

# ENERGIA, AMBIENTE E INNOVAZIONE

ANNO 52

MARZO-APRILE 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 aprile 2006



**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 "Macchina tagliacarta"

**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 srl

**Abbonamento annuale** Italia € 21,00, Estero € 21,00; una copia € 4,20  
C.C.P. n. 59829580 intestato a Primaprint srl  
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

**RAPPORTO SULL'ENERGIA IN MEDIO ORIENTE E NORD AFRICA**

REPORT ON ENERGY IN THE MIDDLE EAST AND NORTH AFRICA

*International Energy Agency*

Il rapporto dell'IEA sui paesi della regione MENA con le maggiori riserve mondiali di idrocarburi sprona i paesi consumatori a un dialogo più stretto con i paesi produttori al fine di raggiungere risultati vantaggiosi per le economie di entrambi. Pubblichiamo il riassunto del World Energy Outlook 2005: "Middle East and North Africa Insights".

*The IEA Report on the countries in the MENA region, which has the world's largest hydrocarbon reserves, urges consumer countries to dialogue more closely with producer countries to achieve advantageous results for the economies of both sides. We publish the summary of the 2005 World Energy Outlook: Middle East and North Africa Insights.*

14

**LO STATO DELL'AMBIENTE NEL 2005**

STATE OF THE ENVIRONMENT 2005

*Corrado Clini*

Il 23 marzo il Ministro dell'Ambiente e della Tutela del Territorio ha presentato la Relazione sullo Stato dell'Ambiente 2005 che analizza la situazione ambientale italiana degli ultimi anni nel contesto dei dati e degli scenari futuri dell'economia, puntando l'attenzione su temi strategici, quali energia, industria, trasporti, agricoltura, turismo e ambiente urbano. Pubblichiamo l'Introduzione della Relazione.

*In the sustainable-development perspective, the state of the environment can be read by analysing the correlations between environmental data and the evolution of the key sectors for the nation's economic growth. We publish the analysis of sensitive indicators contained in the introduction to the annual Report on the State of the Environment presented on March 23rd by the Minister for the Environment and Protection of the Territory.*

25

**UNA STRATEGIA ENERGETICA PER L'EUROPA**

AN ENERGY STRATEGY FOR EUROPE

*Commissione europea*

Uno scenario energetico nuovo per l'Europa richiede una risposta comune in equilibrio fra sviluppo sostenibile, competitività e sicurezza dell'approvvigionamento. Con il Libro Verde sull'energia la Commissione Europea propone suggerimenti e opzioni che potrebbero costituire la base di una politica energetica europea più integrata. Pubblichiamo un ampio stralcio del libro.

*A new energy era has begun in Europe, and this scenario requires a common response that strikes a balance among sustainable development, competitiveness and secure procurement. The European Commission, in its Green Book on energy, sets out suggestions and options that could form the basis of a more integrated European energy policy. We publish extensive excerpts from the book.*

32

**I BIOCARBURANTI IN ITALIA: OSTACOLI DA SUPERARE E OPPORTUNITA' DI SVILUPPO**

BIOFUELS IN ITALY: OBSTACLES AND DEVELOPMENT OPPORTUNITIES

*Vito Pignatelli, Chiara Clementel*

I temi della produzione e dell'impiego dei biocarburanti rivestono un ruolo importante nella definizione della nuova politica energetica ed ambientale europea. Ma per ridurre i costi di produzione e ottimizzare l'uso del territorio sono necessarie nuove filiere produttive in grado di offrire significative opportunità all'intero comparto agro-industriale del nostro Paese.

*The production and use of biofuels play an important role in the definition of Europe's new energy and environment policy. But to lower production costs and optimise land use, Italy needs new types of operations that can offer significant opportunities to the nation's agro-industrial sector.*

## 44 LA CERTIFICAZIONE DI QUALITA' IN UN LABORATORIO DI RICERCA

### QUALITY CERTIFICATION OF RESEARCH LABORATORIES

Maria Litido, Mauro Cané, Ruggero Lorenzelli, Stefano Salvi

La certificazione del Sistema di Gestione della Qualità per una Istituzione di Ricerca rappresenta una opportunità per migliorare il servizio nei confronti dei committenti, ma anche un'occasione per valorizzare le proprie qualità organizzative.

*Certification of a research institution's Quality Management System represent an opportunity to improve its customer services, but also for improving the quality of its organisation.*

## 55 IL PIANO DI GESTIONE SOLVENTI QUALE FONTE DI INDICATORI DI ECO-EFFICIENZA

### THE SOLVENT MANAGEMENT PLAN AS A SOURCE OF ECO-EFFICIENCY INDICATORS

Flaviano D'Amico, Marian Mihai Buleandra, Maria Velardi, Ion Ianase

Ridurre le emissioni di composti organici volativi (COV) di origine industriale è un obiettivo prioritario. La corretta applicazione della direttiva solventi migliora la gestione aziendale e diffonde la cultura dei sistemi di certificazione aziendale.

*By applying an SMP-SMS, a great number of indicators can be developed, analysed and used to improve eco-efficiency; furthermore, the SMP-SMS can help local authorities in charge of environmental control procedures, in decision-making processes.*

## 67 IL RECUPERO DI SUOLI E SEDIMENTI CONTAMINATI

### POLLUTED SOILS AND SEDIMENTS RECOVERY

Isabella Mazziotti, Margherita Conditelli, Paolo Massaniso, Elisa Nardi, Carlo Cremisini

L'uso del compost e di residui da processi industriali ecocompatibili, attraverso tecniche di trattamento *in-situ*, può contribuire a recuperare suoli e sedimenti contaminati e, indirettamente, ad attuare gli impegni di Kyoto.

*The utilization of compost and ecocompatible industrial wastes, through in-situ treatments, can help for polluted soils and sediments recovery and, indirectly, aid to achieve the Kyoto commitments.*

## 83 ONTOLOGIA DELLA TECNICA: DERRIDA, FERRARIS E IL TELEFONINO

### ONTOLOGY OF TECHNICS: DERRIDA, FERRARIS AND THE CELL PHONE

A cura di Fausto Borrelli

Nel gennaio del 2001, il giovane filosofo italiano Maurizio Ferraris passeggiava per le vie di Siracusa con il più anziano ed illustre collega francese Jacques Derrida, dialogando di ontologia della tecnica in riferimento al telefonino e al suo modo di essere nel mondo.

*In January of 2001, the young Italian philosopher Maurizio Ferraris strolled along the streets of Siracusa with his older French colleague Jacques Derrida, discussing the ontology of technics with regard to cell phones and their way of being in the world.*

## 87 USO DELL'INDICE IRNA PER LA VALUTAZIONE DELLA QUALITÀ AMBIENTALE

### USING THE IRNA INDEX TO ASSESS ENVIRONMENTAL QUALITY

Loris Pietrelli, Stefano Ciferri, Patrizia Menegoni

## 91

- |                     |   |
|---------------------|---|
|                     | <b>CRONACHE</b>   |
| dal Mondo           | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nuovo piano USA per l'energia <b>91</b></li> <li>• Brasile all'avanguardia nei biocarburanti <b>91</b></li> <li>• Elettricità dalle onde marine in Indonesia <b>91</b></li> </ul>                                |
| dall'Unione Europea | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nuova legge per le rinnovabili in Gran Bretagna <b>92</b></li> <li>• Integrare l'ambiente nelle politiche agricole <b>92</b></li> <li>• Una nuova luce per la scienza <b>92</b></li> </ul>                       |
| dall'Italia         | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Studio ISTAT sull'interscambio commerciale energetico <b>93</b></li> <li>• Indirizzi di politica energetica <b>93</b></li> <li>• Il ghiaccio rivela il clima antico e futuro <b>93</b></li> </ul>                |
| dall'ENEA           | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cooperazione scientifica con Paesi emergenti <b>94</b></li> <li>• Sicurezza delle reti tecnologiche <b>94</b></li> <li>• Clima e benessere organizzativo <b>94</b></li> </ul>                                    |
| Incontri            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• L'uso pacifico dell'energia nucleare <b>95</b></li> <li>• Presentata la relazione sullo stato dell'ambiente 2005 <b>95</b></li> <li>• XVI Settimana della cultura scientifica e tecnologica <b>95</b></li> </ul> |
| Lecture             | <ul style="list-style-type: none"> <li>• L'efficienza energetica degli edifici <b>96</b></li> <li>• Collasso <b>96</b></li> </ul>   |

# Rapporto sull'energia in Medio Oriente e Nord Africa

INTERNATIONAL  
ENERGY AGENCY

primo piano

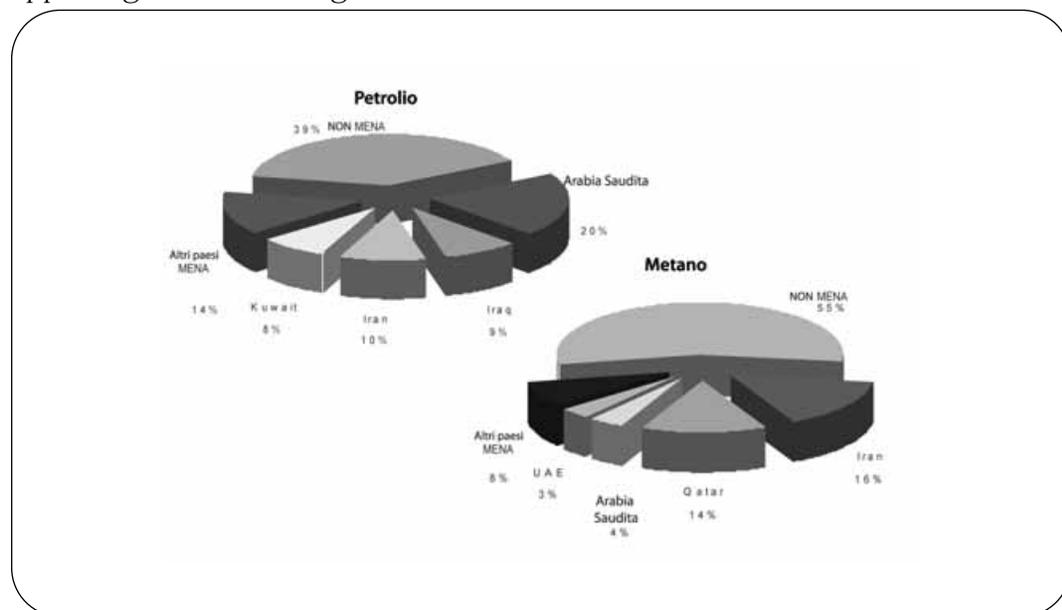
Il Rapporto IEA sui paesi della regione con le maggiori riserve mondiali di idrocarburi sprona i paesi consumatori a un dialogo più stretto con i paesi produttori al fine di raggiungere risultati vantaggiosi per le economie di entrambi. Pubblichiamo il riassunto del World Energy Outlook 2005: "Middle East and North Africa Insights"

## Report on energy in the Middle East and North Africa

*The IEA Report on the countries in the MENA region, which has the world's largest hydrocarbon reserves, urges consumer countries to dialogue more closely with producer countries to achieve advantageous results for the economies of both sides. We publish the summary of the 2005 World Energy Outlook: "Middle East and North Africa Insights"*

Le risorse di petrolio e gas in Medio Oriente e Nord Africa (MENA - Middle East and North Africa) saranno cruciali per soddisfare la crescente domanda mondiale di energia. In questa regione si trova la maggior parte delle restanti riserve mondiali di idrocarburi (figura 1). Relativamente poco sfruttate, sono sufficienti per soddisfare l'aumento della domanda mondiale per i prossimi venticinque anni e oltre. I proventi derivanti dalle esportazioni potrebbero sostenere lo sviluppo economico della regione. Incerte però sono la rapidità con la quale gli investimenti in esplorazione e produzione della regione saranno attuati, la velocità dell'aumento della capacità di produzione e, considerato l'incremento dei fabbisogni energetici interni, la percentuale del previsto aumento di produzione disponibile per le esportazioni. Le conseguenze sono importanti, sia per i paesi produttori della regione, che per i paesi consumatori. Il presente *Rapporto IEA 2005* cerca di chiarire queste problematiche complesse.

I fabbisogni energetici mondiali continueranno ad aumentare costantemente almeno per i prossimi venticinque anni. Ferme restando le attuali politiche governative - premessa di base del nostro Scenario di Riferimento - i fabbisogni energetici mondiali, nel 2030, aumenteranno del 50% rispetto ad oggi. Più del 60% di tale aumento sarà dovuto al petrolio e al gas naturale. La percentuale della produzione mondiale di petrolio e di gas dei Paesi MENA aumenterà in modo sostanziale, a condizione che questi paesi investano a sufficienza nelle infrastrutture per la produzione e il trasporto dell'energia. Le tendenze mondiali illustrate nello scenario di riferimento solleveranno, però, alcune importanti questioni. Le emissioni di anidride carbonica, responsabili dell'effetto serra, continueranno ad aumentare, chiamando in causa la sostenibilità a lungo termine del sistema energetico mondiale. Inoltre, l'accresciuta dipendenza delle nazioni consumatrici da importazioni provenienti da un ristretto numero di paesi MENA, inasprirà le preoccupazioni riguardanti la sicurezza degli approvvigionamenti energetici.



**Figura 1**  
Riserve comprovate di petrolio e metano nel mondo. L'area MENA detiene una percentuale delle riserve globali di petrolio e metano molto superiore alla sua quota nell'attuale produzione mondiale, il che fa intuire per quest'area un forte potenziale di crescita

Azioni più decise da parte dei governi dei Paesi consumatori potrebbero, e senza dubbio lo faranno, indirizzare il mondo verso un percorso energetico diverso. I capi di Stato e di Governo dei G8 e di vari importanti Paesi in via di sviluppo, incontratisi a Gleneagles nel luglio 2005, lo hanno effettivamente riconosciuto impegnandosi

fino al 2030,  
aumento  
significativo  
delle  
esportazioni  
di idrocarburi

a limitare più rigorosamente la crescita del consumo di combustibili fossili e le relative emissioni di gas ad effetto serra. La maggior parte dei governi dei paesi OCSE ha dichiarato la propria intenzione ad impegnarsi maggiormente e c'è ragione di pensare che altri Paesi del mondo seguano la stessa strada. È ancor più probabile che queste politiche vengano adottate se i prezzi dell'energia rimangono elevati.

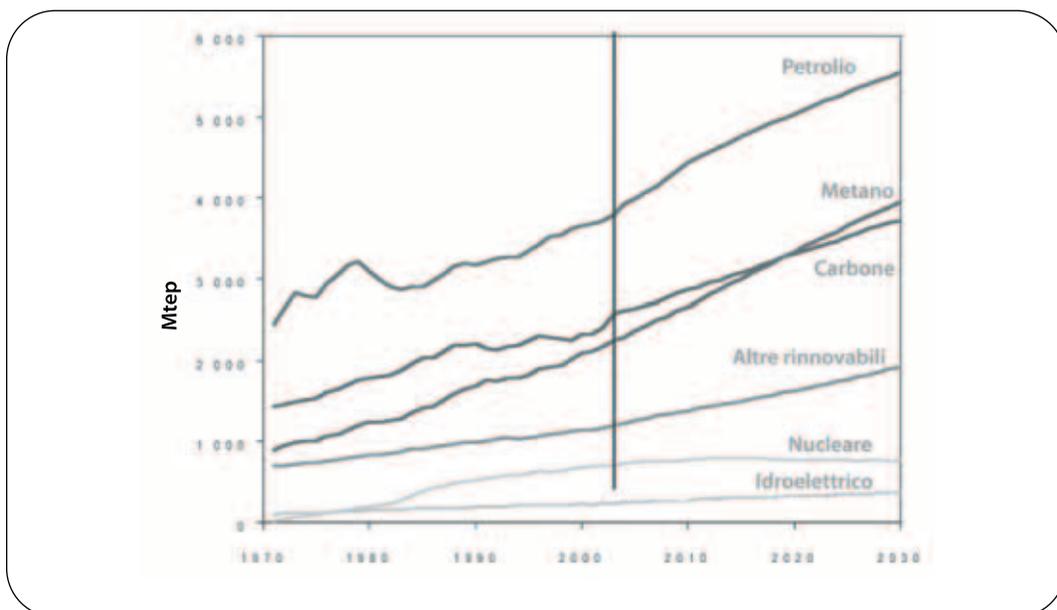
Le politiche dei Paesi consumatori potrebbero porre un freno all'aumento della domanda e ridurre la dipendenza mondiale dal petrolio e dal gas dei Paesi MENA. Uno Scenario Alternativo mostra che se i governi del mondo adottassero nuove politiche già oggi oggetto di discussione, tese a risolvere il problema ambientale e quello della sicurezza energetica, la domanda di combustibili fossili e le emissioni di anidride carbonica diminuirebbero in maniera sostanziale. Ma anche secondo questo scenario, nel 2030 la domanda mondiale di energia sarebbe ancora del 37% più alta rispetto ad oggi ed il volume delle esportazioni di idrocarburi dei Paesi MENA vedrebbe comunque un aumento significativo. Sono necessarie azioni politiche molto più decise e innovazioni tecnologiche radicali per invertire questa tendenza.

Rimane l'incertezza fondamentale di sapere se i massicci investimenti necessari all'*upstream* petrolifero nei Paesi MENA saranno, nei fatti, finanziati. In uno Scenario di Investimenti Differiti, una minore produzione di petrolio nei Paesi MENA provoca un rialzo del prezzo internazionale del petrolio e, di conseguenza, dei prezzi del gas. Rispetto allo Scenario di Riferimento, prezzi dell'energia più elevati, uniti ad una crescita economica più lenta, riducono in tutte le regioni la domanda di energia e, quindi, la domanda di petrolio e di gas. Le esportazioni dai Paesi MENA, ciononostante, continuano ad aumentare. L'attuale instabilità dei mercati e la recente crescita dei prezzi del petrolio mettono in risalto, da un lato, l'importanza fondamentale di investimenti adeguati per le filiere di *upstream* e *downstream* e, dall'altro, la minaccia dell'aumento della domanda mondiale di energia.

Le prospettive per il ruolo dei Paesi MENA nello sviluppo dell'approvvigionamento energetico mondiale hanno implicazioni a lungo termine per l'economia mondiale. I governi dei Paesi produttori e dei Paesi consumatori hanno un mutuo interesse a risolvere le problematiche messe in evidenza in questo *Rapporto*. Le indicazioni e le analisi qui presentate possono fornire un valido strumento, anche quantitativo, per comprendere le sfide, approfondire il dialogo tra Paesi produttori e Paesi consumatori, e creare strategiche risposte politiche.

## La domanda mondiale di energia

In assenza di nuove politiche, i fabbisogni mondiali di energia sono inevitabilmente destinati ad aumentare. Nello Scenario di Riferimento si prevede che la domanda di energia primaria mondiale cresca di più della metà tra oggi e il 2030, con un incremento medio annuo dell'1,6%. Nel 2030, i consumi mondiali ammontano a 16,3 miliardi di tonnellate equivalenti di petrolio (tep), 5,5 miliardi di tep in più di oggi. Più dei due terzi dell'aumento del consumo mondiale di energia saranno richiesti dai Paesi in via di sviluppo, dove la crescita dell'economia e della popolazione sono più elevate. I prezzi internazionali dell'energia alla base delle nostre proiezioni sono stati modificati e innalzati rispetto al *Rapporto* dello scorso anno. Si presume ora che il prezzo medio delle importazioni di greggio nei Paesi dell'AIE si abbassi fino a circa 35 dollari al barile nel 2010 (in dollari del 2004), contando su una nuova capacità di produzione e raffinazione di greggio. Si ipotiz-

**Figura 2**

Domanda primaria di energia nel mondo.

Nello Scenario di Riferimento, le fonti fossili copriranno l'83% della crescita della domanda di energia fra oggi ed il 2030

za che, in seguito, il prezzo del petrolio aumenti gradualmente a 37 dollari nel 2020 e fino a 39 dollari nel 2030. In termini nominali, il prezzo raggiungerà i 65 dollari nel 2030.

I combustibili fossili continueranno a dominare i consumi energetici (figura 2), coprendo più del 80% del previsto *aumento* della domanda di energia primaria. Il petrolio rimane il combustibile principale, con i due terzi dell'aumento del suo consumo richiesto dal settore dei trasporti. La domanda raggiunge i 92 milioni di barili al giorno nel 2010, fino ad arrivare a 115 milioni di barili al giorno nel 2030. La mancanza di alternative economicamente vantaggiose ai prodotti petroliferi nel settore del trasporto renderà la domanda di petrolio più rigida. La domanda di gas naturale aumenterà più velocemente, trainata soprattutto dalla produzione di energia elettrica. Il gas sorpasserà il carbone diventando, verso il 2015, la seconda fonte più importante di energia primaria a livello mondiale. La quota del carbone diminuirà leggermente, con l'aumento della domanda concentrato in Cina e in India. La percentuale di energia nucleare subirà una lieve flessione, mentre quella di energia idroelettrica rimarrà praticamente invariata. La percentuale di biomassa calerà leggermente, venendo sostituita da nuovi combustibili commerciali nei Paesi in via di sviluppo. La quota delle altre fonti rinnovabili, quali il geotermico, il solare e l'eolico, registrerà un incremento più rapido di qualsiasi altra fonte di energia, raggiungendo però solo il 2% della domanda di energia primaria nel 2030.

Le risorse energetiche del pianeta sono sufficienti per soddisfare l'aumento della domanda d'energia previsto nello Scenario di Riferimento. Le odierne riserve mondiali di petrolio superano la produzione complessiva prevista da oggi fino al 2030, ma dovranno essere "accertate" per evitare un picco della produzione prima della fine del periodo delle proiezioni. L'esplorazione sarà senza dubbio intensificata per garantire che questo avvenga. Il costo esatto per la ricerca e lo sfruttamento di queste risorse per i prossimi decenni è incerto, ma sarà senza dubbio significativo. Gli investimenti complessivi per il settore energetico sono stimati a circa 17 trilioni di dollari (in dollari del 2004) per il

periodo 2004-2030, dei quali circa la metà sarà richiesta dai Paesi in via di sviluppo. Il finanziamento degli investimenti necessari nei Paesi non OCSE è una delle sfide più importanti previste dalle proiezioni sugli approvvigionamenti energetici.

