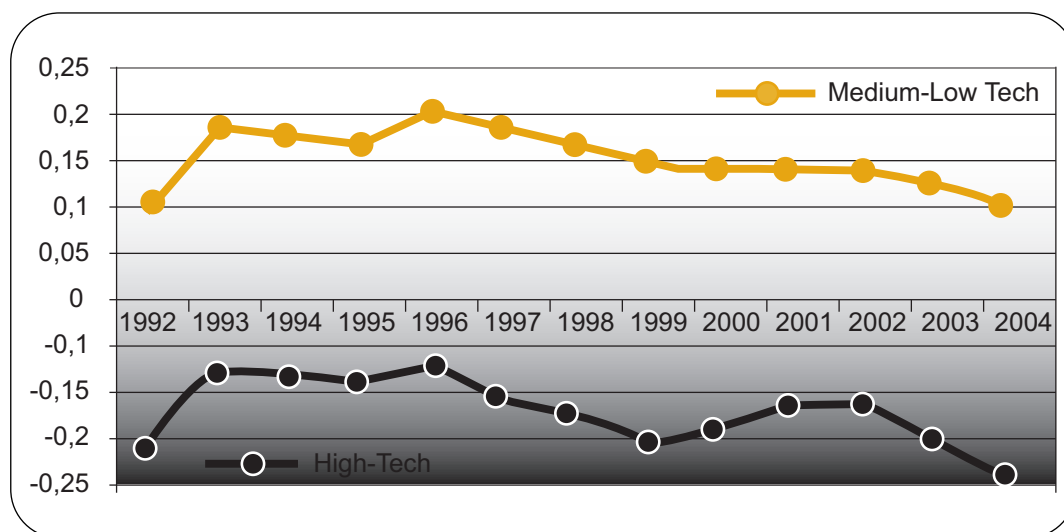
Lo scarso peso nel sistema produttivo dei settori ad alta tecnologia e il concomitante “nanismo” delle imprese, condizionano la scarsa componente di spesa in R&S proveniente dal sistema delle imprese, contribuendo ad ostacolare il raggiungimento degli “obiettivi di Lisbona”. Recenti valutazioni hanno infatti posto in risalto la sostanziale comparabilità tra la spesa in R&S del sistema produttivo italiano con quello dei maggiori Paesi europei come Francia e Germania, se si tiene conto della diversità della struttura dimensionale e della specializzazione produttiva.

Alle criticità strutturali caratteristiche del sistema produttivo, si aggiungono quelle relative al sistema scientifico, e vengono segnalate da una serie di indicatori: il rapporto tra ricercatori pubblici e privati è in Italia pari a 1,51, mentre per la UE a 15 è 1,03, per il Giappone 0,48 e per gli USA 0,17; la difficoltà di immissione di giovani nel sistema scientifico; la riduzione degli iscritti all’Università nella filiera scientifica; la formazione per la ricerca attraverso la ricerca (dottorati), che non riesce a presentare una netta discontinuità rispetto all’attività formativa terziaria anche per le difficoltà con cui i dottori di ricerca trovano adeguate posizioni nel mondo del lavoro; il saldo negativo con l’estero nel flusso di ricercatori.

I più recenti sviluppi del processo di globalizzazione in atto testimoniano d'altra parte non solo una sempre maggiore preminenza delle dinamiche tecnologiche, ma anche l'emergere di uno scenario mondiale assai più complesso ed articolato che rende ulteriormente problematica la già deteriorata posizione competitiva dell'Italia. Accanto alle maggiori economie industrializzate la crescita di nuovi soggetti economici si caratterizza infatti per l'impulso registrato dalla diffusione di processi innovativi, spesso sospinti da nuovi ed importanti flussi di investimenti diretti all'estero, e per il delinearsi di significativi cambiamenti nel mercato internazionale dei prodotti ad elevato contenuto tecnologico.

Appare dunque preoccupante il forte peggioramento del deficit commerciale registrato dall'Italia in questo ambito nel biennio 2003-2004 (figura 10), nonostante la stagnazione produttiva che ha posto un freno alle importazioni, e la ripresa dell'economia internazionale che ha toccato nel 2004 un ritmo di sviluppo raramente sperimentato in passato e che avrebbe dovuto trainare le esportazioni.

**Figura 10**  
Italia: saldi commerciali normalizzati  
Fonte: elaborazione Osservatorio ENEA su dati ISTAT



Comportamenti paralleli, ma meno accentuati, hanno interessato anche le produzioni *medium-low tech*, con una perdita di competitività che tuttavia non può ritenersi più estranea a quella registrata nell'*high-tech*, in ragione delle interazioni e delle interdipendenze tecnologiche che caratterizzano ogni sistema produttivo. Diversi fattori di natura congiunturale hanno quindi "accompagnato" il peggioramento di un sistema di competizione tecnologica sempre più debole e deteriorato nella capacità di generare innovazione.

La strategia di risposta a tali criticità, che con il nuovo Programma Nazionale di Ricerca 2005-2007 si è tentato di seguire, delinea una nuova direzione di sostegno finanziario all'attività di R&S, che prevede una stretta cooperazione tra i diversi attori, Università, Enti pubblici di ricerca, industria, a supporto di Programmi in settori cruciali per l'economia e l'industria.

I dati che emergono dalla Relazione 2001-2003 del CIVR indicano che l'attività di ricerca sviluppata dagli Enti risulta, in genere, di buona qualità ed elevato livello di internazionalizzazione, raggiungendo anche punte di vera e propria eccellenza. Permangono, però, evidenti elementi di criticità in tema di impatto e di capacità di trasferimento delle conoscenze e delle tecnologie; l'attività formativa denota scarsa proiezione a soddisfare le esigenze del settore produttivo e dei servizi, e una lacuna pressoché comune a tutti gli Enti è il *benchmarking* delle risorse e dei risultati con organismi extranazionali comparabili. Infine, l'attuale carenza di risorse finanziarie preclude un efficace impatto del sostegno pubblico alla ricerca industriale, previsto dal decreto legislativo 297/99.



# Cambiamenti climatici: il congelamento per caldo eccessivo

VINCENZO FERRARA

ENEA

Progetto Speciale Clima Globale

studi & ricerche

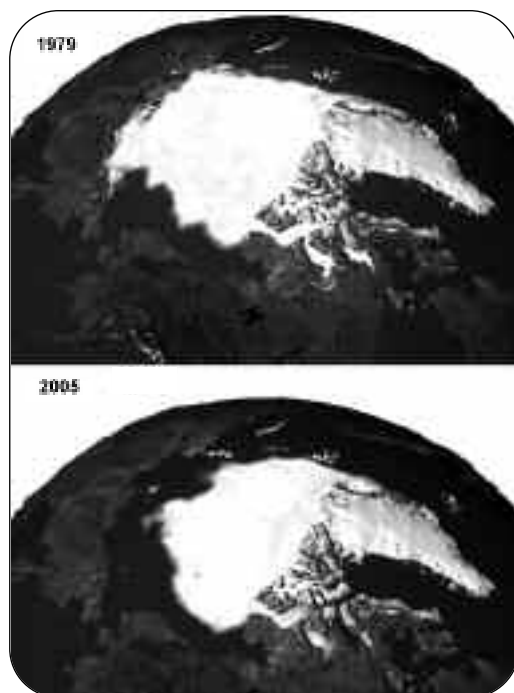
Il riscaldamento che si sta verificando nella regione artica potrebbe comportare il collasso della corrente del Golfo e l'avvio di un'era di glaciazione. Uno scenario possibile se nei prossimi decenni si continuerà a bruciare combustibili ed emettere gas serra

## Climate change freezing caused by overheating

### Abstract

*Based on the principal findings from an extensive study of the Arctic – the subject of an international symposium held in Reykjavik, Iceland, in November of 2004 – the Arctic region is heating up twice as fast as the average for the rest of the world. If warming continues at this pace, or even faster, the most significant effects of future climate changes will occur in the polar regions, and the greatest threat seems to be the collapse of the Gulf Stream*

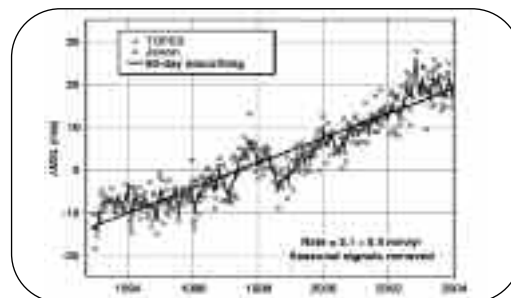
**Figura 1**  
Variazione estensione ghiaccio artico tra il 1979 e il 2005  
Fonte: NASA



La regione artica si sta riscaldando con velocità doppia rispetto a quella media del resto del mondo. In Alaska, nel Nord del Canada e in Groenlandia, la temperatura media è cresciuta al ritmo di  $0,7\text{ }^{\circ}\text{C}$  per decennio in questi ultimi 50 anni, e la crescita maggiore si è verificata in inverno. Le precipitazioni atmosferiche a partire dal 1900 sono aumentate in media di circa l'8%, ma con punte, in autunno ed inverno, anche del 50% soprattutto in Groenlandia, Nord del Canada e Siberia settentrionale. Il "permafrost" artico è in lento ma progressivo scongelamento ed il limite meridionale della presenza di ghiaccio permanente si è spostato, in questi ultimi decenni, di decine di km verso nord. Inoltre, il volume dei ghiacci artici è diminuito di circa il 10% negli ultimi 25 anni e, nel frattempo, la loro estensione si è ridotta di oltre un milione di km quadrati. Sono questi i principali risultati di un ampio studio sull'Artico che è stato oggetto di un Simposio Internazionale, tenuto nel novembre 2004 a Reykjavik in Islanda. Se il riscaldamento climatico in atto procederà a questi ritmi, o addirittura a ritmi superiori, come molte proiezioni future prospettano, non vi è dubbio che gli effetti più rilevanti, oltre che più vistosi, dei

**Figura 2**  
Innalzamento del livello del mare (valori medi globali)  
Fonte: IPCC

cambiamenti climatici futuri saranno proprio nelle aree polari, che sono quelle più sensibili al riscaldamento climatico. Tra le possibili conseguenze, la maggiore preoccupazione sembra essere focalizzata principalmente su una drammatica accelerazione dell'innalzamento del livello del mare, che attualmente cresce al ritmo di circa 2 centimetri e mezzo per decennio (figura 3). Si temono, infatti, effetti catastrofici su tutte le aree costiere più basse, ma anche l'inondazione di molte metropoli costiere densamente popolate. Ma sarà proprio così? In realtà, sia la situazione di perdita dei ghiacci delle calotte polari, sia il futuro innalzamento del livello del mare causato dalla fusione dei ghiacci delle aree polari, non appaiono preoccupanti. Con il riscaldamento climatico, i ghiacci antartici tenderanno ad espandersi piuttosto che a diminuire, mentre i ghiacci artici, che continueranno, invece, a ridursi sempre più rapidamente, pur ponendo problemi molto limitati, e abbastanza secondari, di innalzamento del livello del mare, solleveranno principalmente il problema di un rischio molto serio della veloce glaciazione di gran parte dell'emisfero Nord. Tale rischio di glaciazione sarà tanto maggiore quanto maggiore sarà la velocità del riscaldamento climatico futuro. Si potrebbe, insomma, creare una situazione paradossale: mentre il resto del mondo andrebbe incontro ad un clima sempre più torrido, il nostro emisfero, ed in particolare quasi tutta l'Europa e l'America del Nord andrebbero incontro ad un freddo clima glaciale. Come sarà possibile tutto ciò? La risposta è nel ruolo critico che giocano i ghiacci artici sul mantenimento o sulla distruzione della corrente del Golfo che regola il clima del Nord Europa.



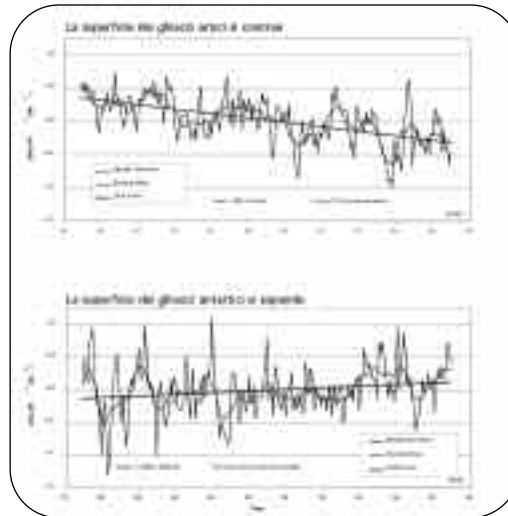
## La criticità dei ghiacci dell'Artico

Il riscaldamento climatico porterà i ghiacci del nostro pianeta a giocare un ruolo differente in relazione alla latitudine ove essi sono ubicati, ma anche a seconda che siano artici o antartici. La valutazione della loro consistenza e della loro evoluzione va analizzata in termini di bilancio di massa, vale a dire in termini di bilancio complessivo tra perdite di ghiaccio causato principalmente dalla fusione in acqua e guadagni di ghiaccio causato principalmente dagli apporti delle precipitazioni atmosferiche.

L'evoluzione della situazione climatica attuale mostra che le temperature medie sono aumentate più alle alte latitudini (aree subpolari e polari) che alle basse (aree subtropicali ed equatoriali), sono aumentate più sui continenti che sugli oceani e più in inverno che in estate. L'andamento delle precipitazioni mostra che le precipitazioni totali annue, rispetto alle medie secolari, sono aumentate alle alte latitudini, ma sono diminuite alle basse, ed hanno modificato le loro caratteristiche: tendono ad estremizzarsi, cioè ad essere più intense ma di più breve durata, alternate a periodi, più o meno lunghi, di siccità.

In questo contesto, il bilancio di massa dei ghiacciai delle medie latitudini e basse latitudini (Alpi, Himalaya, Ande, Kilimangiaro ecc.) è negativo: questi ghiacciai sono, infatti, in fase di riduzione sia di superficie sia di volume, a causa della concomitanza di due fattori sfavorevoli: l'aumento delle temperature che hanno portato, tra l'altro, a quote più alte il limite dei ghiacci perenni, e la diminuzione delle precipitazioni con l'intensificazione di lunghi periodi di siccità. Con il prevedibile riscaldamento climatico futuro questa situazione di bilancio negativo non potrà che accentuarsi. Per i ghiacci polari, invece, la situazione è abbastanza differente: le temperature alle alte latitudini aumentano di più che in altre parti del mondo, ma le precipitazioni

si aumentano ancora di più. Nel bilancio tra perdita e guadagno di ghiaccio dovrebbe, quindi, prevalere il guadagno (bilancio positivo) o, per lo meno, la stabilizzazione del volume complessivo dei ghiacci (bilancio nullo). E, invece, pur con gli stessi presupposti di variazione climatica, tra Artico e Antartico sussistono due situazioni diverse.



**Figura 3**  
La superficie dei ghiacci artici si contrae (grafico in alto)  
La superficie dei ghiacci antartici si espande (grafico in basso)  
Fonte: NOAA

In Antartide, nonostante le notevoli perdite di ghiaccio, per fusione (soprattutto nella penisola Antartica), e nonostante l'accelerato sgretolamento della piattaforma di ghiaccio (*ice-shelf*), il volume complessivo dei ghiacci della calotta antartica non solo non ha subito significative variazioni dal 1970 (da quando cioè esistono dati attendibili), ma tende ad aumentare.

In Artide, dove il ghiaccio non poggia del tutto su una piattaforma continentale come in Antartide (a parte la Groenlandia e l'Alaska), ma è prevalentemente marino o galleggiante (*ice-pack* e *ice sheet*), il bilancio di massa è negativo: la riduzione del volume e dell'estensione dei ghiacci artici sta proseguendo a ritmi sempre più veloci tanto che, soprattutto in questi ultimi cinque anni, la situazione appare piuttosto allarmante, nel 2005 la riduzione era del 16% rispetto al 2000.

Nella prospettiva di un futuro innalzamento del livello del mare causato dal riscalda-

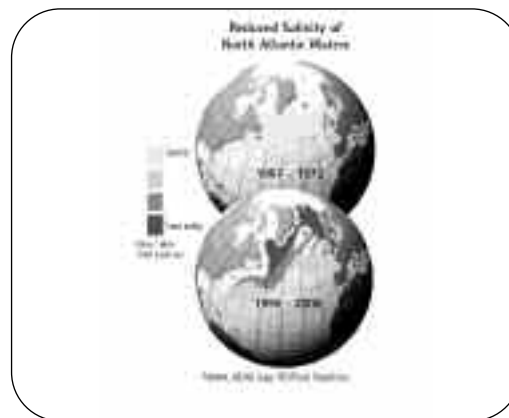
mento climatico globale, gli studi dell'IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change, un organismo scientifico consultivo delle Nazioni Unite) mostrano che, nello scenario medio di aumento della temperatura globale di circa 3 °C al 2100, l'aumento del livello marino, sarà composto dai seguenti contributi:

- per quasi il 60% a causa dell'espansione termica degli oceani (la dilatazione della massa oceanica a seguito del riscaldamento delle acque marine),
- per più del 30% a causa degli apporti di acqua proveniente dalla fusione dei ghiacciai delle medie e basse latitudini (Alpi, Himalaya, Ande ecc.)
- per il 12% a causa della fusione dei ghiacci artici.

**Figure 4 e 5**

A sinistra: innalzamento del livello del mare nello scenario medio elaborato dall'IPCC per il periodo 1990-2100

A destra: riduzione della salinità nelle acque marine del Nord Atlantico



Siccome, però, il volume dei ghiacci antartici tenderà, anche se di poco, ad aumentare, la conseguenza sarà opposta, e cioè l'Antartide contribuirà ad abbassare il livello del mare, per circa il 2%.

Pertanto, il problema più importante che deriverà dalla fusione dei ghiacci artici non è l'innalzamento del livello del mare, ma è la riduzione della salinità delle acque marine del Nord Atlantico. La massiccia immissione di acqua dolce in mare, che potrebbe ulteriormente aumentare con il riscaldamento del clima, modificherà la concentrazione salina delle acque marine in un bacino, come quello del Nord Atlantico, che per quanto possa apparire esteso,

è abbastanza ristretto e tale da non permetterne un rapido rimescolamento e una omogeneizzazione con le acque più salate dei mari posti a più bassa latitudine.

Se, con il riscaldamento climatico, la velocità di immissione di acqua dolce nel Nord Atlantico sarà, superiore alla velocità di diluizione e di omogeneizzazione con le acque salate dell'oceano Atlantico subtropicale, si creerà una differenza, o un gradiente, di salinità tra le acque dell'Atlantico settentrionale e quelle dell'Atlantico centro meridionale. Ebbene, la possibile futura glaciazione di gran parte dell'emisfero Nord sarà originata proprio da questa differenza di salinità delle acque atlantiche.

## Il ruolo della salinità delle acque marine nella corrente del Golfo

I primi sintomi di una diminuzione della salinità del Nord Atlantico già ci sono. In un articolo apparso sulla rivista *Science*, nel numero del 17 giugno 2005, alcuni ricercatori americani e norvegesi riportano gli studi e le ricerche condotte sul bilancio idrologico e glaciologico di tutto il Nord Atlantico, compreso fra i 50° e gli 85° di latitudine nord e l'andamento di questo bilancio negli ultimi 50 anni. I risultati di tali ricerche mostrano che, tra il 1965 ed il 1995, a causa della progressiva fusione dei ghiacci artici, sono stati immessi nell'Atlantico del Nord, circa 20 mi-

la km cubici (20 mila miliardi di tonnellate) di acqua dolce in più, rispetto a quelli che erano i normali apporti.

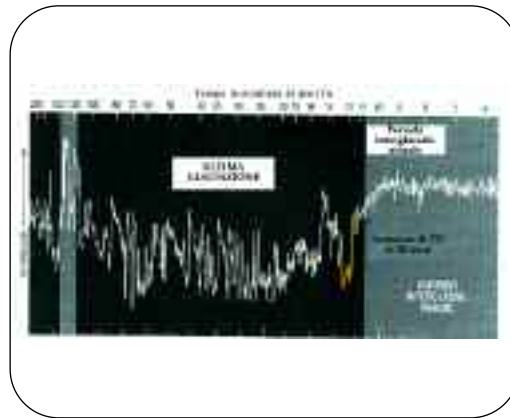
Questa maggiore immissione di acqua dolce ha determinato nei primi 1000 metri di profondità, una diminuzione media di circa 1,5 per mille della salinità dell'Atlantico del Nord in questi ultimi 40 anni. La modifica della salinità non appare per ora significativa o tale da destare preoccupazioni, ma è un sintomo che richiama alla memoria un evento del clima del passato del nostro pianeta, in cui la diminuzione della salinità del Nord Atlantico giocò un ruolo fondamentale.

Circa 13 mila anni fa il nostro pianeta stava uscendo dall'ultima grande glaciazione avvenuta circa 50 mila anni fa, e si stava avviando alla fase interglaciale calda, quella che stiamo vivendo tuttora e che ha permesso lo straordinario sviluppo dell'essere umano fino alla società umana moderna che conosciamo. In quel periodo, il nostro pianeta era in una fase di veloce riscaldamento climatico globale: i ghiacci che avvolgevano gran parte dell'emisfero Nord, ma anche dell'emisfero Sud, si stavano liquefacendo ed il livello del mare si innalzava sempre di più.

Tuttavia, accadde un fatto singolare. La fusione in acqua dolce dei ghiacci del Canada non finì nell'Atlantico settentrionale, ma si accumulò nelle valli deglaciato, nei laghi del Nord del Canada e nella baia di Hudson, finché 12.700 anni fa queste acque, ad un certo punto, traboccarono impetuosamente e si riversarono improvvisamente in mare.

La gran quantità di acqua dolce immessa nella parte settentrionale dell'Atlantico in un tempo troppo breve da permetterne un'adeguata diluizione con le acque salate preesistenti, portò ad una veloce diminuzione della salinità dell'Atlantico settentrionale. Ne seguì uno sconvolgimento delle correnti marine che causarono l'innescò di una nuova fase di glaciazione di gran parte dell'emisfero Nord: una glaciazione

che durò circa 1300 anni. Questo evento è stato chiamato dai paleoclimatologi: "Younger Dryas".



**Figura 6**  
La recente fase di interglaciazione: la parte in colore ocra indica lo "Younger Dryas"

Lo "Younger Dryas" è attualmente al centro di nuove e più approfondite ricerche paleoclimatiche per le possibili analogie con la situazione attuale di cambiamento climatico.

In pratica, era accaduto che l'eccesso di acqua dolce aveva modificato, e poi interrotto, la parte settentrionale della corrente del Golfo, detta anche corrente del Nord Atlantico, che si era ripristinata e stabilizzata dopo l'ultima glaciazione e che stava efficacemente concorrendo a riscaldare rapidamente l'emisfero Nord. La corrente del Golfo, la cui presenza stava giocando un ruolo cruciale nella deglaciato, ebbe allora un ruolo altrettanto cruciale, ma per la sua assenza, nella successiva rapida glaciazione.

Le conoscenze scientifiche attuali non permettono di stabilire quale sia il valore limite di riduzione della salinità che determina la interruzione della corrente del Golfo. Quindi, questo problema viene attualmente affrontato in termini di rischio, e cioè si ipotizza che, quanto più è alta la differenza di salinità tra Nord Atlantico ed Atlantico subtropicale, tanto maggiore sarà la probabilità che il fenomeno possa realmente accadere. In ogni caso, prima di arrivare al collasso della corrente del Golfo ed ad un rapido cambiamento del clima verso una glaciazione di parte dell'emisfero Nord, ci sa-

rebbe una lunga serie di segnali premonitori, alcuni dei quali, secondo le ultime ricerche, sono già osservabili.

Nel convegno della EGU (European Geoscience Union), tenuto a Vienna nell'aprile 2005, sono stati presentati i risultati di una ricerca sperimentale condotta con strumentazione sottomarina, secondo la quale le colonne di acque dense discendenti nell'oceano Atlantico settentrionale tra la Norvegia e la Groenlandia, si erano indebolite e ridotte di numero rispetto ai decenni precedenti. Questo risultato può apparire come un chiaro segno di un indebolimento dei flussi d'acqua discendenti della corrente del Golfo, che proprio a quelle latitudini si inabissa fino a 3000 metri di profondità per tornare indietro, attraverso gli abissi marini, al punto di partenza (il golfo del Messico).

Per capire meglio questa problematica e la rilevanza della corrente del Golfo nelle problematiche del clima e dei cambiamenti climatici, è opportuno chiarire come funziona il meccanismo di questa corrente e come si può inceppare.

### Il meccanismo di funzionamento normale della corrente del Golfo

Il meccanismo di funzionamento di tutte le correnti marine, e più in generale, della grande corrente marina globale, detta "great ocean conveyor belt" di cui la corrente del Golfo fa parte integrante, si basa sulle differenze fra la temperatura e la salinità dell'acqua marina tra zone diverse del pianee-

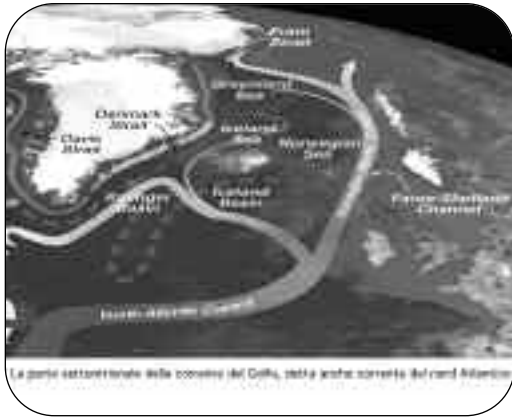
ta. La temperatura e la salinità, di una certa massa d'acqua, infatti, influenzano la densità di quella massa d'acqua, e quindi anche il suo peso e la sua dinamica, rispetto alle masse d'acqua circostanti.

In particolare, la densità aumenta o diminuisce in funzione di come aumenta o diminuisce ciascuno dei due fattori (la temperatura o la salinità), oppure di come aumenta o diminuisce la combinazione congiunta di temperatura e salinità. I movimenti delle masse d'acqua che si creano a causa delle differenze di densità determinano una circolazione complessiva delle acque oceaniche che si chiama termo-alina ("termo" indica la temperatura e "alina" indica la concentrazione di sale disciolto)

Il meccanismo di circolazione delle correnti marine è piuttosto complesso, anche in relazione alla morfologia dei fondali e delle forze di fluidodinamica che intervengono, ma per quanto riguarda la corrente del Golfo, esso può essere spiegato abbastanza semplicemente su base termodinamica, perché il normale movimento di questa corrente è generato essenzialmente dalla differenza di temperatura dell'oceano Atlantico tra la sua parte equatoriale e la sua parte polare. Le acque più calde sono prodotte nella fascia subtropicale, ed in particolare nel golfo del Messico, dove il fenomeno del riscaldamento marino è esaltato dal fatto che si tratta di un mare piuttosto chiuso in cui si raggiungono temperature molto elevate (tra l'altro è anche la sede preferita degli uragani più violenti). Proprio perché calde, le acque sono meno dense, più leggere e viaggiano quindi in superficie. Una volta uscite dal golfo del Messico, tra la Florida e le isole Bahamas, si dirigono verso nord est in direzione della Norvegia, a causa dei venti occidentali prevalenti a quelle latitudini, ma soprattutto a causa della forza deviante (forza di Coriolis) generata dalla rotazione terrestre.

**Figura 7**  
Circuito della grande corrente oceanica globale





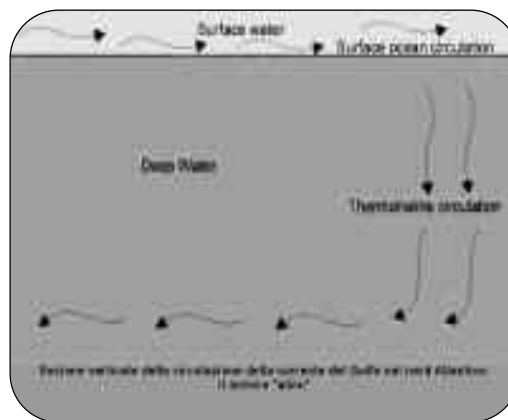
Nel loro cammino queste masse d'acqua calda perdono calore attraverso l'evaporazione, e trasferiscono il loro calore all'atmosfera ed all'ambiente circostante. Man mano che le acque della corrente evaporano, diventano, oltre che meno calde, anche sempre più salate (a causa dell'evaporazione), e cioè sempre più dense e più pesanti. Quando la densità delle acque diventa tale da non permettere la loro galleggiabilità in superficie, la corrente del Golfo (o le varie ramificazioni su cui si è suddivisa lungo il percorso), sprofonda verso gli abissi oceanici.

L'affondamento del ramo principale della corrente avviene non in un punto preciso, ma in un'area abbastanza estesa a ridosso delle coste della Norvegia (da quelle meridionali fino alla parte più settentrionale oltre il circolo polare artico). L'affondamento del ramo secondario che lambisce l'Islanda avviene anch'esso in una vasta zona tra l'Islanda, la Groenlandia e l'isola di Terranova, dove incontra la corrente fredda del Labrador.

Una volta sprofondate negli abissi oceanici, le acque della corrente del Golfo, ormai fredde e più salate, tendono a chiudere il circuito tornando verso il punto di partenza, anche se seguono un cammino diverso da quello di andata, a causa anche questa volta della forza deviante terrestre o forza di Coriolis.

Visto schematicamente nel suo insieme, il meccanismo di funzionamento della corrente del Golfo è basato su due moto-

ri di azione: uno posto nel golfo del Messico (risucchio dai fondali e pompaggio in superficie di acqua calda e più leggera) ed uno posto nella zona sub artica a ridosso della Norvegia (prelievo dalla superficie e pompaggio in profondità di acqua salata e più pesante). Analogamente alla grande "conveyor belt" mondiale, la corrente del Golfo, nell'Atlantico centro settentrionale, è un nastro trasportatore di calore che gira sotto la spinta di due grossi ingranaggi azionati da due motori: uno posto in zona subtropicale (motore termico) e l'altro in zona polare artica (motore alino).