## La domanda di energia dei Paesi MENA

Il rapido aumento della popolazione, una stabile crescita economica e importanti sussidi continueranno a trainare la domanda di energia nei Paesi MENA. Nello Scenario di Riferimento è previsto un aumento medio annuo della domanda del 2,9% tra oggi e il 2030. Di conseguenza, la domanda cresce di più del doppio. Nel 2030 la regione MENA sarà responsabile del 7,5% della domanda mondiale di energia primaria, due punti percentuali in più rispetto ad oggi. Il maggior contributo all'aumento della domanda sarà dato dall'Arabia Saudita e dall'Iran. Nel 2030 questi due Paesi richiederanno circa il 45% della domanda di energia della regione MENA, approssimativamente la stessa percentuale di oggi. Invece il Qatar vedrà il più rapido tasso d'incremento della domanda d'energia.

*consumo di  
energia  
pro capite  
doppio nei  
paesi OCSE*

La maggior parte dei Paesi MENA continuerà ad utilizzare quasi esclusivamente petrolio e gas naturale per i propri fabbisogni energetici. Dopo il 2020, il gas sostituirà il petrolio come principale fonte energetica per i consumi interni della regione, grazie a politiche tese a rendere disponibile il petrolio per le esportazioni. Il consumo degli altri combustibili aumenta ma, considerati insieme, rappresentano meno del 4% della domanda di energia primaria nel 2030, percentuale non molto superiore a quella attuale.

Nonostante il rapido aumento della domanda di energia nei Paesi MENA, il consumo pro capite previsto per il 2030 sarà soltanto la metà del livello attuale dei Paesi dell'OCSE. Rimarranno profonde differenze nella domanda di energia pro capite dei diversi Paesi MENA. Nella maggior parte dei Paesi del Golfo, il consumo di *energia elettrica* pro capite rimarrà tra i maggiori al mondo - principalmente a causa degli ingenti sussidi che portano ad un consumo non razionale dell'energia, e della situazione climatica che induce un elevato utilizzo di aria condizionata.

In seguito al rapido aumento del consumo di elettricità e di acqua potabile, i settori elettrico e dell'acqua assorbiranno una quota crescente del consumo dell'energia primaria totale nella regione. I cospicui sussidi destinati ad entrambi i settori stanno accentuando questa tendenza. Le centrali elettriche a gas, che utilizzano principalmente turbine a gas a ciclo combinato, costituiranno il 71% dei nuovi impianti di generazione necessari in futuro. In Arabia Saudita, Emirati Arabi Uniti, Kuwait, Qatar, Algeria e Libia, considerati insieme, la desalinizzazione dell'acqua, un processo ad alta intensità energetica generalmente integrato con la produzione di energia elettrica, rappresenterà più di un quarto dell'aumento del consumo totale di combustibile nei settori elettrico e dell'acqua.

## La produzione nei Paesi MENA di petrolio e gas

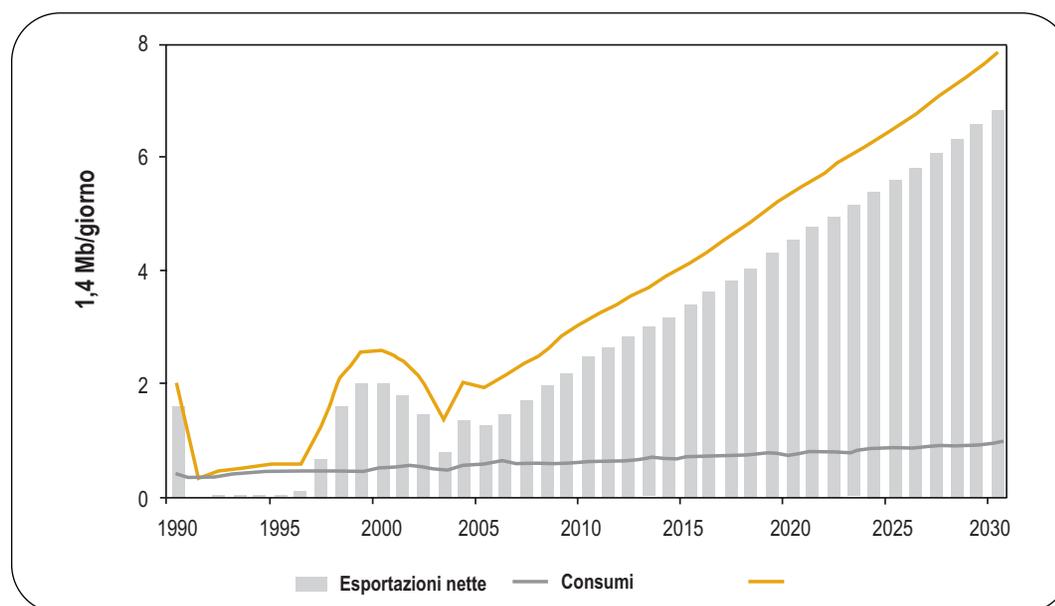
La produzione di petrolio e di gas naturale della regione MENA è pronta per una rapida espansione. Nello Scenario di Riferimento si prevede che la produzione di petrolio (comprese le frazioni liquide di gas naturale) aumenterà da 29 milioni di barili al giorno nel 2004, a 33 milioni di barili al giorno nel 2010, fino ad arrivare a

50 milioni di barili al giorno nel 2030. In alcuni Paesi, questo potrebbe richiedere l'apertura del settore dell'*upstream* agli investimenti stranieri. Il contributo di giacimenti giganti alla produzione petrolifera totale si abbasserà drasticamente, dal 75% attuale al 40% nel 2030, a causa del progressivo declino dei giacimenti maturi e dello sviluppo di giacimenti di piccola dimensione. La produzione dei paesi MENA, soprattutto nel Medio Oriente, aumenta più rapidamente che altrove per la presenza di risorse più abbondanti e per i costi di produzione più bassi. Si prevede un rallentamento della crescita della produzione extra-MENA. L'Arabia Saudita, che possiede le maggiori riserve accertate del mondo, rimarrà di gran lunga il produttore più importante. Il suo livello di produzione salirà da 10,4 milioni di barili al giorno nel 2004 a 11,9 milioni di barili al giorno nel 2010, fino a poco più di 18 milioni di barili al giorno nel 2030. Si prevede per l'Iraq il più rapido tasso di crescita della produzione e il maggior aumento in volume dopo l'Arabia Saudita. In alcuni Paesi, fra i quali l'Iraq, l'aumento della produzione dipenderà da investimenti stranieri su larga scala.

Su queste basi, la percentuale della produzione mondiale di petrolio dei Paesi MENA salirà dal 35% nel 2004 al 44% nel 2030. Quasi tutto l'aumento proviene dai Paesi del Medio Oriente. La percentuale dell'Arabia Saudita sul totale della produzione di petrolio dei Paesi MENA, nel 2030, rimarrà simile a quella attuale, circa il 36%. Quattro paesi, Iraq, Kuwait, Emirati Arabi Uniti e Libia, vedranno un aumento della loro quota di produzione (figura 3).

Nei prossimi venticinque anni, la produzione dei paesi MENA aumenterà più della crescita della domanda interna, portando le esportazioni nette di petrolio della regione ad un aumento di circa il 75%, da 22 milioni di barili al giorno nel 2004, a 25 nel 2010 e a 39 nel 2030. Nel 2030 la maggior parte delle esportazioni sarà ancora data dal greggio, ma i prodotti raffinati conteranno per una quota crescente. Le esportazioni verso tutti i maggiori paesi consumatori aumenteranno, con i paesi asiatici in via di sviluppo che registreranno il maggior incremento.

Si prevede che la produzione di gas dei paesi MENA aumenti ancora più rapidamente di quella del petrolio, triplicando durante il periodo delle proiezioni fino ad



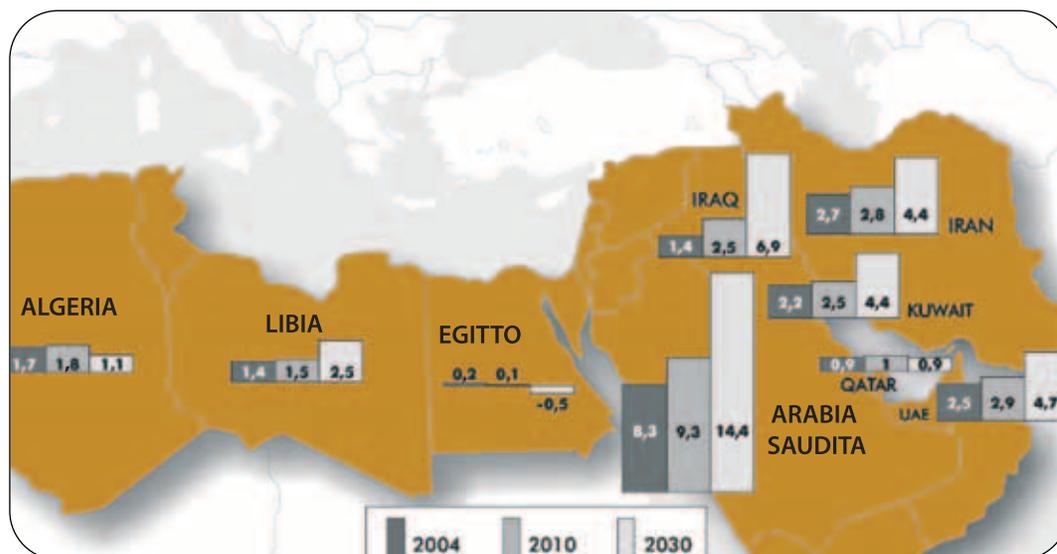
**Figura 3**

Bilancio petrolifero dell'Iraq nello Scenario di Riferimento. Le esportazioni di greggio dall'Iraq dovrebbero crescere dai 1,4 milioni di barili al giorno del 2004 ai 2,5 milioni di barili al giorno nel 2010, raggiungendo i 6,9 nel 2030

**Figura 4**

Esportazioni nette di greggio dall'area MENA.

L'area MENA svolge un ruolo sempre più importante negli scambi internazionali; le sue esportazioni nette cresceranno da 22 milioni di barili al giorno nel 2004 a 39 milioni di barili al giorno nel 2030



arrivare, nel 2030, a 1 210 miliardi di metri cubi. Questo aumento è più rapido di quello di quasi tutte le altre maggiori regioni del mondo. Tra i Paesi della regione, il maggior aumento in termini di volume si registrerà in Qatar, in Iran, in Algeria e in Arabia Saudita. Un terzo della produzione di gas dei Paesi MENA proviene dal North Field/South Pars, un giacimento suddiviso tra Qatar e Iran, e da Hassi R'Mel, situato in Algeria. Questa quota aumenterà con l'ulteriore sfruttamento di questi giacimenti. La maggior parte dell'aumento della produzione sarà esportato, soprattutto sotto forma di gas naturale liquefatto. La forte domanda mondiale e il declino della produzione in molte altre regioni produttrici rafforzeranno la richiesta di gas dai Paesi MENA. La maggior parte dell'aumento di produzione verrà esportata, principalmente in forma di gas naturale liquefatto.

Si prevede che le esportazioni nette dai Paesi MENA verso altre regioni aumenteranno di più del quadruplo, arrivando a 440 miliardi di metri cubi nel 2030, con un marcato spostamento delle vendite verso i mercati occidentali (figura 4). L'Europa rimarrà la principale destinazione delle esportazioni di gas del Nord Africa. I principali importatori di gas, tra cui la maggior parte dei Paesi dell'OCSE e i Paesi asiatici in via di sviluppo, diventeranno ancora più dipendenti dalle importazioni dai paesi MENA.

Gli introiti dati dalle esportazioni di petrolio e di gas dei paesi MENA, che sono molto aumentati negli ultimi anni, rimarranno elevati. Si prevede che i proventi complessivi di petrolio e di gas dei paesi MENA passino da 310 miliardi di dollari nel 2004, a 360 miliardi di dollari nel 2010 e a 635 miliardi di dollari nel 2030. Il gas naturale darà un contributo crescente. L'insieme delle entrate supererà di gran lunga gli investimenti necessari per renderle possibili. Gli investimenti totali nei settori del petrolio e del gas sono stimati, per il periodo 2004-2030, ammontare a circa un trilione di dollari (in prezzi reali del 2004), pari a 39 miliardi di dollari annui.

L'esigenza di dati più coerenti, trasparenti e completi sulle riserve di petrolio e di gas in tutte le regioni è una questione urgente. Migliori dati disponibili sulle riserve da fonti ufficiali e non mostrano incoerenze nella maniera in cui le riserve sono definite e quantificate, così come la mancanza di dati verificabili e di un sistema di rac-

colta universalmente riconosciuto, rendono difficile valutare la qualità dei dati forniti sulle riserve accertate per molte regioni, compresa la regione MENA. Incertezze sulla dimensione delle riserve e sui costi reali per il loro sfruttamento gettano ombre sul futuro del mercato petrolifero e intensificano i timori per costi e prezzi più alti in futuro.

## Uno scenario di investimenti differiti

Un calo importante degli investimenti nel settore dell'esplorazione e produzione dei Paesi MENA modificherebbe profondamente l'equilibrio energetico mondiale. Negli ultimi anni, gli investimenti mondiali, la capacità di produzione di greggio e la capacità di raffinazione sono rimasti indietro rispetto all'aumento della domanda, provocando un rialzo dei prezzi. Le nostre proiezioni, nello Scenario di Riferimento, mostrano un raddoppio del livello degli investimenti annui per l'esplorazione e produzione nei Paesi MENA. È tuttavia lungi dall'essere certo che tali investimenti saranno finanziati: i governi dei paesi MENA potrebbero scegliere *deliberatamente* di sviluppare la propria capacità di produzione più lentamente di quanto ipotizzato nel nostro Scenario di Riferimento. Oppure fattori esterni, quali la mancanza di capitali, potrebbero *impedire* ai produttori di investire quanto vorrebbero nell'aumento di capacità. Lo Scenario di Investimenti Differiti analizza come potrebbero evolvere i mercati energetici se gli investimenti per l'*upstream*, in ciascun Paese MENA, rimanessero costanti, in percentuale del PIL, al livello medio degli ultimi dieci anni. Questo corrisponderebbe, per il periodo 2004-2030, a 110 miliardi di dollari, pari al 23%, di riduzione degli investimenti complessivi per il settore dell'*upstream* nei Paesi MENA.

Una tale riduzione degli investimenti provoca un calo della produzione di petrolio nei paesi MENA, nel 2030, di quasi un terzo rispetto allo Scenario di Riferimento. La produzione diminuisce di più degli investimenti, alla fine del periodo considerato, a causa dell'effetto *cumulativo* nel periodo 2004-2030. Nel 2030, la produzione totale dei Paesi MENA raggiunge i 35 milioni di barili al giorno, rispetto ai 50 dello Scenario di Riferimento. La produzione dell'Arabia Saudita, di 14 milioni di barili al giorno nel 2030, è più di 4 milioni di barili al giorno inferiore allo Scenario di Riferimento. La percentuale dei Paesi MENA nella produzione mondiale di petrolio diminuisce dal 35% nel 2004 al 33% nel 2030 (contro un aumento al 44% dello Scenario di Riferimento). Come risultato, le esportazioni di petrolio dei Paesi MENA sono, nel 2030, inferiori di quasi il 40%. D'altronde, l'aumento dei prezzi provoca un incremento dell'8% della produzione di petrolio nei Paesi non MENA, rispetto allo scenario di riferimento. Anche la produzione di gas naturale nei Paesi MENA subisce un calo rilevante, dovuto ad una domanda mondiale più bassa e ad una minore produzione di gas associato. Nel 2030 le esportazioni di gas diminuiscono del 46%, con il Qatar che registra la flessione più rilevante in termini assoluti.

Nello Scenario di Investimenti Differiti, il prezzo mondiale del greggio, per il periodo considerato, è significativamente più alto di quello dello Scenario di Riferimento. In quest'ultimo, si presume che il prezzo medio di importazione del petrolio nei Paesi dell'AIE cali dai recenti alti livelli a circa 35 dollari (in dollari del 2004) nel 2010, per poi crescere lentamente fino a 39 dollari nel 2030. Nello Scenario di Investimenti Differiti, il prezzo aumenta in maniera graduale nel tempo rispetto allo

*l'equilibrio energetico mondiale dipende dalla produzione dei Paesi MENA*

Scenario di Riferimento. Nel 2030 è più alto di circa 13 dollari, pari a 21 dollari in termini nominali - un aumento di quasi un terzo. I prezzi del gas naturale crescono sostanzialmente in linea con i prezzi del petrolio. Anche il prezzo del carbone sale leggermente. I prezzi dell'energia diventano più volatili.

Prezzi più elevati e una crescita del PIL mondiale più lenta portano, nel 2030, ad una riduzione della domanda di energia mondiale di circa il 6% rispetto allo Scenario di Riferimento. L'aumento del PIL mondiale, il principale traino della domanda di energia, è inferiore, in media, dello 0,23% annuo. L'aumento della domanda di energia primaria nei Paesi MENA rallenta a causa dei minori introiti dati dal petrolio e dal gas e dei prezzi più alti, ma in misura meno marcata che nelle altre regioni. Tra i combustibili primari, la domanda mondiale di petrolio è quella che registra la flessione più marcata. La domanda mondiale di petrolio, di 105 milioni di barili al giorno nel 2030, è di 10 milioni di barili al giorno più bassa rispetto allo scenario di riferimento. Anche la domanda di gas e di carbone diminuisce, soprattutto a causa della minore richiesta del settore elettrico.

*uso più  
razionale  
dell'energia  
ed energie  
alternative*

La nostra analisi suggerisce che i produttori della regione MENA subirebbero una perdita finanziaria qualora gli investimenti venissero differiti nel modo ipotizzato nello Scenario di Investimenti Differiti. L'incremento dei prezzi non riesce a compensare il minor volume delle esportazioni. Durante il periodo 2004-2030, gli introiti complessivi dati dalle esportazioni di petrolio e di gas nei Paesi MENA sarebbero più bassi di un trilione di dollari (in prezzi reali del 2004) rispetto allo Scenario di Riferimento. La riduzione delle entrate è circa cinque volte superiore a quella degli investimenti nel settore petrolifero e del gas. Gli introiti subiscono una diminuzione anche in termini di valuta corrente. Circa il 70% del calo delle entrate è dovuto al petrolio.

### Uno scenario alternativo

Lo Scenario Alternativo dipinge il futuro del settore energetico che potrebbe delinearsi se i governi dei Paesi consumatori portassero avanti con decisione nuove politiche che sono già all'esame. Queste comportano un uso più razionale dell'energia e l'uso di energie alternative ai combustibili fossili, per ragioni ambientali o di sicurezza energetica. I presupposti di base sulle condizioni macroeconomiche e sulla popolazione sono gli stessi dello Scenario di Riferimento, ma i prezzi dell'energia cambiano, in quanto si stabilisce un nuovo equilibrio tra domanda e offerta.

Nello Scenario Alternativo, la domanda mondiale di energia primaria è circa il 10% più bassa, nel 2030, rispetto allo Scenario di Riferimento. La domanda di energia primaria aumenta del 1,2% annuo, 0,4 punti in meno rispetto allo Scenario di Riferimento. Ciononostante, nel 2030 la domanda è ancora sopra il livello del 2003 del 37%. Il petrolio rimane la principale fonte di energia. Nel 2030, la sua percentuale nella domanda mondiale di energia primaria - di poco superiore ad un terzo - è solo leggermente inferiore a quella dello Scenario di Riferimento. La percentuale di carbone, invece, si abbassa nettamente in tutte le regioni. D'altra parte, il consumo di energie rinnovabili, escluse l'idroelettrica e la biomassa, è di circa il 30% più alto, nel 2030, rispetto allo Scenario di Riferimento. Aumentano anche l'energia data dalla biomassa e quella nucleare. L'effetto delle politiche di risparmio energetico e di diversificazione dei com-

bustibili sulla domanda di energia aumenta durante il periodo delle proiezioni, dato che gli stock di beni energetici sono gradualmente sostituiti e nuove misure sono adottate. La diminuzione della domanda di petrolio e di gas, nelle principali regioni consumatrici, porta ad un calo della produzione e delle esportazioni nei Paesi MENA e provoca un abbassamento dei prezzi. Entro il 2030, la produzione dei Paesi MENA raggiunge i 45 milioni di barili al giorno - quasi 6 milioni di barili al giorno in meno rispetto allo Scenario di Riferimento, ma rimane più alta del 50% rispetto al livello del 2004. Il prezzo del petrolio è in media di circa il 15% inferiore se confrontato con lo Scenario di Riferimento. Durante il periodo considerato, la minore domanda e i prezzi più bassi riducono del 21%, rispetto allo Scenario di Riferimento, gli introiti complessivi delle esportazioni di petrolio e di gas dei Paesi MENA. I proventi registrano un calo anche in termini di valuta corrente. Ciononostante, questi proventi saranno di 160 miliardi di dollari, o poco più del 50%, più alti che nel 2004. Il minore consumo totale di energia e una maggiore percentuale di combustibili a minor contenuto di carbonio nel mix energetico primario portano nel 2030, rispetto allo Scenario di Riferimento, ad una riduzione di 5,8 miliardi di tonnellate, pari al 16%, delle emissioni di anidride carbonica a livello mondiale. Questa cifra è comparabile alle attuali emissioni complessive di Stati Uniti e Canada. La maggior parte della riduzione è data da un minor consumo di carbone, specialmente per la produzione di elettricità nei Paesi non OCSE. Questo risulta principalmente da una riduzione della domanda di energia elettrica dovuta a nuove politiche di efficienza energetica. Le emissioni, tuttavia, aumentano ancora del 28% rispetto ai livelli attuali.

*dialogo più stretto fra i Paesi consumatori e produttori*

### Un dialogo più stretto fra Paesi consumatori e Paesi produttori porterebbe reciproci vantaggi

Le politiche dei Paesi produttori e di quelli consumatori cambieranno nel tempo in rapporto le une alle altre, allo sviluppo dei mercati e ai cambiamenti del potere di mercato. Se gli investimenti nel settore dell'upstream dei Paesi MENA vengono dilazionati e i prezzi aumentano, è probabile che i Paesi consumatori adotteranno politiche aggiuntive volte a limitare l'aumento della domanda e la dipendenza dai Paesi MENA. Questo avrebbe l'effetto di stemperare, nel lungo periodo, l'impatto sui prezzi dei minori investimenti nei Paesi MENA. Esso amplificherebbe inoltre l'attenuazione della domanda di petrolio e di gas provocata dai prezzi elevati. Maggiore sarà il successo delle politiche dei Paesi importatori, più grande sarà la probabilità che i Paesi produttori adottino politiche volte a sostenere la propria produzione e la loro quota nel mercato mondiale. Ne risulterebbe un calo dei prezzi. Queste interazioni mostrano l'esigenza di un miglioramento della trasparenza del mercato, di un sistema più efficace per lo scambio di informazioni tra Paesi produttori e consumatori di petrolio, e di un loro dialogo più stretto. Inquietudini dei Paesi consumatori per la sicurezza degli approvvigionamenti energetici si uniscono a quelle dei Paesi produttori riguardanti la certezza della domanda. I Paesi consumatori continueranno a cercare di diversificare il proprio mix energetico, mentre i Paesi produttori continueranno a cercare di diversificare le proprie economie. Insieme, i governi dei Paesi consumatori e di quelli produttori possono migliorare i criteri con i quali essi cercano di conciliare i propri interessi e ottenere risultati vantaggiosi per entrambi.

# Lo stato dell'ambiente nel 2005

**CORRADO CLINI**

Direttore Generale per la Ricerca Ambientale e lo Sviluppo, MATT

primo piano

Il 23 marzo il Ministro dell'Ambiente e della Tutela del Territorio ha presentato la Relazione sullo Stato dell'Ambiente 2005 che analizza la situazione ambientale italiana degli ultimi anni nel contesto dei dati e degli scenari futuri dell'economia, puntando l'attenzione su temi strategici, quali energia, industria, trasporti, agricoltura, turismo e ambiente urbano. Pubblichiamo l'Introduzione della Relazione

## State of the Environment 2005

*In the sustainable-development perspective, the state of the environment can be read by analysing the correlations between environmental data and the evolution of the key sectors for the nation's economic growth.*

*We publish the analysis of sensitive indicators contained in the introduction to the annual Report on the State of the Environment presented on March 23rd by the Minister for the Environment and Protection of the Territory*

Lo stato dell'ambiente, nella prospettiva dello sviluppo sostenibile, può essere letto attraverso l'analisi delle relazioni tra i dati ambientali e l'evoluzione dei settori chiave per la crescita economica del Paese. I capitoli, le schede tematiche e gli allegati della Relazione sullo stato dell'ambiente offrono un ampio quadro di informazioni e analizzano in modo esteso i rapporti tra dati ambientali ed economici. In sede introduttiva, per fornire una "guida" alla lettura della Relazione, sono stati selezionati e commentati alcuni indicatori sensibili per rappresentare in modo sintetico lo stato e le prospettive delle complesse relazioni tra ambiente e sviluppo: le emissioni di anidride carbonica; le emissioni in atmosfera; la gestione delle risorse idriche; la gestione dei rifiuti.

## Le emissioni di CO<sub>2</sub> e degli altri gas a effetto serra (GHG)

### Il Protocollo di Kyoto: un primo passo verso la protezione del clima globale

I dati relativi alle emissioni nazionali dei GHG e gli scenari futuri di emissione devono essere considerati nel contesto sia degli obiettivi e delle regole del Protocollo di Kyoto, sia della situazione europea. Il Protocollo di Kyoto impegna i paesi industrializzati (elencati nell'Annesso I del Protocollo stesso) a ridurre le proprie emissioni di anidride carbonica e di altri cinque gas a effetto serra (metano, protossido di azoto, tre composti fluorurati) entro il 2012 nella misura complessiva del 5,2% rispetto ai livelli del 1990. Nello stesso tempo, considerando che

- la riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub> e degli altri GHG è efficace indipendentemente dalla regione del pianeta nella quale venga realizzata,
- già nel 1997 (anno in cui il Protocollo è stato firmato) le proiezioni al 2010 delle emissioni dei paesi industrializzati erano generalmente in crescita rispetto ai livelli del 1990,

il Protocollo ha istituito tre meccanismi di attuazione (definiti "flessibili"), finalizzati a dare rilievo globale agli impegni di riduzione e attraverso i quali i paesi industrializzati possono integrare le rispettive misure nazionali.

I meccanismi flessibili sono:

- il Clean Development Mechanism (CDM), ovvero il "meccanismo per lo sviluppo pulito", con il quale i paesi industrializzati possono acquisire "crediti di emissione" mediante la realizzazione nei paesi in via di sviluppo di progetti per la riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub> e degli altri GHG. Questo è anche il caso dei progetti realizzati nei paesi con economie "emergenti" come Cina, India, Brasile, Sud Africa, Indonesia. In questi paesi ad elevato tasso di crescita economica gli investimenti nei settori energetico e industriale, realizzati con tecnologie efficienti, l'impiego di fonti di energia rinnovabili e con il recupero del metano dalle discariche delle megalopoli, consentono di generare crediti di emissione in elevata quantità e a costi inferiori di 3-4 volte rispetto a quelli che sarebbe necessario sostenere nei paesi industrializzati;
- la Joint Implementation (JI), ovvero la "realizzazione congiunta", con la quale i paesi industrializzati possono realizzare progetti in comune da cui ricavare "crediti di emissione". Questo è, in particolare, il caso di progetti in Russia e nei paesi dell'Europa centro orientale, che presentano ampi margini di riduzione delle emissioni, attraverso il recupero di efficienza e la riduzione dei consumi nel settore energetico;
- l'Emissions Trading (ET), ovvero il "mercato dei crediti di emissione". Questo meccanismo, già avviato nell'Unione europea, è finalizzato allo scambio dei crediti al fine di contenere i costi di riduzione delle emissioni. A questo proposito occorre sottolineare che la crisi economica degli anni 90 della Russia e dei paesi del sistema dell'ex Unione Sovietica, con la chiusura delle fabbriche e delle centrali elettriche, ha reso disponibile una

*meccanismi  
flessibili per  
ridurre le  
emissioni  
nocive*

quantità di crediti che potrebbe coprire l'intero impegno di riduzione delle emissioni previsto dal Protocollo di Kyoto.

Il Protocollo di Kyoto considera dunque molte opzioni, alle quali sono a loro volta collegati obiettivi diversi:

- promuovere nei paesi industrializzati l'efficienza energetica in tutti i settori, le fonti rinnovabili di energia e il recupero energetico dei rifiuti;
- favorire lo sviluppo sostenibile delle economie emergenti e dei paesi in via di sviluppo con progetti CDM;
- facilitare la cooperazione energetica e industriale tra i paesi industrializzati, la Russia e i paesi dell'ex Unione Sovietica attraverso l'uso combinato di JI e ET.

Pertanto, le misure nazionali per la riduzione delle emissioni rappresentano solo una delle componenti della strategia per rispettare il Protocollo di Kyoto e, di conseguenza, l'andamento delle emissioni nazionali non costituisce un indicatore rappresentativo del rispetto degli impegni assunti dai singoli paesi industrializzati. Questo è il contesto nel quale devono essere lette la situazione europea e quella italiana. È necessario inoltre tener conto della prospettiva indicata dal Terzo Rapporto sul Clima del Panel Intergovernativo sui Cambiamenti Climatici (IPCC) del 2001, nella quale si colloca il Protocollo di Kyoto e verso la quale devono essere orientate le politiche e le misure per la riduzione delle emissioni. Il Rapporto dell'IPCC rileva che l'obiettivo della protezione del clima richiede una riduzione delle emissioni globali non inferiore al 50% rispetto ai livelli del 1990 per stabilizzare la concentrazione di CO<sub>2</sub> in atmosfera ad un livello di sicurezza (tra 450 e 550 parti per milione, entro lo scenario B1 del Rapporto IPCC). Ma la domanda globale di energia nei prossimi 30 anni aumenterà di oltre il 50% rispetto ai livelli attuali, e se a questo aumento si farà fronte con i combustibili fossili e le tecnologie tradizionali, le emissioni globali cresceranno di oltre il 60%, con un aumento della concentrazione di CO<sub>2</sub> a livelli pericolosi per gli equilibri climatici del pianeta (scenari A1B e A2 del Rapporto IPCC). L'obiettivo della stabilizzazione della concentrazione di CO<sub>2</sub> nell'atmosfera richiede dunque uno sforzo straordinario e globale di ricerca e di innovazione delle politiche energetiche per ridurre l'intensità di carbonio dell'economia globale mediante lo sviluppo e la disseminazione delle tecnologie di energia da fonti rinnovabili ed efficienza energetica, in grado di assicurare nello stesso tempo la disponibilità a basso costo delle nuove risorse energetiche pulite e sicure, la sicurezza energetica e la riduzione delle emissioni. In questa prospettiva il Protocollo di Kyoto rappresenta un primo passo verso la stabilizzazione della concentrazione di CO<sub>2</sub>, che può tuttavia condizionare il percorso verso la riduzione globale delle emissioni se le misure adottate saranno coerenti con l'obiettivo della riduzione dell'intensità di carbonio dell'economia globale.

*si richiede  
uno sforzo  
globale di  
ricerca e  
innovazione*

### La situazione europea: scenari e prospettive

Il rapporto dell'Agenzia europea dell'ambiente "L'ambiente in Europa: stato e prospettive", del novembre 2005, mette in evidenza che - sulla base delle proiezioni al 2012 e tenendo conto delle misure già adottate o programmate dagli Stati membri - solo la Gran Bretagna, la Svezia, il Lussemburgo e 9 dei 10 nuovi paesi dell'Unione europea potranno rispettare l'impegno della riduzione delle emissioni di anidride carbonica (CO<sub>2</sub>) assunto nell'ambito del Protocollo di Kyoto.

Questo quadro si spiega considerando che le emissioni di CO<sub>2</sub> sono generate prevalentemente dall'uso dei combustibili fossili e dipendono dal loro diverso contenuto di carbonio (minore nel gas naturale, maggiore nell'olio combustibile e nel carbone).

In particolare:

- la Gran Bretagna ha sostituito il carbone con il gas naturale dopo il 1990 ed ha potuto così contabilizzare la riduzione delle emissioni ottenuta con la modifica del combustibile primario secondo le regole del Protocollo di Kyoto, che consentono appunto di contabilizzare le riduzioni realizzate a partire dal 1990. In base a queste stesse regole, l'Italia non ha invece potuto contabilizzare la riduzione delle emissioni ottenuta con il programma di penetrazione del gas naturale nel sistema energetico realizzato negli anni '80. Nello stesso tempo la Gran Bretagna ha mantenuto nel portafoglio energetico una quota significativa di nucleare, che non produce emissioni di CO<sub>2</sub>;
- la Svezia, nonostante l'impegno assunto nel 1998 di uscire dal nucleare, ha continuato ad usare questa fonte di energia per coprire circa il 50% del proprio fabbisogno di elettricità;
- il Lussemburgo ha chiuso, dopo il 1990, le centrali termoelettriche a carbone e le acciaierie, eliminando di conseguenza i fattori stessi di emissione;
- i nuovi Stati membri - ad eccezione della Slovenia - dopo il 1990 hanno conosciuto una grave crisi economica e industriale che ha determinato la chiusura di centrali termoelettriche e impianti e una drastica riduzione delle emissioni. Questi paesi, inoltre, continuano ad utilizzare l'energia nucleare per coprire una parte non marginale del proprio fabbisogno di elettricità.

Se la Gran Bretagna avesse sostituito il carbone con il gas prima del 1990 e se Gran Bretagna e Svezia avessero abbandonato dopo il 1990 l'energia nucleare, sarebbero molto lontane dall'obiettivo di Kyoto. Anche per la Germania, vicina all'obiettivo di Kyoto, deve essere considerato che ha "incorporato", dopo l'unificazione del 1990, il doppio "profitto" realizzato con la chiusura di gran parte degli impianti industriali ed energetici della Germania Est e con la riduzione dell'uso del carbone a favore del gas, ed ha inoltre mantenuto il ruolo del nucleare come fonte primaria per la generazione di elettricità. In generale, si può dire che gli scenari di emissione dell'Unione europea sono il risultato di politiche energetiche e dei trasporti contrassegnate ancora prevalentemente dalla continuità (Business As Usual) e poco influenzate dagli obiettivi assunti nell'ambito del Protocollo di Kyoto, come peraltro era stato ben evidenziato dal Consiglio europeo su Energia e Ambiente convocato nel luglio 2003 durante la Presidenza italiana dell'Unione europea. Tuttavia, il rapporto dell'Agenzia europea suggerisce che l'attuazione delle misure nazionali aggiuntive (additional domestic measures) già individuate dai singoli Stati membri, incluso l'uso dei meccanismi flessibili del Protocollo di Kyoto (CDM, JI e ET), potrebbe migliorare in modo significativo la performance di molti paesi. Per l'Italia il Rapporto prevede che il *gap* potrà essere ridotto al 3% se verranno adottate tutte le misure indicate dal Piano nazionale per la riduzione delle emissioni approvato dal CIPE il 19 dicembre 2002.

La tipologia delle misure nazionali aggiuntive fa riferimento, in particolare, all'aumento dell'efficienza energetica, all'incremento delle fonti di energia rinnovabili, alla diffusione dei biocombustibili e alla riduzione dei consumi energetici nel settore dei trasporti. Queste misure, in gran parte previste da direttive europee, non sono tuttavia ancora sostenute da una politica energetica comune, da regole comuni per la fiscalità energetica, né da finanziamenti finalizzati allo sviluppo di tecnologie innovative.

In queste condizioni è lasciata agli Stati membri la scelta di misure che in molti casi richiedono un impegno di risorse pubbliche in contrasto con il "patto di stabilità" del Trattato di Maastricht e che in altri casi rischiano di compromettere la competitività di settori strategici delle economie nazionali, a cominciare da quello energetico.

*attuare anche  
le misure  
nazionali  
aggiuntive*

Se si considera inoltre l'obiettivo indicato dal Terzo Rapporto sul Clima dell'IPCC per la stabilizzazione della concentrazione di CO<sub>2</sub> in atmosfera ad un livello di sicurezza, è necessario aver presente che il "tempo" degli investimenti finalizzati alla trasformazione del sistema energetico per ridurre l'intensità di carbonio dell'economia globale e stabilizzare la CO<sub>2</sub> è lo stesso "tempo" degli investimenti per finanziare le misure necessarie a rispettare l'obiettivo Kyoto entro il 2012.

Gli investimenti nelle tecnologie energetiche tra il 2006 e il 2012 saranno decisivi per rispondere alla domanda crescente di energia: l'analisi del gap tra l'obiettivo della stabilizzazione della concentrazione di CO<sub>2</sub> e i diversi scenari di emissione mette in evidenza che le scelte delle tecnologie energetiche tra il 2006 e il 2015 decideranno il futuro delle emissioni globali (figura 1).

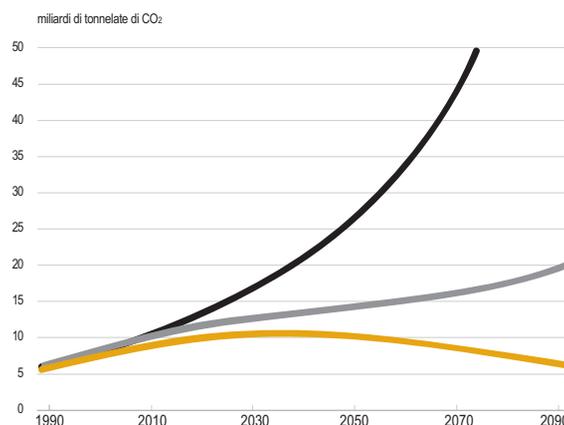
**Figura 1**

Scenari di emissione globali e tecnologiche energetiche

IS92a= Scenario dell'IPCC che prevede un aumento annuo di concentrazione di CO<sub>2</sub> dell'1% a partire dal 1990

■ IS92a tecnologie 1990  
 ■ IS92a le migliori tecnologie disponibili 2000  
 ■ 550 ppmv obiettivo di stabilizzazione della concentrazione di CO<sub>2</sub>

Fonte: tratto da J.A. Edmonds e G.M. Strokes, "Launching a Technology Revolution" The Brookings Institution, Washington DC, 2004



Considerando che per rispettare l'obiettivo Kyoto dell'Unione europea (-8% entro il 2012) gli investimenti finalizzati a misure efficaci nel breve periodo dovranno assumere come riferimento la valorizzazione delle tecnologie esistenti, è evidente il rischio distogliere risorse dai programmi a medio e lungo termine finalizzati alla trasformazione delle tecnologie e del sistema energetico riferiti a un orizzonte 2020-2030.

In altri termini, l'Unione europea deve decidere se le opzioni tecnologiche per rispettare il Protocollo di Kyoto devono incorporare obiettivi di "de-carbonizzazione" oltre il 2012, ovvero se occorre impegnare risorse per misure e tecnologie che potrebbero risultare obsolete dopo il 2012, compromettendo ulteriormente la già difficile competitività dell'Europa nell'economia globalizzata. Va rilevato, infatti, che l'Unione europea è rimasta per troppo tempo concentrata sui vincoli formali del Protocollo di Kyoto e sugli impegni nazionali di riduzione delle emissioni a breve termine, senza offrire una visione strategica verso la de-carbonizzazione dell'economia e dello sviluppo globali. La crescente dipendenza energetica dell'Europa, che raggiungerà il 70% dei consumi interni di energia entro il 2030, e la crisi di competitività dell'economia europea rispetto a Stati Uniti e Cina richiedono un rapido "cambio di visione" dell'integrazione tra politiche ambientali e politiche energetiche e un'accelerazione dei programmi e degli investimenti comunitari nei settori di punta della sfida energetica globale.

## Le emissioni nazionali di CO<sub>2</sub> e degli altri GHG

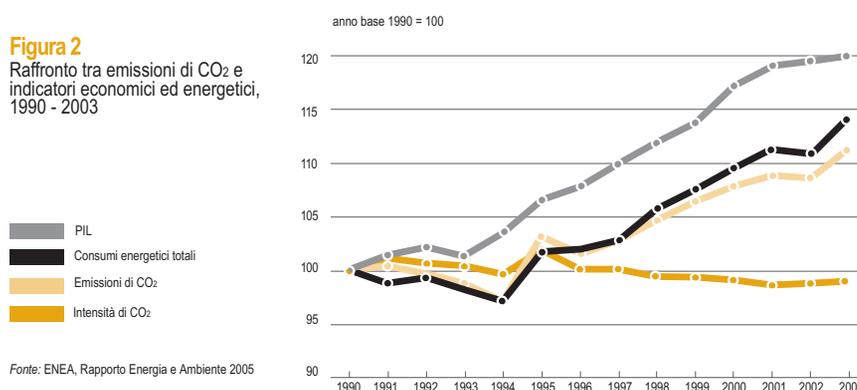
Le emissioni nazionali dei GHG, espresse in termini di CO<sub>2</sub> equivalente, sono aumentate dal 1990 al 2004 di circa l'11,6%, passando da 510 a 570 milioni di tonnellate.

Questo andamento appare in aumento rispetto agli scenari individuati nel 1998 dalla

Seconda Comunicazione Nazionale sui Cambiamenti Climatici dell'Italia, che prevedeva comunque una crescita tendenziale delle emissioni al 2010 non inferiore al 10% rispetto ai livelli del 1990. In particolare, la Comunicazione del 1998 metteva in evidenza la difficoltà dell'Italia a migliorare ulteriormente la già notevole performance in termini di intensità energetica del settore industriale e di conseguenza indicava la necessità di utilizzare i meccanismi flessibili CDM e JI per integrare le misure nazionali e diminuire così i costi di riduzione delle emissioni prodotte dal settore energetico. I dati riferiti al 2004 mettono in evidenza che le emissioni di CO<sub>2</sub>, pari all'85,5% del totale delle emissioni di GHG, risultano superiori del 13,2 % rispetto a quelle del 1990, con il contributo significativo delle emissioni dal settore energetico, cresciute di oltre il 14% rispetto ai livelli del 1990 e dovute soprattutto all'aumento non controllato delle emissioni dei trasporti e a quello, invece prevedibile, causato dall'aumento della produzione di elettricità. Se confrontiamo il dato delle emissioni nazionali con alcuni indicatori di performance economica ed energetica, appare evidente che le emissioni di CO<sub>2</sub> rappresentano bene le situazioni di eccellenza e quelle di difficoltà dell'Italia (figura 2).

**Figura 2**

Raffronto tra emissioni di CO<sub>2</sub> e indicatori economici ed energetici, 1990 - 2003



Da un lato l'economia italiana continua ad essere caratterizzata da un'elevata efficienza energetica e da una bassa intensità di carbonio, nonostante l'aumento dei valori assoluti delle emissioni dalle industrie energetiche dovuto alla crescita della produzione di elettricità, che è tuttavia sostenuta dall'impiego di tecnologie ad alta efficienza; negli ultimi 10 anni si è infatti consolidato il "disaccoppiamento" (decoupling) tra emissioni di CO<sub>2</sub>, intensità di carbonio dell'economia e PIL, dato positivo che mette in evidenza una tendenza coerente con le strategie di breve e medio periodo per la "de-carbonizzazione" dell'economia. Dall'altro, questa tendenza positiva rischia di essere compromessa dall'aumento delle emissioni:

- nel settore dei trasporti, per il quale l'aumento delle emissioni non è tanto un indicatore della crescita del traffico quanto della scarsa efficienza del sistema e del gap di infrastrutture;
- nel settore residenziale e dei servizi, segno di una carenza sul piano tecnologico e gestionale che produce risultati negativi sia sul bilancio energetico ed economico nazionale, sia sull'efficienza di un settore strategico quale quello dei servizi.

### Il ruolo cruciale dei trasporti per la riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub>

Negli ultimi 15 anni la domanda di trasporto nel nostro paese è aumentata di circa il 30% per i passeggeri e di circa il 10% per le merci (figura 3).

A questo aumento della domanda non ha corrisposto un'adeguata offerta di infrastrut-

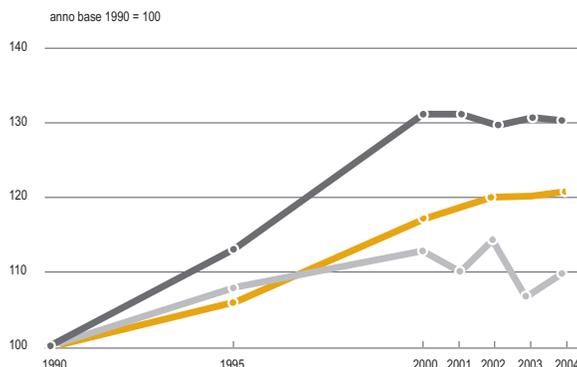
ture. Basti pensare che tra il 1990 e il 2003 sono rimasti invariati i chilometri in esercizio sia della rete ferroviaria che della rete autostradale italiane.