**Figura 9**  
Sezione verticale della circolazione della corrente del Golfo del Nord Atlantico: il motore "Alino"

## L'inzeppamento del meccanismo

Il nastro trasportatore, ovvero questo meccanismo di trasferimento del calore dalla zona subtropicale alla zona settentrionale e sub artica europea, si inceppa quando uno dei due motori di azione non funziona più, oppure uno dei due ingranaggi, azionati da questi motori, non si muove in modo più o meno sincrono con l'altro: la conseguenza finale è la rottura del nastro trasportatore. Pertanto, se il riscaldamento climatico in atto dovesse proseguire in futuro allo stesso ritmo o addirittura ritmo maggiore di quello attuale, esiste la possibilità concreta che il motore di azione polare vada fuori uso e l'ingranaggio polare artico (quello alino) non più faccia girare il nastro trasportatore di calore.

**Figura 8**  
Parte settentrionale della corrente del Golfo, detta anche corrente del Nord Atlantico

Il malfunzionamento del motore "alino" è originato dalla riduzione della salinità marina. Se le acque oceaniche dell'oceano Atlantico settentrionale diventeranno sempre meno salate e più dolci, cioè sempre meno dense (l'acqua dolce è più leggera dell'acqua salata) rispetto a quelle subtropicali, l'acqua a maggiore salinità, anche se più calda, della corrente del Golfo, non riuscirà più a galleggiare fino alle alte latitudini, perché tenderà a sprofondare negli abissi oceanici molto prima di raggiungere la Norvegia e il mare di Barents.

Ma, quanto prima? Dipenderà dalla differenza di salinità tra le acque della corrente del Golfo e le acque circostanti dell'oceano Atlantico settentrionale. Se la differenza di salinità sarà molto marcata la corrente del Golfo sprofonderà quasi subito dopo l'uscita del Golfo del Messico oppure si manterrà ancora sotto forma di corrente, ma circolando solo alle basse latitudini subtropicali.

Se la differenza di salinità non sarà molto marcata, la corrente potrebbe prima rallentare, allargarsi forse orizzontalmente lungo i paralleli in numerosi rami e vortici, e poi sprofondare molto prima di arrivare in Norvegia e probabilmente già all'altezza delle isole britanniche.

In ogni caso, non si sa esattamente cosa potrebbe succedere nella realtà e, tra l'altro, non si sa ancora se sarà possibile che la corrente del Golfo possa subire un significativo rallentamento ed una deviazione prima di sprofondare o se, invece, non possa subire un collasso immediato. Secondo gli scienziati che si occupano del problema, è probabile che il nastro trasportatore possa rallentare in fase iniziale, ma sicuramente non potrebbe resistere per un lungo periodo di tempo in condizioni integre dato il disequilibrio fra i due motori che governano il suo funzionamento e, dunque, alla fine dovrebbe rompersi.

Il meccanismo della corrente del Golfo appare, infatti, essere un meccanismo che, o funziona bene, o non funziona affatto,

Non è un meccanismo "lineare" che si modifica proporzionalmente al modificarsi della causa di funzionamento o malfunzionamento, ma un meccanismo "a soglia" tale, cioè, da modificarsi poco o nulla fino ad una certa soglia, per poi subire, superata tale soglia, una variazione improvvisa e rapida, che è irreversibile, oppure potrebbe essere reversibile ma solo in condizioni totalmente diverse dalle precedenti (comportamento ad "isteresi"). Pur non conoscendo ancora quale sia esattamente questa soglia di rottura, sappiamo, però, che è collegata fundamentalmente alla differenza di salinità tra acque della corrente del Golfo e acque oceaniche circostanti alla stessa corrente, e più in generale alla differenza di densità tra acque oceaniche subtropicali ed acque subpolari.

Le più recenti ricerche, come quella citata e pubblicata su *Science*, mostrano che la differenza di salinità, e quindi di densità, tra mari polari e mari subtropicali atlantici, è aumentata, anche se di poco. Ma, ciò che preoccupa di più è l'aumento aggiuntivo della differenza di densità, alla quale concorre, oltre che il fattore salinità, anche il fattore temperatura. In questi ultimi anni, infatti, l'oceano Atlantico settentrionale e tutti i mari artici, si stanno riscaldando ad un ritmo più elevato di quello dell'oceano Atlantico subtropicale ed equatoriale, e tale maggiore riscaldamento non fa che amplificare ulteriormente le diverse caratteristiche di densità complessiva delle acque fra Nord e centro Atlantico.

Inoltre, vanno tenute presenti anche le ricerche scientifiche dell'ENEA in corso in ambito mediterraneo, dalle quali risulta che il Mediterraneo in questi ultimi anni tende ad essere un mare sempre più caldo e più salato e sta già esportando, attraverso lo stretto di Gibilterra, questa sua maggiore salinità in Atlantico, in un'area cioè che è prospiciente alla zona subtropicale. Il Mediterraneo, quindi, potrebbe dare una mano a far inceppare il motore "alino" polare.



## Le conseguenze dell'inceppamento del meccanismo

Grazie alla presenza della corrente del Golfo le regioni nord europee godono di un clima molto più caldo di analoghe regioni poste alla stessa latitudine. Le isole britanniche, per esempio, sono alla stessa latitudine delle aree settentrionali del Quebec, dell'Ontario e di tutta la parte settentrionale del Canada, dove normalmente vi è "permafrost" e una coltre spessa di ghiacci durante tutto il semestre freddo. La Norvegia è alla stessa latitudine della Groenlandia, ma anche dello stretto di Davis, dell'isola di Baffin e dell'Alaska, dove predominano la tundra, i ghiacci polari permanenti ed il ghiaccio marino, tutte cose che, viceversa, non ci sono in Norvegia e nel mar di Norvegia. Ciò accade perché la differenza delle temperature medie al suolo tra le due coste opposte dell'Atlantico, pur situate alla stessa latitudine, può superare anche i 10 °C e le temperature medie sul mare possono differire perfino a 20 °C sugli opposti lati dell'Atlantico settentrionale. Con l'interruzione della corrente del Golfo queste differenze non esisterebbero più.

Tuttavia, l'interruzione della corrente del Golfo innescherebbe soprattutto la conseguenza più grave e più temuta: la glaciazione. Aumentando l'estensione e la permanenza dei ghiacci sul Nord Europa, aumenterebbe anche la riflettività della superficie terrestre gelata (e quindi bianca) alla radiazione solare. Se il suolo ed il mare non assorbono l'energia solare, ma la riflettono verso lo spazio, il raffreddamento climatico aumenta, ed ulteriori ghiacci vengono formati. Di conseguenza, aumenta ancor di più l'estensione delle aree ghiacciate, che a loro volta impediranno alla radiazione solare di essere assorbita dalla superficie terrestre, facendo crescere ancora di più l'estensione e la consistenza dei ghiacci in una spirale inarrestabile.

Nel frattempo le acque calde del Golfo, a causa della interruzione della corrente del Golfo, non smaltirebbero più il loro calore verso l'emisfero Nord, ma nella fascia intertropicale oppure, più probabilmente verso l'emisfero sud, che si surriscalderebbe ancora di più. Insomma, si innescherebbe un processo di glaciazione che si amplificherebbe autonomamente, andando molto al di là rispetto alla causa che lo ha scatenato. In tal caso, si arriverebbe, appunto, al paradosso che mentre l'emisfero sud, e la parte meridionale dell'emisfero Nord, andrebbero incontro ad un clima torrido, gran parte dell'Europa centro-settentrionale, compresa la Siberia, e gran parte dell'America settentrionale andrebbero incontro, invece, ad un progressivo congelamento.

## Cambiamento improvviso del clima e catastrofe immediata

Quantunque l'oceano Atlantico settentrionale stia diventando più caldo e meno salato, e quantunque esistano segnali di un indebolimento del motore "alino" nell'Artico, non sussiste, tuttavia, un pericolo immediato, o a breve termine, di una deviazione o di una rottura della corrente del Golfo. Il problema di un'attenuazione sensibile della corrente del Golfo o di una sua possibile deviazione, come hanno mostrato anche alcune ricerche italiane, si porrebbe non prima di un centinaio di anni e cioè dopo il 2100.

Secondo, invece, le valutazioni condotte da IPCC (l'organo scientifico consultivo delle Nazioni Unite prima citato), il rischio di un collasso della corrente del Golfo si potrebbe porre, qualora la temperatura media globale aumentasse di oltre 4 °C nel 2100 rispetto al 2000 (cioè per un tasso di incremento medio della temperatura pari a 0,4 °C per decennio).

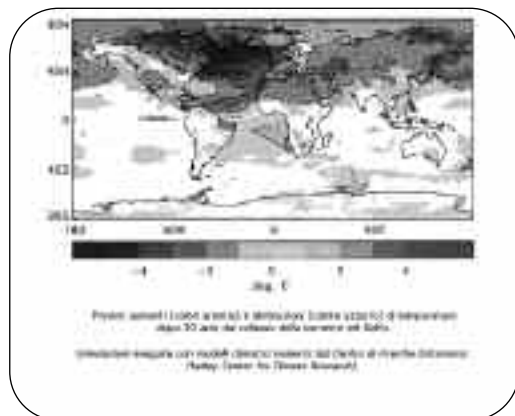
Questa evenienza potrebbe diventare reale, secondo gli scenari IPCC, solo qualora nei prossimi 50 anni tutti gli abitanti

della Terra continuassero a bruciare combustibili fossili, e ad emettere gas di serra, secondo le attuali tendenze e non si facesse assolutamente nulla, né per ridurre le emissioni in atmosfera, né per rallentare la crescita delle concentrazioni atmosferiche di anidride carbonica e degli altri gas ad effetto serra.

Una volta che la corrente del Golfo effettivamente collassasse, la successiva glaciazione non potrebbe avvenire in tempi rapidi ma occorrerebbero probabilmente anche alcuni secoli prima di vedere gran parte dell'emisfero Nord sotto una spessa coltre di ghiacci. Secondo una simulazione modellistica effettuata dal "Hadley Center" britannico per le ricerche sul clima, occorrerebbero innanzitutto diversi decenni (30 anni secondo la simulazione), affinché il raffreddamento possa raggiungere valori tali da permettere l'avvio di una glaciazione.

Probabilmente tale fase di glaciazione avrebbe origine nel Nord America e nell'Atlantico settentrionale dove le temperature, secondo le proiezioni del modello climatico utilizzato, si raffredderebbero di più, per propagarsi poi nell'Europa settentrionale ed in gran parte della Siberia. Il tutto, comunque, richiederebbe centinaia di anni, come d'altra parte ci insegna la passata improvvisa glaciazione dello "Younger Dryas". Dunque, non si tratta di tempi brevi, almeno nella scala dei tempi umani, ma nella scala dei tempi geologici, invece, si tratta di tempi molto rapidi, anzi, addirittura istantanei.

**Figura 10**  
Aumenti previsti (colore ocra) e dimensioni (in nero) di temperatura dopo 30 anni dal collasso della corrente del Golfo (fonte: ECMWF)



## Bibliografia

ACIA, 2004 - International Scientific Symposium on climate change in the Arctic: Impact of a warming Arctic- Reykiavik, 9-12 November 2004, Cambridge University Press, Cambridge.

CLARK, P.U. ET AL., 2005 - The role of the thermohaline circulation in abrupt climate change - *Nature*, vol. 415, pp. 863-869 (21 Feb 2005).

CURRY, R. AND MAURITZEN, C., 2005 - Dilution of the Northern North Atlantic Ocean in Recent Decades - *Science*, vol. 308, Issue 5729, pp. 1772-1774 (17 June 2005).

IPCC, 2001 - *Climate Change: The Scientific Basis* - Cambridge University Press, New York.

IPCC, 2001 - *Climate Change: Impacts, Adaptation and Vulnerability* - Cambridge University Press, New York.

LUCARINI, V. e al., 2005 - Destabilization of the thermohaline circulation by transient changes in the hydrological cycle - *Climate Dynamics*, Vol. 24, Issue 2-3, pp. 253-262.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 2004 - *Abrupt climate change: inevitable surprise* - National Academies Press, Washington DC (USA).

VELLINGA, M. AND WOOD, R.A., 2002 - Global climate impacts of the collapse of the Atlantic thermohaline circulation - *Climate Change*, Vol. 54, pp. 251-267.

WADHAMS, P. AND GOSSE, H., 2005 - Arctic Climate Change - Lecture on the climate of polar regions, EGU: European Geoscience Union, Vienna 24-29 April 2005.

# L'ingegneria computazionale applicata al solare termodinamico

GIUSEPPE MAURO GIANNUZZI,  
ADIO MILIOZZI

ENEA, Grande Progetto  
Solare Termodinamico

studi & ricerche

I numerosi problemi di tipo termo-strutturale propri della tecnologia solare a concentrazione sviluppata dall'ENEA, implicano l'analisi di soluzioni in genere non convenzionali.

L'ingegneria computazionale è attualmente lo strumento principale di indagine, che consente di accelerarne la progettazione riducendo sensibilmente le onerose campagne sperimentali

## Computational engineering applied to the concentrating solar power technology

### Abstract

*Solar power plants based on parabolic-trough collectors present innumerable thermo-structural problems related on the one hand to the high temperatures of the heat transfer fluid, and on the other to the need of highly precise aiming and structural resistance. Devising an engineering response to these problems implies analyzing generally unconventional solutions. At present, computational engineering is the principal investigating tool; it speeds the design of prototype installations and significantly reduces the necessary but costly experimental programmes*

e problematiche termo-strutturali, presenti in un impianto solare a collettori parabolici lineari per la produzione di energia elettrica, sono di vario genere ma sostanzialmente tutte connesse da un lato alla presenza di un fluido termovettore portato ad elevata temperatura e dall'altro ad un sistema per la concentrazione di energia solare che deve possedere caratteristiche di alta precisione, quando soggetto ai carichi ambientali di esercizio, e sufficiente robustezza, per i carichi estremi normalmente prevedibili nel corso della vita dell'impianto.

La presenza di temperature elevate, accoppiate ad elevati gradienti termici generanti importanti stati di tensione, innescano una serie di comportamenti termo-strutturali (plasticità, scorrimento viscoso, fatica) che investono le prestazioni, l'integrità e la durabilità dei componenti (ricevitori, scambiatori, serbatoi di accumulo, tubazioni).

Il collettore parabolico, oltre a rispettare i necessari requisiti di sicurezza comuni ad ogni struttura di tipo civile o industriale, necessita di mantenere una elevata efficienza ottica attraverso la mediazione di fattori tecnico-economici legati al costo di produzione, installazione e manutenzione, ed alle perdite ottiche, connesse all'impiego di strutture comunque dotate di una propria elasticità sia flessionale che torsionale.

Parallelamente agli aspetti termo-strutturali, occorre indagare anche aspetti fluidodinamici connessi all'azione del vento sui collettori, agli scambi convettivi di calore tra sistema ricevitore ed ambiente ed alle stratificazioni del fluido di accumulo all'intero dei serbatoi di accumulo termico.

Dare una risposta ingegneristica a tali problematiche implica l'analisi di soluzioni in genere non convenzionali. L'ingegneria computazionale è attualmente il principale strumento di indagine, che consente di accelerare la progettazione di impianti prototipali riducendo sensi-

bilmente le necessarie ma onerose campagne sperimentali.

In tale ottica, all'interno del Grande Progetto Solare Termodinamico Solterm si inquadrano le attività svolte dal progetto "Analisi Termiche e Strutturali (ATS)", attività di ricerca ad ampio spettro in grado di condurre allo studio ed alla valutazione di soluzioni innovative ed affidabili, utilizzando le potenzialità offerte dall'ingegneria computazionale. Attività che permettono, in collaborazione con le unità responsabili dei vari componenti, la ottimizzazione e la verifica sia funzionale che strutturale dei componenti prototipici dell'innovativa tecnologia solare ENEA.

A tal fine, si sono utilizzati sia strumenti numerici commerciali, come FLUENT, ANSYS e PRO-E, sia di ricerca, come CAST3M, sia strumenti specifici appositamente realizzati per aspetti non coperti dai software esistenti o/e acquisibili. Per quanto concerne il codice di calcolo CAST3M occorre sottolineare che è un codice di ricerca per lo studio della meccanica dei fluidi e delle strutture utilizzando il Metodo degli Elementi Finiti (FEM). Questo codice è sviluppato dal Dipartimento di Meccanica e Tecnologia (DMT) del Commissariat à l'Energie Atomique francese (CEA di Saclay/Paris). L'ENEA, che da anni collabora con il CEA per lo sviluppo e la messa a punto del codice, oltre a utilizzarlo ne è tuttora il licenziatario unico per l'Italia.

Nei paragrafi seguenti descriveremo, a titolo esemplificativo, alcune delle attività di ingegneria computazionale svolte in questo ambito.

## Studio e Progettazione del Collettore Parabolico Lineare

### Azioni indotte dal vento

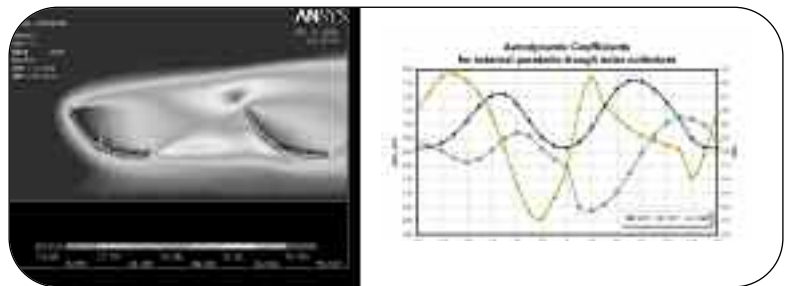
Le prestazioni di un concentratore solare parabolico lineare, sia in termini di resistenza meccanica che di precisione ottica, sono correlate da un lato

alla rigidità della struttura e dall'altro all'entità dei carichi ad essa applicati. Per un concentratore solare il carico predominante è indubbiamente quello che deriva dall'azione del vento sulla struttura e che si esplica con una distribuzione di pressione agente sulle superfici della struttura dello stesso. Scopo della presente linea di attività risulta quindi essere la valutazione delle azioni indotte dal vento su di un concentratore solare. Tale valutazione si basa sui concetti generali dettati dalla *Ingegneria del Vento* e applicati ad un oggetto di forma parabolica. La forma particolare dell'oggetto impedisce al progettista di basare le sue analisi sulla normativa vigente sia italiana che europea e lo costringe ad utilizzare strumenti avanzati quali i codici per la simulazione numerica fluidodinamica (CFD), come ad esempio FLUENT ed ANSYS.

In una prima fase, al fine di arrivare ad una progettazione preliminare di un concentratore solare parabolico lineare, sono state valutate le azioni dovute al vento attraverso una simulazione condotta con il codice FLUENT<sup>1,2,3</sup> e<sup>4</sup>. A partire da questi carichi, si è allora potuto progettare la prima versione di concentratore parabolico lineare "stile ENEA" attualmente installato nell'impianto solare sperimentale "Prova Collettori Solari (PCS)" della Casaccia (figura 1<sup>30</sup>).



In una fase successiva, dovendo procedere ad una ottimizzazione della struttura, si è reso necessaria una più attenta e puntuale rivalutazione delle azioni del vento agenti sul concentratore. A seguito di una successiva analisi di sensibilità sui calcoli CFD (effettuata tramite i codici FLUENT ed ANSYS/Flotran) e di una conseguente messa a punto del modello numerico, si è potuto constatare che l'ottimizzazione del dominio di calcolo e l'opportuna scelta dei criteri di convergenza permetteva una migliore ridefinizione dei carichi<sup>5</sup>. Tenendo conto di ciò, si è allora intrapresa una nuova valutazione delle azioni esercitate dal vento sul concentratore, capace di arrivare alla definizione dei coefficienti di forma della struttura, e, contemporaneamente, una analisi di sensibilità sul modello adottato, capace di rassicurare sul grado di affidabilità numerica dei risultati ottenuti (figura 2<sup>6 e 7</sup>).



**Figura 2**  
Distribuzione dell'energia turbolenta ed andamento dei coefficienti aerodinamici

L'affidabilità numerica non è, però, in grado da sola di assicurare l'affidabilità complessiva della previsione dei carichi. Infatti, occorre tener presente che, sebbene le condizioni al contorno del modello numerico siano state "ben poste" ed il codice di calcolo sia estesamente utilizzato, i codici di fluidodinamica sono ancora oggi "non certificati". In sostanza, per un corretto utilizzo dei risultati, questi dovrebbero essere comunque confermati attraverso prove sperimentali condotte in galleria del vento oppure direttamente in campo.

Per soddisfare queste esigenze, si è perciò avviata una terza fase, dedicata alla validazione sperimentale del modello numerico adottato, nella quale si è potuto effettuare una serie di prove sperimentali in galleria

**Figura 1**  
Linea di collettori solari dell'impianto sperimentale PCS (ENEA Casaccia)

del vento (figura 3) su di un modello di collettore parabolico, di lunghezza limitata e realizzato interamente in acciaio, e delle simulazioni numeriche fluidodinamiche <sup>8,9 e 10</sup>.

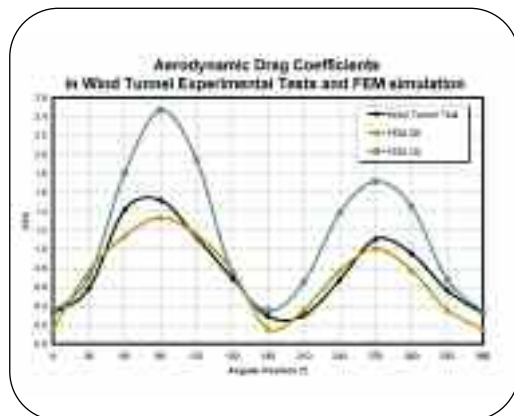
Le caratteristiche della galleria del vento e del provino realizzato, condizionate soprattutto da aspetti economici, non permettono una estrapolazione diretta dei risultati sperimentali al caso reale.

**Figura 3**  
Vista della sezione di prova all'interno della galleria del vento



I risultati ottenuti da queste prove e dalle simulazioni numeriche sono stati messi a confronto utilizzando i coefficienti aerodinamici caratterizzanti il modello di concentratore (figura 4). Il confronto mostra in maniera evidente come i coefficienti aerodinamici siano sensibilmente vicini a quelli ottenuti sperimentalmente quando sia portata in conto la natura tridimensionale del flusso (simulazioni 3D): tale flusso tende ad aggirare l'ostacolo anche lateralmente creando condizioni di turbolenza, soprattutto nel lato sottovento, fondamentalmente differenti da quelle di una simulazione 2D.

**Figura 4**  
Azione di spinta: coefficienti aerodinamici sperimentali e calcolati



Visti quindi gli esiti positivi del confronto numerico-sperimentale effettuato, è possibile concludere che il modello numerico fluidodinamico utilizzato per valutare le azioni del vento esercitate su un concentratore parabolico lineare è in grado di prevedere correttamente tali azioni ed è quindi applicabile a strutture di questo tipo con un buon grado di affidabilità.

Le prove sperimentali effettuate e le analisi numeriche svolte hanno evidenziato alcune problematiche che meriterebbero un approfondimento al fine di aumentare l'affidabilità dei risultati ottenuti e di guidare il progettista ad una opportuna scelta progettuale:

- l'affidabilità delle stime delle azioni del vento ottenute per via numerica si basano, oltre che sulla affidabilità del modello numerico fluidodinamico, su una scelta "realistica" delle condizioni al contorno imposte. Tra queste meritano attenzione quelle relative alle condizioni di ingresso al dominio del fluido: oltre il profilo di velocità, dettato anche dalle normative vigenti, occorrerà inizialmente opportunamente il fattore di intensità della turbolenza. Quest'ultimo porta con sé una certa quantità di energia turbolenta che sommandosi a quella cinetica, legata alla velocità, ne amplifica gli effetti. Nelle prove sperimentali tale fattore era trascurabile.
- La differenza nelle previsioni numeriche 2D (parabola di lunghezza infinita) e 3D hanno (parabola di lunghezza limitata) hanno messo in evidenza come un concentratore isolato sia soggetto a carichi ridotti rispetto ad una fila serrata di concentratori. La differenza tra una situazione e l'altra è legata alla dimensione della apertura esistente tra due concentratori successivi. Uno studio accurato di questo aspetto potrebbe consentire una importante riduzione dei carichi agenti.

- La simulazione effettuata su più file di concentratori hanno evidenziato come quelli interni siano “protetti” e quindi soggetti a carichi inferiori. Tale effetto potrebbe essere realizzato per i concentratori di tutto il campo solare inserendo un opportuno schermo frangivento. Lo studio della altezza e del grado di porosità richiesti allo schermo possono portare a soluzioni ingegneristiche di un certo rilievo.

L'analisi delle precedenti problematiche potrebbe costituire il naturale proseguimento del lavoro fin qui svolto.

L'intera attività è stata condotta in stretta collaborazione con il Dipartimento di Scienze e Tecnologia dell'Università degli Studi di Perugia (sede di Terni) attraverso alcuni contratti e diverse tesi di laurea. In particolare, occorre citare il lavoro svolto all'interno di una tesi proposta da ENEA e denominata: “Analisi numerica e sperimentale dell'azione del vento sui concentratori solari parabolici (F. Crobu, Ottobre 2005)”.

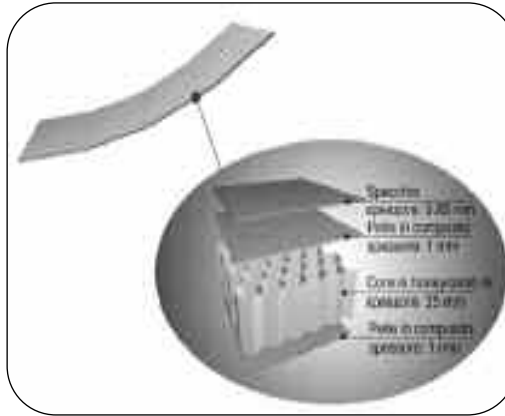
### Le superfici riflettenti

La linea di attività riguardante le superfici solari riflettenti è stata condotta in stretta collaborazione con il Progetto Collettore Solare e finalizzata al dimensionamento, allo studio delle fasi di realizzazione ed alla valutazione del comportamento meccanico delle superfici riflettenti da utilizzare su di un concentratore solare parabolico.

Il componente principalmente studiato è stato il pannello riflettente sandwich. Tale pannello, di forma parabolica, è costituito da un'anima in honeycomb di alluminio tra due pelli in vetroresina e da uno specchio sottile fatto aderire sul lato concavo della parabola (figura 5).

Tale tipologia di superficie riflettente è stata ideata in ENEA ed ha portato a due brevetti, uno italiano ed uno europeo:

- Rubbia C., Vignolini M., Prischich D., Miliozzi A., Giannuzzi G.M. - *Modulo di Concentratore Solare Parabolico* - RM2001A000350, 18/6/2001;
- EU Patent no. 02743626.0-2301-IT0 200360 – *A parabolic solar concentrator module*



**Figura 5**  
Elementi costituenti un pannello sandwich

Le principali fasi del lavoro effettuato sono descritte qui di seguito.

### **Dimensionamento e valutazioni preliminari**

Il primo obiettivo del lavoro è stato la scelta dei materiali che meglio si adattavano a soddisfare i requisiti, sia ottici che meccanici, richiesti dalla soluzione proposta da ENEA<sup>27</sup> ed ad effettuare un dimensionamento di massima sia per il materiale composito (spessore ed orientamento dei vari strati) che del componente nel suo complesso (scelta delle dimensioni ottimali e posizionamento dei punti di ancoraggio)<sup>11 e 12</sup>.

### **Caratterizzazione dei materiali componenti e valutazione degli aspetti tecnologici**

Un grosso lavoro è stato svolto al fine di caratterizzare il comportamento sia meccanico che termico del pannello nel suo complesso. Per fare ciò si è partiti dalla caratterizzazione sperimentale (figura 6) sia del pannello che dei singoli componenti (pelli, tessuti, resina) per

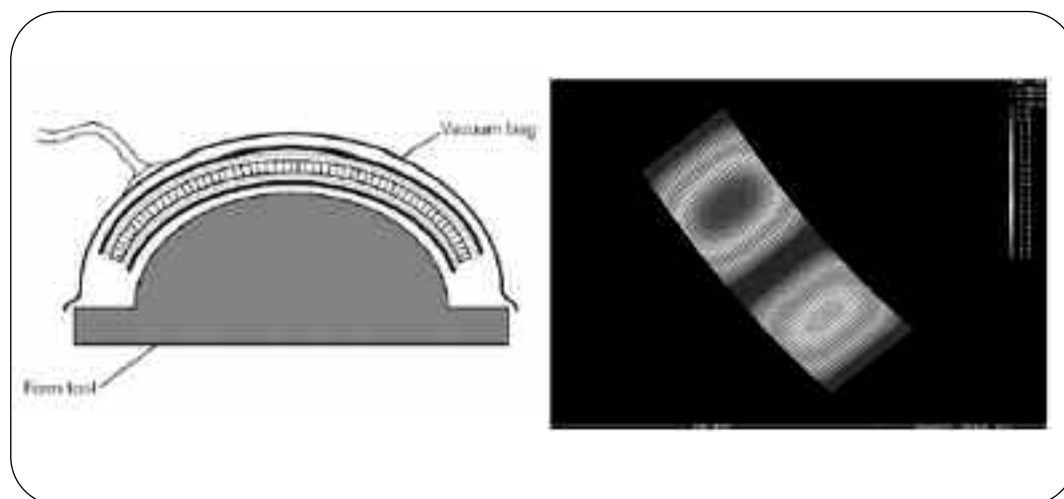
**Figura 6**  
Calorimetro differenziale e dinamometro utilizzati per la caratterizzazione del pannello sandwich riflettente



poi passare alla previsione del comportamento del multistrato attraverso l'applicazione dei concetti di micro-meccanica dei materiali compositi<sup>13, 14, 15, 16 e 17</sup>. Tutto ciò ha condotto ad una serie di specifiche "ideali" da rispettare in fase di progettazione del materiale.