**Figura 3**

La domanda di trasporto in Italia, 1990 - 2004

■ Domanda di trasporto passeggeri (mld di passeggeri - km)  
 ■ Domanda di trasporto interno di merci (mld di tonnellate - km)  
 ■ PIL (prezzi correlati al 1995)

Fonte: elaborazione Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio su dati del Conto nazionale delle infrastrutture e dei trasporti, 2005



Questo dato spiega in modo evidente l'inefficienza del sistema dei trasporti italiano che produce due conseguenze negative:

- l'aumento incontrollabile dei consumi energetici e delle relative emissioni;
- la flessione del trasporto merci rispetto all'andamento del PIL, che rappresenta un segnale molto significativo dell'inadeguata offerta di infrastrutture rispetto alla domanda, dato che emerge con evidenza anche maggiore dal confronto con altri paesi europei. La flessione della domanda di trasporto merci comporta anche perdita di competitività del settore rispetto ad altri contesti europei, subendo gli effetti della sinergia negativa degli alti costi energetici e della lentezza dovuta alle frequenti congestioni della rete autostradale italiana. È evidente che l'obiettivo della riduzione dei consumi di energia e delle emissioni dal settore dei trasporti dipende strettamente dalla realizzazione delle infrastrutture necessarie per adeguare l'offerta e diversificare le modalità di trasporto a sostegno della competitività dell'economia italiana, come previsto dal programma delle opere strategiche approvato dal CIPE il 27 maggio 2005, così come è evidente che il "caso" dei trasporti dimostra come gli obiettivi ambientali e quelli della crescita economica coincidono spesso in larga misura. La realizzazione delle opere finalizzate all'ammodernamento e ampliamento della rete ferroviaria comporterà sensibili cambiamenti nell'offerta e, di conseguenza, nella modalità di trasporto. Particolarmente significativi saranno gli effetti determinati dalla realizzazione del sistema di ferrovie ad Alta Velocità/Alta Capacità (AV/AC), con una riduzione degli attuali tempi di percorrenza tra il 38% per la tratta Roma-Napoli e il 49% per la tratta Bologna-Firenze e un consistente aumento dell'attuale numero di treni/giorno compreso tra il 53% per la tratta Roma-Napoli e il 112% per la tratta Milano-Bologna. Inoltre, gran parte delle linee esistenti potranno essere dedicate al trasporto di merci ed al trasporto locale. È tuttavia evidente che il completamento delle opere previste dal programma approvato dal CIPE va ben oltre la scadenza del Protocollo di Kyoto (2012) e che pertanto gli effetti positivi e duraturi delle nuove infrastrutture non potranno essere contabilizzati per rispettare l'obiettivo di riduzione delle emissioni a breve termine.

## Verso l'obiettivo Kyoto e "oltre" Kyoto

### *Gli obiettivi a breve termine*

L'Italia potrà raggiungere l'obiettivo Kyoto con l'attuazione delle misure aggiuntive previste dal Piano nazionale approvato dalla delibera CIPE del 19 dicembre 2002, che

consentono la riduzione delle emissioni e producono effetti nel breve periodo.

Il Piano nazionale dovrà operare:

- *a livello nazionale*, assumendo il criterio della “ottimizzazione” degli effetti ambientali di interventi finalizzati prioritariamente alla modernizzazione dell’economia italiana, mediante:
  - l’aumento della capacità di assorbimento del carbonio attraverso la migliore gestione delle aree forestali e boschive; -la generazione distribuita di elettricità e calore; - l’aumento dell’efficienza energetica in tutti i settori, con particolare riferimento alla diffusione di apparecchiature e dispositivi elettrici ad alta efficienza;
  - l’aumento dell’impiego delle fonti di energia rinnovabili, con particolare riferimento all’energia eolica che può contribuire in modo significativo alla generazione di elettricità;
  - la produzione di energia dai rifiuti, con la contestuale riduzione delle emissioni di metano dalle discariche;
  - l’eliminazione dell’acido adipico dai processi industriali;
- *a livello internazionale*, attraverso i progetti di cooperazione nei settori energetico e forestale nell’ambito di JI e CDM, assumendo come criteri di riferimento:
  - la partecipazione strategica dell’Italia ai programmi per la riduzione delle emissioni su scala globale, nella prospettiva del “dopo Kyoto”;
  - l’apertura di nuovi mercati alle imprese italiane attraverso i meccanismi del protocollo. Sulla base di queste misure il rispetto del Protocollo di Kyoto dovrebbe comportare per l’Italia un costo - al netto dei benefici secondari - pari a circa 3,5 - 4 miliardi di euro.

#### *Gli obiettivi di medio-lungo termine*

Va tuttavia rilevato che queste misure coprono solo in parte l’esigenza di modifiche strutturali dell’economia italiana per consolidare la prospettiva della de-carbonizzazione dell’economia nel medio - lungo periodo. In particolare, senza la realizzazione delle infrastrutture per la trasformazione del sistema dei trasporti e senza l’introduzione di nuovi motori e carburanti sarà impossibile ridurre le emissioni dal settore dei trasporti; inoltre, la modificazione del portafoglio energetico nazionale, con lo sviluppo delle nuove tecnologie delle fonti di energia rinnovabili e l’introduzione di nuovi combustibili e vettori energetici (idrogeno), è la condizione per ridurre stabilmente le emissioni prodotte dal settore energetico senza tuttavia compromettere la sicurezza energetica del paese. Le misure necessarie per raggiungere questi obiettivi hanno tempi di realizzazione più lunghi rispetto al periodo 2008-2012 ma rappresentano comunque una scelta obbligata per integrare le politiche di modernizzazione dell’Italia con la riduzione delle emissioni, assicurare un ruolo al paese nella competizione internazionale e rispondere alla crescente domanda globale di energia con tecnologie efficienti e pulite. In questa direzione sono orientati gli investimenti dei Ministeri dell’ambiente e della tutela del territorio, dell’istruzione, università e ricerca e dell’economia e finanze e delle Regioni Veneto, Lombardia, Liguria, Umbria e Sicilia, finalizzati alla promozione delle nuove tecnologie dell’idrogeno, del fotovoltaico, della microgenerazione diffusa ad alta efficienza di elettricità e calore e della “mobilità alternativa”, descritte nei diversi capitoli della Relazione, cui è destinato il cofinanziamento di 250 milioni di euro, parte di un investimento complessivo di oltre 1.300 milioni. Le strategie e le misure per vincere la sfida globale della de-carbonizzazione dell’economia, insieme alla crescita della domanda globale di energia, sono destinate a condizionare il prossimo futuro delle scelte energetiche e dei costi dell’energia in Europa:

*esigenza di  
modifiche  
strutturali  
dell’economia*

- il valore economico negativo delle emissioni di anidride carbonica sta diventando il punto di riferimento delle politiche energetiche anche nei paesi che non hanno ratificato il Protocollo di Kyoto, come gli Stati Uniti, e in quelli che non hanno obblighi di riduzione, come la Cina. Questo spinge verso l'aumento degli investimenti pubblici e delle grandi multinazionali in ricerca e sviluppo per le fonti di energia rinnovabili, l'idrogeno, il nucleare e l'efficienza energetica;

- secondo l'Agenzia Internazionale per l'Energia, gli investimenti necessari per rispondere entro il 2030 alla domanda globale di energia non saranno inferiori a 16.000 miliardi di dollari, di cui almeno 10.000 miliardi necessari per la produzione e la distribuzione di elettricità. Le economie emergenti assorbiranno quasi la metà degli investimenti. I paesi e le imprese che parteciperanno agli investimenti e allo sforzo di innovazione avranno il ritorno positivo degli effetti di un mercato globale in rapida espansione.

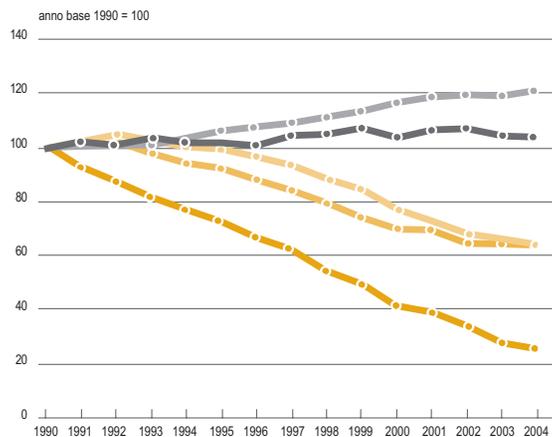
## Le emissioni in atmosfera e la qualità dell'aria

L'evoluzione negli ultimi 15 anni delle emissioni regolamentate dalla direttiva comunitaria NEC (limiti nazionali alle emissioni) mette in evidenza, per la maggior parte degli inquinanti, una rilevante riduzione dei valori assoluti, che appare ancora più significativa se correlata con l'andamento del prodotto interno lordo: è infatti evidente una progressiva separazione tra le decrescenti emissioni e la crescita del PIL, coerente con la Strategia europea per lo sviluppo sostenibile ispirata dal criterio del decoupling tra sviluppo economico e uso delle risorse ambientali (figura 4).

**Figura 4**  
Andamento del PIL e riduzione delle emissioni di NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub>, NH<sub>3</sub>, COVNM, 1990 - 2004

■ PIL  
 ■ NH<sub>3</sub>  
 ■ COVNM  
 ■ NO<sub>x</sub>  
 ■ SO<sub>x</sub>

Fonte: elaborazione Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio su dati APAT e ISTAT - NAMEA, 2006



Questo è il risultato dei cambiamenti verificatisi nella struttura industriale ed energetica in relazione sia alla tipologia dei processi e alle tecnologie degli impianti di produzione, sia al mix di combustibili utilizzato. Il settore dei trasporti ha contribuito in modo significativo a questo risultato con il miglioramento della qualità dei carburanti e il rinnovo parziale del parco di autoveicoli circolante. Tuttavia, almeno in alcuni casi, i risultati conseguiti non sono ancora sufficienti per raggiungere gli obiettivi stabiliti dalla direttiva NEC e dalle direttive sulla qualità dell'aria. In particolare, le emissioni di ossidi di zolfo (SO<sub>x</sub>) sono diminuite di oltre il 60%, in linea con il limite massimo di emissioni indicato dalle direttive europee come obiettivo da raggiungere entro il 2010 anche le emissioni di ossidi di azoto (NO<sub>x</sub>) sono diminuite di oltre il 30%, avvicinandosi al limite massimo indicato dalla direttiva NEC da rispettare entro il 2010, ma questo obiettivo potrebbe essere difficile da raggiungere se il parco autoveicoli italiano non sarà rinnovato in modo da rispettare gli standard EURO 4. Un altro fattore critico potrebbe

essere rappresentato dall'entrata in funzione dei nuovi impianti a ciclo combinato a gas naturale e ad alta efficienza per la produzione di elettricità: questi impianti, a basse emissioni specifiche e che rivestono un ruolo strategico per la riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub>, potrebbero tuttavia determinare una crescita nei valori assoluti delle emissioni di NO<sub>x</sub>. La contraddizione tra l'obiettivo di riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub> ed il possibile aumento degli NO<sub>x</sub> per effetto del maggior uso del gas naturale potrebbe richiedere una revisione del "tetto" NEC. Infine, sono diminuite di oltre il 30% le emissioni di composti organici volatili non metanici (COVNM), in linea con quanto prescritto dalla direttiva NEC, ma va tuttavia sottolineato, come per gli NO<sub>x</sub>, che il raggiungimento dell'obiettivo dipenderà in larga misura dall'adeguamento agli standard EURO 4. Restano invece stabili le emissioni di ammoniaca (NH<sub>3</sub>), che derivano soprattutto dalle attività agricole e zootecniche: in questo caso le possibili misure di riduzione delle emissioni per rispettare l'obiettivo NEC si confrontano con una valutazione problematica del rapporto tra costi economici e benefici ambientali. Per quanto riguarda gli altri inquinanti non regolamentati dalla direttiva NEC, è significativo il caso delle polveri sottili (PM10). Le emissioni nazionali sono diminuite di circa il 25% per effetto, in particolare, della riduzione di quelle prodotte dagli impianti energetici e industriali e dal settore dei trasporti. Tuttavia, nonostante la riduzione dei valori assoluti nazionali, è nota la difficoltà nel riuscire a rispettare gli standard di qualità dell'aria per le polveri sottili nelle aree urbane. Tale criticità è riconducibile alla combinazione di emissioni da traffico e condizioni climatiche: mentre gli interventi sulle emissioni da traffico possono avere efficacia limitando la circolazione urbana a veicoli Euro 4 per il trasporto privato, pubblico e delle merci, è evidente che il fattore rappresentato dalle condizioni climatiche rappresenta un limite insuperabile. Per questa ragione è stata sottoposta alla Commissione europea, insieme con altri paesi che presentano situazioni analoghe, la proposta di considerare il "peso" relativo delle condizioni climatiche locali nella determinazione dei limiti applicabili per la qualità dell'aria. Infine, la riduzione di oltre il 60% delle emissioni di benzene (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>) dimostra l'efficacia delle misure tecnologiche relative sia alla diversa formulazione delle benzine, sia all'aggiornamento del parco veicolare.

*scarsa  
efficienza  
nella gestione  
delle risorse  
idriche*

## La gestione delle risorse idriche

Il Rapporto 2005 del Comitato per la vigilanza sull'uso delle risorse idriche (COVIRI) conferma che il consumo medio giornaliero pro capite di acqua in Italia è superiore ai consumi dei paesi europei maggiormente sviluppati. Questo dato è positivo se considerato dal punto di vista della disponibilità di acqua per i cittadini italiani. Tuttavia, un livello così elevato di consumi è anche interpretato come indice di scarsa efficienza nella gestione di una risorsa naturale tanto preziosa quanto a rischio. Il confronto tra i consumi pro capite e le tariffe in alcune grandi città italiane ed europee mette in evidenza la funzione di regolatore dei consumi svolta dalla tariffa, ovvero che a maggiore tariffa corrispondono minori consumi. Il sistema delle tariffe è peraltro connesso alla capacità di gestione e manutenzione dei servizi idrici. Il Rapporto COVIRI rileva che in Italia le perdite di acqua dalla rete, che dipendono in larga misura dagli investimenti e dalle attività per l'aggiornamento e la manutenzione degli impianti, sono mediamente superiori a quelle di Francia, Germania e Regno Unito, mentre negli ultimi 10 anni gli investimenti nella gestione delle acque hanno avuto una diminuzione compresa tra il 20% e il 30%.

Nella prospettiva dello sviluppo sostenibile la conservazione e la gestione efficiente del-

l'acqua rappresentano un obiettivo strategico, anche in relazione agli scenari preoccupanti sulla disponibilità della risorsa idrica nel prossimo futuro. I dati mostrano l'urgenza di programmare e completare le misure per la conservazione delle risorse idriche, come suggeriscono, ad esempio, i programmi delle Regioni Lombardia e Emilia-Romagna, coerentemente con la riforma del servizio idrico prevista dalla legge e attuata solo in parte, tenendo conto tuttavia che l'attuazione della riforma non può prescindere dalla costituzione di capacità finanziarie e industriali stabili per assicurare i livelli adeguati di gestione e manutenzione. In questa prospettiva il valore economico dell'acqua deve essere commisurato alla sua natura di bene raro da conservare e di risorsa chiave per lo sviluppo sostenibile del Paese.

## La gestione dei rifiuti

I dati sulla produzione e lo smaltimento dei rifiuti, presentati in dettaglio nei capitoli della Relazione, segnalano una tendenza positiva nelle attività di recupero e riciclaggio, coerente con gli obiettivi europei e comparabili con quanto si rileva nelle economie europee più sviluppate, anche se con andamenti differenziati tra le diverse regioni italiane. Nello stesso tempo, mentre persiste l'anomalia italiana sulla capacità di smaltimento dei rifiuti urbani, emergono alcune contraddizioni in merito alla quantità di rifiuti generati nei processi produttivi, che appare in controtendenza rispetto all'andamento e alle previsioni della produzione industriale.

*anomalia  
italiana sulla  
capacità di  
smaltimento  
dei rifiuti  
urbani*

### *I rifiuti industriali*

Se si confrontano i dati dell'Osservatorio nazionale sui rifiuti, riferiti all'andamento della produzione di rifiuti speciali pericolosi e non pericolosi per attività economica dell'industria dal 2000 al 2003, con l'andamento della produzione industriale nel medesimo periodo, si osserva, per alcuni settori produttivi (tra gli altri, il metallurgico, il chimico e quello del legno), l'aumento delle quantità di rifiuti prodotti e la contemporanea diminuzione dell'attività produttiva.

Pur tenendo conto dei cambiamenti intervenuti nelle metodologie di rilevamento e classificazione dei rifiuti nel periodo considerato, che hanno in parte modificato l'omogeneità e la confrontabilità nel tempo dei dati, il confronto potrebbe indicare una tendenziale riduzione dell'efficienza dei processi, e segnalare il rischio di un peggioramento della performance ambientale connesso alla riduzione della produzione: se così fosse saremmo in presenza dei primi segnali di un circuito "vizioso" che associa il declino industriale a impatti ambientali crescenti. È quindi quanto mai urgente richiamare l'attenzione sull'esigenza di strategie industriali per il rilancio della produzione associate a investimenti in tecnologie efficienti, in grado di assicurare nello stesso tempo la competitività delle imprese e la riduzione degli impatti ambientali negativi.

### *I rifiuti urbani*

I dati relativi allo smaltimento dei rifiuti urbani confermano il ruolo ancora prevalente del conferimento in discarica, nonostante i progressi in termini di recupero, riciclaggio e compostaggio. Tra i molti effetti negativi di questa situazione va segnalata la mancata valorizzazione energetica dei rifiuti e l'aumento delle emissioni del metano prodotto dalle discariche, gas serra con un potere di riscaldamento 21 volte superiore alla CO<sub>2</sub>. La combinazione di riciclaggio, compostaggio e valorizzazione energetica, come previsto dal Piano nazionale per la riduzione delle emissioni di gas serra (delibera CIPE del 19.12.2002), potrebbe contribuire al raggiungimento di oltre il 10% dell'obiettivo Kyoto.

# Una strategia energetica per l'Europa

COMMISSIONE EUROPEA

spazio aperto

Uno scenario energetico nuovo per l'Europa richiede una risposta comune in equilibrio fra sviluppo sostenibile, competitività e sicurezza dell'approvvigionamento.

Con il Libro Verde sull'energia la Commissione Europea propone suggerimenti e opzioni che potrebbero costituire la base di una politica energetica europea più integrata. Pubblichiamo un ampio stralcio del libro

## An energy strategy for Europe

*A new energy era has begun in Europe, and this scenario requires a common response that strikes a balance among sustainable development, competitiveness and secure procurement. The European Commission, in its Green Book on energy, sets out suggestions and options that could form the basis of a more integrated European energy policy. We publish extensive excerpts from the book*

# È

Iniziata una nuova era dell'energia in Europa.

*mancano in  
Europa  
mercati  
energetici  
interni  
competitivi*

- Vi è un urgente bisogno di investimenti. Soltanto in Europa, per soddisfare la domanda di energia prevista e sostituire le infrastrutture che mostrano segni di invecchiamento, nei prossimi 20 anni saranno necessari investimenti per circa mille miliardi di euro.
- La nostra dipendenza dalle importazioni è in aumento. Se non si rende più competitiva l'energia interna, nei prossimi 20 o 30 anni le importazioni copriranno il 70% circa del fabbisogno energetico dell'Unione - contro l'attuale 50% - e in parte proverranno da regioni in cui è presente la minaccia dell'insicurezza.
- Le riserve sono concentrate in pochi paesi. Oggi circa la metà del gas consumato dall'UE proviene da soli tre paesi (Russia, Norvegia e Algeria). Se gli attuali modelli di consumo si confermano, nei prossimi 25 anni le importazioni di gas potrebbero aumentare fino a rappresentare l'80% del fabbisogno.
- La domanda globale di energia è in crescita. Si prevede che entro il 2030 la domanda globale di energia - e le emissioni di CO<sub>2</sub> - saranno di circa il 60% superiori ai livelli attuali. Il consumo globale di petrolio è aumentato del 20% dal 1994 e si prevede che la domanda globale di petrolio aumenterà dell'1,6% all'anno.
- I prezzi del gas e del petrolio sono in aumento. Negli ultimi due anni sono in pratica raddoppiati nell'UE e i prezzi dell'elettricità hanno seguito lo stesso andamento. I consumatori si trovano ad affrontare una difficile situazione. Tenendo conto della domanda globale di combustibili fossili, della lunghezza delle catene di approvvigionamento e della crescente dipendenza dalle importazioni, i prezzi sono probabilmente destinati a rimanere elevati. Tuttavia, essi potrebbero favorire il miglioramento dell'efficienza energetica e l'innovazione.
- Il clima si sta riscaldando. Secondo il gruppo intergovernativo sui cambiamenti climatici (Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC), a causa delle emissioni di gas a effetto serra la temperatura della Terra è già aumentata di 0,6 gradi e, se non sono adottate le misure necessarie, l'aumento potrebbe essere compreso fra 1,4 e 5,8 gradi entro la fine di questo secolo. La situazione avrà gravi ripercussioni sull'economia e l'ecosistema di tutte le regioni del mondo, compresa l'UE.
- L'Europa non ha ancora istituito mercati energetici interni perfettamente competitivi. Solo quando tali mercati esisteranno i cittadini e le imprese europei potranno fruire di tutti i vantaggi della sicurezza di approvvigionamento e dell'abbassamento dei prezzi. Per conseguire questo obiettivo si devono sviluppare le interconnessioni, attuare un effettivo quadro normativo e regolamentare e farlo pienamente rispettare nella pratica e le norme in materia di concorrenza devono essere applicate in modo rigoroso. Inoltre, se l'Europa vuole vincere le molteplici sfide che deve affrontare, il consolidamento del suo settore energetico dovrebbe essere trainato dal mercato e si dovrebbero fare congrui investimenti per il futuro.

Siamo di fronte al nuovo scenario energetico del 21° secolo. In questo scenario le regioni economiche si trovano in una situazione di dipendenza reciproca per garantire la sicurezza energetica, la stabilità economica e un'azione efficace contro i cambiamenti climatici.

Gli effetti di tale scenario sono avvertiti direttamente da tutti. L'accesso all'energia è fondamentale per la quotidianità di tutti i cittadini europei, che devono far fronte a prezzi elevati, alle minacce alla sicurezza degli approvvigionamenti e ai cambiamenti climatici che colpiscono il continente. Un'energia sostenibile, competitiva e sicura è uno dei pilastri della nostra vita di tutti i giorni.

Questo scenario richiede una risposta europea comune. Ai vertici di ottobre e dicembre 2005 i capi di Stato e di governo ne hanno riconosciuto la necessità e chiesto alla Commissione di procedere in tal senso. Eventi recenti hanno sottolineato che questa sfida deve essere affrontata: una strategia basata esclusivamente su 25 politiche energetiche nazionali non è sufficiente.