Altro aspetto analizzato è stato quello connesso agli aspetti tecnologici di produzione del componente ("sacco a vuoto con resina termoindurente") ed in particolare con quelli connessi al "ritiro elastico" in fase di raffreddamento con conseguente perdita di forma e sollecitazioni meccaniche indotte (figura 7). Anche in questo caso si è arrivati a formulare una serie di consigli. Il lavoro di caratterizzazione e studio del materiale composito è stato effettuato in collaborazione con il Dipartimento di

**Figura 7**  
Schema della tecnica del sacco a vuoto e mappa delle deformazioni dovute al fenomeno del "ritiro elastico"



Scienza e Tecnologia dei Materiali della facoltà di Ingegneria dei Materiali dell'Università degli Studi di Perugia (sede di Terni). Da questa collaborazione sono anche scaturite tre tesi di laurea in Ingegneria dei Materiali:

- *Progettazione e caratterizzazione di pannelli riflettenti di concezione innovativa* (D. Manca, febbraio 2004);
- *Analisi dei criteri di cedimento su pannelli sandwich per applicazioni nel settore delle energie alternative* (E. Laudi, febbraio 2004);
- *Progettazione termica e caratterizzazione di pannelli in materiale composito per collettori solari parabolici* (M. Maccaglia, ottobre 2004).

Un dottorato di ricerca in Ingegneria Industriale:

- *Progettazione, realizzazione e verifica di pannelli sandwich riflettenti per concentratori solari parabolici* (M. Chieruzzi, dicembre 2004).

Un articolo a congresso:

- *Use of composite structures for linear parabolic solar energy collectors*<sup>24</sup>.

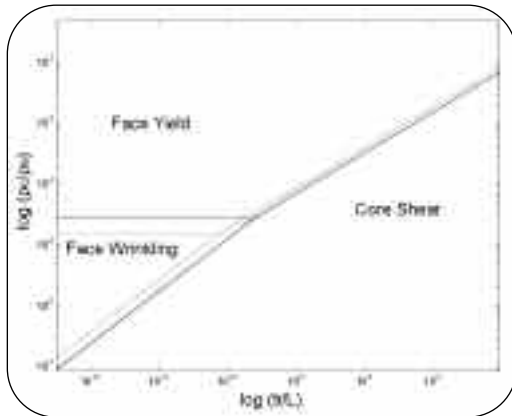
### **Studio del comportamento strutturale del pannello riflettente**

Particolare attenzione è stata posta nello studio del comportamento strutturale del pannello riflettente soggetto ai normali



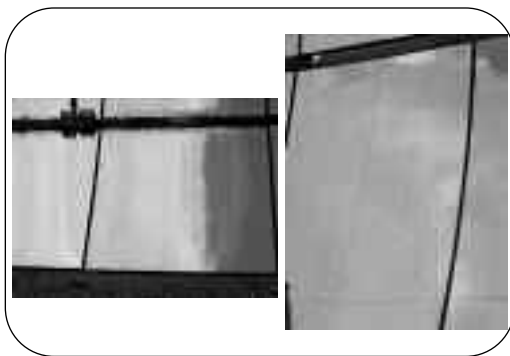
carichi, come ad esempio peso proprio e vento, e nella verifica della tenuta e delle prestazioni ottiche<sup>18, 19, 20, 21, 22, e 23</sup>.

In particolare, si sono analizzati i criteri di rottura del pannello arrivando a tracciare le relative mappe di cedimento (figura 8).



### Interpretazione del comportamento in campo

Dopo aver installato i pannelli riflettenti realizzati, si è anche provveduto ad interpretarne il loro comportamento in campo. In particolare, si sono dovute identificare le possibili cause del fessuramento della superficie riflettente e suggerire eventuali modifiche tecnologiche legate alla realizzazione degli stessi (figura 9<sup>25</sup>).

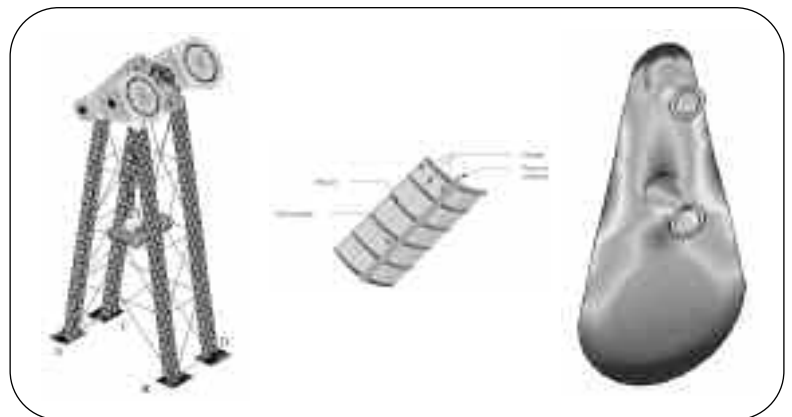


Oltre i pannelli riflettenti sandwich si sono analizzate anche altri tipi di superfici riflettenti: vetri spessi, vetri spessi laminati e pannelli in poliuretano<sup>26</sup>.

### Progettazione strutturale del collettore da 50 m dell'impianto PCS

Gran parte del lavoro svolto nel periodo 2002-2003 è stata dedicata alla progettazione strutturale di un collettore da 50 m da realizzare presso il Centro Studi ENEA della Casaccia e che è diventato parte principale dell'impianto PCS.

In tale attività si è passati dalla fase di ideazione e studio del componente alla fase di progettazione preliminare fino ad arrivare alla progettazione esecutiva ed alla realizzazione (figura 10)<sup>27, 28, 29, 30 e 31</sup>. Nel 2004 è stata anche condotta una valutazione sulla installabilità di un secondo concentratore da 24 m (2 moduli), realizzato anche esso sempre in Casaccia, finalizzato a prove mirate di resistenza e precisione ottica<sup>32</sup>.



### Metodi di progettazione avanzati

Al fine di pervenire ad un progetto ottimizzato dei componenti strutturali di un collettore parabolico lineare da impiegarsi a livello industriale (come, ad esempio a Priolo nel progetto Archimede), si è dovuto necessariamente inquadrarne il comportamento statico e dinamico, e più in generale il comportamento meccanico, della struttura affinché rispettasse le normative attualmente vigenti in ambito nazionale, tenendo anche conto del contesto europeo (Eurocodici). Ciò è stato fatto in collaborazione con il Dipartimento di Co-

**Figura 8**  
Mappa di cedimento del pannello sandwich

**Figura 9 e 10**  
A sinistra, fessurazione di pannelli riflettenti di prima generazione montati sul PCS. Sopra, discretizzazioni FEM dei principali componenti del concentratore solare e distribuzione di tensione sulla piastra di torsione

struzioni e Trasporti (DCT) della Facoltà di Ingegneria dell'Università di Padova, inserendo in tale studio la possibilità di utilizzare il Metodo Semiprobabilistico agli Stati Limite e, di conseguenza, dando allo studio stesso un carattere fortemente innovativo<sup>33 e 34</sup>. Tale approccio, più flessibile ed efficace rispetto al tradizionale Metodo delle Tensioni Ammissibili, consente infatti di analizzare in modo realistico l'insieme delle condizioni di carico cui è soggetta la struttura nel corso della sua vita utile, comprese le situazioni eccezionali, conferendo un peso adeguato alle singole condizioni di carico e alle possibili combinazioni, attraverso considerazioni di tipo semi-probabilistico e statistico. In tal modo sarà ridotto il peso di talune incertezze di progettazione legate ai carichi di origine prevalentemente ambientale e tenuto in considerazione in modo adeguato le esigenze di rendimento ottico tipiche dell'applicazione in oggetto. La recente emissione di una normativa nazionale per il progetto di strutture in zona sismica, ha peraltro evidenziato come non si possa prescindere dalla considerazione degli stati limite di esercizio, di danneggiamento ed Ultimi, per un corretto inquadramento delle fasi di progetto e di verifica di una struttura, con evidenti riflessi rispetto all'inserimento della stessa nel panorama europeo e, più in generale, in quelle nazioni, che tale apparato hanno accolto da anni, con notevole razionalizzazione dell'intero processo di calcolo.

**Figura 11**  
Sistema di ancoraggio del ricevitore

**Figura 12**  
Braccetti articolati

### Verifica strutturale preliminare di un collettore da 100 m

Sulla base della metodologia precedentemente studiata si è avviata una fase applicativa che prevede una verifica preliminare a normativa di un concentratore solare lineare parabolico di lunghezza pari a 100 m, realizzato in un sito censito in zona sismica 2 ed avente categoria di rugosità II per la determinazione delle azioni del vento.

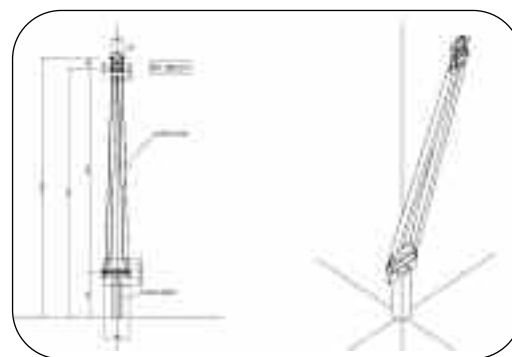
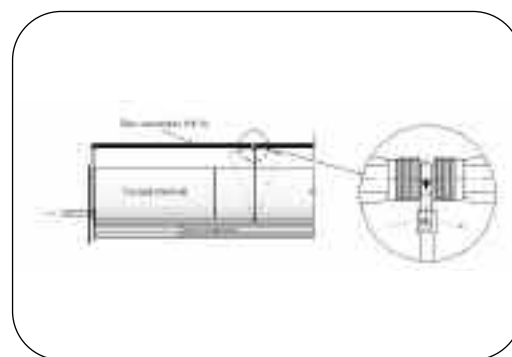
La determinazione della combinazione dei carichi agenti sulla struttura a l'esecuzione delle analisi numeriche è stata condotta direttamente da ENEA mentre il DCT dell'Università di Padova si è occupata delle verifiche secondo normativa<sup>35</sup>.

Applicando tale metodologia è risultata evidente, sia dal punto di vista di esercizio che da quello di resistenza e fatta salva la verifica sismica, la possibilità di estendere a 100 metri la lunghezza del collettore.

## Analisi del sistema ricevitore

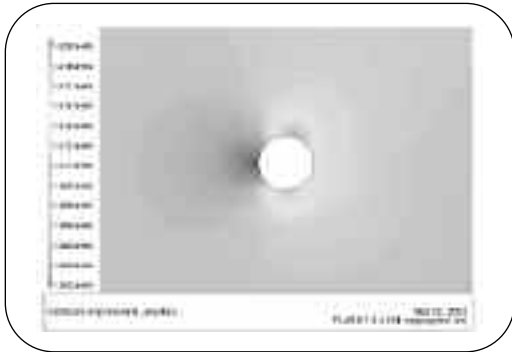
### Sistema di ancoraggio linea ricevitore

Il ricevitore si presenta come un tubo rettilineo di rilevante lunghezza che viene mantenuto nella posizione focale da appositi supporti articolati (figure 11 e 12).



Tali supporti devono assorbire i carichi trasmessi dal tubo, originati dal vento (2 figura 13), dal peso e dalle azioni legate al non uniforme riscaldamento operato dai raggi solari, senza avere sensibili spostamenti laterali rispetto al piano di simme-

tria del collettore, che provocherebbero un incremento delle perdite ottiche già presenti per altre cause.



**Figura 13**  
Distribuzione di pressione indotta dal vento sulla superficie in vetro del ricevitore

I supporti devono inoltre assecondare l'allungamento del ricevitore, dovuto alla sua dilatazione termica, approssimando il più possibile il comportamento di un vincolo a carrello e contrastando l'inarcamento della linea per effetto dei gradienti termici trasversali.

Si è stimata l'entità dei carichi trasmessi dalla linea ai supporti<sup>4</sup> e si è proceduto al loro dimensionamento. Lo studio del comportamento della linea tubo-ricevitore è stato impostato per via numerica utilizzando il codice CAST3M. La discretizzazione del sistema è stata realizzata con elementi monodimensionali a trave (usualmente adottato nelle analisi di flessibilità del piping) ottenendo una prima stima del campo deformativo e degli sforzi<sup>27</sup>. Lo studio ha evidenziato l'eccessivo abbassamento della linea d'asse del ricevitore alle temperature di esercizio, prodotto dalla non-linearità del sistema di ancoraggio che si avrebbe partendo da una posizione a freddo con bracci di supporto montati ad angolo retto rispetto al collettore.

Ciò ha portato all'adozione di un montaggio non direttamente in posizione focale ma con i bracci dei supporti opportunamente inclinati nella direzione del punto fisso posto in corrispondenza dell'attuatore idraulico che nel funzionamento a caldo riportano le linea verso la posizione focale.

E' stato infine progettata la prima versione degli afferraggi del tubo ricevitore e del giunto in materiale ceramico che isola elettricamente la linea-ricevitore dalle strutture metalliche del collettore.

### Comportamento termomeccanico del ricevitore

Punto di partenza di ogni indagine di tipo termomeccanico è la conoscenza delle proprietà termiche e meccaniche dei materiali da impiegare e della loro variazione in funzione della temperatura; analoga indagine va effettuata per i fluidi termovettori circolanti nei circuiti.

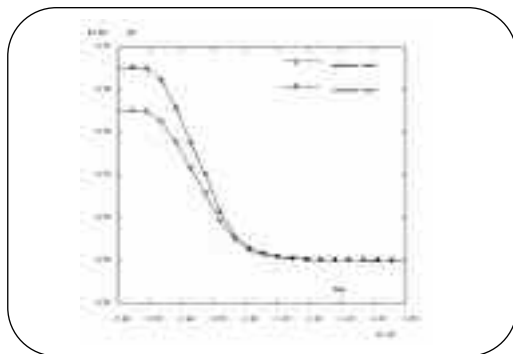
A tal fine sono stati redatti due documenti, uno<sup>37</sup> recuperando ed incrociando i dati relativi alle proprietà della miscela binaria di nitrati di sodio e di potassio contenuti in vari rapporti di provenienza SANDIA ed uno<sup>39</sup> relativo alle proprietà termomeccaniche di un acciaio tipo AISI 316 SS estratte dal Code Case N47 delle ASME, normativa specifica per le alte temperature.

I dati sono stati riorganizzati ed interpolati con idonee funzioni polinomiali nel range di temperature di interesse (20-600 °C) in modo da facilitarne l'impiego nei calcoli di progetto e verifica.

Si è quindi condotta un'analisi termomeccanica di sensibilità, utilizzando le geometrie di un ricevitore tipo LS-3 prodotto dalla SOLEL, con lo scopo di mettere in luce le problematiche termostrutturali del componente e di valutare l'influenza del tipo e delle caratteristiche del fluido termovettore ( $\text{CO}_2$  e  $40\%\text{KNO}_3+60\%\text{NaNO}_3$ ) e dell'ampiezza dell'area di concentrazione della radiazione solare<sup>36</sup>.

Si è poi approfondito lo studio relativo ai sali, analizzando sia le condizioni stazionarie sotto irraggiamento (figura 14) che quelle transitorie determinate da variazioni brusche della radiazione solare; i valori di tensione calcolati sono stati combinati secondo quanto prescritto dalle ASME-

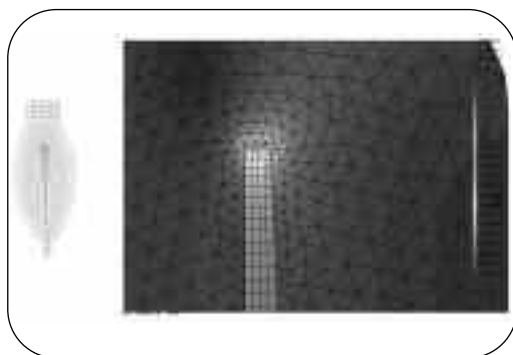
**Figura 14**  
Distribuzione di temperatura sotto irraggiamento stazionario



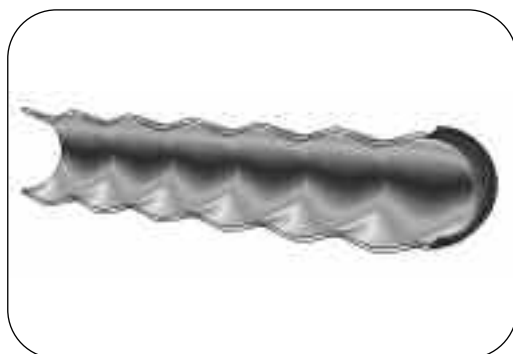
BPV-Code per stimare il valore del danno totale a creep-fatica raggiunto nei 30 anni di vita ipotizzati per l'impianto <sup>38</sup>.

Dopo questa prima fase di inquadramento il grosso delle indagini sul sistema ricevitore di prima generazione al nero di cromo è stato condotto autonomamente dal progetto incaricato dello sviluppo del tubo ricevitore. Alcune analisi di conferma sono comunque state svolte, esse riguardano la zona apicale della giunzione vetro metallo (figura 15) e l'effetto del doppio braccio di supporto posto sull'estremo libero della linea ricevitore (figura 16).

**Figura 15**  
Stress termici all'apice della giunzione vetro metallo



**Figura 16**  
Distribuzione 3D degli stress sulla linea ricevitore dovuti a temperatura, pressione e peso proprio con doppio braccio all'estremo libero



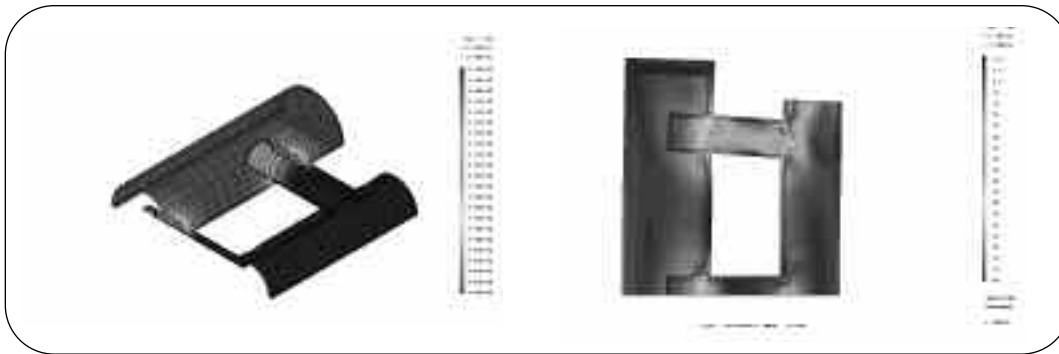
## Studio di circuiti a sali fusi

### Studio termomeccanico dell'impianto sperimentale "MOSE"

L'impianto MOSE è un circuito a sali fusi che è stato concepito per testare alcuni componenti meccanici, verificare l'applicabilità di correlazioni di scambio termico e studiare la compatibilità dei materiali con i sali. Si sono operati una serie di studi tesi a verificare la presenza di punti critici del circuito. In particolare sono analizzati i collettori di testa del recuperatore di calore <sup>40</sup>.

Dai collettori partono ed arrivano le tre coppie di tubi che sono sede di un gradiente termico dovuto alla presenza, al loro interno, di fluidi a temperature differenti; la conseguente dilatazione termica non uniforme tra le varie parti del componente provoca la nascita di uno stato di sollecitazione. Vista la particolare geometria del componente si è ritenuto opportuno analizzarne lo stato di sollecitazione al fine di verificarne la pericolosità ed fornire suggerimenti per ottimizzarne la geometria.

Si è studiato lo stato di sollecitazione dovuto al solo gradiente termico indotto dalla circolazione del fluido in condizioni stazionarie di funzionamento come riportato in figura 17 e si è verificato l'effetto di un maggior interesse tra i due collettori.



**Figura 17**  
Collettore di testa recuperatore:  
a) distribuzione temperature,  
b) tensioni equivalenti su struttura deformata

Si è inoltre proposta la modifica degli ancoraggi delle spire della caldaia in modo da assecondarne meglio la dilatazione in temperatura.

### Studio del Circuito dell'impianto PCS

#### **Modello dinamico dell'impianto PCS**

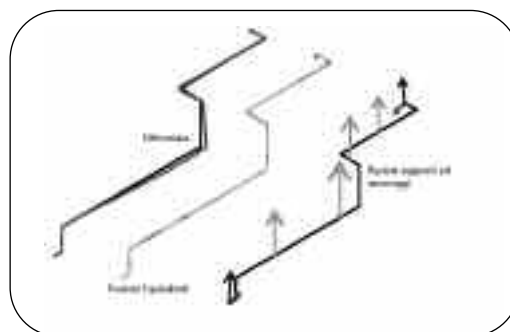
È stato sviluppato e implementato in ambiente MATLAB il modello dinamico dell'impianto PCS. Il modello fisico, di tipo termoidraulico, calcola gli scambi di energia impianto-fluido ambiente, le perdite di carico del fluido termovettore e ha l'obiettivo di simulare i transitori operazionali, incidentali e i casi di emergenza per alta e bassa temperatura dei sali. Il modello generale è costituito dall'aggregazione dei sottomodelli relativi a ciascuno dei componenti del PCS (caldaia elettrica, linea di mandata, ricevitore con nero di cromo e tipo Schott, serbatoio di espansione, linea di ritorno, Aerotermo, serbatoio accumulo, pompa di circolazione), o sottomodelli funzionali mediante i quali è possibile modulare la radiazione solare secondo gli andamenti stagionali e giornalieri, controllare la temperatura dei sali, riscaldare elettricamente le tubazioni. Il modello, validato inizialmente utilizzando i dati di progetto, ha evidenziato un corretto funzionamento, riproducendo i valori di progetto e simulando con coerenza i transitori. Attualmente è in corso la validazione definitiva sui dati sperimentali provenienti dalla campagna sperimentale in corso sul PCS che comprende prove mirante

ad evidenziare gli scambi di energia tra i componenti e l'ambiente e le perdite di carico nel circuito <sup>44</sup> e <sup>45</sup>.

#### **Analisi di flessibilità piping PCS**

Si è condotta un'attività di calcolo, utilizzando il codice agli elementi finiti CAST3M, a supporto della redazione del progetto esecutivo dell'impianto PCS <sup>41</sup>, concorrendo alla definizione del layout delle sistema di tubazioni.

La struttura è stata verificata componendo opportunamente il carico termico e peso proprio delle tubazioni (comprensivo di fluido ed isolante), calcolando le sollecitazioni, le reazioni vincolari e la deformata assunta dal piping (figura 18). Infine dalla normativa Code Case N47 delle ASME Boiler and Pressure Vessel sono stati ricavati dei limiti con cui i valori delle tensioni calcolate vanno confrontati <sup>42</sup>. Si è inoltre sviluppata in CAST3M una procedura per la verifica automatica del piping, secondo quanto previsto dalla normativa ASME B31. La stessa è stata impiegata nelle verifiche indipendenti condotte a conferma di quanto valutato dall'ALSTOM Power.



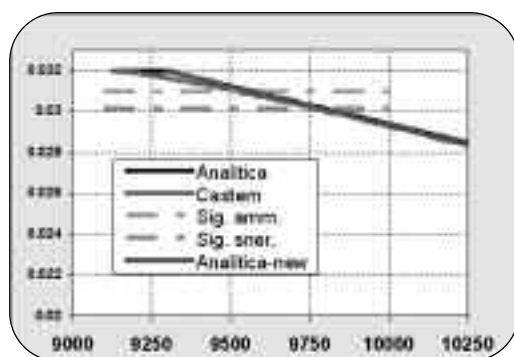
**Figura 18**  
Visualizzazione delle sollecitazioni, delle reazioni vincolari e della deformata assunta da un ramo del circuito PCS

### Aspetti critici dei circuiti a sali fusi

Sono state indagati a più riprese diversi aspetti connessi con l'impiego dei sali nei circuiti primari e nelle linee ricevitore del campo solare. Una raccolta degli studi effettuati è in corso di redazione. Essa va da aspetti di dinamica di una rete topologicamente simile a quella prevista per l'impianto Archimede, allo studio delle criticità meccaniche del processo di rifusione di tappi di sali (figura 19).

**Figura 19**

Legame tra tempo di avanzamento del fronte di fusione e raggiungimento delle sollecitazioni critiche



### Sistemi di accumulo dell'energia termica

Per la strategicità che riveste l'accumulo di calore in un impianto solare finalizzato alla produzione di energia elettrica, si è iniziata una prima attività di ricerca sullo stato dell'arte di tale tecnologia; ciò ha consentito di indicare alcune tipologie innovative di accumulo che saranno oggetto di studio nel costituendo laboratorio ELIOSLAB. La tecnologia attualmente più avanzata, adottata in impianti solari a torre o con concentratori parabolici lineari, prevede l'impiego di un sistema a doppia tanca ("aboveground") a sali fusi. Recenti studi hanno mostrato che l'aumento della capacità orarie di accumulo riduce sensibilmente il costo dell'energia elettrica prodotta (LEC); ciò spinge ad aumentare le dimensioni dei serbatoi passando dagli 11,6 m di diametro e 8,5 m di altezza adottati nell'impianto SOLAR TWO (Barstow, CA) ai più impegnativi 18,9 m di diametro e 12,5 m di altezza previsti per l'impianto in fase di progettazione SOLAR

TRES. Nel 1985 il Solar Energy Research Institute (SERI) ha commissionato alla Rockwell International lo studio concettuale di un serbatoio conico (cone shape) seminterrato (below-grade) a sali fusi a base di carbonati con temperature di 900 °C; tale soluzione pur essendo interessante per l'impiego di materiali strutturali a più basso costo ha mostrato alcune limitazioni connesse agli elevati livelli di corrosione indotti dal carbonato e dalle elevate temperature. Si è quindi pensato di investigare tale soluzione utilizzando sali fusi a base di nitrati con temperature massime 565 °C e prevedendo l'impiego di calcestruzzo innovativo ad alte prestazioni (HPC) per le strutture che assolvono alla funzione di contenimento e di fondazione.

E' emerso che tale soluzione ha, rispetto ai serbatoi fuori terra, le seguenti caratteristiche:

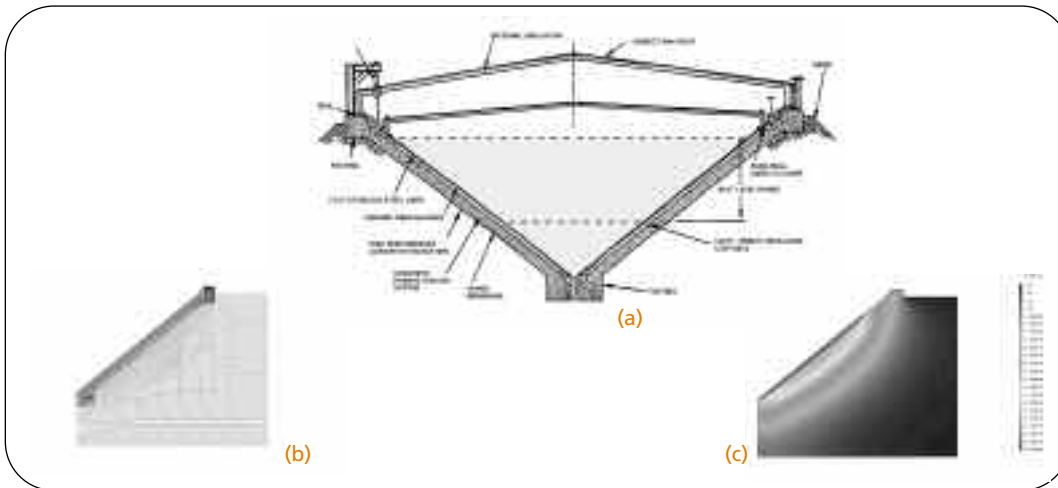
- maggior sicurezza legata alle ridotte modalità di cedimento e alle relative conseguenze;
- utilizza strutture di contenimento e di fondazione in HPC di costo inferiore rispetto ad acciai inossidabili (stainless steel);
- sostituisce i costosi liner corrugati con liner piatti sfruttando la naturale compensazione della dilatazione termica legata alla forma conica;
- ha la possibilità d'impiegare un sistema di raffreddamento di tipo passivo per il basamento in calcestruzzo HPC agevolato dalla capacità di supportare livelli di temperatura di elevati rispetto ai 95 °C dei calcestruzzi ordinari;
- presenta minori problemi di impiego in terreni di non elevata resistenza.

Nell'articolo <sup>43</sup> è stato elaborato il piano riguardante le attività di simulazione finalizzate ad esplorare le prestazioni di tipo strutturale e termico del sistema; esso prevede:

- valutazione delle dispersioni termiche e della fluidodinamica dei sali in tanca;
- comportamento termomeccanico del liner.

- Comportamento termomeccanico del sistema fondazione terreno;
- Risposta sismica del sistema tanca+fluidi;
- Studio degli effetti delle oscillazioni del pelo libero (sloshing) sul coperchio del serbatoio e sul liner.

E' stata inoltre condotta un'analisi termica preliminare finalizzata alla verifica del tempo necessario al raggiungimento delle temperature di regime nella fondazione e nel terreno (figura 20).