L'UE dispone degli strumenti per reagire. Con i suoi 450 milioni di consumatori l'UE è il secondo mercato energetico del mondo. Agendo in modo unitario ha il peso necessario per proteggere e far valere i propri interessi; essa ha non solo le dimensioni, ma anche le capacità politiche per far fronte al nuovo scenario energetico. L'UE occupa un posto di primo piano nel mondo in fatto di gestione della domanda, nella promozione di forme di energia nuove e rinnovabili e nello sviluppo delle tecnologie a basse emissioni di carbonio. Se appoggia una nuova politica comune facendo sentire un'unica voce sulle questioni energetiche, l'Europa può guidare la ricerca globale di soluzioni nel settore dell'energia.

È necessario che l'Europa agisca urgentemente. Le innovazioni tecnologiche nel settore energetico richiedono molti anni per diventare di uso corrente. L'Europa deve inoltre continuare a promuovere la diversificazione delle fonti energetiche così come dei paesi di origine e di transito delle importazioni. In questo modo creerà le condizioni necessarie per la crescita, l'occupazione, una maggiore sicurezza e un ambiente migliore. Il lavoro su questi temi è proseguito fin dalla pubblicazione del Libro verde sulla sicurezza dell'approvvigionamento energetico nel 2000, ma visti gli sviluppi che hanno interessato i mercati energetici di recente, è necessario un nuovo slancio europeo.

Il presente Libro verde propone suggerimenti e opzioni che potrebbero costituire la base di una politica energetica europea più integrata.

La Commissione invita il Consiglio europeo di primavera e il Parlamento europeo a prendere posizione nei confronti del presente Libro verde, che dovrebbe avviare anche un dibattito pubblico di grande respiro. In seguito, la Commissione presenterà concrete proposte di azione.

Il presente Libro verde individua sei settori chiave in cui è necessario intervenire per affrontare le sfide che si profilano. La questione che riveste la maggior importanza è capire se esiste un accordo sulla necessità di sviluppare una nuova, comune strategia europea nel settore energetico e se la sostenibilità, la competitività e la sicurezza devono diventare principi chiave che ispirino tale strategia.

Le seguenti domande discendono da tale quesito:

*1. Competitività e mercato interno dell'energia. C'è accordo sulla fondamentale importanza di un autentico mercato unico a sostegno della strategia comune europea nel settore energetico? In che modo rimuovere le barriere che ostacolano la*

*è necessario  
che l'Europa  
agisca  
urgentemente*

piena attuazione delle misure vigenti? Quali nuove misure devono essere adottate per conseguire questo obiettivo? Cosa può fare l'Europa per stimolare gli ingenti investimenti necessari nel settore energetico? Come garantire che tutti i cittadini europei abbiano accesso all'energia a prezzi ragionevoli e assicurare che il mercato interno dell'energia contribuisca a mantenere l'occupazione?

*2. Diversificazione del mix energetico.* Che cosa dovrebbe fare l'UE affinché l'Europa, intesa nel suo insieme, promuova la diversificazione degli approvvigionamenti energetici, nel rispetto dell'ambiente?

*3. Solidarietà.* Quali provvedimenti devono essere presi a livello comunitario per evitare l'insorgenza di crisi di approvvigionamento energetico e, eventualmente, per gestirle?

*necessità di  
un impegno  
a lungo  
termine*

*4. Sviluppo sostenibile.* Qual è il modo migliore affinché una strategia comune europea possa affrontare la sfida dei cambiamenti climatici, ricercando un equilibrio tra gli obiettivi della protezione ambientale, la competitività e la sicurezza dell'approvvigionamento? Quali altre azioni sono necessarie a livello comunitario per raggiungere gli obiettivi esistenti? È opportuno fissare ulteriori obiettivi? In che modo instaurare un quadro sicuro e prevedibile a lungo termine per gli investimenti necessari all'ulteriore sviluppo delle fonti di energia rinnovabile nell'UE?

*5. Innovazione e tecnologia:* Quali azioni devono essere intraprese, tanto a livello comunitario che nazionale, per garantire all'Europa la posizione di preminenza nel settore delle tecnologie energetiche? Quali sono gli strumenti migliori a questo fine?

*6. Politica esterna.* Si deve elaborare una politica esterna comune in materia energetica, per consentire all'UE di "parlare ad una sola voce"? In che modo la Comunità e gli Stati membri possono promuovere la diversificazione degli approvvigionamenti, soprattutto per il gas?

L'Europa dovrebbe allacciare nuovi partenariati con i suoi vicini, compresa la Russia, e con gli altri principali paesi produttori e consumatori del mondo?

Sviluppare una politica energetica europea costituirà un impegno a lungo termine. Questo approccio richiede un quadro di riferimento chiaro, in quanto potrebbe rappresentare un approccio comune sottoscritto ai massimi livelli, ma flessibile, in quanto deve essere aggiornato periodicamente.

Come base per questo processo la Commissione propone pertanto di presentare a scadenza regolare al Consiglio e al Parlamento un riesame strategico della politica energetica dell'UE che affronti tutti i temi individuati nel presente Libro verde.

Tale esercizio servirebbe a tracciare un bilancio della situazione e ad elaborare un piano di azione per il Consiglio europeo di primavera, con l'obiettivo di monitorare i progressi compiuti e individuare nuovi problemi e nuove risposte su tutti gli aspetti della politica energetica.

## Conclusioni

Alla luce delle nuove realtà nel campo energetico con le quali l'Europa è confrontata, e delle possibili azioni da intraprendere a livello europeo, nel prosieguo del dibattito è fondamentale che sia adottato un approccio integrato: ciascuno Stato membro deve operare le proprie scelte in funzione delle preferenze nazionali.

Tuttavia, in un mondo di interdipendenza globale, la politica energetica assume necessariamente una dimensione europea.

La politica energetica dell'Europa dovrebbe quindi perseguire tre obiettivi principali:

- *Sviluppo sostenibile: (i) sviluppare fonti rinnovabili di energia competitive e altre fonti energetiche e vettori a basse emissioni di carbonio, in particolare combustibili alternativi per il trasporto, (ii) contenere la domanda di energia in Europa e (iii) essere all'avanguardia nell'impegno globale per arrestare i cambiamenti climatici e migliorare la qualità dell'aria a livello locale.*

- *Competitività: (i) assicurare che la liberalizzazione del mercato dell'energia offra vantaggi ai consumatori e all'intera economia e favorisca allo stesso tempo gli investimenti nella produzione di energia pulita e nell'efficienza energetica, (ii) attenuare l'impatto dei prezzi elevati dell'energia a livello internazionale sull'economia e sui cittadini dell'UE e (iii) mantenere l'Europa all'avanguardia nel settore delle tecnologie energetiche.*

- *Sicurezza dell'approvvigionamento: affrontare la crescente dipendenza dalle importazioni (i) con un approccio integrato – ridurre la domanda, diversificare il mix energetico dell'UE utilizzando maggiormente l'energia locale e rinnovabile competitiva e diversificando le fonti e le vie di approvvigionamento per l'energia importata, (ii) istituendo un quadro di riferimento che incoraggerà investimenti adeguati per soddisfare la crescente domanda di energia, (iii) dotando l'UE di strumenti più efficaci per affrontare le emergenze, (iv) migliorando le condizioni per le imprese europee che tentano di accedere alle risorse globali e (v) assicurando che tutti i cittadini e le imprese abbiano accesso all'energia.*

Affinché si possano raggiungere tali obiettivi, è essenziale che siano inseriti in un medesimo contesto generale, nell'ambito del primo riesame strategico della politica energetica dell'UE.

Ciò può essere rafforzato da un *obiettivo strategico*, nell'equilibrio tra l'utilizzo dell'energia sostenibile, la competitività e la sicurezza dell'approvvigionamento; ad esempio, cercare di ottenere un *livello minimo di mix energetico generale a livello dell'UE che provenga da fonti energetiche sicure a basse emissioni di carbonio*. Esso permetterebbe di far convivere la libertà degli Stati membri di scegliere tra diverse fonti energetiche e la necessità dell'UE nel suo insieme di disporre di un mix energetico che, in generale, soddisfa le sue tre fondamentali finalità energetiche.

Il presente Libro verde illustra alcune concrete proposte volte a conseguire i citati tre obiettivi.

1. L'UE deve completare i mercati interni del gas e dell'energia elettrica. L'azione in proposito potrebbe includere le seguenti misure:

**una quota minima di mix energetico sicuro e pulito a livello UE**

- sviluppo di una rete europea, anche mediante un codice per le reti europee. Si potrebbe considerare l'ipotesi di istituire un'autorità di regolamentazione europea e un Centro europeo per le reti energetiche;
- migliori interconnessioni;
- creazione di un ambito atto a stimolare agli investimenti;
- disaggregazione più efficace;
- promozione della competitività, anche tramite un miglior coordinamento tra autorità di regolamentazione, le autorità responsabili della concorrenza e la Commissione.

Queste azioni devono essere intraprese prioritariamente; la Commissione trarrà le sue conclusioni finali su ogni misura supplementare che si renderà necessaria per assicurare il rapido completamento di mercati paneuropei autenticamente competitivi del gas e dell'energia elettrica e trasmetterà proposte concrete entro la fine dell'anno.

*compatibilità  
con gli  
obiettivi di  
Lisbona*

**2. L'UE deve assicurare che il suo mercato interno dell'energia garantisca la sicurezza dell'approvvigionamento: solidarietà tra Stati membri.** Misure concrete in proposito dovrebbero includere:

- un riesame della vigente normativa comunitaria sulle riserve di petrolio e gas, per concentrarsi sulle sfide attuali;
- l'istituzione di un Osservatorio europeo sull'approvvigionamento energetico, che aumenti la trasparenza sulle questioni relative alla sicurezza degli approvvigionamenti energetici all'interno dell'UE;
- migliore sicurezza delle reti grazie a una più intensa collaborazione tra i gestori di rete e eventualmente istituire un gruppo formale europeo di gestori di rete;
- maggiore sicurezza fisica dell'infrastruttura, possibilmente tramite standard comuni;
- maggiore trasparenza sulle riserve energetiche a livello europeo.

**3. La Comunità ha bisogno di un dibattito che si svolga effettivamente a livello comunitario sulle diverse fonti energetiche,** compresi costi e contributi ai cambiamenti climatici, affinché possiamo essere certi che, in generale, il mix energetico scelto dall'UE permetta il raggiungimento degli obiettivi di sicurezza dell'approvvigionamento, della competitività e dello sviluppo sostenibile.

**4. L'Europa deve affrontare le sfide poste dai cambiamenti climatici in modo compatibile con gli obiettivi che aveva concordato a Lisbona.** La Commissione potrebbe proporre le seguenti misure al Consiglio e al Parlamento:

- (i) una chiara finalità consistente nel dare priorità all'efficienza energetica, nell'intento di risparmiare il 20% dell'energia che l'UE altrimenti consumerebbe entro il 2020 e concertando una serie di misure concrete per raggiungere tale obiettivo, quali:
  - campagne per promuovere l'efficienza energetica, compresa l'efficienza negli edifici;
  - il ricorso agli strumenti finanziari e appropriati meccanismi per attrarre investimenti;
  - un rinnovato impegno nel settore dei trasporti;

- un sistema europeo di “certificati bianchi” in materia energetica, negoziabili;
- maggiori informazioni sui rendimenti energetici dei principali prodotti ad elevato consumo energetico, compresi gli elettrodomestici, gli autoveicoli e i macchinari industriali e, possibilmente, standard minimi di rendimento.

(ii) Adottare una Road Map dell’energia rinnovabile a lungo termine, che comprenda:

- un rinnovato impegno per conseguire gli obiettivi già fissati;
- la considerazione di quali obiettivi si rendano necessari oltre il 2010;
- una nuova direttiva comunitaria sui sistemi di riscaldamento e di raffreddamento;
- un piano dettagliato inteso a rendere stazionaria e progressivamente ridurre la dipendenza dell’UE dall’importazione di petrolio;
- iniziative per facilitare l’immissione sul mercato delle fonti energetiche pulite e rinnovabili.

5. **Un piano strategico per le tecnologie energetiche**, che faccia il miglior uso delle risorse di cui dispone l’Europa, partendo dalla piattaforme tecnologiche europee e con l’opzione di iniziative tecnologiche congiunte o la costituzione di imprese comuni per sviluppare i mercati “trainanti” delle tecnologie energetiche innovative.

Il piano dovrebbe essere trasmesso quanto prima al Consiglio europeo e al Parlamento per approvazione.

6. **Una politica comune esterna dell’energia**. Per far fronte alle sfide dei prezzi elevati e volatili dell’energia, dell’aumento della dipendenza dalle importazioni, una domanda energetica globale in forte crescita e il riscaldamento terrestre, l’UE deve elaborare una politica energetica esterna chiaramente definita e perseguirla parallelamente a livello comunitario e nazionale, parlando con una sola voce.

A tal fine la Commissione propone di:

- individuare le priorità europee per la costruzione di nuove infrastrutture necessarie alla sicurezza degli approvvigionamenti energetici dell’UE;
- istituire una comunità paneuropea dell’energia;
- concludere un nuovo partenariato con la Russia nel settore dell’energia;
- introdurre un nuovo meccanismo comunitario per permettere una risposta rapida e coordinata alle emergenze esterne che possono scoppiare in relazione all’approvvigionamento energetico con ripercussioni sulle forniture all’UE;
- approfondire le relazioni nel settore energetico con i principali produttori e consumatori;
- concludere un accordo internazionale sull’efficienza energetica.

*politica  
energetica  
esterna ad  
una sola  
voce*

# I biocarburanti in Italia: ostacoli da superare e opportunità di sviluppo

VITO PIGNATELLI  
CHIARA CLEMENTEL

ENEA  
UTS Biotechnologie,  
Protezione della Salute e degli  
Ecosistemi

studi & ricerche

I temi della produzione e dell'impiego dei biocarburanti rivestono un ruolo importante nella definizione della nuova politica energetica ed ambientale europea. Ma per ridurre i costi di produzione e ottimizzare l'uso del territorio sono necessarie nuove filiere produttive in grado di offrire significative opportunità nell'intero comparto agro-industriale del nostro Paese

## Biofuels in Italy: obstacles and development opportunities

*Today biofuels are the sole realistically practical way to reduce CO<sub>2</sub> emissions in the transportation sector. In many countries, including Italy, biofuel production and use are already a reality corresponding to a large agro-industrial production system that uses essentially mature technologies. To significantly lower production costs and optimise land use, Italy needs to develop new, second-generation biofuel production operations that can offer significant opportunities to the nation's agro-industrial sector*

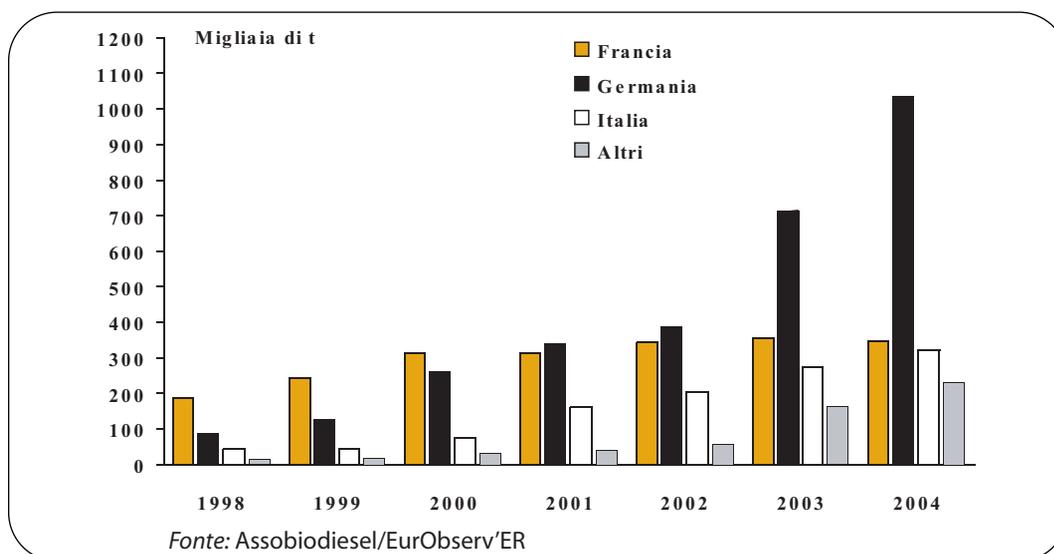
**N**ello scorso anno, sull'onda dei continui aumenti del prezzo del petrolio e del riacutizzarsi dei problemi ambientali legati all'uso crescente e pressoché esclusivo dei combustibili fossili nel settore dei trasporti, si è assistito ad una crescente ripresa di interesse per la produzione e utilizzazione, anche nel nostro Paese, dei cosiddetti "biocarburanti", carburanti liquidi o gassosi ottenuti da processi di trasformazione chimica o biologica di biomasse di varia natura (prodotti agricoli, residui e reflui agroindustriali e zootecnici ecc.). Come è noto, la produzione di biocarburanti rappresenta in molti paesi europei ed extraeuropei una realtà diffusa e consolidata da molti anni, ed alimenta un mercato in continua espansione (basti pensare ai recentissimi accordi commerciali per la vendita di bioetanolo dal Brasile al Giappone o alla crescita dell'industria europea del biodiesel, evidenziata nel grafico di figura 1, che nel 2004 ha raggiunto una produzione complessiva di quasi 2 milioni di tonnellate). I motivi che hanno portato a questa situazione sono certamente molteplici, ma è fuori di dubbio che, oltre alle motivazioni di carattere ambientale e a quelle, quanto mai attuali, legate alla sicurezza e alla diversificazione delle fonti di approvvigionamento energetico, un fattore importante è rappresentato dalle nuove prospettive che la produzione di biocarburanti apre per il settore agricolo. Per quel che riguarda in particolare l'Unione Europea, infatti, i temi della produzione e dell'impiego dei biocarburanti rivestono un ruolo importante nella definizione della nuova politica energetica ed ambientale europea. L'importanza del settore è stata riconosciuta con l'emanazione della Direttiva n. 2003/30/CE dell'8 maggio 2003, che prevede il raggiungimento per ogni Stato membro di obiettivi indicativi di sostituzione dei carburanti derivanti dal petrolio con biocarburanti e/o altri carburanti da fonti rinnovabili per una quota pari al 2% (sulla base del contenuto energetico) nel 2005 fino al 5,75% nel 2010. L'Italia ha recepito questa Direttiva con il decreto legislativo n. 128 del 30 maggio 2005 stabilendo, in un primo momento, obiettivi indicativi nazionali più bassi (pari rispettivamente all'1% entro il 31 dicembre 2005 e al 2,5% entro la fine del 2010) che sono stati successivamente riportati a valori sostanzialmente uguali a quelli della legge 11 marzo 2006, n. 81, che obbliga i distributori di carburante a immettere sul mercato benzina e gasolio contenenti percentuali crescenti di bio-

gionamento energetico, un fattore importante è rappresentato dalle nuove prospettive che la produzione di biocarburanti apre per il settore agricolo.

Per quel che riguarda in particolare l'Unione Europea, infatti, i temi della produzione e dell'impiego dei biocarburanti rivestono un ruolo importante nella definizione della nuova politica energetica ed ambientale europea.

L'importanza del settore è stata riconosciuta con l'emanazione della Direttiva n. 2003/30/CE dell'8 maggio 2003, che prevede il raggiungimento per ogni Stato membro di obiettivi indicativi di sostituzione dei carburanti derivanti dal petrolio con biocarburanti e/o altri carburanti da fonti rinnovabili per una quota pari al 2% (sulla base del contenuto energetico) nel 2005 fino al 5,75% nel 2010.

L'Italia ha recepito questa Direttiva con il decreto legislativo n. 128 del 30 maggio 2005 stabilendo, in un primo momento, obiettivi indicativi nazionali più bassi (pari rispettivamente all'1% entro il 31 dicembre 2005 e al 2,5% entro la fine del 2010) che sono stati successivamente riportati a valori sostanzialmente uguali a quelli della legge 11 marzo 2006, n. 81, che obbliga i distributori di carburante a immettere sul mercato benzina e gasolio contenenti percentuali crescenti di bio-



**Figura 1**  
Produzione di biodiesel in Europa nel periodo 1998 - 2004

carburanti (fino al 5% nel 2010) a partire dal 1 luglio 2006.

In ogni caso, il nuovo contesto ha indubbiamente contribuito a riaccendere l'interesse per l'argomento sia nella pubblica opinione, sia da parte dalle principali associazioni di produttori agricoli (Confagricoltura, Coldiretti, CIA), sia nel mondo politico, con il dichiarato obiettivo di dar vita ad iniziative e adottare misure specifiche per favorire una rilevante crescita del settore rispetto alla realtà attuale, anche con riferimento a quanto accade nel contesto europeo e internazionale.

È però evidente che un tale fervore comporta un rischio concreto - soprattutto in un quadro di perdurante incertezza sulle strategie e conseguente mancata definizione delle priorità di intervento da parte dei decisori politici - di dispersione di risorse, sovrapposizione di iniziative o, peggio, scelte dettate più da convincimenti personali o interessi di parte che da una valutazione ragionata e per quanto possibile oggettiva della situazione reale e delle conoscenze disponibili.

Alla luce di tutto questo, si ritiene quindi opportuno evidenziare alcuni aspetti di particolare criticità che non possono essere sottaciuti se si vuole affrontare il problema in un'ottica complessiva e con una prospettiva che vada oltre il breve-medio termine, al fine di contribuire all'individuazione di soluzioni realisticamente praticabili. In particolare, a monte di qualunque decisione, dovrebbero essere presi in considerazione:

1. le dimensioni del mercato potenziale e le capacità produttive dell'industria;
2. le effettive capacità del sistema agricolo di produrre le necessarie materie prime;
3. le finalità, la praticabilità e l'efficacia delle misure di incentivazione di volta in volta proposte;
4. i reali benefici di carattere ambientale, in particolare per quel che riguar-

da le emissioni degli autoveicoli;

5. le strategie e gli obiettivi prioritari delle attività di ricerca e sviluppo tecnologico.

## Mercato potenziale e infrastrutture industriali

Sia la direttiva europea, sia il decreto legislativo n. 128/2005 contengono un lungo elenco di prodotti potenzialmente utilizzabili come biocarburanti (tabella 1) ma, allo stato attuale della tecnologia, gli unici realmente utilizzabili su larga scala sono il biodiesel, l'etanolo e l'ETBE, etere etil ter-butilico, ottenuto a partire da etanolo ed isobutene (in modo del tutto analogo all'etere MTBE, prodotto a partire da metanolo di sintesi) considerato come biocarburante per il 47% in peso, corrispondente al contenuto in etanolo.

In Italia, il consumo annuo stimato di carburanti liquidi per autotrazione è pari a circa 15 milioni di tonnellate (Mt) di benzina e 25 Mt di gasolio. Per quel che riguarda il contenuto energetico, 1 t di biodiesel corrisponde a circa 0,9 t di gasolio, mentre 1 t di etanolo equivale a 0,6 t di benzina.

Di conseguenza, le dimensioni potenziali dei rispettivi mercati, nell'ipotesi conservativa di voler conseguire solo gli obiettivi della legge 11 marzo 2006, n. 81, sono pari a circa 280.000 t/anno di biodiesel e 250.000 t/anno di bioetanolo per sostituire l'1% dei carburanti fossili

**Tabella 1 - Prodotti potenzialmente utilizzabili come biocarburanti citati nella direttiva n. 2003/30/CE e nel decreto legislativo n. 128/2005**

- Bioetanolo
- Biodiesel
- Biogas
- Biodimetil etero
- Bio-ETBE  
(basato sul bioetanolo, il 47% è considerato rinnovabile)
- Biocombustibili di sintesi derivanti da biomasse (FT-liquids)
- Biodrogeno
- Oli vegetali puri

e a 1.400.000 t/anno di biodiesel e 1.250.000 t/anno di bioetanolo per il 5%. Nel nostro Paese, la produzione industriale di biodiesel (miscela di esteri metilici ottenuti per trasformazione chimica di oli vegetali) è stata avviata a partire dal 1993 e gli impianti oggi in funzione hanno una capacità produttiva stimata in circa 700.000-1.000.000 t/anno, ben superiore alle produzioni attuali (320.000 t nel 2004) e all'entità del "contingente" che può essere immesso al consumo con la totale esenzione dell'accisa sui carburanti (200.000 t nel 2004), e sufficiente a coprire, almeno per i prossimi due-tre anni, anche l'eventuale richiesta connessa al raggiungimento degli obiettivi sopra citati.

È però importante notare che l'attuale produzione di biodiesel deriva per la quasi totalità da materie prime (oli o semi oleosi) importate, e la constatazione del limitato contributo delle materie prime agricole nazionali era una delle principali ragioni per cui gli obiettivi indicativi di immissione al consumo di biocarburanti stabiliti dal citato decreto legislativo n. 128/2005 erano stati praticamente dimezzati rispetto a quelli previsti dalla Direttiva europea di riferimento.

Per quel che riguarda invece il bioetanolo, sono attualmente in fase di avvio iniziative industriali di rilevanti dimensioni per la sua produzione e trasformazione in ETBE, tenuto conto che anche per questi prodotti era già prevista una defiscalizzazione fino ad un tetto massimo corrispondente ad una produzione di circa 75-80 mila t/anno di etanolo, anche se la mancata emanazione del decreto interministeriale attuativo per la produzione e commercializzazione di bioetanolo in esenzione di accisa ha fatto sì che nello scorso anno solo 8.000 t circa di questo prodotto siano state effettivamente immesse sul mercato. È difficile fornire una stima attendibile dell'effettiva capacità produttiva di bioetanolo da parte del sistema industriale nazionale, in quanto non tutte le distillerie

presenti in Italia (circa 60) dispongono degli impianti necessari per la produzione di etanolo anidro, utilizzabile per l'incorporazione diretta nella benzina o per la trasformazione in ETBE. A puro titolo di riferimento, nel corso del 2004 sono state prodotte circa 120.000 t di etanolo di diversa qualità, parte delle quali utilizzate come biocarburante fuori dei confini nazionali. La capacità produttiva degli impianti per la conversione di etanolo in ETBE presenti sul territorio nazionale, di proprietà della società Ecofuel del Gruppo ENI e attualmente utilizzati per la produzione dell'MTBE, è stimata intorno alle 300-350 mila t/anno (corrispondenti a 140-170 mila tonnellate di bioetanolo). In sostanza, nel nostro Paese esistono infrastrutture industriali, adeguate per dimensioni e spesso all'avanguardia dal punto di vista delle tecnologie, per la trasformazione dei prodotti agricoli in biodiesel o bioetanolo, unitamente alla disponibilità, da parte dei produttori di carburanti, a distribuire il biodiesel miscelato con il gasolio e la benzina additivata con ETBE, ma manca quasi del tutto la parte iniziale della filiera, cioè la produzione delle materie prime agricole da destinare alla conversione in biocarburanti, in quanto l'industria trova più conveniente utilizzare materie prime di importazione rispetto a quelle prodotte dal sistema agricolo nazionale perché, allo stato attuale della tecnologia, i costi di produzione della materia prima in Italia sono ancora troppo elevati rispetto a quelli di analoghe produzioni di provenienza estera.

## Il sistema agricolo

Nei primi anni 80, l'agricoltura europea e, in misura minore, quella nazionale, si trovarono a dover fronteggiare il problema di una sovrapproduzione di cereali che, non più collocabile sul mercato internazionale per la presenza di concorrenti più agguerriti, rischiava di mettere in crisi l'intero compar-

to produttivo. Prese allora corpo l'ipotesi di utilizzare queste materie prime - in modo del tutto analogo a quanto accadeva negli Stati Uniti con il mais e pur nella consapevolezza dei maggiori costi rispetto all'uso della fonte fossile - per una produzione su larga scala di bioetanolo da utilizzare direttamente nella benzina (nella misura del 5% in volume stabilita al termine di un lungo e faticoso negoziato fra la Commissione Europea, l'industria automobilistica e quella petrolifera) come additivo altootatico della benzina, anche in considerazione della necessità di dover procedere in tempi rapidi all'eliminazione degli additivi a base di piombo. Tale ipotesi, sostenuta da grandi gruppi agroindustriali, fu presa in considerazione anche in Italia e l'allora Ministero dell'Agricoltura e Foreste affidò all'ENEA il compito di coordinare un gruppo di esperti per valutare la reale fattibilità di una simile scelta. Lo studio in questione mise in evidenza, da un lato la fattibilità tecnica della produzione e impiego su larga scala del bioetanolo (ribadendo peraltro l'opportunità di diversificare le possibili materie prime in relazione alle peculiarità dei sistemi agricoli e alle condizioni pedoclimatiche dei diversi Paesi), dall'altro la necessità, da parte dello Stato, di intervenire con adeguate misure di incentivazione per rendere economicamente sostenibile tale impiego. Successivamente, con il venir meno dell'"emergenza eccedenze" in seguito all'introduzione massiccia della messa a riposo obbligatoria dei terreni agricoli - il cosiddetto "set-aside" - e la concomitante scelta, da parte dei produttori di carburanti, di seguire altre vie per l'eliminazione del piombo dalla benzina, l'argomento perse di interesse e l'impiego delle miscele benzina/etanolo si limitò ad alcune, anche se significative, prove di flotta (ad esempio i taxi di Bologna nella stagione invernale 1990-91), ma non divenne mai oggetto di iniziative industriali.

La situazione attuale è profondamente diversa in quanto oggi esiste, a livello

europeo e nazionale, la volontà politica di sostenere la crescita di un mercato dei biocarburanti, volontà che si esplicita nell'obiettivo della progressiva sostituzione di percentuali limitate, ma non trascurabili, di carburanti fossili con quelli di origine agricola. In questo senso, la competizione economica non è quindi più quella etanolo/benzina, ETBE/MTBE o biodiesel/gasolio ma, una volta stabilito il fatto che tali prodotti debbano essere comunque incorporati in qualche misura nei carburanti convenzionali, quella fra le diverse materie prime da utilizzare per la produzione dei predetti biocarburanti.

Come si è detto in precedenza, però, l'industria del settore trova e potrebbe trovare in futuro più conveniente utilizzare materie prime (semi oleosi, oli vegetali, melasso, cereali ecc.) di importazione rispetto a quelle prodotte dal sistema agricolo nazionale, dal momento che, per poter collocare sul mercato i propri prodotti in un regime di concorrenza, deve ovviamente ridurre il più possibile i costi di produzione (che, a seconda dei casi, dipendono per il 70-80% da quelli delle materie prime).

Questo è oggi il principale ostacolo che si frappone alla realizzazione di una filiera produttiva completa dei biocarburanti nel nostro Paese in quanto è evidente che, allo stato attuale della tecnologia, i costi di produzione della materia prima in Italia sono ancora troppo elevati rispetto a quelli di analoghe produzioni di provenienza estera. È importante sottolineare il fatto che, in realtà, sull'entità di tali diseconomie esistono solo stime, in quanto i dati disponibili sono scarsi e limitati per lo più alla produzione di oleaginose per il biodiesel in regime di "set-aside produttivo", su un arco di tempo di pochi anni. È evidente che l'impiego di varietà specificamente selezionate e adatte ai diversi areali produttivi o, in prospettiva, di colture diverse da quelle tradizionali (topinambur, sorgo zuccherino, cicoria per il bioetanolo, girasole ad alto tenore di acido oleico, brassi-

cacee diverse dal colza per il biodiesel), finora oggetto solo di prove sperimentali, potrebbe migliorare l'economicità complessiva della filiera, ma è altrettanto evidente che solo passando dalla sperimentazione alla produzione sarà possibile ottenere dati realmente attendibili.

Ma quanta materia prima occorre per soddisfare la prevedibile richiesta di biocarburanti in Italia nel prossimo futuro? La risposta a questa domanda dipende ovviamente sia dai prodotti agricoli utilizzati, sia dalle tecnologie di conversione. Considerando che le tecnologie di produzione di biodiesel da colza e di etanolo da cereali e barbabietole sono ormai consolidate, è facile ricavare con semplici calcoli delle stime attendibili. La situazione è invece diversa se si vuole partire da altre specie vegetali, anche se oggetto di sperimentazione da molti anni e in contesti differenti.

Qualunque sia la materia prima, i quantitativi in gioco sono decisamente rilevanti, dell'ordine delle centinaia di migliaia, e probabilmente superiori al milione di tonnellate/anno. Questo si traduce, ovviamente, nella necessità di destinare centinaia di migliaia (e, in prospettiva, milioni di ettari) alla produzione di colture dedicate e, in questo caso, la variabilità delle stime è ancora maggiore, in quanto legata a dati di produttività che, nella maggior parte dei casi, provengono da attività sperimentali o da colture praticate in altri Paesi (grano tenero in Francia, colza in Germania ecc.). Per citare, a puro titolo di esempio, un dato in qualche modo "ufficiale", nel 1999 il Programma Nazionale per la Valorizzazione delle Biomasse Agricole e Forestali (PNVBAF) del Ministero delle Politiche Agricole (MiPAF) e Forestali prevedeva per quest'anno un impegno di superficie agricola pari a 140.000 ha per colture da etanolo (produzione stimata 490.000 t) e 160.000 ha per colture da biodiesel (340.000 t).

In realtà, simili previsioni si sono rivelate in passato abbastanza inattendibili, e non si può ragionevolmente pensare che, nella situazione attuale, possano realizzarsi nel breve periodo, se non in misura molto limitata. Infatti, negli ultimi anni, le superfici coltivate a oleaginose per la produzione di biodiesel non hanno mai superato (sul finire degli anni 90) i 60.000 ha/anno e sono state caratterizzate da rese medie in olio - e, quindi, in biodiesel - inferiori ad 1 t/ha. Più recentemente, si è parlato diffusamente, soprattutto da parte di rappresentanti delle Confederazioni agricole, di un milione di ettari potenzialmente destinabili alla produzione di biocarburanti in sostituzione di colture alimentari non più remunerative a causa della riduzione delle integrazioni al reddito degli agricoltori prevista dalla nuova politica agricola comune (PAC), compresi i 120-150 mila ha circa non più utilizzabili per la coltivazione della barbabietola in seguito al forte ridimensionamento della produzione di zucchero conseguente alla recente riforma dell'OCM del settore bieticolo-saccarifero europeo.

La reale praticabilità di simili proposte è comunque tutta da verificare in quanto, anche se questi terreni fossero realmente disponibili, la produzione di materia prima da convertire in bioetanolo e/o biodiesel richiede la sottoscrizione di contratti di fornitura pluriennali con l'industria di trasformazione, ed è difficile pensare che un gran numero di coltivatori siano interessati ad impegnarsi in tal senso in mancanza di accordi chiari e di ampio respiro e di un quadro legislativo certo e stabile che assicuri un'equa ripartizione di costi e benefici fra tutti i soggetti interessati allo sviluppo della filiera produttiva.

## Le misure di incentivazione

Nei numerosi convegni, incontri e dibattiti sul tema dei biocarburanti, al di là degli aspetti di natura più propriamente

tecnica, il discorso finisce sempre col richiamare la necessità, per lo meno nel breve-medio periodo, di una qualche forma di incentivazione, citando le esperienze di tutti gli altri paesi che hanno già da tempo intrapreso questa strada. Se tutti concordano sulla necessità di un simile intervento, esiste una notevole confusione sulla sua entità, modalità e durata. In sostanza, le soluzioni proposte sono sostanzialmente le seguenti:

1. L'esenzione totale o parziale dall'imposta di fabbricazione sui carburanti (accisa); soluzione adottata da Francia, Germania, Svezia e, limitatamente a un "contingente" prefissato per il biodiesel, dal nostro Paese. Questa soluzione, rendendo i biocarburanti più convenienti rispetto agli analoghi prodotti di origine fossile, stimola la crescita del mercato, ma comporta una riduzione delle entrate fiscali via via più sensibile man mano che aumenta la quota di mercato dei biocarburanti. Per ovviare a questo problema, sono stati proposti meccanismi flessibili che legano l'entità della defiscalizzazione al prezzo del barile di petrolio o ne stabiliscono la progressiva riduzione in un certo numero di anni, nell'ipotesi ottimistica che il progresso tecnico-scientifico porti alla diminuzione, se non all'azzeramento, del differenziale di costo rispetto carburanti derivati dal petrolio (o in quella pessimistica che il prezzo del petrolio continui a crescere costantemente fino a livelli significativamente più alti di quelli attuali).
2. L'incorporazione obbligatoria, interpretando in senso cogente le prescrizioni della direttiva europea 2003/30/CE, con sanzioni per le compagnie petrolifere che immettono sul mercato carburanti non additivati con prodotti rinnovabili. Questo genere di misure obbliga l'industria petrolifera ad approvvigionarsi di biocarburanti ma, ovviamente, non può evitare

che detta industria vada ad acquistare biodiesel o etanolo dove costa meno cioè, in sostanza, da paesi terzi o da produttori nazionali che utilizzano materie prime a basso costo di provenienza estera. Inoltre, l'obbligo ad immettere comunque in commercio miscele contenenti una certa percentuale di biocarburanti o additivi da essi derivati (ETBE) più costosi rispetto agli analoghi prodotti di origine fossile rischia di tradursi - se non controbilanciato da altre misure - in un aumento di prezzo dei carburanti alla pompa del distributore.

3. Meccanismi analoghi a quello dei "certificati verdi", che premiano chi produce i biocarburanti e/o le relative materie prime in modo diretto o indiretto, tramite agevolazioni fiscali, stabilendo nel contempo un obbligo di acquisto da parte delle compagnie petrolifere. Tale meccanismo, per molti versi simile a quello in vigore in diversi paesi, Italia compresa, per incentivare la produzione di elettricità da fonti rinnovabili, comporta comunque un esborso da parte dello Stato, giustificabile solo in conseguenza dei vantaggi ambientali diretti e indiretti legati alla produzione e uso dei biocarburanti, che devono essere in qualche modo "monetizzati".

Per quel che riguarda l'Italia, la soluzione finora prescelta è stata quella dell'esenzione dall'accisa per un determinato "contingente" di biodiesel (la cui entità è variata nel tempo oscillando fra le 125.000 e le 300.000 t/anno) e, più di recente, di bioetanolo, ma è evidente che la pura e semplice defiscalizzazione del biocarburante non è di per sé in grado di promuovere l'uso di materie prime nazionali piuttosto che di importazione. Una soluzione proposta per questo problema è quella di vincolare l'effettiva erogazione degli incentivi alla realizzazione di specifici "accordi di filiera" che, con riferi-

mento ad uno specifico contesto territoriale più o meno esteso, impegnino tutti i soggetti interessati, dagli agricoltori agli utilizzatori dei biocarburanti e, in tale direzione, la Legge Finanziaria 2006 presenta, rispetto al passato, alcune significative novità, fra le quali il fatto di aver vincolato l'immissione al consumo di una frazione significativa del contingente defiscalizzato del biodiesel (20.000 tonnellate su un totale di 200.000) alla sottoscrizione di *"appositi contratti di coltivazione, realizzati nell'ambito di contratti quadro, o intese di filiera"*.

Un'altra importante novità della legge Finanziaria 2006 è costituita dalla decisione di impiegare i fondi residui, originariamente destinati alla defiscalizzazione del bioetanolo nel 2005 e non utilizzati allo scopo (pari a circa 42 M€), per incentivare la produzione, legata alla sottoscrizione di accordi di filiera, di altre 20.000 tonnellate di biodiesel in aggiunta al contingente di 200.000 t, mediante la costituzione di un fondo per la *"promozione e lo sviluppo delle filiere bioenergetiche, anche attraverso l'istituzione di certificati per l'incentivazione, la produzione e l'utilizzo di biocombustibili da trazione"*. È auspicabile che le modalità di emissione di tali certificati siano tali da premiare, per quanto possibile, le cosiddette "filiera corte", che minimizzano le conseguenze ambientali negative dei mezzi di trasporto (consumo di energia, inquinamento ecc.) e favoriscono la produzione e l'uso della bioenergia e dei biocarburanti in uno specifico contesto territoriale.

Indipendentemente dall'esistenza e dall'entità del "contingente" defiscalizzato, gli sviluppi più recenti, legati all'entrata in vigore della legge 11 marzo 2006, n. 81, vanno comunque nella direzione di un deciso sostegno alla produzione di biocarburanti da materie prime agricole nazionali. Infatti, il decreto legge obbliga i produttori di carburanti ad immettere sul mercato benzina e gasolio additivati con percentuali progressivamente crescenti di

biocarburanti, a partire dal 1 luglio 2006 e fino al 30 giugno 2010, sino a raggiungere il 5% del totale. È importante sottolineare che tali biocarburanti dovranno essere prodotti nell'ambito di *"un'intesa di filiera, o di un contratto quadro, o di un contratto di programma agroenergetico"*, che saranno prevedibilmente stipulati in primo luogo con i produttori agricoli del contesto territoriale di riferimento. Per garantire il reale rispetto di tale disposizione, è prevista l'introduzione di uno specifico sistema di certificazione di provenienza (analogamente a quanto stabilito per i prodotti alimentari) delle materie prime agricole a destinazione energetica.

## I benefici ambientali

È opinione comune che l'uso dei biocarburanti comporti indubbi benefici di carattere ambientale, sia per quel che riguarda la riduzione delle emissioni inquinanti dei veicoli che li utilizzano sia, più in generale, perché sostituiscono quantitativi corrispondenti di combustibili fossili, contribuendo a ridurre la produzione di gas climalteranti, in primo luogo CO<sub>2</sub>.

Nella realtà dei fatti, pur esistendo una vasta letteratura tecnico-scientifica che documenta il minor impatto ambientale dei motori endotermici e dei bruciatori per caldaie alimentati a biodiesel rispetto a quelli alimentati a gasolio, non si possono purtroppo trarre conclusioni di carattere generale valide per i diversi tipi di inquinanti, perché ogni risultato è strettamente influenzato dalle condizioni di prova: tipo di impiego, ad esempio urbano o extraurbano, tipo di motorizzazione, anzianità del motore e stato di manutenzione ecc.

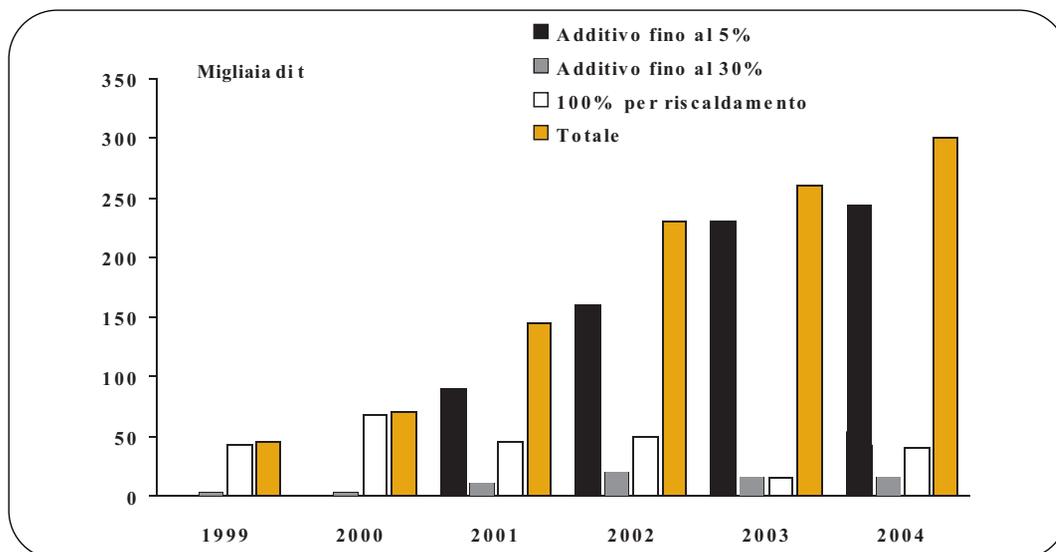
I dati disponibili per il biodiesel concordano generalmente nel mostrare, nell'utilizzazione di biodiesel puro, una consistente diminuzione del monossido di carbonio e degli idrocarburi incombusti e un aumento delle emissioni di aldeidi e particolato. L'analisi del parti-

colato mostra che l'uso del biodiesel comporta un incremento percentuale della frazione volatile del particolato (PM), che può però essere ossidata nei filtri anti-particolato recentemente introdotti, ed una conseguente diminuzione della frazione carboniosa.