**Figura 20**  
Schematico del serbatoio (a), magliatura FEM (b), distribuzione delle temperature a regime (c)

## Bibliografia

1. MILIOZZI A., DE LUCA A.; *Valutazione dell'azione del vento sui concentratori solari parabolici lineari*; 2002; SOL/RS/2002/06.
2. A. De Luca; *Valutazione dell'azione del vento sul receiver di un concentratore solare*; 2002; SOL/RS/2002/08.
3. MILIOZZI A., DE LUCA A.; *Elementi essenziali per la valutazione dell'azione del vento sui concentratori solari parabolici lineari*; 2002; SOL/RS/2002/12.
4. D. NICOLINI, G. M. GIANNUZZI; *Valutazione dei carichi agenti sui supporti del sistema ricevitore di un collettore solare parabolico lineare*; 2002; SOL/RS/2002/16.
5. MILIOZZI A.; *Messa a punto del modello fluidodinamico per la valutazione dei carichi del vento. Confronto dei risultati tra Fluent ed Ansys.*; 2004; ATS-04003.
6. MILIOZZI A., NICOLINI D., GIANNUZZI G.M., RONDONI C., CHIERUZZI M., KENNY J.M.; *Valutazione numerica dell'azione del vento sui concentratori parabolici lineari di un impianto solare ad alta temperatura*; 2004; SOL/RS/2004/13.
7. MILIOZZI A., NICOLINI D.; *Analisi di sensibilità sul modello numerico utilizzato per la valutazione dell'azione del vento sui concentratori parabolici lineari di un impianto solare ad alta temperatura*; 2004; SOL/RS/2004/24.
8. M. CHIERUZZI, C. RONDONI, J.M. KENNY; *Progettazione, realizzazione ed esecuzione di prove in galleria del vento per un concentratore solare parabolico-lineare. Prove Sperimentali ed Analisi Fluidodinamiche*; Contratto ENEA-Università di Perugia - Maggio 2005.
9. MILIOZZI A., NICOLINI D., KENNY J.M., RONDONI C., CROBU F.; *Verifica della affidabilità del modello numerico utilizzato per valutare l'azione del vento su concentratori parabolici lineari attraverso prove sperimentali in galleria del vento*; 2005; SOL/RS/2005/11.
10. MILIOZZI A., NICOLINI D., KENNY J.M., RONDONI C., CROBU F.; *Simulazione numerica tridimensionale dell'azione del vento su di un concentratore parabolico lineare di lunghezza limitata e confronto con i risultati delle prove sperimentali condotte in galleria del vento*; 2005; SOL/RS/2005/14.
11. MILIOZZI A.; *Ottimizzazione delle dimensioni di un pannello riflettente sandwich e degli appoggi di un concentratore*; 2001; SOL/RS/2001/10.
12. MILIOZZI A.; *Analisi del comportamento meccanico di una sezione di un concentratore lineare parabolico realizzato con pannelli sandwich in honeycomb*; 2002; SOL/RS/2002/10.
13. M. CHIERUZZI, C. RONDONI, J.M. KENNY; *Analisi critica della proposta ENEA*; Contratto ENEA-Università di Perugia - Gennaio 2003.
14. M. CHIERUZZI, C. RONDONI, J.M. KENNY; *Relazione sull'analisi calorimetrica della resina epossidica utilizzata per le pelli dei sandwich*; Contratto ENEA-Università di Perugia - Gennaio 2003.
15. M. CHIERUZZI, C. RONDONI, J.M. KENNY; *Relazione sull'analisi della resina epossidica e delle pelli del sandwich: calcinazione*; Contratto ENEA-Università di Perugia - Febbraio 2003.

16. M. CHIERUZZI, C. RONDONI, J.M. KENNY; *Valutazione preliminare dell'influenza dei parametri geometrici della cella esagonale sulle proprietà meccaniche del sandwich*; Contratto ENEA-Università di Perugia - Agosto 2002.
17. M. CHIERUZZI, C. RONDONI, J.M. KENNY; *Valutazione ed analisi delle proprietà termiche dei pannelli sandwich in funzione dei materiali costituenti*; Contratto ENEA-Università di Perugia - Ottobre 2002.
18. M. CHIERUZZI, C. RONDONI, J.M. KENNY; *Valutazione ed analisi delle modalità di cedimento dei pannelli sandwich sottoposti a stress meccanico*; Contratto ENEA-Università di Perugia - Ottobre 2002.
19. M. CHIERUZZI, C. RONDONI, J.M. KENNY; *Verifica ed ottimizzazione delle prestazioni di pannelli sandwich riflettenti*; Contratto ENEA-Università di Perugia - Gennaio 2003.
20. M. CHIERUZZI, C. RONDONI, J.M. KENNY; *Valutazione ed analisi della rigidità dei pannelli sandwich in funzione dei materiali costituenti*; Contratto ENEA-Università di Perugia - Ottobre 2002.
21. M. CHIERUZZI, C. RONDONI, J.M. KENNY; *Verifica collettore parabolico lineare per impianto solare. Caratterizzazione della resina utilizzata per i pannelli sandwich riflettenti*; Contratto ENEA-Università di Perugia - Aprile 2004.
22. M. CHIERUZZI, C. RONDONI, J.M. KENNY; *Verifica collettore parabolico lineare per impianto solare. Caratterizzazione termo-meccanica pelli e pannello sandwich completo*; Contratto ENEA-Università di Perugia - Giugno 2004.
23. M. CHIERUZZI, C. RONDONI, J.M. KENNY; *Verifica collettore parabolico lineare per impianto solare. Verifica agli elementi finiti del pannello sandwich: analisi termica ed analisi meccanica*; Contratto ENEA-Università di Perugia - Giugno 2004.
24. MILIOZZI, NICOLINI, RONDONI, CHIERUZZI, KENNY, Torre; *Use of composite structures for linear parabolic solar-energy collectors*; SAMPE - Aprile 2005.
25. MILIOZZI A., GIANNUZZI G.M.; *Analisi del quadro fessurativo dei pannelli riflettenti installati nell'impianto PCS della Casaccia*; 2005; SOL/RS/2005/02.
26. MILIOZZI A.; *Considerazioni sulla equivalenza di pannelli riflettenti in poliuretano con specchi in vetro spesso*; 2004; ATS-04002.
27. RUBBIA C., GIANNUZZI G.M., MILIOZZI A. & al; *Progetto di massima del collettore parabolico lineare per impianto solare*; 2001; TM/PRES/2001\_09
28. MILIOZZI A.; *Analisi del comportamento meccanico di un concentratore lineare parabolico realizzato con pannelli sandwich in honeycomb supportati da travi a doppio T*; 2002; SOL/RS/2002/21.
29. MILIOZZI A.; *Interpretazione delle prove di carico condotte da SIFA in data 11/03/2003*; 2003; ATS-1-19032003
30. MILIOZZI A., GIANNUZZI G.M., PRISCHICH D., DUSI G., DE LUCA A.; *Relazione di calcolo della struttura portante del prototipo di collettore parabolico-lineare per l'impianto PCS*; 2003; SOL/RS/2003/26.
31. MILIOZZI A., SIPIONE L.; *Sviluppo ed applicazione di un metodo semplificato per la valutazione del comportamento meccanico della struttura metallica del concentratore lineare parabolico* ENEA; 2003; SOL/RS/2003/32.
32. Miliozzi A., Dusi G.; *Relazione di calcolo sulla stabilità strutturale di una sezione di collettore solare tipo "PCS"*; 2004; SOL/RS/2004/21.
33. C. MAJORANA, V. SALOMONI; *Selezione, elaborazione ed applicazione delle norme per la progettazione dei concentratori parabolici lineari. Descrizione funzionale, classificazione e selezione delle norme di progetto delle strutture del concentratore solare parabolico lineare*; Doc. 1 Contratto ENEA-TRASTEC - 18 Novembre 2004.
34. C. MAJORANA, V. SALOMONI; *Guida alla progettazione dei collettori solari parabolici lineari*; Doc. 2 Contratto ENEA-TRASTEC - 13 Aprile 2005.
35. C. MAJORANA, V. SALOMONI; *Analisi e verifiche strutturali per un concentratore solare parabolico lineare da 100 metri*; Doc. 3 Contratto ENEA-TRASTEC - 15 Agosto 2005.
36. MILIOZZI A., GIANNUZZI G.M., CAROLI C.; *Comportamento termomeccanico del segmento collettore di un impianto solare. Analisi di sensibilità*; 2001; CT-SBE-00036.
37. Miliozzi A., Giannuzzi G.M., Tarquini P., La Barbera A.; *Fluido termovettore: dati di base della miscela di nitrati di sodio e potassio*; 2001; SOL/RS/2001/07.
38. MILIOZZI A., GIANNUZZI G.M., SIPIONE L.; *Comportamento termo-meccanico del tubo assorbitore di un impianto solare. Analisi termica semplificata e termomeccanica*; 2001; SOL/RS/2001/08.
39. MILIOZZI A., GIANNUZZI G.M., SIPIONE L.; *Proprietà termomeccaniche dell'acciaio AISI 316L in funzione della temperatura*; 2001; SOL/RS/2001/09.
40. NICOLINI D., GIANNUZZI G.M.; *Analisi delle deformazioni termiche del collettore del riscaldatore dell'impianto MOSE*; 2003; SOL/RS/2003/04.
41. ARSUFFI, FABRIZI, SIPIONE, TOCCI; *Impianto PCS - Componenti e apparecchiature di processo. Progetto Esecutivo, Capitolato speciale di appalto, Piano di sicurezza e coordinamento*; 2002- SOL/RS/2002/25.
42. SIPIONE, ARSUFFI; *Analisi di flessibilità del piping del circuito PCS*; 2002; SOL/RS/2002/30.
43. MILIOZZI A., GIANNUZZI G.M., MAJORANA C., SALOMONI V.; *Conceptual design of innovative heat storage systems for medium and high temperature solar technology*; TCN CAE 2005; Ottobre 2005.
44. INNARELLA C.; *Il modello dinamico di una rete di collettori solari*; 2002; SOL/RS/2002/32.
45. INNARELLA C.; *Il modello dinamico dell'impianto prova collettori solari PCS ENEA. Manuale d'uso e prove di simulazione*; 2005; SOL/RS/2005/12.



# Strumenti per politiche di sostenibilità territoriale

FLAVIANO D'AMICO\*  
MARIAN MIHAI BULEANDRA\*\*  
MARIA VELARDI\*  
MIHAELA BULEANDRA\*\*  
ION TANASE\*\*

ENEA

\*UTS Protezione Sanitaria  
e Sviluppo Sostenibile

\*\*Università di Bucharest, Facoltà di Chimica

studi & ricerche

E' noto che l'attuale modello di sviluppo del sistema industriale causa impatti ambientali e sociali negativi. Per questo motivo, partendo dall'inizio degli anni 90, l'attenzione degli esperti si è rivolta allo Sviluppo Sostenibile, inteso come nuova paradigma in grado di superare gli attuali problemi connessi allo sviluppo. Nell'articolo si spiega come questa strategia potrebbe essere facilmente realizzata seguendo i principi dell'Ecologia Industriale

## Tools for territorial sustainability policies

### Abstract

*Industrial Ecology and Sustainable Development share the concept of "territory." Two models of territorial development are proposed: Ecoindustrial Parks and Italian Districts. Both models use Industrial-Ecology concepts and strategies, but both are still far from incorporating sustainability. This ideal could be pursued by more and better networking, in the first case to strengthen links with the local community, and in the second to increase financial resources. The Masurin project, co-funded by the EU, provides a response to this lack. This article describes Batter (one of the Masurin tools) and its application to the city of Venice*

**S**viluppo Sostenibile è un'espressione che può significare molte cose diverse, tanto è indeterminata (Brown e altri 1987, Corson 1994, Graaf e altri 1996), a partire dalla celebre espressione del Rapporto Brundtland (1987) che può essere variamente interpretata e realizzata praticamente<sup>1</sup>.

Il concetto di Sviluppo Sostenibile è compreso nell'Agenda 21, approvata durante la conferenza UNCED di RIO nel 1992 e per la quale tutti i paesi firmatari sono impegnati. Esso è un concetto totalizzante, perché si riferisce a tutti i tipi di bisogni umani, non solamente quelli economici, ma anche al bisogno di vivere un ambiente pulito, di partecipare a società coese e sicure, in cui esistano ampie opportunità di occupazione.

In questo concetto è implicito anche un riferimento all'equità intergenerazionale, ed inoltre è da sottolineare l'enfasi sull'equità che si dovrebbe applicare tra paesi diversi e all'interno di ogni paese, per rendere più armoniosa la realizzazione dello sviluppo e governarne le conseguenze.

Per superare però le difficoltà insite nel perseguimento pratico dello Sviluppo Sostenibile, deve essere valorizzata l'idea sviluppata nell'Agenda 21 cap. 28, dove se ne suggerisce un'applicazione locale. Tale idea è stata sviluppata da Wallner (1999) che suggerisce di formare piccole unità in cui realizzare questo tipo di sviluppo e poi di integrarlo in territori sempre più ampi, fino alla dimensione regionale: sono le famose "isole della sostenibilità", studiate anche in ENEA<sup>2</sup> (G. D'Amico 2005).

Riassumendo, si può affermare che la sostenibilità è un concetto necessario per

il miglioramento e lo sviluppo a lungo termine nelle attività umane e che può essere perseguita progredendo non solo economicamente, ma anche dal punto di vista ambientale e sociale.

## L'ecologia industriale

Anche se caratterizzato da diverse dimensioni, i tentativi più numerosi per realizzare lo Sviluppo Sostenibile hanno riguardato la sfera ambientale. Sono stati sviluppati molti concetti per creare strategie di sostenibilità, e tra tutte, forse il più diffuso è l'Ecologia Industriale. Gli ecologisti industriali interpretano la loro disciplina come "la scienza della sostenibilità", (Graedel and Allenby 2002, Lifset 1997, Ehrenfeld 2004). L'Ecologia Industriale può essere definita come lo studio delle interazioni e interrelazioni chimiche, fisiche e biologiche all'interno dei sistemi ecologici e tra questi ultimi e il sistema industriale (Garner and Keoleian 1995). Il termine vuole suggerire che le attività industriali possono essere pensate e affrontate seguendo il modello dei sistemi biologici. (Graedel 1996).

Le tante definizioni dell'Ecologia Industriale derivano principalmente dai lavori di Frosch and Gallopoulos (1989); anche per questo concetto le interpretazioni sono molteplici, ma la maggior parte di esse hanno in comune il fatto che lo scopo dell'Ecologia Industriale è quello di cambiare lo sviluppo dei sistemi industriali da lineare a ciclico, con conseguente riuso dei rifiuti o prodotti secondari come energia o materie prime per altri processi.

Nei sistemi ecoindustriali l'enfasi è posta sull'efficienza, il recupero dei rifiuti e lo scambio, al fine di minimizzare gli impatti ambientali negativi (Ayres e Ayres 1996 e 2002, Bringezu 2003, Lowe e altri 1996).

<sup>1</sup> Ci si riferisce qui alla celebre affermazione "Sustainable development is development that meets the needs of the present without compromising the ability of future generation to meet their own needs"

<sup>2</sup> In una tesi di laurea dell'Università Commerciale L. Bocconi, elaborata recentemente in Casaccia e di prossima pubblicazione, si individuano nei distretti industriali italiani le isole della sostenibilità potenziali del nostro paese. Ne derivano conseguenze interessanti sulla possibilità di rivitalizzazione e di ripresa dello sviluppo nei nostri distretti.

## Il territorio: chiave per la connessione Sviluppo Sostenibile - Ecologia Industriale

Un eccellente sistema ecoindustriale è quello nel quale si creano relazioni funzionali tra gli stabilimenti produttivi. Ne deriva che il concetto di Ecologia Industriale deve essere fortemente collegato al territorio ed è molto influenzato dalle caratteristiche del territorio del quale gli stabilimenti fanno parte. Considerando le forme che l'Ecologia Industriale può assumere, come ad esempio la realizzazione di collegamenti fisici tra diversi stabilimenti, oppure la costruzione di infrastrutture o di funzioni di comune utilizzo, è evidente che le caratteristiche territoriali (posizione geografica, infrastrutture esistenti, attività antropiche ecc.) influenzano il modo in cui la chiusura del ciclo si realizza ed il suo risultato finale.

Ritornando all'ipotesi di Wallner di realizzazione locale dello Sviluppo Sostenibile, anch'essa prevede l'aggregazione di unità di processo a livello locale per formare unità più grandi e poi per successive integrazioni raggiungere dimensioni globali: ne risulta che il territorio rappresenta un comune denominatore per la realizzazione di politiche di sostenibilità e di strategie di Ecologia Industriale.

La Dichiarazione di Lubiana sulla Dimensione Territoriale dello Sviluppo Sostenibile (2003) ha introdotto la nozione di "territorio"<sup>3</sup>, sottolineando che il territorio è la base dello Sviluppo Sostenibile, comprendendo tutte le relazioni amministrative, sociali ed economiche che toccano ed influenzano la vita umana.

Per comprendere appieno quali conseguenze può comportare la considerazione del territorio, ed analizzare se l'Ecologia Industriale e lo Sviluppo Sostenibile, come alcuni affermano, coincidono, conviene esaminare alcuni modelli di sviluppo territoriale.

### Modelli territoriali

Negli ultimi anni, come modelli di sviluppo ecoindustriale sono molto citati gli Eco Industrial Parks (EIP). C'è molta letteratura sugli EIP, (Martin and others 1996, Lowe 1997, Cote and Cohen-Rosenthal 1998, Cohen-Rosenthal and Musnikow 2003, Eilering and Vermeulen 2004, Cohen-Rosenthal and others 1996, WEI 2000), che sono stati molto utilizzati negli Stati Uniti per recuperare i cosiddetti *brownfields*, aree degradate da riconvertire. Dagli Stati Uniti il modello si è diffuso in Europa, e, negli ultimi anni in Australia e Asia.

Fondamentalmente un EIP è molto semplice: il suo fine è quello di organizzare lo sviluppo riducendo nello stesso tempo inquinamento e rifiuti. Un EIP consiste di una comunità di imprese localizzate su un territorio di proprietà comune. Queste imprese governano il territorio, progettano gli impianti applicando strategie di Cleaner Production, Pollution Prevention, efficienza energetica, partnership nei servizi.

Gli EIP ottengono sicuramente dei vantaggi ambientali rispetto agli stabilimenti considerati singolarmente, ma il meccanismo degli EIP non è finora riuscito a superare problemi relativi alle relazioni tra i membri, alla definizione della responsabilità ambientale, e alla definizione delle incertezze tecniche (viene molto enfatizzata la metafora del metabolismo industriale). Inoltre polemicamente si suggerisce (Lowe e altri 1996), che un EIP deve essere qualche cosa di più che una comunità di riciclatori o un insieme di aziende "verdi" o una zona industriale con infrastrutture ambientalmente compatibili. Ciò che è evidente nel caso degli EIP è non solo la cura dell'aspetto progettuale, ma soprattutto l'approccio *top-down*, ciò che può determinare una separazione tra la comunità imprenditoriale e il resto degli attori attivi sul territorio.

<sup>3</sup> "...a complex system, comprising not only urbanized, rural and other spaces, e.g. industrial land, but nature as a whole and the environment surrounding mankind"

## I distretti industriali italiani

Il concetto di distretto industriale, introdotto da Marshall (1890), è stato in pratica riscoperto da G. Becattini (1998) per interpretare il modello di sviluppo riscontrabile in alcune regioni italiane. La letteratura sui distretti spazia sugli aspetti economici, sociali, geografici di queste entità, che possono essere interpretate come costituite da membri di reti dinamiche di interesse economico e sociale (Biggiero, 1998). Proprio dalle esperienze dei distretti italiani e dall'interesse che hanno suscitato in molti studiosi stranieri sono nate le idee che hanno ispirato gli EIP.

In realtà, anche se la stessa struttura dei distretti italiani fa di essi gli antesignani dell'uso delle strategie dell'Ecologia Industriale, molte sono le differenze riscontrabili con gli EIP.

Infatti il distretto italiano non è mai concentrato su un territorio dedicato all'attività industriale, ma la locazione degli stabilimenti è diffusa sul territorio; nei distretti l'importanza dei nuclei familiari, anche nella gestione delle imprese, è ancora grande; l'interdipendenza delle imprese è assicurata dalla specializzazione e dalla divisione del lavoro e non progettata; i rapporti tra imprese non devono essere creati dagli uffici legali, ma derivano dall'oscillazione degli atteggiamenti dei vari attori tra cooperazione e competizione tipica di questi aggregati; la situazione di governo istituzionale del distretto è flessibile e derivante da stratificazioni avvenute nel tempo<sup>4</sup>; c'è spesso sovrapposizione tra comunità degli affari e società civile. In definitiva la creazione di un distretto italiano è un'operazione spontanea, il cui risultato si manifesta in tempi lunghi.

Da un punto di vista organizzativo il distretto somiglia molto ad un altro celebre caso di sistema ecoindustriale, quello di Kalundborg: in tutti e due i casi la creazione del si-

stema ecoindustriale è stata spontanea, a differenza degli EIP. È interessante notare che, mentre negli USA Kalundborg viene inteso come il prototipo perfetto del sistema ecoindustriale, mettendone in risalto gli aspetti di "metabolismo industriale", in Danimarca esso viene interpretato come un network, evidenziandone gli aspetti di relazione e lo sviluppo spontaneo, quasi causale (Lowe, 1995).

## Comparazione fra EIP e IID

I due modelli citati precedentemente descrivono due tipi di esperienze che adottano alcune caratteristiche dell'Ecologia Industriale, ma che sono lontani dalla sostenibilità.

Il caso EIP sembra una razionalizzazione non dissimile da alcune esperienze italiane di zone industriali attrezzate (ad esempio, macrolotto di Prato), mentre risultano assenti generalmente *networks* strutturati che connettono imprenditori e società. L'EIP è sicuramente una costruzione che ha effetti positivi per il miglioramento delle efficienze produttive ed ambientali, ma le critiche di Lowe (1997) a ciò che normalmente si intende per EIP sembrano andare in favore della tesi espressa negli ultimi tempi, secondo la quale non c'è coincidenza, attualmente, tra Ecologia Industriale e Sviluppo Sostenibile.

Il modello italiano è costituito da un insieme di network socio-economici fortemente strutturati che, per una serie di ragioni, non progrediscono dal punto di vista ambientale.

Se il distretto italiano avesse la capacità di impostare e realizzare politiche ambientali utilizzando i network che fanno parte della sua struttura esplicita ed implicita, e che sono stati alla base del suo successo economico, sarebbero da attendersi progressi ambientali, ma probabilmente anche aumenti di competitività. Le forze che si oppongono a ciò sono di va-

<sup>4</sup> Si parla di distretti di prima, seconda generazione etc per definire le varie modalità che può assumere la governance distrettuale.

rio tipo, come la tendenza alla delocalizzazione che tende a distruggere o impoverire i network attuali, la pressione competitiva di altri paesi (Cina ed altre nazioni asiatiche in primo luogo), la dimensione media delle aziende, molto orientate alla produzione ma prive di struttura e senza i necessari mezzi finanziari per competere globalmente; in ultimo, anche se non meno importante, bisogna sottolineare l'aggravio che l'applicazione della legislazione ambientale, elaborata per singoli impianti e non per gruppi di imprese, comporta.

I due modelli possono ancora evolvere e progredire quanto più l'Ecologia industriale coinciderà con lo Sviluppo Sostenibile. Ciò significa affermare che l'Ecologia Industriale deve sempre più aprirsi alla multidimensionalità dello Sviluppo Sostenibile (Korhonen e altri 2004). Da questo punto di vista il modello italiano è favorito in quanto già molto strutturato dal punto di vista socio-economico, mentre il modello americano è favorito per la maggiore relativa forza economica che le singole aziende di un EIP generalmente presentano rispetto le singole aziende di un distretto. In tutte e due i casi il problema potrebbe essere superato adottando ciò che gli autori del presente articolo chiamano "approccio territoriale".

### Approccio Integrato Territoriale – requisiti e necessità

In base alla dichiarazione di Lubiana, un territorio può essere interpretato come un substrato fisico, su cui si sono stratificati rapporti economici e sociali. Questo territorio non è un'isola poiché avrà rapporti con altri territori (i dintorni); all'interno di questo territorio, molti fattori ne determinano lo stato, tra cui: le risorse naturali, il peso relativo dei vari settori produttivi, così come le "vocazioni" territoriali dovute a volte all'abilità degli artigiani, a volte alla presenza di "know how" sedimentatosi grazie alla presenza di prestigiose

istituzioni scientifiche. Tutti questi fattori devono essere considerati per poter realizzare le politiche di Sviluppo Sostenibile. Devono essere affrontate situazioni molto complesse, la cui soluzione è resa più difficile dalla mancanza di strumenti adatti: praticamente per sviluppare un approccio territoriale, senza il quale lo sviluppo sostenibile non può essere raggiunto (figura 1), sono necessari ulteriori sviluppi di metodi e strumenti.

L'Ecologia Industriale potrebbe essere l'insieme di concetti attraverso i quali perseguire politiche di Sviluppo Sostenibile, ma, attualmente, il suo sviluppo è troppo collegato agli aspetti ingegneristici, tra i quali l'aumento dell'efficienza; nessun applicazione dell'Ecologia Industriale, che consideri aspetti sociali è nota. In più, la maggior parte degli strumenti sviluppati per questa strategia e generalmente nel quadro delle discipline ambientali, quali la Valutazione del Ciclo di Vita (LCA), l'Analisi di Flusso dei Materiali o delle Sostanze (MFA/SFA), sono stati pensati ed utilizzati per singoli stabilimenti. Anche altri concetti ambientali, sviluppati in altri ambiti, quali i Sistemi di Gestione Ambientale (EMS) o le Migliori Tecniche Disponibili (BAT), sono stati elaborati per singoli stabilimenti. Per essere efficiente, un approccio territoriale integrato deve avere una visione territoriale non legata, per quanto possibile, ai singoli elementi del territorio e deve fornire soluzioni ai problemi posti almeno dalle seguenti domande: Come definire l'estensione del territorio? Come valutare un territorio dal punto di vista ambientale? Come considerare altre attività oltre a quelle industriali? Come migliorare un territorio dal punto di vista ambientale? Come gestire il miglioramento perseguito? Come trattare un territorio come un tutto unico (as a whole<sup>5</sup>)? Come governare il territorio durante e dopo l'iniziativa di miglioramento? ecc. Per dare un'idea della complessità che deve essere affrontata, considerando solamente la struttura industriale, si deve tenere conto dei seguenti fattori:

<sup>5</sup>Vedi box

- il tipo di stabilimenti che si trovano sul territorio (processi e prodotti);
- la strategia della proprietà di ogni stabilimento;
- le relazioni fra gli imprenditori;
- la continuità o la discontinuità delle produzioni;
- l'estensione del territorio interessato e la distanza fra gli stabilimenti;
- il supporto o l'indifferenza delle autorità locali.

Considerando il punto di vista di ogni attore (stakeholder) di un intervento territoriale, è possibile sviluppare liste analoghe. Generalmente, ogni stakeholder rappresenta interessi i quali, tutti insieme, dovrebbero essere, più o meno, considerati quando si affrontano iniziative ambientali territoriali.

Il successo di un'iniziativa, il cui scopo è catalizzare la cooperazione fra i vari *stakeholders* (gli imprenditori, le autorità locali, i gruppi di pressione, gli organismi tecnici ecc.), dipende dall'identificazione di una piattaforma comune in cui essi possano riconoscere, almeno, la soddisfazione parziale dei loro bisogni e idee. Se una politica ambientale territoriale fosse già stabilita, tutte le iniziative ambientali dovrebbero conformarsi o non essere in contraddizione con essa; se la politica ambientale non fosse già stata stabilita, una discussione approfondita e una decisione sui principi e obiettivi voluti dovrebbe avvenire per evitare contraddizioni future. Un Accordo Volontario rappresenta, seguendo l'esperienza degli autori (D'Amico 2001), la strada migliore per gestire un'iniziativa territoriale ambientale: esso genera non soltanto un dovere per i partecipanti, ma permette di svincolarsi dal raggiungimento della semplice eco-efficienza (a volte è possibile stipulare accordi su iniziative molto costose ma con risultati ambientali significativi). L'Accordo Volontario rappresenta uno strumento forte per legare gli *stakeholder* territoriali; potrebbero essere utilizzati altri mezzi se le condizioni locali o le relazioni fra gli *stakeholder* lo permettessero. L'uso di Linee Guida (Management Guide) per l'attuazione dell'interven-

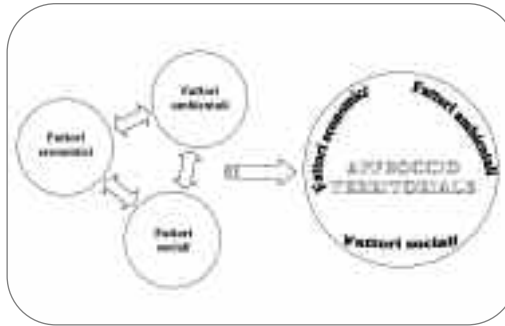
to ambientale potrebbe essere una di queste alternative e tutti gli *stakeholder* potrebbero riconoscerle come percorso da seguire per sviluppare e gestire l'iniziativa ambientale. E' importante stabilire un insieme di regole e comportamenti accettati dagli stakeholder, entro cui far sviluppare l'iniziativa. Dall'inizio, tale piattaforma deve approfondire e definire le seguenti questioni:

- la definizione del territorio, e la sua analisi come un tutto unico;
- l'identificazione di una zona di intervento (e quindi la proposta di uno o più scenari futuri e una strategia per realizzarla);
- l'identificazione di processi di miglioramento e gestione territoriale;
- gli effetti socio-economici degli scenari e dei processi di miglioramento;
- la definizione degli strumenti e dei metodi da usare durante l'intervento;
- la definizione delle priorità pubbliche, e l'agenda per il dialogo pubblico-privato;
- la definizione delle fonti finanziarie a supporto dell'iniziativa;
- l'analisi dell'adeguatezza della governance (vedi [www.progettogiada.org](http://www.progettogiada.org)).

E' evidente da questo elenco che un'iniziativa di tal genere va non solamente ben gestita, ma ben inquadrata strategicamente, in quanto è sempre molto difficile raggiungere l'equilibrio e la congruenza fra le iniziative a breve termine (Sviluppo) e quelle a lungo termine (Sostenibile). Nei casi in cui, per evitare di appiattirsi sulla pura eco-efficienza, è necessario usare fondi pubblici, bisogna attentamente considerare le limitazioni fissate dall'Unione Europea riguardanti l'uso dei fondi pubblici per il finanziamento delle imprese private.

Ciò che è stata precedentemente denominata come "piattaforma" riguarda praticamente la promozione e la realizzazione di un insieme di "network", in cui i partecipanti devono discutere e risolvere i problemi locali considerando le strategie a lungo termine. In questa ottica gli strumenti ed i metodi utilizzati nell'intervento fanno parte delle regole del gioco e devono essere accettati da tutti. Fra gli *stakeholder*, la presen-

za di rappresentanti delle autorità amministrative superiori è molto importante; è essenziale avere collegamenti con le autorità regionali e centrali, anche se l'iniziativa è locale. Questo sia per inserire iniziative locali di questo genere in politiche più ampie, sia per poter programmare sviluppi futuri di integrazione con altre iniziative locali, secondo l'ipotesi di Wallner.



**Figura 1**  
La interrelazione fra lo Sviluppo Sostenibile e l'Approccio Territoriale

#### Fattori ambientali:

- Effetti sociali ed ambientali dell'attività economica
- Politica e forza del mercato
- Investimenti pubblici in Ricerca e Sviluppo
- Contabilità dei costi, analisi costi-benefici

#### Fattori sociali:

- Legislazione ambientale
- Patrimonio ambientale e biodiversità
- Effetti delle politiche ambientali territoriali su economia e società
- Informazione e partecipazione ambientale

#### Fattori economici:

- Quantità e qualità della forza di lavoro, popolazione e tipologie familiari
- Effetti dei cambiamenti demografici e dei livelli di consumo sulle risorse ambientali e sulla crescita economica
- Effetti delle politiche sociali sulla crescita economica e sull'ambiente
- Educazione e formazione, informazione e partecipazione

## As a whole

L'espressione inglese *as a whole* risulta intraducibile in tutte le sfumature che comporta.

L'espressione italiana come un tutto unico riesce solamente a fornire una traduzione letterale, e rischia di rendere il contesto oscuro ai più; c'è bisogno perciò di ulteriori spiegazioni.

Quando si afferma che l'analisi territoriale e gli strumenti dell'approccio territoriale devono considerare il territorio come un tutto unico, si vuole intendere che ogni elemento dell'ambiente perde la sua individualità. Non è importante quanto inquina un singolo stabilimento, bensì quanto inquina l'intero territorio, che diventa l'unica sorgente di inquinamento. La differenza con l'attuale impostazione non è banale, e risolve molti degli attuali problemi, proponendone però altri. In una visione in cui un territorio è un tutto unico, perché dovrebbe essere un singolo stabilimento responsabile delle sue emissioni? Come regolare i rapporti tra stabilimenti? Come rendere compatibile la visione di un territorio come un tutto unico con l'attuale legislazione e con l'attuale elaborazione ed applicazione delle leggi? E soprattutto, qual è il vantaggio di considerare un territorio come unitario?

A questo riguardo può essere portato il seguente esempio:

se possiamo descrivere un territorio come un insieme di network, uno strumento culturale molto adatto per lo studio di un territorio è la teoria dei sistemi, che considera un sistema di network come un tutto unico. Studiando le varie parti del tutto e le relazioni tra le parti (cosa che non avviene quando le singole imprese sono considerate separatamente) si perviene a risultati superiori a quelli dati dalle singole parti. Nel caso dell'analisi dei territori ai fini del miglioramento ambientale, il numero delle soluzioni tecniche che si ottiene studiando un territorio come un tutto unico è superiore a quello che si avrebbe sommando le soluzioni tecniche date dalle singole parti. Nel gruppo di lavoro che ha elaborato il metodo BATTER, tali soluzioni tecniche in eccesso vengono chiamate BAT di territorio, contrapposte alle BAT di stabilimento che sono quelle derivanti dall'analisi dei singoli elementi. Ogni volta che è possibile trovare BAT di territorio (non sempre è possibile) il sistema permette di ottenere grandi vantaggi, per lo meno in termini di riduzione dell'inquinamento, e talvolta vantaggi economici.

## Il progetto MASURIN

Per superare le difficoltà legate all'attuale sviluppo dell'approccio territoriale, alcune istituzioni scientifiche europee hanno elaborato e realizzato (2002-2004) il progetto MASURIN (Gestione della Rivitalizzazione Sostenibile dei Siti Industriali Urbani). Il progetto, coordinato dal TNO (NL), è stato finanziato nell'ambito del V Programma Quadro europeo di Ricerca e Sviluppo ([www.masurin.net](http://www.masurin.net)).

L'obiettivo del progetto era quello di mettere a punto e testare metodi e strumenti di gestione sostenibile delle aree industriali urbane in declino, promuovendo una partnership pubblico-privato impostata a criteri di condivisione e trasparenza.

L'ipotesi centrale del progetto era basata sulla convinzione che solo un equilibrio tra attività industriali e residenziali può permettere un sano sviluppo urbano: la conseguenza è che è opportuno rivitalizzare e bonificare da un punto di vista ambientale i siti industriali urbani degradati, e non abbandonarli spostando le imprese ai confini della città su terreni vergini. In definitiva, il territorio industriale degradato va riutilizzato: un uso razionale del territorio è condizione necessaria per la realizzazione di politiche sostenibili.

I partner di MASURIN sono stati TNO, Città di Utrecht e Università di IJsseland (Paesi Bassi), ARCS (Austria), CMI e Città di Bytom (Polonia), ENEA e Città di Venezia (Italia), INERIS, Città di Amiens, Camera di Commercio di Amiens e l'Associazione Oreé (Francia), NILU, NIWA e regione Grenland (Norvegia): essi hanno sviluppato e testato due strumenti per valutare i benefici socio-economici e altri due strumenti per la valutazione delle opzioni tecnologiche e ambientali.

Gli strumenti sono:

- ACER, uno strumento socio-economico per la costruzione di scenari dinamici territoriali;
- URBER, uno strumento per la valutazione della qualità ambientale a partire dai dati di monitoraggio;

- BATTER, uno strumento per la valutazione delle opzioni tecniche per le attività industriali;
- ENCOURAGER, uno strumento di aiuto alle autorità locali per il finanziamento delle iniziative.

Gli strumenti sono stati elaborati per lavorare in maniera integrata, ma anche in versione auto-consistente. Per esempio, BATTER può utilizzare le emissioni di URBER come input. BATTER e ACER possono essere correlati poiché ACER può fornire a BATTER gli scenari di uso del territorio; ENCOURAGER può selezionare fra gli scenari elaborati da BATTER quelli compatibili con i finanziamenti. Nella versione auto-consistente gli strumenti presentano funzioni più estese di quelle previste dalle attività progettuali.

L'uso simultaneo dei quattro strumenti permette la realizzazione di iniziative di rivitalizzazione sostenibile, per la multidimensionalità degli aspetti considerati. I quattro strumenti sono accompagnati da una Management Guide per aiutare le autorità locali a sviluppare le strategie di management della rivitalizzazione.

Nonostante gli strumenti siano stati sperimentati in varie città, ottenendo risultati considerati significativi dalle autorità locali, essi sono ancora suscettibili di miglioramento. Il progetto MASURIN può essere considerato come un primo passo per quanto riguarda l'elaborazione di strumenti di approccio territoriale e integrazione degli aspetti sociali ed economici con le classiche tematiche ambientali.

## Lo strumento BATTER

L'acronimo BATTER significa BAT (Best Available Techniques) di un TERRitorio: l'applicazione di BATTER nel progetto MASURIN ha riguardato una parte di Venezia, l'isola di Murano.

BATTER descrive le tecniche produttive utilizzando il concetto di BAT, così come definito nella direttiva IPPC, nella quale le BAT di-



pendono dal territorio. Può essere utilizzato in tutte le situazioni nelle quale il concetto di BAT è applicabile: i processi di rivitalizzazione dei siti urbani e distrettuali, interventi territoriali in senso lato, le certificazioni EMAS e ISO ecc. L'approccio di BATTER può essere applicato per risolvere i problemi ambientali di un sito, un settore, un territorio, un prodotto, una filiera produttiva.

BATTER è impostato secondo i principi dell'Approccio Integrato, per cui l'applicazione del metodo può suddividersi in quattro fasi: Definizione dell'intervento, Valutazione, Miglioramento e Selezione. Nella prima fase, si effettua l'analisi del territorio da rivitalizzare e di parti di territorio circostante.

Nella seconda fase, vengono effettuate: la valutazione ambientale e l'analisi SWOT, volta ad individuare punti di forza e di debolezza del territorio, anche in termini di strategie territoriali e di politiche in atto.

La terza fase riguarda le possibilità di miglioramento ambientale e i loro costi<sup>6</sup>; per quanto riguarda le opzioni tecniche considerate da sottoporre alla quarta fase, vengono considerate non solo le soluzioni settoriali, ma anche le caratteristiche dei singoli stabilimenti, dei prodotti e del territorio, per poterne sfruttare le particolarità. E' inoltre considerata la congruenza fra le tecniche di miglioramento e la politica locale e le strategie.

Nella quarta fase, si esegue la selezione fra i vari scenari, ognuno rappresentato da differenze tecnologiche.

Applicando BATTER, si confrontano una gamma di opzioni territoriali sulla base del rapporto costi-benefici ambientali e in base a considerazioni strategiche relative al territorio. BATTER utilizza nell'ultimo passaggio il concetto di eco-efficienza per selezionare gli scenari. Ad ogni scenario viene attribuito un risultato numerico: più alto il valore, più eco-efficiente risulta lo scenario.

Esso considera i seguenti aspetti ambientali: produzione di rifiuti, inquinamento dell'aria, inquinamento dell'acqua, rumore, consumi di acqua, consumi di energia.

Al momento, BATTER è stato testato solo su attività industriali, ma la sua struttura ed i principi secondo i quali è stato elaborato permettono la sua applicazione su tutte le altre attività che determinano effetti negli aspetti ambientali considerati. In futuro BATTER verrà testato su un territorio considerando diversi tipi di attività.

Nel progetto MASURIN, BATTER è stato applicato nell'isola di Murano, una piccola isola nella laguna di Venezia, caratterizzata dalla produzione del vetro artistico.

Murano ha una tradizione molto antica nella lavorazione del vetro (più di 1000 anni). Attualmente, nonostante l'eccellenza tecnica ed estetica dei maestri e delle maestranze muranesi, il distretto del vetro artistico sta attraversando un periodo di crisi. Diverse sono le cause all'origine di questa crisi, non ultima la localizzazione distrettuale che complica la logistica dei trasporti con conseguente aumento dei costi. Il Comune di Venezia ha deciso di gestire la crisi di Murano non seguendo la strada facile della delocalizzazione delle imprese e seguente scomparsa del distretto, bensì attuando un completo intervento di rivitalizzazione distrettuale. Alla base della scelta, condivisa da tutti gli stakeholders vi era la convinzione che le imprese dovessero rimanere localizzate al centro dell'abitato (D'Amico e altri, 2005). La conseguenza di questa scelta era quella di una drastica riduzione dell'inquinamento prodotto dalle industrie vetrarie.

Tra le iniziative prese per rivitalizzare il distretto, un Accordo Volontario ha gestito le emergenze ambientali del distretto. L'accordo si è limitato a considerare solo la parte inquinamento atmosferico, essendo al tempo dell'accordo non migliorabili gli aspetti relativi alla produzione dei rifiuti e

<sup>6</sup> BATTER tiene conto dei costi industriali diretti ed indiretti: un altro prodotto, TE.MA®, sviluppato anche questo nell'unità PROT-RIS, e testato in un altro distretto industriale, seleziona gli scenari tenendo conto sia dei costi diretti ed indiretti, sia delle esternalità. TE.MA. considera anche i rapporti tra imprese nel caso di raggiungimento di accordi volontari.

di inquinamento dell'acqua. Il piano di risanamento acustico faceva parte di altre iniziative prese dal Comune.

L'accordo è stato siglato fra le autorità locali e centrali, i sindacati, le associazioni degli imprenditori: lo scopo dell'accordo era di ridurre l'inquinamento dell'aria provocato dalle vetrerie ben oltre i limiti di legge (tabella 1).

Applicando i passaggi previsti nella fase di miglioramento di BATTER, sono stati trovati 4 scenari che soddisfano l'Accordo Volontario: nella fase di selezione, fra le opzioni tecniche selezionate, la più efficiente<sup>7</sup> è risultata (tabella 2):

#### **metano-ossicombustione + sistema di filtrazione**

Questa soluzione permette:

- di raggiungere l'obiettivo fissato dall'accordo volontario al costo più basso;
- di soddisfare i principi dell'ecologia industriale perché l'ossigeno utilizzato nella combustione sarà venduto da un'azienda che si trova sulla terraferma; per questa azienda, l'ossigeno è un sottoprodotto e, nelle attuali condizioni, essendo di difficile commercializzazione, costituisce un rifiuto;
- di ottenere un aumento dei network distrettuali, sia di tipo fisico, sia di tipo funzionale, perché una condotta collegherà l'azienda produttrice di ossigeno con Murano,
- un risparmio di ca. 10 milioni m<sup>3</sup> metano/anno che rappresenta ca. 65% del metano utilizzato attualmente dalle imprese, con una riduzione conseguente dell'emissione di CO<sub>2</sub> di ca. 20000 tonnellate/anno (D'Amico e altri, 2005)

E' da notare che la soluzione scelta, così favorevole, ha origine dalle particolarità del territorio, in quanto deriva dall'esistenza di uno stabilimento che produce determinati prodotti in determinate condizioni: questo è un esempio di soluzio-

ne tecnica aggiuntiva data dal territorio. Il particolare valore della soluzione trovata nasce dal fatto che si può definire una soluzione *win-win-win*. I primi due guadagni derivano dalla riduzione dell'inquinamento e dei consumi e da grandi risparmi sulla bolletta energetica (si può ipotizzare per tutto il distretto, a regime, un risparmio di circa 2 milioni di €/anno), mentre il terzo tipo di guadagno è sociale, in quanto la comunità ha salvaguardato posti di lavoro, evitando il degrado e lo spopolamento dell'isola di Murano.

## **Conclusioni**

Nonostante l'Ecologia Industriale abbia tra i suoi fini quello di studiare le relazioni tra le produzioni e le funzioni degli stabilimenti industriali, essa non ha prodotto finora metodi e strumenti adatti a considerare le peculiarità del territorio, che è in definitiva il substrato che influenza le possibilità di realizzazione di interventi ecoindustriali. Inoltre gli strumenti tipici dell'ecologia Industriale mostrano un taglio molto ingegneristico, lontano dalla multidimensionalità richiesta per realizzare interventi di Sviluppo Sostenibile; perciò i due approcci, secondo gli autori, e al contrario di quanto affermato da alcuni entusiasti ecologisti industriali, non coincidono. Fin dal 1999 ENEA ha sviluppato tipologie di intervento che, basandosi su un approccio territoriale perfettamente sovrapponibile ai concetti espressi nella Dichiarazione di Lubiana del 2003, sono orientati al raggiungimento della sostenibilità. La sostenibilità è una qualità che emerge quando si considera l'approccio territoriale, in quanto la complessità stessa del territorio obbliga a considerare cause ed effetti di diversa natura (multidimensionalità) e visioni temporali di lungo termine.

<sup>7</sup> Pur selezionando gli scenari in base al concetto di eco-efficienza, nel caso di Murano il risultato fornito da BATTER risulta svincolato da questo principio. BATTER ha selezionato nel caso di Murano non lo scenario più eco-efficiente, ma lo scenario più eco-efficiente tra quelli che rispettano le condizioni dell'Accordo Volontario.

Figura 2  
Lo schema logico di  
BATTER

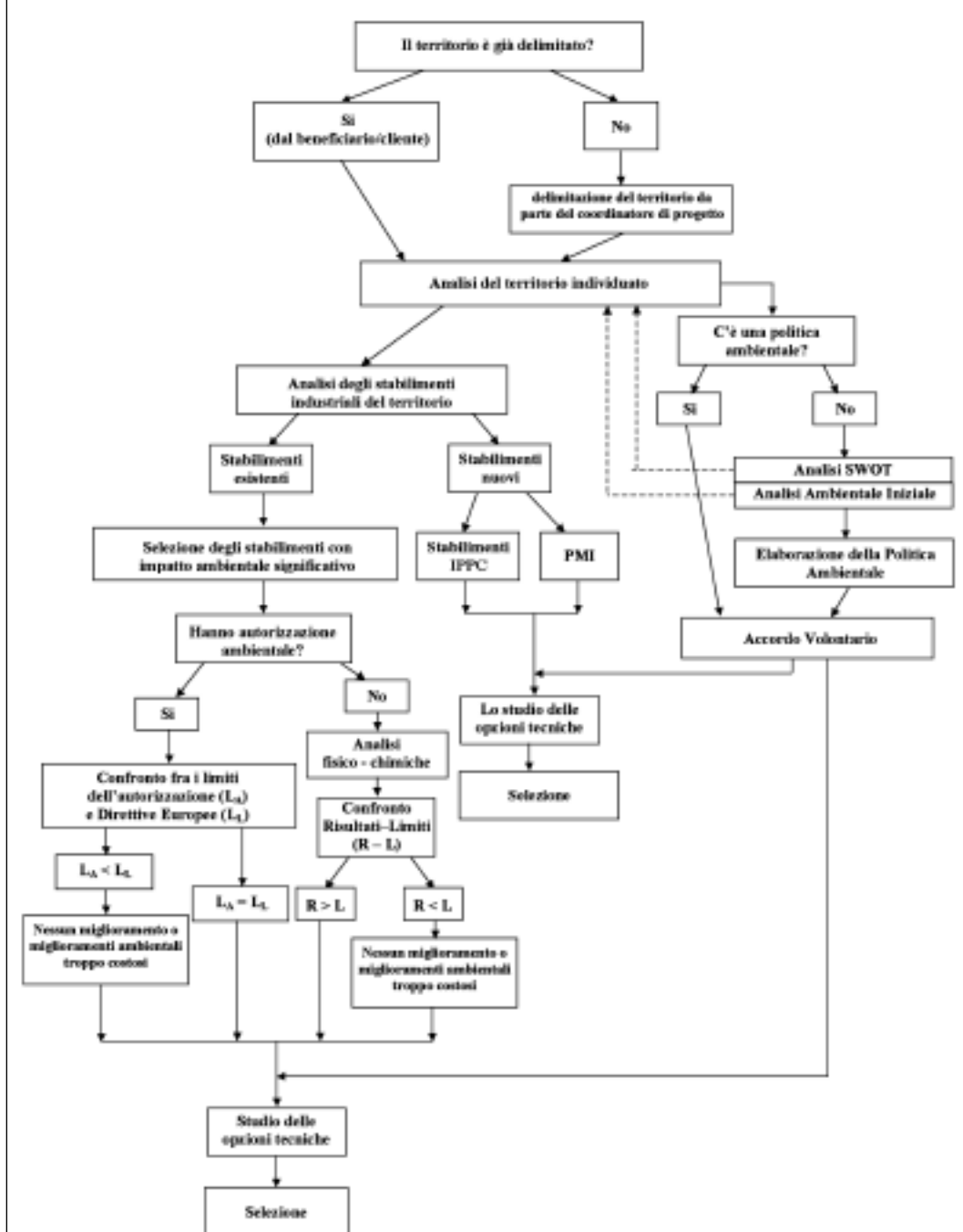


Tabella 1 - Obiettivi di risanamento ambientale fissati dall'accordo volontario

% di abbattimento sui limiti stabiliti dalla L. 203/88	
NOx	- 65 %
Particolato	- 73 %
Cloruri	- 34 %
Fluoruri	- 21 %
Cadmio	- 48 %
Arsenico	- 50 %
Cromo	- 50%
Cobalto	- 50%
Nickel	- 50 %
Selenio	- 50 %
Antimonio	- 90 %
Manganese	- 90 %
Piombo	- 90%
Rame	- 90 %
Stagno	- 90 %

Tabella 2 - Le opzioni tecniche assunte come base tecnologica dei vari scenari

Opzioni tecniche	Punti
1. Sostituzione della combustione metano-aria con la combustione metano-ossigeno	4.5
2. Uso del forno elettrico	3.6
3. Combustione metano-ossigeno + sistema di filtrazione	5.4
4. Forno elettrico + sistema di filtrazione	3.4

## Bibliografia

AYRES, R.U. AND L.W. AYRES 199, *Industrial Ecology: Towards Closing the Materials Cycle*, Edward Elgar Publishing, London, 416 pp.

AYRES, R.U., AND L.W. AYRES. 2002, *A Handbook of Industrial Ecology*, Edward Elgar Publishing, London, 704 pp.

BECCATTINI, G. 1998, *Distretti Industriali e Made in Italy. Le basi socioculturali del nostro sviluppo economico*, Bolatti Boringhieri, Turin, 195 pp.

BIGGIERO, L. 1998, *Italian Industrial Districts: An Evolutionary and Institutional View*, Contributed Paper at the Conference on The Future Location of Research in a Triple Helix of University-Industry-Government Relations, New York, 7-10 January 1998.

BRINGEZU S. 2003, *Industrial Ecology and Material Flow Analysis*, Pages 20-34 in Bourg, D. and S. Erkman (eds) Perspectives on Industrial Ecology. Greenleaf Publishing, Sheffield.

BROWN, B.J., M.E. HANSON, D.M. LIVERMAN, AND R.W. MERIDETH JR. 1987, *Global sustainability: Toward definition*, Environmental Management 11(6): 713-719.

COHEN-ROSENTHAL E. 1996, *Designing ecological industrial parks: the US experience*, UNEP Industry and Environment 19(4):14-18.

COHEN-ROSENTHAL, E. 2003, *What is eco-industrial development?*, Pages 14-29 in Cohen-Rosenthal, E. and J. Musnikow (eds.) Eco-industrial Strategies. Unleashing Synergy between Economic Development and the Environment Greenleaf Publishing, Sheffield.

CORSON, W.H. 1994, *Changing course: An outline of strategies for a sustainable future* Futures 26(2): 206-223.

COTE R.P., COHEN-ROSENTHAL E. 1998, *Designing eco-industrial parks: a synthesis of some experiences*, Journal of Cleaner Production 6: 181-188.

D'AMICO F. 2001. Cenni di teoria e pratica delle BAT. Pages 13-61 in F.D'Amico (ed.) Territorio e ambiente, *Luso*

delle BAT per il miglioramento dell'efficienza ambientale del sistema industriale italiano. L'aggregato progettuale COME.TA, Round table ENEA, Roma.

D'AMICO, F., M.M. BULEANDRA, M. VELARDI, I. TANASE. 2005, *Industrial Ecology application: Murano case*, 11<sup>th</sup> Annual International Sustainable Development Research Conference, 6-8 June, Finlandia Hall, Helsinki, Finland.

D'AMICO G. 2005, *Le isole della sostenibilità. Rivitalizzare lo sviluppo dei sistemi territoriali: i distretti industriali di Manzano, Murano ed Arzignano*, Tesi di laurea in Economia Aziendale, Università Commerciale L. Bocconi, Milano.

EHRENFELD, J.R. 2004, *Can Industrial Ecology be the "Science of Sustainability"?* Journal of Industrial Ecology 8(1-2):1-3.

EILERING, J.A.M. AND WJ.V. VERMEULEN. 2004, *Eco-industrial parks: toward industrial symbiosis and utility sharing in practice*, Progress in Industrial Ecology 1(1-3):245-270.

FROSCHE, R.A. AND N.E. GALLOPOULOS. 1989, *Strategies for Manufacturing*, Scientific American 144-152.

GARNER, A. AND G.A. KEOLEIAN. 1995, *Industrial ecology: an introduction*. National Pollution Prevention Center for Higher Education, University of Michigan, Ann Arbor, MI, available on <http://www.umich.edu/~nppcpub/resources/compedia/ind.ecol.html>

GRAAF, H.J. DE, C.J.M. MUSTERS, AND WJ. TER KEURS. 1996, *Sustainable Development: Looking for new strategies*, Ecological Economics 16(3):205-216.

GRAEDEL, T.E. AND B.R. ALLENBY. 2002, *Industrial Ecology*, Prentice Hall, New Jersey, 363 pp.

GRAEDEL, T.E. 1996, *On the concept of industrial ecology*, Annual Review of Energy and the Environment, Vol. 21:69-98.

KORHONEN, J., F. VON MALMBORG, P.A. STRACHAN, J.R. EHRENFELD. 2004, *Editorial: Management and Policy Aspects of Industrial Ecology: An Emerging Research Agenda*, Business Strategy and the Environment 13(5):289-305.

LIFSET, R. 1997, *Relating industry to ecology*, Journal of Industrial Ecology 1(2):1-2.

Ljubljana Declaration on the Territorial Dimension of Sustainable Development, 13th Session of the European Conference of Ministers Responsible for Regional Planning (CEMAT), 16 - 17 September 2003

LOWE, E.A. 1995, *The Eco-Industrial Park: A Business Environment for A Sustainable Future*, Paper presented at Designing, Financing and Building the Industrial Park of the Future Workshop, San Diego.

LOWE, E.A., S.R. MORAN, AND D.B. HOLMES. 1996, *Fieldbook for the Development of Eco-Industrial Parks: Final Report*. Research Triangle Park, NC: Research Triangle Institute.

LOWE, E.A. 1997, *Creating by-product resource exchanges: strategies for eco-industrial parks*, Journal of Cleaner Production 5(1-2):57-65.

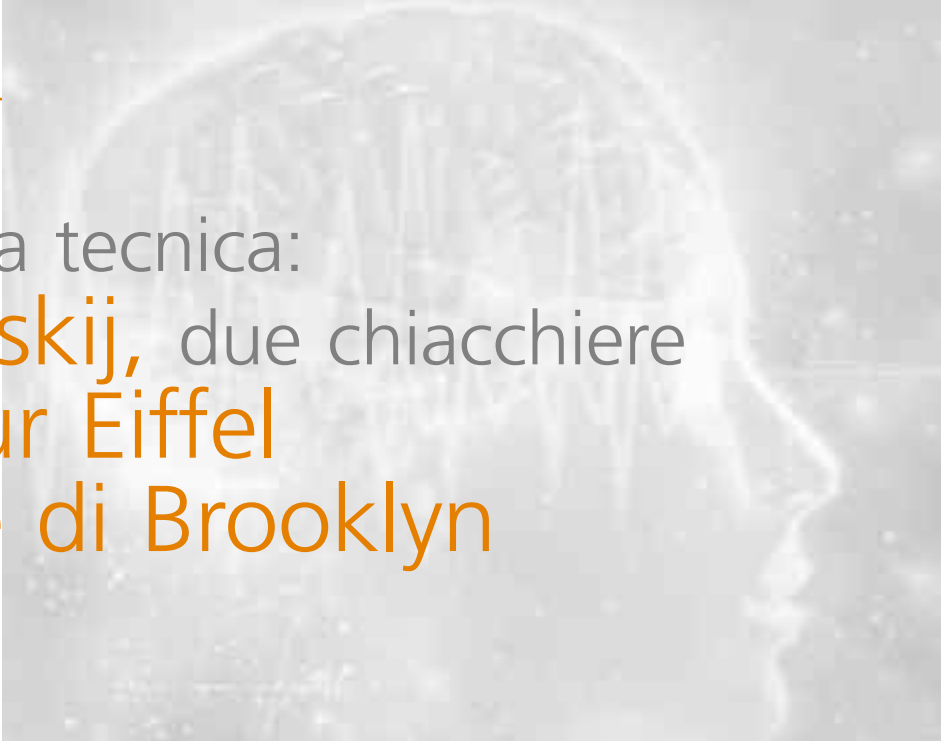
MARSHALL A. 1890, *Principles of Economics*, Macmillan and Co. Ltd., London 1920. Eighth edition. Library of Economics and Liberty. <<http://www.econlib.org/library/Marshall/marP1.html>>.

MARTIN, S.A., K.A. WEITZ, R.A. CUSHMAN, A. SHARMA, R.C. LINDROOTH, S.R. MORAN. 1996, *Eco-Industrial Parks: A Case Study and Analysis of Economic, Environmental, Technical, and Regulatory Issues*, Final Report, RTI Project Number 6050 FR, Center for Economics Research, Research Triangle Institute, Research Triangle Park, NC 27709, Prepared for the Office of Policy, Planning and Evaluation, US EPA, Washington DC.

WALLNER H.P. 1999, *Towards sustainable development of industry: networking, complexity and eco-clusters*, Journal of Cleaner Production 7(1):49-58,

Work and Environment Initiative (WEI), 2000. *Handbook on Codes, Covenants, Conditions, and Restrictions for Eco-Industrial Parks*, Cornell University Center for the Environment, Ithaca, New York.

World Commission on Environment and Development (WCED). 1987, *Our common future*, Oxford University Press, Oxford. 398 pp.



---

# Poesia della tecnica: Majakovskij, due chiacchiere con la Tour Eiffel e il Ponte di Brooklyn

di FAUSTO BORRELLI

---

scienza, tecnica,  
storia & società

Majakovskij (1893-1930) vede nello sviluppo della tecnica l'elemento propulsivo delle società moderne. Affascinato dalla perfetta costruzione di acciaio e dalla splendente illuminazione elettrica, Majakovskij parla alla Tour Eiffel... e la tecnica si fa poesia

The poetry of engineering:  
Mayakovsky, chats with  
the Eiffel Tower  
and the Brooklyn Bridge

*Vladimir Mayakovsky (1893-1930) saw in the development of engineering the driving force of modern societies. Fascinated by the Eiffel Tower's perfect steel construction and splendid electrical lighting, he converses with the landmark ... and engineering turns into poetry*

Io conosco la forza delle parole.  
Majakovskij

Majakovskij (1893 – 1930), poeta e cantore della rivoluzione russa, vede nello sviluppo della tecnica l'elemento strutturale e propulsivo delle società moderne e di quella socialista in particolare.

Nel 1900, a sette anni, accompagnando il padre guardaboschi tra le foreste della Georgia, Majakovskij vive un'esperienza che molti anni dopo chiamerà "l'eccezionale".

"Sette anni. Mio padre mi conduceva ormai nelle sue ispezioni a cavallo. Un valico. E' notte.

La nebbia ci avvolge anche mio padre è invisibile. Un tratturo. Mio padre strappa con la manica un ramo di rosa canina. Il ramo precipita addosso, le spine si conficcano nelle guance. Strillando appena, mi estraggo le spine. La nebbia ed il dolore svaniscono d'improvviso. Nella nebbia che si dirada c'è una luce più vivida del cielo. È l'elettricità. La fabbrica di doghe del principe Nakascidze. Dopo l'elettricità, non potrei più interessarmi alla natura. Così imperfetta".

Secondo una diffusa leggenda rivoluzionaria sembra che Lenin amasse dire che "il comunismo sono i soviet più l'elettricità".



Nel 1923 Majakovskij è a Parigi, metropoli che suscita in lui "incanto" e "nostalgia". "Incanto" per la Ville lumière, "nostalgia" per i campi innevati e le foreste della sua terra lontana.

Ma non riesce a staccare gli occhi dalla Tour Eiffel avvolta nella nebbia.

Affascinato dalla perfetta costruzione d'acciaio e dalla splendente illuminazione elettrica, Majakovskij parla alla torre ... e la tecnica si fa poesia.

Parigi

(Due chiacchiere con la torre Eiffel)

Calpestata da un milione di piedi.

In un fruscio di migliaia di gomme.