I dati relativi alle emissioni di miscele biodiesel/gasolio sono ancora insufficienti, nonostante anni di sperimentazione, per trarne conclusioni definitive. È comunque evidente che, andando verso miscele con contenuti di biodiesel ridotti (5% o meno), le differenze rispetto al gasolio puro diventano praticamente inesistenti. Partendo da simili considerazioni - e tenuto conto anche del fatto che un gasolio con un elevato contenuto di biodiesel (>30%) o il biodiesel puro possono causare inconvenienti in veicoli con guarnizioni in materiali polimerici non compatibili - il decreto legislativo n. 128/2005 fissa il limite massimo del 5% di aggiunta nel gasolio per l'immissione delle miscele diesel/biodiesel alla libera distribuzione presso le stazioni di servizio della rete stradale e autostradale, mentre le miscele con tenori di biodiesel più elevati e biodiesel puro possono essere utilizzati solo su veicoli di flotte, pubbliche o private, previa omologazione degli stessi. In realtà, quella dell'incorporazione di

percentuali limitate di biodiesel nel gasolio distribuito liberamente in rete è già da diversi anni la via preferenziale di utilizzazione del biodiesel nel nostro Paese, come mostrato in figura 2. L'eventuale decisione di autorizzare in futuro la distribuzione in rete anche di miscele con un tenore in biodiesel superiore al 5%, dipenderà dai risultati di un apposito programma per la valutazione del "bilancio ecologico" dei biocarburanti e degli effetti ambientali derivanti dall'uso, da parte di veicoli non specificamente adattati, di tali miscele, in particolare ai fini del rispetto delle normative in materia di emissioni. Il discorso è invece diverso per quel che riguarda le miscele benzina/etanolo o benzina/ETBE. In questi casi, infatti, l'aggiunta di ossigeno, anche in piccole percentuali, migliora la combustione e comporta una riduzione significativa delle emissioni di monossido di carbonio e composti organici volatili (COV), che sono i principali responsabili dell'inquinamento urbano nelle condizioni climatiche tipiche della stagione invernale (è questo il motivo per cui, a partire dal 1995, sono state introdotte negli Stati Uniti le cosiddette "benzine riformulate" che devono contenere obbligatoriamente una percentuale di ossigeno pari al 2% in peso). Nel decreto legislativo n. 128/2005 non

**Figura 2**  
Utilizzazione del biodiesel in Italia nel periodo 1999 - 2004 (kton)  
Fonte: Assobiodiesel



vengono citati limiti minimi e/o massimi per l'additivazione delle benzine con etanolo o con l'ETBE, ma è opportuno rammentare che tali limiti sono stati fissati a suo tempo dalla direttiva CEE n. 536/85, recepita dall'ordinamento italiano con il decreto legislativo 18 aprile 1994 n. 280, che definisce i composti organici ossigenati ammissibili quali componenti e/o stabilizzanti di carburanti e, per ciascuno di essi, le percentuali massime di aggiunta (5% in volume per l'etanolo e 15% per l'ETBE) (tabella 2).

In ogni caso, per valutare appieno i benefici ambientali connessi all'uso dei biocarburanti, bisogna tener conto di tutte le fasi del ciclo di produzione/trasporto/ utilizzazione degli stessi, a partire dalla coltivazione della materia prima agricola, e comparare i risultati ottenuti con quelli relativi ai corrispondenti prodotti da fonte fossile (gasolio, benzina ed MTBE). Questo tipo di valutazioni, basate sul cosiddetto "Life Cycle Assessment" (LCA), sono ovviamente tanto più accurate e attendibili, quanto più specifica è la filiera produttiva presa in esame.

Nella realtà dei fatti, la letteratura scientifica sull'argomento è estremamente ampia, e riguarda sia i bilanci energetici (con

risultati anche molto diversi a seconda di come vengono considerati i co-prodotti a destinazione mangimistica), sia le emissioni di CO<sub>2</sub>, sia il complesso degli aspetti ambientali, che tiene conto del maggior numero possibile di fattori: dal consumo di acqua alla produzione di polveri, dall'effetto sull'acidità delle precipitazioni atmosferiche ai fenomeni di eutrofizzazione e così via. In qualche caso, come ad esempio la stima della riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub> conseguenti all'uso del biodiesel (circa 2,5 t di CO<sub>2</sub> evitata per tonnellata utilizzata), il risultato, frutto di un gran numero di valutazioni indipendenti, si può considerare acquisito.

Ciò detto se, ad esempio, si vuole incentivare l'uso di una determinata materia prima agricola di produzione nazionale rispetto ad una importata, legando l'incentivo al parametro della distanza fra il luogo di produzione e l'impianto di trasformazione, è necessaria una valutazione puntuale dell'effettiva incidenza del trasporto sull'impatto ambientale complessivo.

## Il ruolo della ricerca

Come si è detto all'inizio, la produzione e utilizzazione dei biocarburanti è in molti

**Tabella 2 - Percentuali di aggiunta degli additivi ossigenati nelle benzine stabilite dalla direttiva CEE n° 536/85 e dal decreto legislativo n° 280/1994**

	A	B
Metanolo, con aggiunta obbligatoria degli agenti stabilizzanti adeguati	3% vol.	3% vol.
Etanolo, se necessario con aggiunta di agenti stabilizzanti	5% vol.	5% vol.
Alcol isopropilico	5% vol.	10% vol.
Alcol ter-butilico (TBA)	7% vol.	7% vol.
Alcol isobutilico	7% vol.	10% vol.
MTBE o altri eteri contenenti 5 o più atomi di carbonio per molecola (ETBE, TAME ecc.)	10% vol.	15% vol.
Altri ossigenati organici (1)	7% vol.	10% vol.
Miscela di ossigenati organici (2)	2,5% in peso di ossigeno, senza superare i singoli valori limite fissati in tabella per ogni componente	3,7% in peso di ossigeno, senza superare i singoli valori limite fissati in tabella per ogni componente

(1) Monoalcoli il cui punto finale di distillazione è compreso nella curva di distillazione delle benzine

(2) L'acetone è ammesso fino allo 0,8% in volume quando è presente come coprodotto di fabbricazione di taluni composti ossigenati organici

paesi, e in qualche misura anche in Italia, una realtà consolidata, corrispondente a un sistema produttivo agro-industriale di dimensioni anche rilevanti che si avvale di tecnologie sostanzialmente mature.

La diretta conseguenza di tutto questo è che, una volta presa a livello politico la decisione di promuovere l'uso di questi prodotti, i fattori determinanti sono quelli di tipo logistico (dove e come ci si approvvigiona della materia prima, dove finiscono i co-prodotti ecc.) e, ancor più, quelli economico-normativi, soprattutto per quel che riguarda gli strumenti di incentivazione.

Nella situazione attuale, quindi, attività di ricerca e sviluppo tecnologico in questo campo possono avere ricadute importanti in termini di "ottimizzazione" delle filiere esistenti. Questo tipo di attività, ad esempio, possono riguardare:

- la ricerca agronomica e genetica, mirata sia all'ottimizzazione delle pratiche colturali (riduzione degli input di acqua, fertilizzanti, pesticidi etc.), sia all'individuazione e selezione di piante "tradizionali" e/o nuove specie e, successivamente, alla costituzione di nuove varietà, a più alta resa e meglio adattabili ai diversi ambienti;
- l'LCA delle diverse filiere produttive, al duplice scopo di ricavarne gli elementi necessari per un corretto confronto fra le varie possibili opzioni (ad esempio nell'approvvigionamento della materia prima) e, più in generale, di individuare i "punti critici" dove si registrano i più sensibili effetti negativi e intervenire per apportare le necessarie correzioni;
- le emissioni prodotte dall'uso di miscele ad elevato tenore di biodiesel da parte di autoveicoli dell'ultima generazione nelle condizioni reali di traffico delle nostre città e, nell'immediato futuro, quelle dei veicoli "dual fuel" alimentati con miscele etanolo/benzina fino all'85% di etanolo, che cominciano ad affacciarsi sul mercato, con uno sforzo per la definizione di metodologie e sistemi di misura in

grado di fornire risultati il più possibile riproducibili;

- alcuni aspetti specifici dei processi industriali, come ad esempio la selezione di lieviti "migliorati" rispetto a quelli attualmente utilizzati per la produzione di etanolo, in grado di tollerare concentrazioni più elevate di zuccheri e/o di etanolo nel fermentatore in modo da ridurre i tempi e inviare alla distillazione un prodotto più concentrato.

Per quel che riguarda in particolare le materie prime (che, allo stato attuale della tecnologia, costituiscono il principale fattore di costo dei biocarburanti), la legge 11 marzo 2006, n. 81 prevede esplicitamente che le pubbliche amministrazioni stipulino *"contratti o accordi di programma con i soggetti interessati al fine di promuovere la produzione e l'impiego di biomasse e di biocarburanti di origine agricola, la ricerca e lo sviluppo di specie e varietà vegetali da destinare ad utilizzazioni energetiche"*.

L'importanza di rafforzare le attività di ricerca e sviluppo sui biocarburanti e le relative tecnologie di produzione ed utilizzo viene sottolineata anche dal citato decreto legislativo n. 128/2005, che sottolinea il fatto che tali attività dovranno costituire uno degli obiettivi generali di uno specifico accordo di programma quinquennale da stipulare con l'ENEA, e che debbano essere svolte dall'Ente (con evidente riferimento a quelle relative agli effetti sui motori e sulle emissioni) in collaborazione con la Stazione Sperimentale per i Combustibili del Ministero delle Attività Produttive. In ogni caso, è evidentemente compito esclusivo del mondo della ricerca, pubblica e privata, quello di contribuire all'individuazione e allo sviluppo di nuove vie, nella prospettiva del superamento dei limiti della situazione attuale, che non sono solo di carattere economico. Infatti, pur nella consapevolezza della diseconomia determinata dai maggiori costi di produzione delle mate-

rie prime agricole rispetto alle fonti fossili (petrolio, gas naturale, ma anche - e questo viene quasi sempre sottaciuto - carbone, dal quale è possibile ottenere benzina e gasolio sintetici in quantità con processi ben conosciuti e utilizzabili su scala industriale), è evidente che, in attesa della maturità tecnologica della produzione di idrogeno da fonti rinnovabili e del suo impiego diffuso negli autoveicoli, i biocarburanti rappresentano oggi l'unica alternativa realisticamente praticabile per ridurre le emissioni di CO<sub>2</sub> nel settore dei trasporti.

L'attuale tendenza ad incorporare percentuali crescenti (ma, tutto sommato, limitate) di questi prodotti in benzina e gasolio va incontro all'esigenza del sistema produttivo agricolo di diversificare le proprie produzioni e di utilizzare grandi estensioni di terreni non più destinabili alla produzione di risorse alimentari. Ovviamente, questa convergenza di interessi è valida solo fino ad un certo punto, corrispondente ad un livello di sostituzione stimabile intorno al 10-15%. Se però, in un contesto di nuove e più forti esigenze di diversificazione delle fonti energetiche e di contenimento delle emissioni di gas responsabili dell'effetto serra, si dovesse decidere di introdurre sul mercato quantitativi di biocarburanti maggiori, allora la duplice esigenza di ridurre significativamente i costi di produzione e di ottimizzare l'uso del territorio, in modo da non dar vita ad un possibile conflitto con le produzioni alimentari, imporrebbe lo sviluppo di filiere produttive alternative alle attuali per ottenere quelli che, in ambito internazionale, si comincia ad indicare con il nome di "biocarburanti di seconda generazione".

I principali esempi di questi biocarburanti sono:

- l'etanolo ottenuto da processi biotecnologici di idrolisi enzimatica della cellulosa, oggetto di ricerca e sperimentazione, fino alla realizzazione di impianti dimo-

strativi, già dalla seconda metà degli anni 70 e attualmente al centro di un rinnovato interesse finale da parte della comunità scientifica, per il quale si ritiene (fonte: 14° Conferenza Europea sulle Biomasse, Parigi, ottobre 2005) che la competitività economica rispetto ai processi attualmente in uso possa essere raggiunta intorno al 2015-2020;

- il dimetil-etero (DME) e il gasolio sintetico da biomassa (FT liquids), ottenuti via gassificazione e sintesi catalitica, con processi analoghi alla sintesi di Fischer-Tropsch utilizzati per la produzione di carburanti sintetici da carbone, attualmente oggetto di sperimentazione a livello di laboratorio o impianti di piccola scala. Denominatore comune di queste filiere è l'utilizzazione, come materia prima, di substrati lignocellulosici, che possono essere indifferentemente biomasse residuali o colture dedicate. Nel caso specifico delle colture da biomassa, è noto che già oggi la produttività per ettaro è molto più elevata rispetto a quella dei cereali o delle oleaginose e che, in ogni caso, i processi in questione consentono di utilizzare una frazione maggiore della biomassa prodotta o addirittura l'intera pianta.

Parallelamente allo sviluppo e alla promozione dei biocarburanti che possono essere già prodotti dall'attuale sistema agricolo e industriale, è quindi evidente che l'avvio di programmi di ricerca e sviluppo tecnologico di ampio respiro su queste nuove filiere (materia prima e tecnologia) dovrebbe essere attentamente valutato nella prospettiva di un'ulteriore crescita di questo settore produttivo, che potrà offrire nuove e significative opportunità di sviluppo per l'intero comparto agricolo ed agroindustriale del nostro Paese.

Per informazioni:

*vito.pignatelli@casaccia.enea.it*

*clementel@casaccia.enea.it*

# La certificazione di qualità in un laboratorio di ricerca

MARIA LITIDO\*  
MAURO CANÈ\*\*  
RUGGERO LORENZELLI,  
STEFANO SALVI\*\*\*

ENEA

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

\*\* UDA Sviluppo Sostenibile

\*\*\* UTS Tecnologie Fisiche  
Avanzate



La certificazione del Sistema di Gestione della Qualità per una Istituzione di Ricerca rappresenta una opportunità per migliorare il servizio nei confronti dei committenti, ma anche un'occasione per valorizzare le proprie qualità organizzative

## Quality certification of research laboratories

### Abstract

*Generally speaking, research institutions are less directly impelled than private-sector firms to react to the ongoing changes imposed by new technologies and the global market by rapidly upgrading their structures, resources and technologies. In the last decade, though, just as the needs of the outside world have changed, and with them the demand for access to know-how, research too has undergone structural changes. As a result, their internal operating needs have changed. Accordingly, research institutions need to rethink their responsibilities, roles and tasks, the organisation of their work and their communication style. Quality management systems offer an opportunity to improve the institution's image and organisation. This article describes the advantages and critical issues found at an ENEA laboratory in the certification process and discusses the role these systems can play*

## Il Laboratorio di Radiometria Ambientale dell'ENEA e la certificazione

Il 3 settembre 2003 il Consiglio dei Ministri ha approvato, nel quadro della riforma degli Enti Pubblici di Ricerca (art. 1 della Legge 6 luglio 2002, n. 137), il Decreto legislativo n. 257 di Riordino della disciplina dell'Ente per le Nuove tecnologie, l'energia e l'ambiente - ENEA. Secondo quanto stabilito dal Decreto di Riforma, l'ENEA è un Ente pubblico a supporto delle politiche di competitività e di sviluppo sostenibile in campo energetico-ambientale, operante nei settori dell'energia, dell'ambiente e delle nuove tecnologie, con il compito di promuovere ed effettuare attività di ricerca di base e applicata e di innovazione tecnologica, di diffondere e trasferire i risultati ottenuti, nonché di svolgere servizi di alto livello tecnologico, anche in collaborazione con il sistema produttivo<sup>1</sup>.

Il Laboratorio di Radiometria Ambientale (LRA) del Centro ENEA del Brasimone (Bologna) svolge, da circa venti anni, attività di rivelazione e misura di radionuclidi naturali e artificiali in matrici ambientali e non (aria, acqua, terreno, materiali vari) a fini di studio, ricerca, monitoraggio e rilevazione di radioattività a scopo radioprotezionistico<sup>2</sup>, tramite metodi normati o pubblicati su riviste scientifiche specializzate. Tale attività è realizzata nell'ambito di progetti di ricerca, nella maggior parte dei casi sulla base di richieste provenienti da altre Unità dell'Ente, attivate e mantenute attraverso commesse che possono essere, o meno, formalizzate; in questo caso, le risorse finanziarie sono a carico dell'Unità committente. In altri casi, l'attività di analisi è realizzata sulla base di richieste provenienti da aziende esterne: questo servizio viene

pagato attraverso fatturazione a cura del servizio amministrativo dell'Unità alla quale afferisce il Laboratorio.

Dunque sono "clienti" del Laboratorio indifferentemente tutti i committenti delle analisi, sia in presenza di un rapporto interno all'Ente, sia nel rapporto con aziende od Organismi esterni.

Il Laboratorio è quindi una "organizzazione" che fornisce un servizio multiforme – risultati degli studi, messa a punto di metodiche, ricadute dell'attività di ricerca, diffusione del *know-how* ecc. – anche a "committenti esterni", che nella maggior parte dei casi si rivolgono all'ENEA per assolvere ad obblighi di legge o per fornire a terzi un prodotto "certificato". Di conseguenza, deve tenere il passo con il ritmo del progresso tecnologico, con il cambiamento della domanda esterna e con la proliferazione dei provvedimenti normativi e legislativi, fornendo risposte adeguate alle aspettative dei "clienti".

Nel 2001 è stato avviato il progetto di realizzazione di un Sistema di Gestione per la Qualità certificato in conformità con la norma ISO 9001, come primo passo verso l'accreditamento di specifiche linee di prova, al fine di migliorare la qualità globale dell'attività e di conferire alle misure prodotte un obiettivo valore aggiunto, garantendo alla committenza:

- modalità operative efficaci e maggiore controllo di tutta l'attività di competenza;
- la riferibilità delle misure;
- l'incertezza delle misure, verificata sperimentalmente nel corso degli anni, attraverso i risultati conseguiti nel confronto costante con altri laboratori di centri di ricerca nazionali e internazionali.

Il Laboratorio non svolge attività di carattere amministrativo o finanziario, poiché per queste fa riferimento alla struttura

<sup>1</sup> Per informazioni di maggiore dettaglio si rimanda al sito web dell'Ente: [www.enea.it](http://www.enea.it).

<sup>2</sup> L'elenco delle analisi è presente nel sito web del laboratorio disposto all'interno del sito del Centro, all'indirizzo [www.brasimone.enea.it](http://www.brasimone.enea.it), la cui progettazione e veste grafica sono stata realizzate da F. Serra, FIS-ING-TED.

competente dell'Ente: tutte le attività di carattere gestionale e amministrativo vengono realizzate, rispettivamente, a cura della segreteria della Sezione e della Unità di Supporto Tecnico Gestionale della macrostruttura di appartenenza.

Pertanto, una prima importante decisione ha riguardato la definizione del campo di applicazione del sistema, poiché, secondo i requisiti della norma ISO 9001, "l'organizzazione" da certificare deve avere caratteristiche di autonomia operativa e gestionale dei suoi processi produttivi: in questo caso, tutti quelli relativi alle attività direttamente svolte nel Laboratorio; invece, i processi di cui "l'organizzazione" non è direttamente responsabile, come quelli amministrativi, sono stati considerati alla stregua di servizi di "fornitori esterni".

Inoltre, tra i bisogni strategici per un ente di ricerca, la crescita del proprio patrimonio "immateriale" dipende dalla sua capacità di consolidare il *know-how* presente, contro i rischi di perdita di conoscenze nel tempo (per *turn over*) e di obsolescenza, e come premessa e condizione per il suo ampliamento conseguente ai risultati di ricerca e sperimentazione: in questo percorso il sistema di gestione per la qualità rappresenta un efficace strumento per favorire il raggiungimento degli obiettivi migliorando gli aspetti gestionali, di pianificazione, operativi e di controllo.

Il *check-up* effettuato nella fase iniziale del progetto ha evidenziato le problematiche relative sia ad aspetti strutturali e impiantistici, sia di carattere operativo. Avviando tale fase di ristrutturazione e riprogettazione operativa del laboratorio, quindi, si è deciso di non limitarsi a verificare la semplice conformità alla legislazione vigente e alla normativa tecnica, ma di mirare ad un miglioramento generale: l'introduzione del Sistema di Gestione è stata, cioè, l'occasione per integrare i requisiti obbligatori ad altri "facoltativi",

riorganizzando complessivamente i flussi di lavoro.

L'obiettivo primario di migliorare l'organizzazione del lavoro è stato ottenuto tramite:

- la definizione (formale) dei processi,
- la definizione (formale) delle competenze del personale tecnico e la ripartizione delle responsabilità,
- la sorveglianza sistematica e il monitoraggio delle prestazioni nei confronti del "cliente" e di quelle dei fornitori,
- l'adozione dei principi del miglioramento continuo nella gestione delle attività e dei progetti.

L'aver razionalizzato l'organizzazione del lavoro, anche attribuendo formalmente specifiche responsabilità tecniche nello svolgimento dei compiti ed esplicitando le competenze minime richieste nei punti cruciali delle attività, ha consentito di passare da una operatività fondata su esperienza e iniziativa personale ad una gestione caratterizzata da comportamenti codificati; dopo lo sforzo iniziale di implementazione del sistema, questa trasformazione ha prodotto una gestione sistematica dei processi identificati, migliorando i risultati, eliminando sprechi di tempo, accrescendo, cioè, l'efficienza globale.

Il Sistema di Gestione per la Qualità (SGQ), realizzato conformemente ai requisiti della Norma UNI EN ISO 9001:2000, ha ottenuto la certificazione dal CERMET nel 2003 e completato positivamente il primo ciclo di Verifiche Ispettive nel 2005.

## I processi del Laboratorio e gli indicatori di efficacia

Nel presente articolo ci si limita a descrivere brevemente i processi del Laboratorio identificati secondo i requisiti della norma ISO 9001 e gli indicatori fissati per monitorare la loro efficacia e il loro effettivo miglioramento continuo<sup>3</sup>.

Questa attività del progetto ha richiesto, più di altre, una riflessione *ad hoc* ed “aggiustamenti” successivi, date le specificità delle attività di ricerca, per arrivare ad un set di indicatori adeguato e cioè in grado non solo di misurare l’efficacia dei processi ma anche di supportare considerazioni sull’esperienza complessiva del primo ciclo triennale di certificazione del laboratorio, fornendo così alla *management* informazioni utili ad orientare future scelte strategiche. Sono stati identificati i seguenti processi descritti in dettaglio nella tabella 1:

1. gestione della attività di analisi;
2. gestione degli apparecchi di misurazione,
3. gestione degli approvvigionamenti (di beni e servizi);
4. responsabilità della Direzione (con particolare riferimento alla Gestione risorse umane);
5. gestione della formazione,
6. gestione della documentazione.

La tabella specifica, per ogni processo, il relativo responsabile (*process owner*), gli *input* necessari e gli *output* attesi.