Attraverso Parigi:

orribilmente sola,

orribilmente deserta,

orribilmente senza un'anima.

Intorno a me

Le auto intrecciano una danza fantastica, intorno a me,

da bestiali musi di pesce

sibila l'acqua, zampillando,

fin dai tempi dei Luigi.

Esco

Sulla place de la Concorde.

Aspetto

che,

levando la cima intagliata,

spossata dallo spiare le case,

verso me,

bolscevico,

al convegno segreto

esca l'Eiffel dalla nebbia.

<< S-s-s!

torre

fate piano!

vi vedranno!>>

La luna è un orrore di ghigliottina.

Ed ecco che dico

(appostato sussurro,

le

ronfo

all'orecchio-radio):

<<Ho attivizzato case ed edifici.

Aspettiamo

solo il vostro consenso,

torre,

volete capeggiare la rivolta?

Torre,

noi

vi scegliamo come capo!

Figura 1  
La maschera  
e il volto

Non potete,  
 voi modello del genio della macchina,  
 struggervi qui  
 per i cattivi versi di Apollinaire.  
 Non è posto  
 per voi, posto di marciame,  
 la Parigi delle prostitute,  
 dei poeti,  
 delle borse.  
 Il metrò ha acconsentito,  
 il metrò è con me:  
 lui  
 sputerà il pubblico  
 dalle sue cavità rivestite,  
 col sangue laverà  
 dalle pareti  
 i manifesti dei profumi e delle ciprie.  
 Si è convinto  
 Che non deve snodarsi  
 Per le anguille dei ricchi.  
 Non è uno schiavo!  
 Si è convinto  
 che gli si adattano  
 molto meglio  
 i nostri manifesti,  
 i cartelli di lotta.  
 Torre,  
 non temete le strade!  
 Se esse non faranno  
 Uscire il metrò,  
 le rotaie  
 lo sferzeranno.  
 Sollevo io la rivolta delle rotaie.  
 Temete?  
 Mute di bettole si metteranno alla difesa!  
 Temete!  
 Verrà in aiuto la Rive-gauche.  
 Non temete!  
 Mi son messo d'accordo coi ponti.  
 Passare  
 il fiume  
 a nuoto  
 non è facile!  
 I ponti,  
 accendendosi per un malvagio movi-  
 mento,  
 insorgeranno insieme dai lati di Parigi.  
 Cominceranno la rivolta

al primo appello,  
 disseminando i passanti sulla pietra dei  
 piloni.  
 Tutte le cose si solleveranno.  
 Non ne possono più.  
 Passeranno  
 Quindici anni  
 o venti,  
 s'affloscerà l'acciaio,  
 e le cose  
 stesse  
 allora  
 verranno  
 a vendersi nelle notti di Montmartre.  
 Andiamo, torre!  
 Da noi!  
 Voi  
 laggiù,  
 da noi,  
 siete più necessaria!  
 Andiamo, da noi!  
 Nello splendore dell'acciaio,  
 nel fumo,  
 vi accoglieremo,  
 vi accoglieremo più teneramente  
 che le prime amate gli amanti.  
 Andiamo a Mosca!  
 Da noi  
 a Mosca  
 c'è vastità.  
 Potrete  
 andare  
 per ogni strada.  
 Noi  
 Vi cureremo:  
 cento volte  
 al giorno  
 lucideremo come soli il vostro acciaio e  
 il vostro rame.  
 Che  
 la vostra città,  
 la Parigi dei gagà e delle sciocche,  
 la Parigi dei babbei di viale,  
 finisca sola, sotterrandosi  
 nell'interrotto cimitero del Louvre,  
 nel vecchiume dei boschi di Boulogne e  
 dei musei.  
 Avanti!



Avanza con le tue quattro zampe possenti,  
 edificate dai disegni di Eiffel,  
 perché nel nostro cielo sia irradiata la tua fronte,  
 perché le nostre stelle vadano alla deriva davanti a te!  
 Risolvetevi, torre;  
 preparate tutti, oggi, alla lotta mettendo sottosopra Parigi da cima a fondo!  
 Andiamo!  
 Da noi!  
 Da noi, nell'URSS!  
 Andiamo, da noi:  
 io  
 vi procurerò il visto!>>

(1923)



Nel 1925, Majakovskij è a New York. Una sera sul ponte di Brooklyn risente il fascino per la megatecnica dell'acciaio e per l'elettricità sentita a Parigi e rivolge, a denti stretti, un elogio al presidente degli Stati Uniti Calvin Coolidge (1872-1933) - nonostante che nel 1919 avesse scatenato la milizia armata contro gli scioperanti di Boston.

### *Il ponte di Brooklyn*

Emetti, Coolidge,  
 un grido di gioia!  
 Per una bella cosa  
 nemmeno io risparmio le parole.  
 Diventa rosso

dalle mie lodi  
 come la stoffa della nostra bandiera,  
 anche se voi siete  
 i dis-united States  
 of  
 America.  
 Come un credente invasato  
 va  
 in chiesa  
 o si ritira,  
 austero e semplice,  
 in un'èremo,  
 così io  
 nel grigiastro  
 balenio della sera  
 entro,  
 dimesso, sul ponte di Brooklyn.  
 Come un vincitore irrompe  
 in una città  
 demolita  
 sui cannoni dalla bocca  
 lunga come giraffa,  
 così, ubriaco di gloria,  
 affamato di vita,  
 io penetro,  
 superbo  
 sul ponte di Brooklyn.  
 Come uno sciocco pittore  
 nella Madonna d'un museo  
 configge il suo occhio,  
 amoroso ed acuto,  
 così io,  
 cosparso di stelle,  
 dal sottocielo  
 guardo  
 New -York  
 attraverso il ponte di Brooklyn.  
 New-York,  
 sino alla sera plumbea  
 e afosa,  
 ha obliato  
 le sue pene  
 e la sua altezza,  
 e soltanto  
 le anime delle case  
 si levano  
 nella diafana fosforescenza delle finestre.  
 Qui

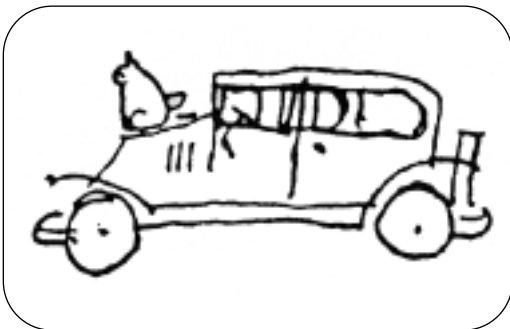
**Figura 2**  
 Autoritratto  
 da Parigi

pizzica appena  
 il prurito degli *elevators*.  
 E solo  
 da questo  
 leggiere prurito  
 comprendi  
 che i treni  
 strisciano tintinnando,  
 come se qualcuno  
 riponesse stoviglie in credenza.  
 Quando poi  
 sembra che dalla sorgente del fiume  
 un droghiere trasporti  
 zucchero  
 da una fabbrica,  
 passano  
 sotto il ponte alberi di nave,  
 piccoli  
 di misura come spilli.  
 Io sono orgoglioso  
 di questo  
 miglio metallico,  
 vive in esso  
 s'innalzano le mie visioni:  
 invece di stili  
 lotta  
 per le costruzioni,  
 calcolo rigoroso  
 di bulloni  
 e d'acciaio.  
 Se  
 verrà  
 la fine del mondo  
 e il nostro pianeta  
 dal caos  
 sarà disgregato,  
 e se d'ogni cosa  
 resterà  
 solo questo  
 ponte impennato sopra la polvere dello sfacelo,  
 allora,  
 come da ossetti  
 più esili di aghi  
 crescono  
 i pangolini  
 nei musei,  
 così  
 con questo ponte

il geologo dei secoli  
 saprà  
 ricostruire  
 i giorni del presente.  
 Egli dirà:  
 «Questa  
 zampa d'acciaio  
 collegava  
 mari  
 e praterie,  
 di qui  
 l'Europa  
 si slanciava verso l'Ovest,  
 gettando  
 al vento  
 le piume degli Indiani.  
 Ricorda  
 una macchina  
 codesta costola.  
 Pensate,  
 le braccia non vi basterebbero  
 se, piantando  
 un piede d'acciaio  
 su Manhattan,  
 verso di voi  
 per il labbro  
 voleste tirare Brooklyn.  
 Dal viluppo  
 di fili elettrici  
 riconosco  
 l'epoca  
 seguente al vapore.  
 Qui  
 la gente  
 già  
 urlava alla radio,  
 qui  
 la gente  
 già  
 volava in aereo.  
 Qui  
 la vita  
 era  
 per gli uni spensierata,  
 per gli altri  
 un lungo  
 gemito di fame.  
 Di qui

i disoccupati  
 si buttavano  
     a capofitto  
         nello Hudson.  
 E più lontano senza impedimenti  
     il mio quadro  
         s'allarga  
 per corde-funi  
     sino ai piedi delle stelle.  
 Io vedo:  
 qui  
     si fermò Majakovskij,  
 si fermò  
     e, sillabando, componeva versi >>.  
 Sgrano gli occhi  
     come un Eschimese innanzi al treno,  
 m'attacco  
     come s'attacca all'orecchio una zecca.  
 Il ponte di Brooklyn:  
 questa sì.....  
     E' una gran cosa!

(1925)



Sempre nel 1925, Majakovskij getta uno sguardo allo spaccato di un grattacielo di New York, anticipando "la finestra sul cortile" di Alfred Hitchcock ( con James Stewart, Grace Kelly e Raymond Burr) e i quadri di "scena americana" di Edward Hopper (1882-1967). "Il contatto con le cose vive per me sostituisce quasi del tutto la lettura".

*Spaccato d'un grattacielo*

Prendi  
     un'enorme

casa di New York,  
 guarda  
     ben dentro  
         l'edificio.  
 Vedrai  
     vecchissimi  
         bugigattoli e tane:  
 una cosa  
     assolutamente  
         preottobrina.  
 Il primo:  
     gioiellieri  
         guardia permanente,  
 una serratura è fissata  
     alle imposte delle ciglia.  
 Nella penombra  
     gli eroi del cinema  
         i poliziotti,  
 sono stesi  
     come cani  
         per la roba altrui.  
 Il terzo:  
     gli uffici dormono.  
     carta assorbente  
         Il sudore degli schiavi.  
 Perché  
     non dimentichi il mondo  
         chi è il padrone,  
 sulle insegne  
     in oro c'è scritto  
         << William Sprot >>.  
 Il quinto.  
     Contate  
         Le camicie della dote,  
 una miss  
     stramatura  
         sogna fidanzati.  
 Sollevando col seno  
     il punto a giorno,  
 di tanto in tanto si gratta  
     le rigogliose ascelle.  
 Il settimo.  
     Sul focolare  
         domestico  
             innalzandosi,  
 conservate le forze  
     con lo sport,  
 un sir

**Figura 3**  
 La Renault  
 di Majakovskij

insanguina il muso  
 alla sua  
 legittima mistress,  
 avendo scoperto un tradimento.  
 Il decimo.  
 Di miele.  
 Una coppia s'è coricata.  
 Più felice  
 d'Adamo e di Eva.  
 Leggono  
 sul *Times*  
 la rubrica delle pubblicità:  
 << Vendita a rate di automobili >>.  
 Il trentesimo.

Azionisti  
 Siedono infervorati,  
 dividono miliardi,  
 avidi e affaccendati.  
 Il profitto  
 del trust:  
 << Preparazione di prosciutto  
 coi migliori  
 cani crepati  
 di Chicago >>.  
 Quarantesimo.  
 Nella camera da letto  
 d'una diva  
 d'operetta.  
 Concentrata tutta la solerzia  
 nel buco della serratura,  
 perché Coolidge  
 conceda il divorzio,  
 i poliziotti devono  
 sorprendere il marito  
 in flagrante  
 sul letto.  
 Un libero artista,  
 che disegna terga,  
 sonnecchia al novantesimo,  
 pensa  
 una cosa soltanto:

come corteggiare  
 la figlia della padrona,  
 per affibbiare  
 una tela alla madre.  
 E dal tetto s'è fusa  
 la tovaglia di neve.  
 Mangia soltanto

nel ristorante in alto  
 Le grosse briciole  
 l'inserviente negro,  
 quelle piccole  
 le mangiano i topi.  
 Io osservo  
 e la rabbia mi prende  
 per ciò che nasconde  
 la facciata di pietra.  
 Mi sono precipitato  
 700 chilometri in avanti,  
 e sono giunto  
 a sette anni indietro.

(1925)

Chiudiamo con questo "frammento" del 1930.

Io conosco la forza delle parole,  
 conosco delle parole il suono a stormo.  
 Non di quelle  
 Che i palchi applaudono.  
 A tali parole  
 Le bare si slanciano  
 per camminare  
 sui propri  
 quattro piedini di quercia.  
 Sovente  
 le buttano via,  
 senza stamparle, senza pubblicarle.  
 Ma la parola galoppa  
 con le cinghie tese,  
 tintinna per secoli  
 e i treni strisciano s'appressano  
 a leccare  
 le mani callose  
 della poesia.  
 Io conosco la forza delle parole.

(1930)

**Figura 4**  
 Verso l'America  
 pensando a casa



## Cenni biografici

Vladimir Vladimirovic Majakovskij nasce il 7 luglio 1893 in Georgia nel villaggio di Bagdadi a venticinque chilometri da Kutais. Il padre è un guardaboschi. Nelle sue ispezioni a cavallo per le foreste della Georgia porta spesso con sé il figlioletto Vladimir. Durante un'ispezione notturna le spine di un ramo di rosa canina si conficcano nelle guance del piccolo, quando una luce improvvisa nella nebbia gli fa svanire dolore e terrore: "E' l'elettricità ... Dopo l'elettricità non potei più interessarmi alla natura. Cosa imperfetta". Bambino attentissimo e precoce Majakovskij vive profondamente il clima della miseria, delle rivolte antizariste e della sanguinose repressioni cosacche. A casa, il guardaboschi cantava spesso una canzone: "Allon zanfan de lia po cetre".

I Majakovskij si trasferiscono a Kutais e Vladimir va al ginnasio. Legge un po' di tutto, ma due figure soprattutto colpiscono la sua immaginazione, Eugenio Onieghin e Don Chisciotte. "Mi feci una spada e una carrozza di legno e menai colpi a destra e a manca". A Kutais, sente parlare di "lumpenproletariat". Nel 1908, con la madre e le sue sorelle si trasferisce a Mosca dove cerca di continuare il ginnasio. Ma in casa non ci sono soldi. La pensione della vedova Majakovskij è misera. Vladimir lascia gli studi. Lavora come incisore e disegnatore e comincia ad interessarsi all'attività politica. Entra nel partito bolscevico clandestino. Viene arrestato e imprigionato tre volte. In carcere scrive le prime poesie. Nel 1911, si iscrive all'Istituto di Pittura, Scultura e Architettura di Mosca dove conosce il pittore David Burljuk (1882-1967) che lo esorta invece ad insistere nella poesia. Aderisce al movimento "Cubofuturismo", nato in Russia dopo

la diffusione del manifesto del Futurismo di Filippo Tommaso Marinetti (1876-1944).

Nel 1913, Majakovskij firma il manifesto del Cubofuturismo – "Schiaffo al gusto del pubblico" – alla cui stesura egli stesso aveva contribuito insieme a Burljuk. Il 14 dicembre 1913, al teatro Luna Park di Pietroburgo, viene messa in scena la tragedia "Vladimir Majakovskij". Con altri cubofuturisti, tra il 1913 e il 1914, compie una tournée nella Russia meridionale.

Nel luglio 1915, Majakovskij conosce il critico Osip Brik e sua moglie Lili Brik; da allora rimarranno tutti e tre insieme fino alla morte del poeta.

Nell'ottobre 1915, è chiamato alle armi e assegnato come disegnatore alla Scuola Automobilistica di Pietroburgo. E' tra i primi a salutare con entusiasmo e senza riserve la rivoluzione d'ottobre. Il mutamento politico si identifica per lui con la rivoluzione cubofuturista.

Recita versi al "Caffè dei poeti", al "Pittoresk" e al Museo del Politecnico di Mosca. Redige la "Gazzetta del futurista", interpreta alcuni film di cui aveva scritto la sceneggiatura.

Il 7 novembre 1918, al teatro del Drama Musicale di Pietroburgo, la sua azione drammatica "Mistero buffo" viene messa in scena dal regista Vsevolod Emilèvic Mejerchol'd (1874-1940). Dal 1919 al 1922 lavora all'Agenzia telegrafica Russa (ROSTA) inventando disegni grotteschi e slogan satirici per le "Finestre della Satira".

Nel 1923 fonda la rivista "LEF" (Fronte di sinistra alle arti) alla quale collaborano Ejzenstein, Pasternàk, Bebel', Slovskij, Te't'jakòv e molti altri.

Nello stesso periodo, il suo amico e mentore - il pittore David Burljuk - si reca a New York e decide di non tornare mai più in Russia.

Dal 1923 Majakovskij inizia una serie di viaggi all'estero soggiornando a

Parigi, Berlino, Praga, Varsavia, e visitando – nel 1925 - l'Avana, Città del Messico, New York, Pittsburgh, Chicago, Detroit, Cleveland e Filadelfia. Compie lunghi viaggi nell'Unione Sovietica recitando le sue poesie e tenendo conferenze e dibattiti. Nel 1928 Mejerchol'd gli mette in scena "La cimice" e, ai primi del 1930, "Il bagno" feroce satira teatrale contro il potente, ottuso e corrotto apparato burocratico del partito comunista staliniano. Nel febbraio 1930 inaugura una sua mostra personale che riassume vent'anni di lavoro nei campi più diversi (teatro, cinema, circo, poesia, saggistica, cartellonistica, pittura). Sembra che nel frattempo avesse chiesto un "visto" per andare a Parigi e che il visto tardasse troppo ad arrivare. Il 14 aprile 1930, a Mosca, Majakovskij si spara un colpo al cuore.

## Bibliografia

I titoli più noti delle opere di Majakovskij sono:

"*La nuvola in pantaloni*" (1915), "*Il flauto di vertebre*" (1915-16), "*La Guerra e l'Universo*" (1915-16), "*Uomo*" (1916-17), "*Mistero buffo*" (1918) "*150.000.000*" (1919-20), "*Lenin*" (1924-25), "*La mia scoperta dell'America*" (1925) "*Bene*" (1927), "*Io stesso*" (1922-28), "*La cimice*" (1928), "*Il bagno*" (1930). A queste opere si devono aggiungere le "*Poesie*" (1912-1930), oltre cinquecentocinquanta.

Le "*Opere complete*" (in italiano) di Majakovskij sono state pubblicate nel 1958 dagli Editori Riuniti e ristampate, nel 1980, in cofanetto di otto volumi (oggi introvabili). Si veda inoltre: Angelo Maria Ribellino, "*Majakovskij e il teatro russo d'avanguardia*" Einaudi 1959 (ristampa del 2002); Vladimir Majakovskij e Lili Brik "*L'amore è il cuore di tutte le cose. Lettere 1915-1930*", a cura di Bengt Jangfeldt (traduzione di Serena Prina), Neri Pozza Editore, Vicenza 2005; e l'antologia "*Poesie*" di Majakovskij a cura di Serena Vitale, Garzanti 1972. Da queste tre ultime opere sono state tratte gran parte delle informazioni su Majakovskij.



## Misurazioni del radon nei Centri ENEA

SILVIA PENZO, MASSIMO CALAMOSCA

ENEA

ION, Istituto di Radioprotezione

In ottemperanza al DLgs 241/00<sup>1</sup> nel 2002 è stata avviata in ENEA, a cura dell'Istituto di Radioprotezione, un'articolata campagna di misura del radon negli ambienti di misura sotterranei, che si è recentemente conclusa. Di seguito, oltre ad un accenno sulla tecnica di misura utilizzata, sono riportati i risultati della campagna.

### Le misure di radon in ENEA

Dal 2000 l'Istituto di Radioprotezione dell'ENEA ha istituito un Servizio di valutazio-

ne della concentrazione del radon per mettere a disposizione dei soggetti interessati all'applicazione delle norme in vigore uno strumento che dia una misura di alta qualità<sup>2</sup>.

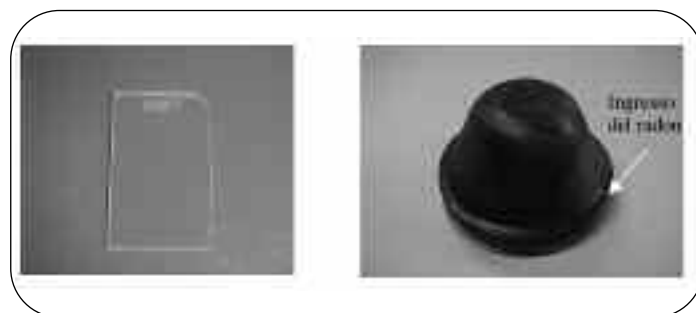
La tecnica di misura adottata si basa sui rivelatori passivi di tracce nucleari a base di PADC (Poly Allyl Diglicol Carbonato, CR-39<sup>®</sup>), esposti in un dispositivo innovativo di tipo chiuso con air gap (figura 1). Le particelle alfa che incidono sul rivelatore danneggiano il materiale producendo le tracce laten-

ti che, dopo un attacco chimico (NaOH 6.25N, 70°C, 6h) sono visibili al microscopio ottico. Dalla misura della densità di tracce, conoscendo il tempo di esposizione, si risale alla concentrazione di radon nel locale. Il rivelatore viene sostituito a periodicità opportune al fine di valutare le concentrazioni in differenti periodi di tempo.

### Le campagne di monitoraggio

Nel 2002 l'Istituto di Radioprotezione ha provveduto ad informare tutti i Direttori di Centro riguardo gli obblighi imposti dalla normativa e ha dato la disponibilità ad effettuare la campagna di misure. Il Servizio di valutazione della concentrazione di radon ha successivamente provveduto al monitoraggio sistematico ai sensi di legge di tutti gli ambienti sotterranei occupati, anche per tempi limitati, da lavoratori. Sono stati presi in considerazione tutti i locali sotterranei (cioè i locali o ambienti con almeno tre pareti interamente sotto il piano di campagna) individuati insieme al Responsabile del Servizio di Prevenzione e Protezione di ogni Centro.

In particolare, il Servizio Radon ha provveduto direttamente alle operazioni di primo posizionamento dei dosi-



**Figura 1**  
Rivelatore CR-39<sup>®</sup> con inciso il codice di identificazione e dosimetro

metri insieme ad una serie di misure con strumentazione attiva per ottimizzare la campagna di monitoraggio (scelta del rivelatore e durata dei periodi di esposizione).

I dosimetri sono stati posizionati ad un'altezza compresa tra circa 1 e 3 m, in un'area lontana da fonti di calore e di ricambio d'aria. Per tenere conto delle variazioni stagionali del radon, le misure hanno avuto la durata di un anno, con cambi dei rivelatori generalmente trimestrali per tutti i Centri.

Per ogni periodo di esposizione, il Servizio Radon ha provveduto a spedire i nuovi rivelatori da sostituire nei dosimetri. Ha eseguito la lettura, l'analisi e la stesura delle valutazioni della concentrazione di radon relative ad ogni periodo e, alla fine dell'anno di monitoraggio, ha redatto la relazione tecnica finale, che rappresenta il documento conclusivo contenente il valore della concentrazione media annuale di radon, come richiesto dalla legge.

La tabella 1 riporta le date di inizio e fine campagna, il numero di locali monitorati, il numero di dosimetri posizionati e le valutazioni effettuate nel corso dell'anno di misura.

Nei Centri Brasimone, Faenza, Roma Sede e Saluggia non sono stati individuati locali sotterranei occupati da lavoratori e pertanto non compaiono nelle tabelle.

Le misure sono state effettuate sostanzialmente entro le scadenze di legge.

#### *I risultati delle campagne*

La tabella 2 riporta i risultati ottenuti dopo un anno di misura: il valore medio della concentrazione annuale per

ciascuno dei Centri monitorati e il numero dei locali per ogni Centro in cui la concentrazione annuale di radon è risultata maggiore del livello di azione ( $500 \text{ Bq/m}^3$ ) e dell'80% del livello di azione ( $400 \text{ Bq/m}^3$ ).

In quattro locali, rispettivamente due appartenenti al Centro Casaccia, uno al Centro Frascati e uno all'UTS RAD presso il Centro Casaccia, è stato superato l'80% del livello di azione per cui si è continuata la misura l'anno successivo.

Per tali Centri, la tabella 3 riporta la data di inizio e fine del secondo anno di misura, il numero di locali monitorati, il numero di dosimetri posizionati e le valutazioni effettuate nel corso del secondo anno di misura.

La tabella 4 invece riporta i risultati relativi al secondo anno di monitoraggio. In tutti i casi la concentrazione media annuale è risultata inferiore al livello d'azione per cui non sono state necessarie ulteriori azioni.

Il livello di azione invece è stato superato in un numero maggiore di locali (in particolare in 7 locali del Centro Frascati, in 10 locali appartenenti all'UTS RAD presso il Centro Casaccia e in un locale dell'UTS FIS, sempre presso il Centro Casaccia). Per quanto riguarda RAD-CAS è stato dichiarato che i locali non sono frequentati da lavoratori, quindi non sono state necessarie ulteriori azioni.

Nel Centro Frascati, invece, sono state effettuate valutazioni dosimetriche che hanno evidenziato diverse situazioni: in alcuni locali la dose efficace annua è risultata inferiore a  $3 \text{ mSv}$ , per cui non

sono state necessarie ulteriori azioni; in un locale sono state effettuate ulteriori misurazioni con strumentazione attiva che hanno indicato la necessità di intervenire con azioni di rimedio tendenti a migliorare il sistema di ventilazione esistente; in un locale, infine, in cui la concentrazione di radon era molto elevata ( $> 8000 \text{ Bq/m}^3$ ) le azioni di rimedio provate (ventilazione aggiuntiva) non riducevano il valore di concentrazione al di sotto del livello d'azione, per cui, piuttosto che provare con azioni di rimedio più invasive e costose, si è preferito trasferire altrove le attività lavorative presenti nel locale.

#### *Considerazioni*

I valori medi delle concentrazioni annuali di radon relativi a ciascun Centro, mostrano, com'era prevedibile, che nei Centri situati nel Lazio si sono trovati i valori maggiori, anche superiori ai livelli d'azione. Infatti la conformazione del territorio laziale dal punto di vista geologico e il largo uso di particolari materiali (tufo) fanno sì che siano presenti alte concentrazioni di radon. Per tutti gli altri Centri, invece, i valori sono risultati bassi, minori della concentrazione media italiana ( $70 \text{ Bq/m}^3$ ). Si riporta in figura 2 la situazione italiana in cui sono indicati i valori medi regionali ottenuti nell'ambito dell'Indagine nazionale<sup>3</sup>. Tra le Regioni italiane esiste una situazione molto diversificata: si passa da concentrazioni medie di  $20 - 40 \text{ Bq/m}^3$  presenti in Liguria, Marche e Basilicata a valori di  $120 \text{ Bq/m}^3$  tipici di



Campania, Lazio, Lombardia e Friuli Venezia Giulia.

## Conclusioni

L'azione di monitoraggio del radon svolta nei Centri ENEA dall'Istituto di Radioprotezione si è conclusa entro le scadenze di legge ad eccezione di alcuni locali del Centro Casaccia nei quali la campagna di misura è iniziata in un secondo tempo per estendere i punti di misura a ulteriori locali.

L'intera operazione ha comportato l'impiego di circa 350 dosimetri e 1500 rivelatori.

La campagna di misure ha evidenziato che in quasi tutti i locali monitorati nel corso di oltre due anni, non è stata rilevata un'alta concentrazione di radon, pertanto l'esposizione al radon negli ambienti di lavoro ENEA non è rilevante. Uniche eccezioni sono stati 18 locali (7 appartenenti al Centro Frascati, 10 all'UTS RAD presso il Centro Casaccia e 1 all'UTS FIS, sempre presso il Centro Casaccia) in cui è stato superato il livello di azione. La maggior parte di tali locali non è frequentata da lavoratori. Nel caso di presenza di lavoratori

sono state effettuate specifiche valutazioni dosimetriche, ulteriori misurazioni e dove le azioni di rimedio non erano efficaci, sono state trasferite le attività lavorative.

Si informa inoltre che l'ENEA (l'Unità Di Agenzia in collaborazione con l'Istituto di Radioprotezione) ha realizzato un corso di formazione a distanza sulle problematiche del radon<sup>4</sup>.

Per maggiori approfondimenti è possibile consultare gratuitamente il corso "Il radon: un vicino da conoscere", disponibile in rete all'indirizzo:

[http://odl.casaccia.enea.it/FA-DIII/Gen/FadIII/Site/MDS\\_radon.htm](http://odl.casaccia.enea.it/FA-DIII/Gen/FadIII/Site/MDS_radon.htm)

Il corso, accessibile a chiunque indipendentemente dal grado di formazione scolastica e di specifico interesse, inizia col descrivere gli aspetti generali del radon e gradualmente affronta gli aspetti più tecnici e specialistici legati alla sua misura.

## Bibliografia

<sup>1</sup>Decreto Legislativo 26 maggio 2000 n. 241 "Attuazione della direttiva

96/29/EURATOM in materia di protezione sanitaria della popolazione e dei lavoratori contro i rischi derivanti dalle radiazioni ionizzanti" pubblicato in G.U. n. 203 del 31/08/2000.

<sup>2</sup>M. CALAMOSCA, S. PENZO, G. GUALDRINI, *The features of the new radon gas CR-39 dosimeter developed at the ENEA Institute of Radioprotection*, Radiation Measurement, 36, pp.221-224, 2003.

<sup>3</sup>F. BOCHICCIO, S. RISICA *Esposizione della popolazione italiana a radiazioni ionizzanti di origine naturale*, AIRP- Convegno Nazionale di Radioprotezione: Dosimetria personale ed ambientale, La Maddalena, 26-28 settembre 2001, ISSN/1120/5555.

<sup>4</sup>S. PENZO, M. CALAMOSCA, L. GAZZOTTI, *Il corso, Il radon: un vicino da conoscere: un nuovo strumento di apprendimento e-learning disponibile sulla rete*, Atti del Convegno nazionale di radioprotezione, AIRP, Catania, 15-17/09/2005, ISBN: 88-88648-03-8.

Tabella 1 - Monitoraggio del radon nei locali dei Centri ENEA - 1° anno di misura

Centro ENEA	Data inizio campagna	N° locali	N° dosimetri	N° valutazioni	Data fine campagna
Bologna	11/12/02	32	35	140	12-12-03
Brindisi	25/03/03	15	23	69	5-4-04
Casaccia					
CR CAS	27/2/03	97	109	436	19-4-04
CR CAS (*)	2/08/04	20	23	92	5-09-05
UTS FIS	21/06/02	5	23	92	23-07-03
UTS RAD	5/06/02	2	14	56	09-07-03
Frascati	27/09/02	18	19	76	5-11-03
Manfredonia	10/03/03	4	4	16	4-04-04
Montecuccolino (RB3)	7-04-03	1	1	4	6-04-04
Portici	26/02/03	30	35	140	17-3-04
S. Teresa	9/04/03	19	19	76	15-04-2004
Trisaia					
CR TRI	26/09/02	18	18	72	21-10-2003
UTS RAD	19/06/02	9	11	44	14-07-03

(\*) Posizionamento di ulteriori dosimetri per allargamento dei punti di misura precedenti

Tabella 2 - Risultati del 1° anno di monitoraggio del radon nei locali dei CR ENEA

CR ENEA	Concentrazione media (Bq/m <sup>3</sup> )	N. locali in cui la concentrazione media annuale > 400 Bq/m <sup>3</sup>	N. locali in cui la concentrazione media annuale > 500 Bq/m <sup>3</sup>
Bologna	51	0	0
Brindisi	37	0	0
Casaccia			
CR CAS	110	1	0
CR CAS (*)	95	1	0
c/o UTS FIS	548	0	1
c/o UTS RAD	1046	1	10
Frascati	742	1	7
Manfredonia	46	0	0
Montecuccolino		0	0
Portici	49	0	0
S. Teresa	56	0	0
Trisaia			
CR TRI	47	0	0
UTS RAD	34	0	0

(\*) Posizionamento di ulteriori dosimetri per allargamento dei punti di misura precedenti

Tabella 3 - Monitoraggio del radon nei locali in cui la concentrazione media annuale è risultata superiore al 80% del livello di azione - 2° anno di misura

CR ENEA	Data inizio campagna	N° locali	N° dosimetri	N° valutazioni	Data fine campagna
Casaccia					
CR CAS	6/07/04	1	1	4	5-09-2005
CR CAS (*)	19/10/05	1	1	3	monitoraggio in corso
UTS RAD	4/07/03	1	1	4	8-07-2004
Frascati	10/02/04	1	1	4	1-04-2005

(\*) Continuazione del monitoraggio per i dosimetri posizionati in data 2/8/04 (vedi Tabella 1) per allargamento dei punti di misura

Tabella 4 - Risultati del 2° anno monitoraggio del radon nei locali in cui la concentrazione media annuale è risultata superiore al 80% del livello di azione

CR ENEA	Concentrazione media (Bq/m <sup>3</sup> )	N. locali in cui la concentrazione media annuale > 400 Bq/m <sup>3</sup>	N. locali in cui la concentrazione media annuale > 500 Bq/m <sup>3</sup>
Casaccia			
CR CAS	99	0	0
CR CAS (*)	monitoraggio in corso	monitoraggio in corso	monitoraggio in corso
UTS RAD	386	0	0
Frascati	322	0	0

(\*) Dosimetri posizionati in data 2/8/04 (vedi Tabella 1) per allargamento dei punti di misura

Figura 2

Mappa dei valori medi regionali di concentrazione di radon nelle abitazioni italiane, ottenuta nell'ambito dell' "Indagine nazionale sulla radioattività naturale nelle abitazioni" (3)





## Etichette ecologiche per un approvvigionamento eco-efficiente

MILENA PRESUTTO

ENEA

Unità di Agenzia per lo Sviluppo Sostenibile - Advisor

È iniziato a gennaio 2006 il progetto "Green Labels Purchase - making a greener procurement with energy labels", ovvero "Etichette Ecologiche per gli Acquisti - come rendere più eco-efficiente l'approvvigionamento di beni e servizi con le etichette energetiche", cofinanziato nell'ambito del Programma comunitario EIE (Energia Intelligente per l'Europa) della Direzione Generale Energia e Trasporti della Commissione Europea.

Il progetto è realizzato in nove paesi europei: Austria, Bulgaria, Finlandia, Germania, Italia (ENEA), Lettonia, Polonia, Slovenia ed Ungheria da un consorzio di dodici istituzioni con una grande esperienza nel settore. Coordina il progetto l'Agenzia per l'Energia di Berlino.

Scopo del progetto è diffondere l'utilizzo delle etichette energetiche nelle proce-

dure di approvvigionamento di beni e servizi da parte delle Autorità pubbliche, nel settore terziario e presso le industrie (incluse le PMI) mediante una procedura semplice e standardizzata, simile in tutti i paesi partecipanti e supportata da una serie di strumenti di calcolo. Tale obiettivo verrà raggiunto attraverso:

- la diffusione presso i responsabili dell'approvvigionamento di beni e servizi nel settore pubblico e privato della consapevolezza e della conoscenza delle etichette energetiche quale semplice ed efficace strumento di individuazione dei prodotti eco-efficienti;
- la creazione e la diffusione di un insieme di documenti di supporto, fra cui delle dettagliate linee guida, e di strumenti di calcolo di tipo standardizza-

to che promuovano le procedure di approvvigionamento basate sull'efficienza energetica;

- l'identificazione delle barriere verso l'implementazione di un approvvigionamento eco-efficiente e la definizione di specifiche azioni per la loro eliminazione;
- la promozione di progetti pilota per l'acquisto di prodotti e servizi eco-efficienti come primo passo verso un utilizzo globale dell'approvvigionamento eco-efficiente a supporto di iniziative a livello regionale, nazionale ed europeo;
- un'ampia diffusione di questo approccio focalizzando il Progetto sia su grandi categorie di prodotti, quali l'IT e gli apparecchi domestici, che su tipologie più specifiche quali gli apparecchi per l'illuminazione, i veicoli, i componenti e gli impianti per l'edilizia e l'elettricità da fonte rinnovabile;
- la creazione di uno *Steering Committee* internazionale e di Comitati nazionali/regionali in ciascuno dei paesi partner.

Il settore di applicazione del progetto è quello degli usi finali efficienti. Ogni partner potrà poi decidere autonomamente gli specifici apparecchi da promuovere a livello nazionale/regionale. In particolare verranno considerati: prodotti IT inclusi PC, monitor, stampanti, fax ecc., che possono essere etichettati secondo il Programma Energy Star; apparecchi domestici (acquistati per esempio dalle associazioni per l'edilizia abitativa, i gruppi di acqui-

sto o i distributori di gas/elettricità), che sono etichettati secondo la direttiva comunitaria 92/75/CEE sull'etichettatura energetica; affiancati da prodotti complementari, ai quali sono applicabili anche schemi di etichettatura di tipo regionale o nazionale:

prodotti per l'illuminazione, principalmente sorgenti luminose ad elevata efficienza (che ricadono nell'ambito dell'etichettatura energetica europea o di altri marchi di qualità nazionali); veicoli puliti ed efficienti, per il trasporto pubblico o privato (studiati soprattutto in Austria, Germania e Polonia); componenti (quali le finestre) ed impianti (per esempio sistemi di riscaldamento e raffrescamento) per l'edilizia (studiati soprattutto in Austria, Lettonia e Slovenia) energia elettrica verde (da fonte rinnovabile).

Il progetto, della durata di 30 mesi, è diviso in quattro fasi:

- **Fase 1, preparazione:** questa fase comprende la definizione della strategia del progetto e la creazione del materiale promozionale (documenti informativi, strumenti di calcolo, ecc.);
- **Fase 2, sviluppo:** gli strumenti di calcolo e i documenti informativi verranno utilizzati per la promozione e l'implementazione in ciascun paese di una serie di progetti pilota di acquisto di beni e servizi eco-efficienti. Tali progetti saranno proposti ad un ristretto gruppo di soggetti interessati selezionati mediante una accurata campagna di informazione. I risultati delle

azioni pilota verranno discussi e diffusi a livello internazionale e saranno utilizzati per la validazione e la messa a punto finale dei documenti informativi e degli strumenti di supporto;

- **Fase 3, implementazione:** il gruppo di soggetti interessati verrà allargato a tutte le parti potenzialmente coinvolte nelle procedure di approvvigionamento con lo scopo di promuovere in tutti i paesi l'acquisto di beni e servizi eco-efficienti. Sono previste azioni di supporto e consulenza a questi stessi soggetti;

- **Fase 4, sostenibilità:** oggetto di questa fase è la preparazione e l'implementazione di politiche nazionali ed europee di approvvigionamento sostenibile sulla base dell'esperienza acquisita.

Inizialmente, perciò, verrà realizzata una dettagliata analisi dei sistemi per l'approvvigionamento di beni e servizi nei nove paesi che partecipano al progetto. Tale analisi includerà la valutazione delle procedure nazionali alla luce della legislazione comunitaria in materia, l'identificazione dei migliori esempi e del ruolo delle etichette energetiche, la descrizione delle specificità e delle barriere esistenti verso l'adozione di un approvvigionamento eco-sostenibile e le possibili soluzioni. Il risultato di questa analisi costituirà la base per la realizzazione del materiale promozionale e dei documenti e strumenti di supporto, alle azioni pilota, per la diffusione dei risultati e più in generale

per la definizione della strategia dell'intero progetto. Uno degli aspetti fondamentali dell'analisi della situazione-paese sarà anche lo scambio dei risultati fra i partecipanti e il confronto fra le diverse procedure nazionali.

Successivamente, si passerà alla creazione di strumenti per migliorare l'integrazione delle etichette energetiche nel processo di approvvigionamento di beni e servizi in tutti i paesi partecipanti. Verrà sviluppato sia un sito web internazionale, con le informazioni generali sul progetto, che specifici siti nazionali in cui saranno raccolte le informazioni relative a ciascun paese e regione. I documenti e gli strumenti più importanti sviluppati durante il progetto saranno disponibili su internet sia in inglese che nelle lingue nazionali, per permettere una più facile consultazione da parte delle autorità nazionali e di tutti i soggetti pubblici e privati. Saranno inoltre realizzati dei documenti informativi sull'approvvigionamento, quali "linee guida all'acquisto", e degli "strumenti di calcolo" per il confronto economico del ciclo di vita dei prodotti, per favorire l'integrazione delle etichette energetiche nell'acquisto di beni e servizi eco-efficienti.

Durante tutto il progetto sarà realizzata una continua e capillare azione di informazione mediante l'uso di brochure, comunicati stampa, articoli su riviste specializzate, presentazioni a convegni e seminari e corsi di formazione. I risultati del progetto potranno in questo modo venire a conoscenza del-

le autorità competenti e degli esperti nel campo dell'acquisto di beni e servizi soprattutto del settore pubblico, del terziario e dell'industria - incluse le PMI. Sarà inoltre creata una banca dati di soggetti potenzialmente interessati, che saranno regolarmente informati sullo stato del progetto attraverso una *newsletter* semestrale.

Le migliori procedure e i fattori di successo identificati nella prima parte del progetto e nelle azioni pilota saranno discussi nello *Steering Committee* internazionale e


in quelli nazionali/regionali. I principali attori e soggetti interessati sono: i responsabili degli acquisti nella pubblica amministrazione (ministeri, municipalità, enti pubblici, ecc.); i responsabili degli acquisti nelle imprese, specialmente del settore terziario, e nelle industrie e PMI; i grossisti e i gruppi di acquisto di consumatori attraverso le loro Associazioni; i decisori politici a livello nazionale, regionale e locale per l'introduzione di politiche di acquisto sostenibile.

Per informazioni:

Milena Presutto, tel: 0332 788217, e-mail: milena.presutto@ispra.enea.it

*Il contenuto di questo documento rispecchia l'opinione degli autori e non necessariamente quella della Comunità Europea.*

*La Commissione Europea non è responsabile dell'uso che potrà essere fatto delle informazioni contenute.*

**Intelligent Energy**  **Europe**

dal **MONDO****Centro italo-cinese  
per eco-tecnologie****Accordo di cooperazione  
tra ENEL e EDF****Tecnologie avanzate  
per Oil & Gas**

Il Centro è impegnato a realizzare entro i prossimi 6 mesi una microturbina ad alto rendimento per la trigenerazione (elettricità, calore e freddo), risultato della cooperazione tra istituzioni scientifiche ed imprese italiane e cinesi.

La microturbina sarà sottoposta a prove sperimentali, finalizzate alla definizione di un progetto industriale per la produzione e la commercializzazione in Cina di almeno 10.000 unità entro il 2010 con una potenza compresa tra i 100 e i 600 kW ciascuna ed è destinata a rappresentare una risposta innovativa e pulita alla crescente domanda di energia della Cina.

**ACCORDO DI COOPERAZIONE  
TRA ENEL E EDF**

Sulla base di un memorandum d'intesa, firmato il 30 maggio 2005, a fine dicembre è stato messo a punto da Fulvio Conti, designato amministratore delegato di ENEL, e da Pierre Gadonneix, Presidente e Direttore Generale di EDF, l'Accordo per la piena operatività di ENEL sul mercato francese e per lo sviluppo congiunto del programma nucleare transalpino di nuova generazione EPR (European Pressurized Reactor).

La cooperazione, che consentirà a EDF di poter contare su partnership qualificate a livello europeo per la realizzazione del programma di reattori di ultima generazione, rappresenta un passo ulteriore verso la liberalizzazione del mercato europeo dell'energia.

Ma l'Accordo, oltre a porre le basi per una importante presenza industriale e commerciale di ENEL in uno dei grandi mercati elettrici europei, permette ad ENEL di recuperare competenze nel settore nucleare con un progetto di avanguardia tecnologica.

**TECNOLOGIE AVANZATE  
PER OIL & GAS**

Oltre 700 esponenti del settore energetico provenienti da tutto il mondo hanno partecipato all'edizione 2006 dell'Annual Meeting di GE Oil & Gas, quest'anno intitolata "Advanced Technologies to Meet Global Energy Challenges".

Il meeting è stato un'occasione per presentare le ultime tecnologie del settore e far incontrare i suoi maggiori rappresentanti per discutere gli ultimi sviluppi e le sfide di questo mercato in continua evoluzione.

Erano presenti come relatori i responsabili di alcune delle società leader del settore petrolifero e del gas tra cui, oltre GE, ENI, ExxonMobil, GASCO, Gazprom, RasGas, Shell Canada, Union Fenosa Gas.

Numerose le sessioni di approfondimento su temi, quali la tecnologia delle macchine elettroniche per le applicazioni Oil & Gas, la progettazione e la certificazione dei compressori, gli ultimi sviluppi della tecnologia aeroderivativa per turbine a gas, le tecnologie di manutenzione per estendere il ciclo di vita degli impianti e migliorarne le prestazioni ed infine le tecnologie per l'ispezione dei gasdotti.

Le visite guidate degli stabilimenti GE di Massa e di Firenze hanno offerto, rispettivamente, una panoramica dei processi di produzione con metodologia total quality "Six Sigma", e la presentazione del supertreno di liquefazione di gas naturale (LNG) più grande al mondo che utilizza una turbina a gas GE azionata da un motore elettrico da 45 megawatt.

**CENTRO ITALO-CINESE  
PER ECO-TECNOLOGIE**

È stato sottoscritto il 26 novembre a Shanghai un memorandum d'intesa tra il Ministero dell'Ambiente italiano e la Tongji University di Shanghai per la realizzazione di un Centro italo-cinese per il trasferimento delle tecnologie.

Il centro avrà sede nell'Università di Tongji, che è tra le prime 5 università tecnologiche cinesi, ed è protagonista del programma strategico cinese per la ricerca e l'innovazione. La Tongji University è specializzata nell'ingegneria dei sistemi di trasporto, ed ha un ruolo di punta nello sviluppo di veicoli a basse emissioni, elettrici ed a idrogeno, in Cina.

## dall'**UNIONE EUROPEA**

**Nuova guida per i permessi di emissione**

**I rischi massimi del cambiamento climatico**

### **NUOVA GUIDA PER I PERMESSI DI EMISSIONE**

La Commissione Europea ha pubblicato, il 9 gennaio, la Guida per definire i permessi di emissione stabiliti dalla direttiva 2003/87/EC, sul sistema europeo di commercio delle emissioni in attuazione del Protocollo di Kyoto.

Ogni paese membro dell'Unione è tenuto a predisporre e ad aggiornare, entro il 30 giugno 2006, il proprio Piano Nazionale di allocazione dei permessi di emissione per il periodo 2008-2012, in modo tale da rispettare gli obblighi stabiliti dal Protocollo e dalla normativa europea ad esso collegata. Nella Guida vengono presentati gli 11 criteri elaborati dalla

Commissione, alcuni obbligatori ed altri opzionali, per ciascuno dei quali è stata stabilita una procedura trasparente e verificabile.

Tra i criteri obbligatori vi sono: impegni di riduzione delle emissioni, valutazione delle emissioni, potenziale di riduzione delle emissioni, coerenza con altri dispositivi di legge, pari opportunità fra le diverse industrie e i diversi settori produttivi, partecipazione del pubblico.

### **I RISCHI MASSIMI DEL CAMBIAMENTO CLIMATICO**

È stato presentato, a fine gennaio, dal Ministero dell'Ambiente britannico il Rapporto "Avoiding Dangerous Climate Change", che raccoglie gli atti del workshop di febbraio 2005 organizzato dal governo e dal Centro di ricerche sul clima britannici.

Il workshop ha riunito esperti di vari organismi internazionali per fare il punto sulle conoscenze scientifiche sui limiti massimi di concentrazione dei gas serra che possono essere considerati pericolosi per il futuro climatico del nostro pianeta.

Tale necessità è derivata dalla constatazione che la concentrazione atmosferica di anidride carbonica sta crescendo a velocità sempre più sostenuta e attualmente è arrivata a 380 ppm.

Nel Rapporto, però, vengono riportati in sette sezioni i concetti di impatti pericolosi e di vulnerabilità ai cambiamenti del clima, i maggiori problemi di vulnerabilità per gli ecosistemi naturali e per la società umana, gli equilibri naturali critici o a rischio di irreversibilità nelle varie regioni del pianeta, l'andamento delle emissioni attuali di gas serra e gli scenari futuri ed, infine, le possibili soluzioni in termini di opzioni tecnologiche.

Le conclusioni sono che se le concentrazioni atmosferiche di anidride carbonica sono inferiori a 450 ppm, i possibili rischi e danni indotti dalle attività umane sul sistema climatico e sugli equilibri naturali possono essere affrontati adeguatamente e le modifiche non appaiono irreversibili. Se invece si superano i 550 ppm i rischi possono essere molto elevati e molte conseguenze potrebbero essere irreversibili.

Dunque la raccomandazione è quella di assumere 500 ppm come riferimento da non superare: il riscaldamento climatico corrispondente è di circa 2 °C superiore rispetto alla metà del 1800, un riscaldamento che, viste le analisi condotte, si può ritenere accettabile dal punto di vista dei sistemi naturali e fattibile dal punto di vista dei sistemi tecnologici. Tale contenimento comporta una riduzione delle emissioni globali di gas serra di circa il 60% rispetto al 1990. È opportuno sottolineare che l'Unione Europea ha assunto proprio questi riferimenti nel formulare la sua proposta per il post Kyoto: proposta che come è noto non è andata avanti dopo l'ultima Conferenza (COP-11) di Montreal del dicembre scorso.

dall'**ITALIA****Programmi di tirocini  
ENEA-Università'****Piante come  
biofabbriche di  
farmaci****Priorità  
della ricerca industriale****PROGRAMMI DI TIROCINI  
ENEA-UNIVERSITÀ**

Con il fine di promuovere nuove opportunità di tirocinio per laureandi e neo-laureati, la Conferenza dei Rettori delle Università Italiane (CRUI) ha stipulato nuove convenzioni con l'ENEA, il Ministero dell'Ambiente e il Ministero dell'Economia e delle Finanze. In particolare, con il "Programma di tirocini Enea- Università Italiane" esiste l'opportunità di svolgere tirocini formativi e di orientamento presso le sedi dei Centri ENEA presenti in tutta la penisola da Saluggia (Vercelli) a Monte Aquilone (Foggia).

Con l'altro "Programma di tirocinio Ministero dell'Economia e delle Finanze-Dipartimento

RS-Università Italiane", gli studenti selezionati saranno inviati presso le sedi ministeriali.

I destinatari dei programmi sono laureandi e i laureati, di vecchio e nuovo ordinamento di tutte le facoltà delle università italiane, particolarmente meritevoli ed interessati ad intraprendere una carriera nell'ambito di un contesto organizzativo di alto livello.

I bandi sono in pubblicazione.

**PIANTE COME BIOFABBRICHE  
DI FARMACI**

Un progetto di ricerca biotecnologica per la produzione di anticorpi di interesse terapeutico ottenuti dalle piante, promosso al Ministero per le Attività Produttive, verrà condotto dall'ENEA, in collaborazione con la società Philogen SpA di Siena, mettendo in collegamento le attività di ricerca svolte da un ente pubblico e il mondo industriale. Negli ultimi decenni si è andato sempre più affermando il concetto della pianta come "biofabbrica" per la produzione di numerose molecole complesse di origine diversa da utilizzare in campo biomedico. Questa tecnologia innovativa, conosciuta come "Molecular Farming", potrebbe rappresentare in un prossimo futuro una efficace alternativa per la produzione di biofarmaci su scala industriale più semplice, economica e sicura rispetto ai sistemi tradizionali.

**PRIORITÀ DELLA RICERCA  
INDUSTRIALE**

Il 25 gennaio si è svolto a Roma, presso Palazzo Corsini, il seminario della Fondazione Cotec sul tema "Le scelte tecnologiche dell'Italia: Priorità, Strumenti, Attori". Con l'intervento di esponenti del governo, esperti di innovazione e rappresentanti delle principali imprese italiane, è stato presentato da Claudio Ro-

veda il secondo rapporto "Le priorità nazionali della ricerca industriale" della Fondazione Rosselli. Sono poi intervenuti Umberto Rosa, in rappresentanza di Confindustria sul tema "Le strategie della ricerca industriale" e Pietro Moncada Paternò Castello che ha illustrato "Lo scoreboard 2005 degli investimenti in R&S industriale in Europa ed in Italia" elaborato dall'IPTS. Cristina Leone ha invece presentato la posizione del Cotec sul VII Programma Quadro europeo per la Ricerca. Fra i dati più sorprendenti portati all'attenzione dei presenti è emerso che gli investimenti in R&S nel 2004 sono cresciuti mediamente - a livello mondiale - del 5% segnando un ulteriore scostamento tra la crescita della ricerca industriale europea, che si attesta allo 0,7%, e quella degli altri paesi industrializzati che ha fatto registrare un tasso di incremento del 6,9%. L'Italia è il 7° paese dell'UE per volume di investimenti in ricerca industriale. Rispetto alle risorse fornite all'Unione Europea per la ricerca, il saldo dei finanziamenti rientrati durante il VI Programma Quadro nel nostro Paese è negativo (-35%). Se la performance di attrazione delle risorse europee dovesse rimanere inalterata, con la ridefinizione dei temi di ricerca proposta dalla Commissione per il nuovo programma quadro, tale dato, pur mantenendosi negativo, dovrebbe migliorare fino a raggiungere quota -25%. Si tratta di un'indicazione che deve spingere a riflettere sulle modalità di partecipazione dell'Italia alla ricerca europea e a definire con sempre maggiore oggettività quali siano le aree su cui puntare per eccellere nell'arena competitiva globale. Tale obiettivo costituirà l'agenda di lavoro della Commissione permanente sulle priorità tecnologiche della Fondazione Cotec, che continuerà il dialogo tra Imprese, Centri di Ricerca pubblici e privati, Università ed Istituzioni.



dall'ENEA

**Convenzione ENEA/  
Authority per l'Energia**

**Agroindustria  
e biotecnologie**

**Rapporto ENEA  
sulle fonti  
rinnovabili 2005**

**Tecnologie  
multisetoriali ENEA**

**Graduatorie  
per l'assegnazione  
di assegni di ricerca**

## CONVENZIONE ENEA/ AUTHORITY PER L'ENERGIA

L'Autorità per l'energia ha definito gli "obiettivi 2006" di risparmio energetico per i distributori di energia elettrica e di gas naturale, con riferimento al meccanismo dei "titoli di efficienza energetica" (o "certificati bianchi") a promozione e sostegno di un utilizzo sempre più razionale dell'energia, che rappresenta una novità assoluta non solo per l'Italia ma anche in ambito internazionale. Gli interventi di risparmio energetico possono essere realizzati dagli stessi distributori a beneficio dei consumatori finali; in alternativa si è obbligati all'acquisto di "titoli di efficienza energetica" che attestano il conseguimento di risparmi da parte di altri distributori o società di servizi energetici accreditate dall'Autorità. Nel

complesso, i risparmi energetici certificati fino ad oggi dall'Autorità equivarrebbero al consumo domestico annuo di una città di circa 120.000 abitanti o alla produzione elettrica annua di una centrale di 50MW di potenza. Le emissioni evitate grazie a questi risparmi ammontano a oltre 240.000 tonnellate di anidride carbonica. A seguito dell'accordo firmato in gennaio, l'ENEA collaborerà alle attività di valutazione e quantificazione dei nuovi risparmi energetici conseguiti dai progetti realizzati nell'ambito del meccanismo dei certificati bianchi, inclusi i controlli sugli impianti e i sistemi installati, a supporto delle decisioni dell'Autorità. Con questo accordo l'ENEA potrà attivare rapporti con quelle imprese che hanno interesse a ridurre i propri consumi energetici per essere più competitive operando a contatto con i loro problemi reali, per favorire loro valutazioni tecniche e per mettere a punto specifiche azioni di trasferimento e diffusione dell'innovazione.

## AGROINDUSTRIA E BIOTECNOLOGIE

Con l'obiettivo di realizzare un momento di incontro tra la ricerca pubblica e le imprese del settore l'ENEA ha organizzato il 24 novembre scorso il convegno "Agroindustria e biotecnologie: la ricerca incontra l'impresa". Oggetto dell'incontro sono stati i progetti sviluppati congiuntamente dall'ENEA insieme alle imprese dei suddetti settori, realizzati con finanziamenti nazionali e internazionali, finalizzati allo sviluppo di tecnologie per la competitività e la tutela del territorio.

Luigi Paganetto, Commissario Straordinario dell'ENEA, ha evidenziato che, il dialogo tra il sistema della ricerca pubblica e quello delle imprese è fondamentale nei comparti produttivi di significativa rilevanza economica, come l'agroindustriale, il biofarmaceutico e l'agroambientale, per i quali è necessario in-

crementarne la capacità d'innovazione tecnologica e la loro competitività a livello nazionale e internazionale. Questo impegno di collaborazione ha già permesso di sviluppare progetti di significativa complessità, finanziati a livello nazionale e internazionale, per i quali è stato necessario aggregare molteplici attori. I progetti sono quelli relativi a genomica, proteomica, produzione di "vaccini verdi", strumenti diagnostici hi-tech per l'industria alimentare, sistemi innovativi per il monitoraggio ambientale e di caratterizzazione dei processi di degrado delle risorse naturali. Una specifica sessione espositiva rivolta alle imprese ha offerto un'approfondita panoramica delle iniziative di collaborazione fra ricerca e imprese del settore.

## RAPPORTO ENEA SULLE FONTI RINNOVABILI 2005

L'esigenza di orientare le politiche energetiche nazionali verso un modello basato su un crescente ricorso alle fonti rinnovabili di energia richiede interventi per lo sviluppo e l'introduzione nel mercato di nuove tecnologie. Per fare questo però, occorrono politiche di incentivazione in grado di stimolare insieme ricerca, innovazione e sviluppo della domanda, al fine di determinare un circolo virtuoso tra tecnologie, innovazione e sviluppo. E' quanto è emerso alla presentazione del Rapporto ENEA sulle fonti rinnovabili che si tenuto a Roma presso la Sede dell'ENEA, il 14 dicembre scorso. In Italia, nel 2004, le rinnovabili hanno contribuito al bilancio energetico nazionale per poco più del 7%, un valore questo che, pur allineato alla media europea, è dovuto essenzialmente alle fonti idroelettrica e geotermica (oltre il 65% del totale) e per il 30% alle biomasse che hanno fatto segnare un buon incremento negli ultimi

cronache

anni. Il contributo delle "nuove rinnovabili", costituite da solare ed eolico, è ancora attestato su valori percentuali bassi, non raggiungendo neanche il 3% e il trend in atto non mostra crescite apprezzabili. Nella produzione di energia elettrica, le rinnovabili hanno concorso nel 2004 al 16% circa del consumo lordo totale.

Ma l'attuale trend di crescita della produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili consentirà difficilmente di raggiungere il 22% della domanda elettrica per cui si era impegnato il nostro Paese: occorre perciò una politica mirata che porti a risultati significativi, quali quelli raggiunti in paesi come la Danimarca, la Germania e, più recentemente, la Spagna. Il Rapporto sulle Fonti Rinnovabili si propone come strumento in grado di fornire elementi informativi e strumenti di analisi che siano di effettiva utilità al decisore pubblico, all'operatore industriale e al cittadino.

### TECNOLOGIE MULTISENSORIALI ENEA

Un'opera d'arte multimediale, realizzata dall'ENEA, denominata Kiss-me è stata in mostra al Technè 05 di Milano dal 7 al 26 febbraio.

Si è tratta di un'opera interattiva, realizzata attraverso sofisticati strumenti tecnico-scientifici, sviluppata con l'obiettivo di coinvolgere lo spettatore in un percorso conoscitivo multisensoriale, basato sul presupposto che, nella cultura contemporanea, l'arte riesce spesso a suscitare forti suggestioni se viene abbinata alla scienza.

Con Kiss-me lo spettatore si è trovato davanti quattro quadri con quattro diversi volti, ognuno dei quali simboleggiava una fase della vita dell'uomo, a cui si aggiungeva una quinta cornice che appariva vuota. Su quest'ultima veniva proiettata

una tela di luce, sulla quale appariva il ritratto del volto sul quale il visitatore si era soffermato di più. Da quel momento iniziava un'esperienza insolita: il visitatore veniva invitato da una voce ad avvicinarsi e a baciare l'immagine in un punto qualsiasi del viso.

Nel fare questo lo spettatore "attraversava" la tela e veniva investito da un fascio di luce, sentiva il calore del contatto fisico, lo schiocco del bacio appena dato e il profumo della persona baciata. Le immagini, i pensieri reconditi, i sogni e tutto quanto suscitava uno stato emotivo di preferenza da parte del visitatore, cominciava a prendere forma davanti ai suoi occhi. Lo spettatore era coinvolto non solo con la vista ma con tutti i suoi sensi, rendendo unica l'esperienza estetica di fronte ad un'opera artistica virtuale.

Dietro questa esperienza coinvolgente e multisensoriale c'è la tecnologia sviluppata dall'Unità di Olografia Numerica dell'ENEA, con ricerche sulla realtà virtuale applicate ai beni artistici e con la messa a punto del brevetto "LIMEN". La tecnologia ENEA ha voluto ispirarsi alla metafora "Varcare la soglia e vedere oltre", prendendo spunto dalla raffigurazione ritrovata su un'incisione lignea medievale che rappresenta l'esperienza iniziatica di un pellegrino, al quale, alla fine di un viaggio, il mondo appare diverso, oltre alle normali apparenze.

Il sistema trova applicazioni in mostre, musei e in genere nell'allestimento di spazi espositivi che permettono di privilegiare gli aspetti multisensoriali e interattivi per attirare l'attenzione e coinvolgere maggiormente lo spettatore.

Le immagini sono disponibili sul sito:

<http://www.frascati.enea.it/holonum>

### GRADUATORIE PER L'ASSEGNAZIONE DI ASSEGNI DI RICERCA

**Graduatoria finale della selezione per 23 assegni di ricerca (G.U.- 4° serie speciale "Concorsi ed esami" n. 45 del 7 giugno 2005)**

#### POSIZIONE 01

N. 2 Assegni Di Ricerca

1°	<b>Brutti Arianna</b>	<b>67</b>
2°	Novelli Cristiano	63
3°	Canuti Stefano	55

#### POSIZIONE 02

N. 1 Assegno di Ricerca

1°	<b>Naccarato Cristina</b>	<b>71</b>
2°	Lombardi Angela	60

#### POSIZIONE 04

N. 2 Assegni di Ricerca

1°	<b>Armaroli Andrea</b>	<b>72</b>
----	------------------------	-----------

#### POSIZIONE 05

N. 1 Assegno di Ricerca

1°	<b>Parente Paola</b>	<b>59</b>
2°	Rossi Cinzia	58
3°	Olivieri Alice	53
4°	Tiberi Vipraio Silvia	52
5°	Lupo Maria Teresa	47
6°	Cannistraci Alessandra	45

#### POSIZIONE 06

N. 1 Assegno di Ricerca

1°	<b>Zini Elisa</b>	<b>91</b>
2°	Guerra Alfredo	73
3°	Fochi Valentina	71
4°	Sternativo Manuela	66
5°	Burresi Emiliano	65
6°	Vivi Laura	59
7°	Zuzzi Sara	58
8°	Russolillo Emma	55
9°	Galasso Marzio	54

10° Scacchi Michele	53
11° Rubino Teresa	52
12° Mandalari Michela	51
13° Lutri Antonina	50
14° Alfano Vincenzo	48
15° Trobbiani Rosalino	46

**POSIZIONE 07****N. 1 Assegno di Ricerca**

<b>1° Massari Silvia</b>	<b>71</b>
2° Catanoso Luigi	70
3° Vitulli Silvia	69
4° Orlandi Marco	66
5° Romano Afra	61
6° Papi Valeria	60
7° Marino Walter	59,5
8° Caroli Daniela	59
	30/12/77
9° Belmonte Antonella	59
	15/10/72
10° Defrenza Francesco	58
11° Piaggese Elena	56
12° Di Summa Gianpaola	54
13° De Franco Giovanni Luca	50
14° Pani Martina	46
15° Dimatteo Lucy	43
16° Pellegri Luca	42

**POSIZIONE 08****N. 1 Assegno di Ricerca**

<b>1° Roversi Lorenza</b>	<b>87</b>
2° Roselli Ivan	86
3° Girelli Valentina Alena	73
4° Baroncioni Andrea	63

**POSIZIONE 09****N. 8 Assegni di Ricerca**

<b>1° De Pascale Andrea</b>	<b>92</b>
<b>2° Melino Francesco</b>	<b>88</b>
<b>3° De Iulii Simona</b>	<b>85</b>
<b>4° Nannetti Lorenzo</b>	<b>74</b>
<b>5° Maggi Claudia</b>	<b>71</b>
<b>6° Greco Stefano</b>	<b>68</b>
<b>7° Bari Enea</b>	<b>67</b>
<b>8° Nigliaccio Giuseppe</b>	<b>66</b>
9° Segreto Maria Anna	65,5
10° De Maio Anna	65
	3/10/80
11° Stoppiello Giovanni	65
	20/01/76

12° Nitti Francesco Saverio	65
	14/01/65

13° Spagnoletti Joseph	64,5
14° Melone Lucio	64
15° Ripoli Angelo	63,5
16° Bonatti Denny	63
17° Senatore Alessandro	62,5
18° Platter Marzio	62
19° Palumbo Massimo	61,5
20° Dininno Girolamo	61

	15/11/79
21° Palladino Elio	61
	16/9/73
22° Pastore Mariolina	60
23° Berselli Sara	59
	29/7/77
24° Gagliano Salvatore	59
	26/10/75

25° Manfreda Manuel	58
26° Bruni Romina	57
27° Marrazzo Romualdo	56
28° Rapagnani Domenico	55
29° Miranda Immacolata	54

	8/12/75
30° Iezzi Annamaria	54
	4/6/75
31° Buccolieri Antonio Daniele	54
	4/8/73

32° Pallara Pierpaolo	53
33° Santoro Umberto	52
	20/3/79

34° Faragasso Giuseppe	52
	21/11/78
35° Rizza Teresa	51
36° Salvaggio Maria Grazia	50
37° Gatto Eloisa	49,5
38° Nardelli Orazio	49
	6/10/78

39° Patriarca Stefano	49
	22/2/77

40° Peri Alberto	49
	1/12/72

41° Leanza Francesco Maria	48,5
42° Magnone Alessia	48
43° Notarangelo Giovanni	47
44° Fiore Enza	46,5
45° Del Monte Antonio	46
	31/12/79

46° Rossini Lisa	46
	9/4/78

47° Ferraioli Anna Rita	46
	11/2/76

48° Friscioni Piero	44
---------------------	----

**POSIZIONE 10****N. 2 Assegni di Ricerca**

<b>1° Bezzi Federica</b>	<b>73</b>
<b>2° Ermilli Alberto</b>	<b>67</b>
3° Zordan Francesco	61
4° Carrafiello Luca	60
5° Baldassare Bono	59
6° Tarantino Elio Maria	55
7° Trevisi Silvia	53
8° Romeo Silvia	52
9° Armellini Sara	51
10° De Girolamo	
Del Mauro Anna	50
11° Berardi Patrizio Amedeo	48
12° Iacobucci Francesco	44

**POSIZIONE 11****N. 3 Assegni di Ricerca**

<b>1° Tommasi Federica</b>	<b>76</b>
<b>2° Verita' Simona</b>	<b>73</b>
<b>3° Barbiero Grazia</b>	<b>72</b>
4° Pergreffi Roberto	64
5° Falconi Francesca	63
6° Porta Pier Luigi	61
7° Della Giovampaola Michela	60
8° Dominici Loprieno Arianna	59
9° Ganci Antonino	57
10° Arinelli Giovanni	54
11° Emmanuele Roberto	51
12° Basilio Costanzo	50

**POSIZIONE 12****N. 1 Assegno di Ricerca**

<b>1° Pagnini Gianni</b>	<b>94</b>
2° Pastorello Cinzia	84
3° De Luca Benedetto	78
4° Izzo Michela	77
5° Polo Marco Maria	68
6° Alfieri Enrica	66
7° Manconi Isabella	54
8° Giovannini Michele	51
9° Mastrantonio Valerio	42

## INCONTRI

### Einstein e Energia

#### Potenzialità, problemi e prospettive delle Rinnovabili



### EINSTEIN E ENERGIA

Nell'ambito delle manifestazioni dell'Anno mondiale della Fisica dedicato quest'anno ad Albert Einstein nel centenario della pubblicazione dei suoi fondamentali lavori scientifici, si è svolta dal 18 novembre all'8 gennaio a Roma la Mostra "E= ENERGIA, E= EINSTEIN". Il 1905 è stato denominato *annus mirabilis* per la Fisica, proprio perchè Einstein pubblicò in quell'anno sei lavori scientifici che introdussero idee rivoluzionarie su tre questioni fondamentali alla base della fisica moderna: l'esistenza degli atomi, la natura della luce, i concetti di spazio, tempo, materia ed energia. Questi suoi lavori sono stati il punto di partenza per lo sviluppo di

tecnologie oggi ampiamente utilizzate. Solo per ricordarne alcune, l'effetto fotoelettrico è alla base delle celle solari e dei rivelatori elettronici di luce e consente il funzionamento di macchine fotocopiatrici e macchine fotografiche; la relatività fornisce le correzioni necessarie al funzionamento del GPS ed è stata il punto di partenza per lo sfruttamento dell'energia nucleare. Inoltre gli studi di Einstein sull'emissione stimolata di radiazione hanno permesso di costruire i laser utilizzati oltre che nei lettori DVD e CD, e nei lettori di codici a barre, anche nei giroscopi degli aeroplani, negli strumenti medici e nei segnali di comunicazione attraverso fibre ottiche.

La mostra, organizzata dal Dipartimento di Fisica dell'Università Roma Tre e dall'ENEA e con il sostegno della Fondazione Antonio Ruberti e dell'INFN, si è svolta nella Centrale Montemartini, straordinario esempio di archeologia industriale riconvertito a Museo. Il percorso dell'esposizione si snodava attraverso le scoperte del grande scienziato collegate alle più moderne forme di utilizzazione dell'energia (sole, vento, biomasse, idrogeno, nucleare da fissione e da fusione) e si concludeva con una riflessione sull'influenza dell'energia sullo sviluppo del pianeta e sull'equilibrio dell'ambiente. Le applicazioni delle teorie di Einstein e le diverse forme di sfruttamento delle energie rinnovabili sono state spiegate con esperimenti e con filmati.

### POTENZIALITÀ, PROBLEMI E PROSPETTIVE DELLE RINNOVABILI

L'attuale crisi energetica si caratterizza per la sua straordinaria complessità: i costi crescenti dell'energia, in particolare di petrolio e gas naturale, i ridotti

margini di flessibilità industriale, le pesanti ricadute ambientali dello sviluppo globale sono i principali fattori di crisi che, purtroppo, sono di carattere strutturale.

Le fonti rinnovabili vengono viste come una delle possibili e maggiormente auspicabili risposte; ma alla rapidità di ricostituzione, alla migliore compatibilità ambientale, al vantaggio di rappresentare una risorsa interna, si contrappongono, però, il fattore costi, le difficoltà di realizzare impianti di grande potenza, il relativo impatto territoriale.

In Italia, il contributo delle "nuove rinnovabili" non mostra crescita apprezzabili, ha ricordato Luigi Paganetto, Commissario Straordinario di ENEA e Preside della Facoltà di Economia dell'Università di Tor Vergata, nell'illustrare il Quadro Introduttivo del Convegno "Le 3 P per le Rinnovabili in Italia", promosso da WEC Italia in ottobre a Roma presso l'Accademia dei Lincei. Anzi i dati di incremento di solare ed eolico sono in controtendenza rispetto ai paesi più industrializzati e l'industria italiana manifesta debolezza competitiva. L'attuale sistema di incentivazione, attivato con i "certificati verdi", sembra in grado di assicurare il solo mantenimento delle quote di energia da fonti rinnovabili del 1997 e non permette di incrementare l'entità della generazione elettrica da rinnovabili per ottemperare agli obiettivi posti per il 2010. Occorre, perciò, porre in essere un sistema di incentivazione che dia certezze al sistema produttivo, nel periodo medio-lungo potenziando e sostenendo l'intero sistema nazionale che comprende la ricerca, l'industrializzazione, fino alla commercializzazione dei prodotti. "E l'ENEA - ha sottolineato Paganetto - ha le competenze necessarie per lo sviluppo di tutto il settore delle rinnovabili nel nostro Paese ed è in grado di valorizzare le tecnologie innovative per il loro sfruttamento".

## LETTURE

**Petrolio e sviluppo  
L'Europa,  
l'Italia, l'Energia**
**La fisica secondo il PSSC**
**PETROLIO E SVILUPPO  
L'EUROPA, L'ITALIA, L'ENERGIA**

A cura di Luigi Paganetto  
Donzelli editore, novembre 2005,  
pagine 130, euro 12,50

Il CEIS (Centro Studi Internazionali su Economia e Sviluppo) è stato costituito nel 1987 presso l'Università di Tor Vergata per analizzare i problemi posti dal rapido progredire della governance internazionale. In collaborazione con la Kuwait Petroleum Italia, il CEIS organizza annualmente un forum sui "megatrends" con l'obiettivo di far esaminare da economisti, manager e politici gli aspetti dell'interdipendenza economica internazionale in relazione alle problematiche dell'energia. Da questi forum vengono tratti dei volumi

che raccolgono le opinioni degli esperti italiani e stranieri.

Presentando il risultato di uno studio sui comportamenti, le aspettative e i bisogni della popolazione italiana, il volume cerca di evidenziare, non solo il rapporto tra cittadino ed energia, ma soprattutto come conciliare energia e sviluppo economico nel nostro Paese e quali politiche per l'energia perseguire per favorire la competitività europea.

Luigi Paganetto, che come Preside della Facoltà di Economia dell'Università di Tor Vergata e come Presidente del CEIS ha curato il volume, ribadisce la necessità di arrivare rapidamente alla definizione di una politica energetica europea, capace di svincolare il vecchio Continente dalla morsa in cui gli USA e l'Asia continuano a schiacciarlo. Perché non va dimenticato che la competitività europea sul piano energetico sarà influenzata dalla capacità di essere più efficienti nell'uso dell'energia e più idonei a realizzare un mercato elettrico integrato. "L'integrazione del mercato europeo, la creazione di strutture *cross-border* e la liberalizzazione del mercato, sono tutti obiettivi di grandissima rilevanza, così come lo sono i problemi della sicurezza degli approvvigionamenti. Ci dobbiamo, infatti, preoccupare della rigidità strutturale nell'approvvigionamento, rigidità che nasce dalle stesse pipe-line e dai rifornimenti di petrolio".

Come sottolinea anche Loyola de Palacio, ex Commissario europeo per l'Energia, c'è necessità di un sistema di approvvigionamento energetico sostenibile, cioè di una struttura in grado di garantire un approvvigionamento di energia sicuro, compatibile con l'ambiente, conveniente e durevole. Un sistema dunque che contemporaneamente possa sostenere la crescita economica, la competitività internazionale e la stabilità globale dell'Europa. Dunque, come ci richiama J.P. Fitoussi,

dell'Observatoire francese sulla Congiuntura Economica, è necessario dare per il futuro una visione dell'energia, dell'indipendenza energetica dell'Europa come visione del research development necessario in questo campo. "La verità è che c'è bisogno di una reattività di breve e lungo termine che faccia sì che la crescita sia più alta. La politica ha come funzione centrale quella di programmare il futuro, di mostrare alla popolazione l'avvenire".

**LA FISICA  
SECONDO IL PSSC**

Confezione 4 DVD

Guida alla visione con esercizi di verifica

Federico Tibone, Giovanni Pezzi Zanichelli, 2005, 4 DVD euro 120,00, Guida euro 9,00

I materiali didattici prodotti negli anni 60 dal Physical Science Study Committee (PSSC) hanno segnato una svolta nel modo di insegnare e di apprendere la fisica nelle scuole superiori di tutto il mondo. La Zanichelli pubblicò nel 1963 la prima edizione italiana del corso finanziata dalla Esso Italiana e sostenuta dalla Società Italiana di Fisica. Questa edizione ripropone in 4 DVD la versione digitale dei 25 film realizzati come strumenti di sussidio didattico, ed è accompagnata da una Guida alla visione che illustra i contenuti delle scene ed offre spunti per lo studio, una sintesi della teoria ed esercizi di verifica.

La maggior parte degli esperimenti è presentata in modo da preparare lo studente a indagare i fenomeni fisici piuttosto che limitarsi a verificare conclusioni note. L'attrezzatura prevista per l'attuazione del programma è molto semplice rendendo, così, più facile sia capire i principi della fisica sia valutare la loro importanza nella progettazione degli strumenti di misura.

# INDICE 2005

Il numero romano tra parentesi indica il fascicolo della rivista, la seconda cifra la pagina

- PRIMO PIANO** *Rapporto Energia e Ambiente 2004*, ENEA - Unità di Agenzia per lo Sviluppo Sostenibile, (I) 4  
*Il piano di azione sulla competitività*, Consiglio dei Ministri, (II) 4  
*Programma nazionale per la ricerca 2005-2007*, Ministero dell'Istruzione, Università e Ricerca, (III) 4  
*La programmazione economico-finanziaria per gli anni 2006-2009*, Consiglio dei Ministri, (IV) 4  
 Il VII programma quadro di ricerca UE, (IV) 9  
*Il piano d'azione di Gleneagles*, Summit G8, (V) 4  
*La Carta Europea dei Ricercatori*, (VI) 4  
*Il piano di sviluppo per la crescita e lo sviluppo*, Ministero per le Politiche Comunitarie, (VI) 18

- SPAZIO APERTO** *I valori della conoscenza e della partecipazione*, Luigi Rossi, (I) 34  
*World Energy Outlook 2004*, International Energy Agency, (II) 10  
*Il futuro della politica europea della ricerca*, Segreteria tecnica della DGSSIRST del MIUR, (III) 16  
*In ricordo del prof. Carlo Salvetti*, Devana Lavrenčič, Giulio Valli, (III) 23  
*Cosa sappiamo dell'innovazione?*, Jan Fagerberg, (IV) 15  
*Lo sviluppo delle piattaforme tecnologiche*, Commissione Europea Gruppo Interservizi Piattaforme Tecnologiche, (V) 17  
*L'uragano Katrina e i cambiamenti del clima*, Vincenzo Ferrara, (VI) 27

- STUDI & RICERCHE** *Vulnerabilità e adattamento ai cambiamenti del clima*, Vincenzo Ferrara, (I) 40  
*Il trasferimento elettronico diretto tra biomolecole ed elettrodi modificati con polimeri conduttori*, L. Della Seta, J. Maly, E. Cianci, T. Farneti, V. Foglietti, M. Ilie, B. Lanza, A. Masci, M. R. Montereali, W. Vastarelli, R. Pilloton, (I) 48  
*Creazione di imprese ad alta tecnologia*, Davide Fratini, Sandra Romagnosi, Alessandro Mancini, (I) 61  
*La certificazione dei centri di ricerca: il progetto siamesi per Trisaia*, Maria Litido, Rosamaria Adamoli, Michele Galatola, (II) 18  
*L'enea al servizio della Pubblica Amministrazione per lo sviluppo sostenibile*, Emilio Manilia, Giuseppe Ferrari, (II) 30  
*Piani Energetici Regionali. Indirizzi e contenuti*, Emidio D'Angelo, Antonio Colangelo, (II) 48  
*Ebollizione in convezione forzata in condizioni di microgravità*, G. P. Celata, A. D'Orazio, M. Gervasi, A. Lattanzi, L. Simonetti, G. Zummo, (III) 25  
*Verso la nozione di biodiversità: evoluzione dei principali concetti ecologici*, Donato Bergandi, Giulia Massini, Laura Padovani, (III) 38  
*Il confinamento geologico della CO<sub>2</sub>: una metodologia per affrontare il problema in Italia*, AA.VV., (III) 51  
*Il contributo del GIS nello studio di analisi ambientali*, Emanuela Caraffa, (III) 73  
*Nanotecnologie, convergenze tecnologiche e possibili applicazioni biomediche*, Vincenzo Captano, (IV) 24  
*Modelli animali nella ricerca biomedica*, Simona Leonardi, Mariateresa Mancuso, (IV) 48  
*Telefonia cellulare e aeromobili*, V. Lopresto, R. Pinto, S. Mancini, G.A. Lovisolo, (IV) 55  
*I depuratori domestici dell'acqua potabile*, Massimo Pizzichini, Alfonso Pozio, Claudio Russo, (IV) 65  
*Radioterapia intraoperatoria. Stato dell'arte e prospettive intraoperative*, Concetta Ronsivalle, (V) 23  
*Nuovi biocidi per le vernici antivegetative*, Mazzioti, P.Massanisso, C. Creminisi, S. Chiavarini, M. Fantini, R. Morabito, (V) 34  
*Il GIS nella pianificazione della risorsa biomassa*, Roberto Avella, Claudia Bassano, (V) 55  
*Energia solare termica a concentrazione*, E. Metelli, M. Vignolini, (VI) 41  
*Vantaggi comparati locali e competitività tecnologica dell'industria italiana*, Daniela Palma, Alessandro Zini, (VI) 53  
*Il platino e il suo recupero da marmitte catalitiche e catalizzatori esausti*, Loris Pietrelli, Danilo Fontana, Fabrizio Amicizia, Nicola Di Pasquale, (VI) 64

*Sacro e tecnoscienza: un meccanismo tenebroso*, Fausto Borrelli, (I) 74

*Il tuffatore e la ballerina: breve storia del momento angolare*, Fabrizio Cleri, (II) 74

*Il tuffatore e la ballerina: breve storia del momento angolare - Parte II*, Fabrizio Cleri, (III) 81

*Cronaca di un inizio con istantanea sul futuro*, Fausto Borrelli, (IV) 81

*Dialogo sulla cibernetica la materia, la mente, il*

*dubbio*, Giovanna La Rosa, Nicola Pacilio, Andrea Quintiliani, Sandro Taglienti, (V) 64

*Aby Warburg: dalla magia rituale alla tecnica moderna*, Fausto Borrelli, (VI) 79

## SCIENZA, TECNICA, STORIA E SOCIETÀ

*Sistema automatico di lettura di dosimetri per neutroni veloci*, Bruna Modelli, Roberto Bedogni, Francesca Mariotti, Elena Fantuzzi, (I) 84

*Brevettato un preparato vegetale per la medicina veterinaria*, Fiorella Carnevali, Andrew Van der Esch, Chiara Clementel, (I) 88

*Un sistema innovativo per radioterapia intraoperatoria*, Concetta Ronsivalle, (I) 89

*Sull'esistenza di una relazione diretta fra la costante di struttura fine e le due costanti di Feigenbaum*, Emilio Santoro, (II) 88

*Nel c.r. enea di Portici in funzione il primo sistema fotovoltaico a media concentrazione*, Angelo Sarno, (II) 90

*Nuove tecnologie per la memoria: riproduzione digitale delle sculture di Luciano Minguzzi*, Sergio Petronilli, (III) 89

*Nuovi sviluppi nella cella fotovoltaica enea a concentrazione*, Angelo Sarno, (IV) 89

*Un tesoro a Santa Teresa*, Elena Pangaro, (V) 78

*La standardizzazione per il miglioramento dell'efficienza energetica degli usi finali*, Milena Presutto, (V) 80

*Materiali e display elettroluminescenti al Centro di Portici*, Dario Della Sala, (V) 83

*Nanolavorazioni a fascio ionico al Centro di Portici*, G. Di Francia, V. La Ferrara, I. Nasti, D. Della Sala, (VI)

## NOTE TECNICHE

## NOTIZIE DAL MONDO

2005 Anno della Fisica, (I) 91

Cresce la siccità e il rischio desertificazione, (I) 91  
In dubbio il futuro di Hubble, (I) 91

Nuovo rapporto IPCC, (II) 91

Germania: incentivi alle rinnovabili, (II) 91

Il programma energetico USA, (II) 91

Celle a combustibile a carbone, (III) 91

Il Brasile punta sui biocombustibili, (III) 91

Scienza e Tecnologia: avanza l'Asia, (III) 91

Accordo spaziale Europa-India, (III) 91

Primo progetto eolico in Pakistan, (IV) 90

Alla Francia il sito di ITER, (IV) 90

Impianto solare ad alta efficienza, (IV) 90

Agli studi sull'ottica il Nobel per la Fisica, (V) 86

Eolico in crescita, (V) 86

Nobel per la Pace all'AIEA, (V) 86

Energia elettrica condivisa, (V) 87

Scompare Rotblat scienziato del disarmo, (V) 87

Inquinamento sottostimato, (V) 87

Conferenza internazionale su energie rinnovabili, (VI) 88

Cambiamenti climatici: a Montréal la COP 11, (VI) 88

Virus informatici: prevenire invece che reprimere, (VI) 88

## CRONACHE

### DALL'UNIONE EUROPEA

Approvate le decisioni in materia di clima, (I) 92

Settimana Verde per le scuole 2005, (I) 92

Consorzio per rilevamento ambientale, (I) 92

Il progetto comunitario Heliosat 3, (II) 92

Completato il più grande magnete del mondo, (II) 92

Sistemi di raffreddamento per componenti spaziali, (II) 92

Un portale aperto per la scienza, (III) 92

Nucleare di terza generazione per Francia e Finlandia, (III) 92

La futura politica spaziale europea, (III) 92

Progetto in rete di bioinformatica, (IV) 91

Regole tecniche per l'accesso all'informatica, (IV) 91

Network europeo di ricerca sulla catalisi, (IV) 91

Nuove norme sui rifiuti elettronici, (V) 88

Consenso generico per il post-Kyoto, (V) 88

Agevolare i ricercatori di paesi terzi, (V) 88

Priorità alle scienze della vita, (V) 88

Un progetto riporta in vita un'erba estinta, (VI) 89  
 Investimenti privati per attivare la conoscenza, (VI) 89  
 Ricerca e Istituto Europeo della Tecnologia, (VI) 89

#### DALL'ITALIA

Nubi sullo sviluppo dell'eolico, (I) 93  
 La e-mail diventa certificata, (I) 93  
 Recupero apparecchiature elettroniche, (I) 93  
 L'AIRI per le nanotecnologie, (II) 93  
 Progetto SPINTA: la ricerca si fa impresa, (II) 93  
 La scienza intorno al faro, (II) 93  
 XX Spedizione italiana in Antartide, (III) 93  
 Pirelli International Award2004, (III) 93  
 Giornata mondiale per l'ambiente, (III) 93  
 L'Italia investe nel solare fotovoltaico, (IV) 92  
 Varato il piano triennale del CNR, (IV) 92  
 Nuova particella dall'esperimento BaBar, (IV) 92  
 Fonti rinnovabili per i rifugi alpini, (V) 89  
 Casa eco-logica in mostra a Viterbo, (V) 89  
 In crescita il car sharing, (V) 89  
 Nuovo codice per l'ambiente, (VI) 90  
 Edilizia eco-compatibile in Basilicata, (VI) 90  
 Scajola rilancia il nucleare, (VI) 90

#### DALL'ENEA

Strumenti ecologici on line per le imprese, (I) 94  
 Un progetto per le aree industriali, (I) 94  
 Nuovo Centro Euro-Mediterraneo sul clima 94  
 Primo inverno in Antartide, (II) 94  
 Valutazione dell'ambiente urbano, (II) 94  
 Idrogeno Expo 2005, (II) 94  
 Strumenti on line per prodotti verdi, (III) 94  
 Trisaia: un modello per i ricercatori per i centri di ricerca, (III) 94  
 Il tessile a carattere tecnico, (IV) 93  
 Dispositivi innovativi per il petrolchimico, (IV) 93  
 Agrobiopolis: un polo scientifico per il Mezzogiorno, (IV) 94  
 Collaborazione ENEA-Centro Ricerche Gomma della Malaysia, (IV) 94  
 Rete di assistenza per l'agro-alimentare, (V) 90  
 L'ENEA nel comparto ricerca e nomina del Direttore Generale, (V) 90

Nasce CROSS-Lab: imprese in rete, (VI) 91  
 Paganetto confermato Commissario Straordinario, (VI) 91  
 Graduatorie di concorsi ENEA, (VI) 91

#### INCONTRI

La COP-10 di Buenos Aires, (I) 95  
 Impatto ambientale dei termovalorizzatori, (I) 95  
 Tecnologie per la cultura, (II) 95  
 Ambiente e progettazione, (II) 95  
 Salvaguardia e recupero del territorio, (II) 95  
 Festambiente 2005, (III) 95  
 Fuel Cells Forum a Milano, (III) 95  
 HYPOTHESIS VI: l'idrogeno nei PVS, (III) 95  
 Applicazioni innovative per Galileo, (III) 95  
 La ricerca in Italia, (IV) 95  
 XLV convegno ERSA, (IV) 95  
 Conferenza europea sulle biomasse, (IV) 95  
 Cambia il futuro del pianeta, (V) 91  
 Nanocose per il futuro, (V) 91  
 Premio Voltolino di divulgazione scientifica, (V) 91  
 L'ENEA in difesa del patrimonio culturale, (VI) 95  
 Tecnologie antisismiche innovative, (VI) 95  
 Costa triestina a rischio, (VI) 95 Letture

#### LETTURE

E-Learning nella scuola, (I) 96  
 Una nuova filiera per la produzione di pasta disinchiostata da carta da macero, (I) 96  
 Libro Bianco, Energia-Ambiente-Edificio, (I) 96  
 Dalla caverna alla casa ecologica, (II) 96  
 Scenari energetici italiani, (II) 96  
 ArtEnergy, (II) 96  
 State of the World 2005, (III) 96  
 Linee guida per la definizione di un Piano Strategico per lo sviluppo del vettore energetico, (III) 96  
 I costi della non scienza, (III) 96  
 Nuclear energy data OECD, (IV) 96  
 Ambiente Condiviso, (IV) 96  
 Climate change and a European low-carbon energy system, (V) 92  
 Comunicare la scienza. Kit di sopravvivenza per ricercatori, (V) 93  
 Comunicare l'innovazione, (VI) 96  
 Oro nero - conti in rosso, (VI) 96