1. Il processo di realizzazione dell’attività di analisi, quando svolta per l’esterno, può rivelarsi particolarmente critico per quanto riguarda il rispetto dei requisiti metrologici, non sempre compatibili con le richieste di mercato (tempistiche, garanzia del “risultato”) che, a volte, per motivi culturali, sono prevalentemente orientate all’ottenimento formale del “certificato”. Per questo processo, i requisiti di riferimento sono stati forniti dalle variabili indicate come le più importanti dai “clienti” (con il supporto di un questionario *ad hoc* loro somministrato):

1. correttezza e completezza dei rapporti di analisi,
2. tempestività nelle risposte,
3. competenza e disponibilità degli operatori.

**Tabella 1 - I processi del Laboratorio**

PROCESSO	DESCRIZIONE	RESPONSABILE	INPUT	OUTPUT
Realizzazione della attività di Analisi	Processo che gestisce la completa esecuzione delle attività di analisi	Responsabile Tecnico del Laboratorio (RT)	•Commesse •Risorse umane, strumentali disponibili	•Risultati delle analisi •Schede Campione
Gestione degli apparecchi di misurazione	Processo che gestisce le modalità di uso e mantenimento del patrimonio strumentale del Laboratorio	RT	•Necessità lavorative •Stato strumenti	Efficienza del patrimonio strumentale
Gestione degli Approvvigionamenti	Processo di acquisizione e controllo degli strumenti e delle materie prime	Direzione e RT •Ordini strumenti	•Ordini MP di consumo	•Materiale disponibile •Strumentazione disponibile
Responsabilità della Direzione	Impegno a raggiungere gli obiettivi di Politica della Qualità e miglioramento continuo dei processi del Laboratorio	Direzione	Informazioni su stato e efficacia del SQ	•Politica e obiettivi di miglioramento •Riesame e azioni conseguenti
Gestione della formazione	Processo con cui si identificano i bisogni formativi, si pianifica e attua la formazione e se ne valuta l’efficacia	Direzione e Responsabile Qualità (RQ)	Bisogni formativi identificati	Personale responsabile e competente
Gestione della documentazione	Processo comprendente Redazione, emissione, distribuzione, archiviazione dei documenti del SQ	RQ	Documenti del sistema	Documenti gestiti

<sup>3</sup> Copia del “Manuale del Sistema di gestione per la Qualità” nel quale sono descritti in dettaglio tutti gli elementi del sistema, si può ottenere accedendo al sito web del laboratorio.

Di conseguenza, gli indicatori per monitorare l'efficacia e l'andamento del processo di realizzazione delle analisi sono (tabella 2):

- correttezza dei risultati forniti (errori riscontrati e, in generale, non conformità) e correttezza dei certificati di prova,
- numero delle analisi fatte rispetto a quelle ricevute,
- numero delle non conformità (NC)<sup>4</sup> rilevate e dei reclami ricevuti.

Inizialmente, era stato inserito tra gli indicatori il tempo di risposta della singola commessa, successivamente eliminato; infatti, poiché l'iter formale di accettazione dell'offerta deve passare attraverso le strutture amministrative di supporto non coinvolte

nella certificazione, i cui tempi di risposta, dell'ordine della settimana, sono risultati non confrontabili con quelli di esecuzione delle prove, dell'ordine di qualche ora o giorno, tale indicatore si è rivelato inadeguato a fornire indicazioni consistenti sull'efficienza del servizio svolto; dunque, l'aver circoscritto il sistema alla sola sede tecnica dell'attività, apre un problema: l'unità tecnica costituisce il soggetto che deve anche produrre offerta-fattura o no? Una risposta affermativa, coerente con un sistema che lega l'impiego del know-how prodotto anche alla possibilità di reperire finanziamenti per la ricerca, richiede di organizzare conseguentemente le strutture amministrative per ottenere una risposta adeguata alla qualità tecnica.

Tabella 2 - Indicatori della efficacia dei processi

PROCESSO	INDICATORE PER LA MISURAZIONE DELL'ANDAMENTO DEL PROCESSO (ANNUALE)	RESPONSABILE	PERSONE COINVOLTE
Realizzazione della attività di Analisi	<ul style="list-style-type: none"> <li>• numero di note/errori in scheda campione</li> <li>• numero di Reclami ricevuti</li> <li>• numero di NC nella realizzazione delle analisi rilevate in VI interne</li> <li>• numero di analisi fatte rispetto all'anno precedente</li> <li>Tempi di espletamento delle attività amministrative relative alle analisi in rapporto ai tempi di esecuzione delle stesse (espressi in giorni)</li> </ul>	RQ	RT e tutti i tecnici del Laboratorio  RT e personale addetto alla amministrazione
Gestione degli apparecchi di misurazione	<ul style="list-style-type: none"> <li>• numero delle tarature (o conferme) non effettuate, o effettuate in ritardo rispetto alla data di scadenza sul numero totale delle tarature (o conferme)</li> <li>• numero dei giorni in cui ogni strumento è stato disponibile per le analisi</li> <li>• numero delle NC aperte nella gestione degli apparecchi</li> </ul>	RQ	RT e tutti i tecnici del Laboratorio
Gestione degli Approvvigionamenti	tempi di espletamento delle pratiche relative agli approvvigionamenti del Laboratorio (espressi in giorni)	RQ	RT e personale addetto alla amministrazione
Responsabilità della Direzione (gestione delle risorse umane)	numero di obiettivi di miglioramento della qualità raggiunti	Responsabile di Sezione	
Gestione della formazione	numero di "giornate formative" realizzate nell'anno (rispetto al numero di quelle dell'anno precedente)	Responsabile di Sezione e RQ	RQ, RT e tutti i tecnici del Laboratorio
Gestione della documentazione	numero di NC relative alla gestione della documentazione riscontrate nell'anno (rispetto al numero di quelle dell'anno precedente)	RQ	RQ
Gestione del Sistema per la Qualità	numero di NC di sistema riscontrate nell'anno (rispetto al numero di quelle dell'anno precedente)	RQ	RQ

<sup>4</sup> Una non conformità è la non rispondenza ad un requisito fissato dalla norma di riferimento.

2. Riguardo alla gestione degli apparecchi di misurazione le tipologie di indicatori prescelti sono:

- rispetto delle scadenze previste per le tarature degli strumenti,
- rispetto delle date e del numero di conferme metrologiche,
- numero delle non conformità riscontrate negli strumenti (per monitorare l'affidabilità della strumentazione),
- numero dei giorni in cui lo strumento è disponibile per le prove (per monitorare l'adeguatezza della strumentazione).

Il miglioramento di questo processo, al di là di quello ottenibile con una gestione interna più efficace, dipende però fortemente non solo dalla possibilità di far fronte finanziariamente alla obsolescenza del parco tecnologico disponibile, ma anche da quella di far crescere la competenza interna investendo sulla formazione continua delle risorse umane presenti e garantire la conservazione del *know-how* tecnico puntando all'ingresso di giovani risorse.

3. Gli approvvigionamenti del Laboratorio sono prevalentemente orientati all'acquisto dei prodotti per l'esecuzione delle analisi e all'acquisizione di strumenti e dispositivi necessari per lo svolgimento di prove e delle tarature. L'acquisto di servizi è costituito dall'affidamento all'esterno di manutenzione della strumentazione o da forniture utili all'espletamento dell'attività (es. gas inerti). Poiché un ente pubblico di ricerca non dispone di autonomia giuridica ed amministrativa, ma tali aspetti sono regolamentati tramite disposizioni interne ma anche esterne, emanate dal ministero competen-

te, è stato necessario individuare indicatori per monitorare l'efficacia degli approvvigionamenti tenendo presenti i suddetti vincoli e definirli cercando un opportuno compromesso tra obiettivi di efficacia, miglioramento e rispetto dei regolamenti cogenti per la Pubblica Amministrazione. L'indicatore prescelto per valutare la efficacia e la efficienza interna è costituito dai tempi di espletamento delle pratiche relative ad ogni approvvigionamento, che sono stati distinti in:

- tempi per espletare l'attività di carattere tecnico di pertinenza del laboratorio (richiesta di approvvigionamento, relazione tecnica contenente le motivazioni dell'acquisto richiesto e dei requisiti che esso deve possedere per soddisfare i bisogni di partenza), e
  - tempi di espletamento dell'attività amministrativa, di pertinenza del competente servizio. Questa distinzione della tempistica, introdotta in un secondo momento, è risultata indispensabile per individuare correttamente le "criticità" del processo, che sono state identificate nella frammentazione di compiti e responsabilità, più evidenti quando una pratica o procedura richiede passaggi obbligati per centri diversi dell'Ente. Per lo stesso motivo, essa è risultata fondamentale anche per una corretta valutazione dei fornitori "qualificati". Gli indicatori riguardanti i fornitori del laboratorio sono riportati nella tabella seguente:
- la puntualità della consegna,
  - la qualità della fornitura o servizio,
  - la qualità della documentazione di accompagnamento.

BENE APPROVVIGIONATO	NOME FORNITORE	PUNTUALITÀ DELLA CONSEGNA		QUALITÀ FORNITURA /SERVIZIO	QUALITÀ DOCUMENTI	VALUTAZIONE FINALE
Tipo di materiale o servizio		Data di partenza dell'ordine da ENEA <sup>5</sup>	Data in cui il bene acquistato viene consegnato	Congruenza quantitativa e qualitativa con quanto ordinato	Completezza, efficacia e chiarezza dei vari docum. (schede di sicur., manuali d'uso, manutenzione ecc.)=	Grado di soddisfazione globale valutazione del Resp. Tecnico del Lab.: Insufficiente S=Sufficiente B=Buono O=Ottimo

<sup>5</sup> La data effettiva di partenza dell'ordine dall'ENEA è stata sostituita alla data di richiesta dell'approvvigionamento da parte del laboratorio, precedentemente usata.

In conclusione, uno degli obiettivi fondamentali di un approvvigionamento efficace è ottenere il massimo valore nei beni di investimento e negli acquisti, cioè il massimo beneficio per il prezzo pagato. Nonostante l'ovvietà dell'affermazione si è dovuto constatare spesso che le modalità operative non sono coerenti con questa logica. Sembra di poter attribuire la causa prima di questa incoerenza al sistema di responsabilità individuali – se l'obiettivo della amministrazione resta inteso solo in senso economico e non finalizzato al miglioramento di “un servizio” – che contrasta di fatto l'attuazione di una visione condivisa e la massimizzazione dei benefici a livello dell'organizzazione; tali responsabilità individuali di fatto spesso finiscono per risultare conflittuali e all'origine di molte trincee: in tali situazioni, in assenza di strumenti organizzativi, i conflitti possono essere ridotti solo in presenza di un *management* in grado di intervenire supportando una visione condivisa dell'Ente per ottenere la massimizzazione del valore nei beni e nei materiali acquistati.

4. Le responsabilità generali della Direzione, rappresentata dal “Responsabile di Sezione”, riguardano la gestione delle attività tecnico-scientifiche e delle risorse umane.

Il ruolo del *manager* è fondamentale nel processo di miglioramento della qualità, e cioè nel:

- fornire mezzi adeguati per raggiungere gli obiettivi;
- incoraggiare, rinforzare, aiutare ad assumere e premiare i comportamenti coerenti con la visione ed i valori condivisi dell'organizzazione;
- chiedere e premiare l'eccellenza;
- contestare, con coerenza e costruttivamente, i comportamenti negativi.

Il risultato di un *management* efficace, infatti, oltre ad ottenere il raggiungimento degli obiettivi, valorizza le risorse umane, che costituiscono il patrimonio di

maggior valore di un ente di ricerca.

L'indicatore di efficacia prescelto è stato identificato con la misura degli obiettivi raggiunti nel progetto di certificazione, ma sicuramente questo va integrato con altri indicatori che includono la quantità di risorse, strumentali e finanziarie, ma anche e soprattutto umane, messe a disposizione e indicatori specifici per valutare l'efficacia del *management* nell'attuare le azioni elencate in precedenza.

5. Date le specificità del Laboratorio e la sua collocazione in un ente di ricerca, si è deciso di monitorare con attenzione l'andamento degli strumenti per l'accrescimento della competenza del personale con particolare riferimento alle attività formative. Pertanto, l'indicatore in uso è espresso in numero di giornate di formazione effettuate dal personale; sebbene in un ente di ricerca la “formazione” del personale sia da intendere in senso più lato che altrove, l'indicatore suddetto include esclusivamente le giornate dedicate a seminari o corsi strutturati.

6. Gli indicatori individuati riguardanti l'efficacia dell'attività di progettazione, prima, e di gestione del sistema, poi, svolte dal Responsabile per la Qualità, sono i seguenti:

- numero delle non conformità riscontrate a livello della documentazione, per misurare l'adeguatezza dei documenti interni di sistema allo specifico contesto, e
- numero delle non conformità riscontrate negli aspetti più propriamente gestionali del sistema, per misurare l'efficacia del sistema.

Poiché l'analisi condotta sul singolo indicatore può risultare fuorviante, in quanto rappresenta spesso solo uno degli aspetti o requisiti di un processo, la valutazione dell'efficacia di ogni processo identificato è stata effettuata considerando l'andamento complessivo di tutti gli indicatori ad esso associati ed eseguendo un confronto con i dati storici precedentemente raccolti.

Gli indicatori sono esaminati con frequenza annuale, sia perché stimata la più congruente con la numerosità dei dati, sia perché la misura richiede del tempo da sottrarre alla attività usuale di prova; nel caso della struttura del laboratorio, tale frequenza è risultata efficace, in quanto ha consentito di presentare risultati attendibili tra i documenti di *input* della riunione annuale di riesame della Direzione, momento di verifica finale e di pianificazione, consentendo così alla Direzione di valutare la possibilità di effettuare interventi e azioni conseguenti ed ipotizzare obiettivi futuri di miglioramento.

Nel caso di una struttura più grande tale processo di analisi periodica va specificamente pianificato per risultare efficace e adeguato: esso deve infatti produrre considerazioni utili alla individuazione di possibili obiettivi di miglioramento e deve avere dimensioni temporali tali che questi possano essere attuati compiutamente evitando di moltiplicare successivi interventi con il rischio di generare entropia.

### L'esperienza della certificazione in un Ente di ricerca: opportunità e criticità

I risultati relativi alla qualità globale dell'attività interna del Laboratorio si possono ritenere estremamente positivi ed incoraggianti: i processi sono stati razionalizzati, i compiti e le responsabilità individuali, nonché lo *skill* di competenze necessarie sono stati definiti precisamente, ogni singola competenza è stata accresciuta e valorizzata. Inoltre, per quanto gli obiettivi e i risultati attesi dal progetto fossero mirati ad ottenere specificamente il miglioramento delle prestazioni del laboratorio, una gestione interna più controllata e la crescita professionale del personale del Laboratorio, l'esperienza di questi tre anni consente di trarre una serie di considerazioni di "più ampio

respiro" sul tema della applicabilità dei SGQ al contesto specifico della ricerca.

Attualmente la Certificazione del Sistema di Gestione per la Qualità rappresenta per le organizzazioni non più solo una opportunità di migliorare il servizio nei confronti degli *stakeholder*, ma anche un'occasione per valorizzare le proprie "qualità" organizzative. Il Sistema inteso come insieme strutturato di regole "organizzative" è anche uno strumento di cambiamento, ma il cambiamento va nella direzione di migliorare i comportamenti, le relazioni, gli scambi e le dinamiche di lavoro e, più alla lunga, la cultura e i valori dell'organizzazione; in altri termini, la sua introduzione incide sulle "condizioni ambientali" di una organizzazione.

Le persone, a tutti i livelli, costituiscono l'essenza dell'organizzazione e questo è tanto più vero in una istituzione di ricerca il cui scopo è produrre *know-how*; da ciò consegue l'importanza di individuare le competenze necessarie, identificare e pianificare le azioni formative legate alle esigenze di sviluppo, promuovere azioni orientate ad accrescere la consapevolezza del personale (intesa come coinvolgimento e partecipazione ai risultati) rendendo il personale conscio della rilevanza delle proprie attività e di come queste contribuiscano al raggiungimento di obiettivi, investire sulla formazione continua e adeguata alle specificità dell'organizzazione. L'ultima versione della Norma ISO 9001 richiede un modo nuovo di intendere le organizzazioni in cui la risorsa umana è centrale.

In effetti, al di là degli obiettivi e degli stessi risultati attesi, il Sistema di Gestione per la Qualità del Laboratorio di Radiometria Ambientale si è rivelato uno strumento in grado di supportare efficacemente la gestione delle risorse umane ai fini della qualità del lavoro svolto e valorizzarle: dunque è sulle competenze che si è realizzato il contributo più rilevante per i Sistemi Qualità alla gestione del personale.

L'esperienza ha confermato che è fondamentale contrastare la tendenza (naturale in periodi di limitate risorse finanziarie) a rendere disponibili risorse strumentali piuttosto che a migliorare le competenze del personale; ha inoltre messo in luce, tra le criticità più evidenti, come la localizzazione di un laboratorio con alta specializzazione tecnico-scientifica in un contesto strutturale ed operativo "lontano" dal settore di impiego possa costituire un fattore limitante per le opportunità di consolidamento e sviluppo delle attività e delle competenze.

### Le risorse umane e i SGQ in un Ente "non economico"

In generale, se il fattore risorse umane è diventato determinante per il successo di medio-lungo periodo di un'organizzazione, questo è tanto più vero in una Istituzione di ricerca la cui *mission* è la produzione di *know-how* e il suo trasferimento.

La gestione delle risorse basata sulla valorizzazione delle potenzialità, sulla conseguente fiducia e delega di responsabilità, nonché su una *leadership* diffusa a tutti i livelli sta diventando un aspetto sul quale puntano le moderne organizzazioni che fanno leva sulla qualità come fattore indispensabile per il successo: si parla sempre più di "intelligenza emotiva" definita come la capacità di motivare se stessi e persistere nel raggiungere gli obiettivi nonostante le frustrazioni, la capacità di controllare gli impulsi e rimandare la gratificazione, di modulare i propri stati d'animo evitando che la sofferenza ci impedisca di pensare, limiti la capacità di essere empatici (capaci di assumere il punto di vista altrui).

In ogni organizzazione il fattore "clima" è l'elemento che può generare due atteggiamenti mentali opposti: partecipazione o abbandono. Un buon clima fra le persone è la conferma del fatto che le persone hanno un riconoscimento del loro impegno, che c'è una *leadership* reale, che la comunica-

zione funziona bene, e che fra le persone c'è calore e sostegno; anche il modo in cui le critiche vengono formulate, ricevute fa parte del clima ed è molto importante determinare il grado di soddisfazione dell'individuo relativamente al proprio lavoro. Per contro, quando gli individui sono turbati da un "clima aziendale" sfavorevole non sono più in grado di ricordare, imparare e prendere decisioni lucide.

Le organizzazioni all'avanguardia, che si pongono il problema del "benessere organizzativo", effettuano veri e propri periodici *check-up* per cercare di monitorarne lo stato e misurarlo, coerentemente con i requisiti della norma sul monitoraggio e la misurazione dei processi. I risultati di tali analisi sono la base per riprogettare, se opportuno, modalità gestionali, flussi informativi o lo stile stesso della comunicazione.

Contemporaneamente, si afferma la cultura dell'*empowerment* che concepisce il potere innanzi tutto come intrinseco al soggetto, un potere collegato al concetto di capacità e di responsabilità *versus* la concezione del potere primariamente come dominio sull'altro. Buon *manager* colui che facilita l'*empowerment* dei propri collaboratori.

L'individuo è più motivato al lavoro quando trova in esso la possibilità di soddisfare una serie di bisogni fondamentali. Ma la motivazione va anche cercata nel sistema di valori socialmente condiviso, negli atteggiamenti, nelle convinzioni che le persone possiedono. Ogni individuo nutre una serie di aspettative e di desideri nei confronti della sfera occupazionale e tende a imporre nel lavoro speranze di affermazione personale, aspirazioni di successo sociale, propositi di sviluppo delle proprie capacità e conoscenze.

L'impegno del *management* nel coinvolgimento delle persone e nel monitoraggio del grado di competenza acquisito è fondamentale nella gestione del sistema qualità.

La visione e i valori di una organizzazione si realizzano solo se esiste un *top mana-*

gement capace e interiormente motivato allo sviluppo; solo i *manager* che non hanno l'esigenza di primeggiare ad ogni costo e che non si sentono in discussione, hanno la possibilità di focalizzarsi sul "successo degli altri", ottenendo in cambio innovazione e sviluppo per il proprio gruppo. In un ente pubblico, e dunque ancora di più in un ente pubblico di ricerca, dove per diverse ragioni, tra le quali la contenuta disponibilità delle risorse economiche, non sempre il premio è commisurabile ad un corrispettivo economico o è possibile premiare l'impegno profuso dal personale in tempi adeguati, l'Alta Direzione deve elaborare una strategia premiante fondata su elementi, quali il riconoscimento all'interno del gruppo, la soddisfazione di vedere valorizzate le proprie idee e applicate le proprie realizzazioni, l'offerta di nuove opportunità di fare esperienza e di partecipare a comitati o gruppi di lavoro, specie di rilevanza nazionale o internazionale, cioè quei segnali che costituiscono un riconoscimento visibile di aumentato prestigio. Come si è detto, esiste uno stretto nesso tra valorizzazione del fattore umano, motivazione del personale e Sistemi di Gestione per la Qualità, dato che l'ultima versione delle norme ISO 9000 ha dato enfasi agli aspetti suddetti sia direttamente nei capitoli sulla responsabilità della Direzione e in quello sulla gestione delle risorse, sia indirettamente quando tratta del miglioramento che non può non vedere come protagonista tutto il personale dell'organizzazione: pertanto, l'impiego di questi strumenti nel contesto di laboratori o impianti di ricerca, in cui strumenti e prassi della tradizionale "garanzia di qualità" sono considerati da sempre "acquisiti" – ma non raramente interpretati come semplici "sovrastutture formali" – può dimostrare ulteriori potenzialità proprio nella valorizzazione del potenziale umano, se adeguatamente supportato da una *conditio sine qua non*: la profonda convinzione del *management* ed il suo diretto coinvolgimento nel progetto.



Locale per l'attività di arricchimento del trizio

## Conclusioni

Il principale valore di ogni organizzazione è costituito dalle persone: dai loro talenti, dalle loro competenze, dalla loro capacità di innovazione, dalla cultura, dalle alleanze e dalla condivisione di visione e obiettivi con gli *stakeholder*. In realtà il patrimonio umano è raramente interpretato e adeguatamente valorizzato come la maggiore risorsa: di conseguenza, gli investimenti sull'aumento della competenza e della motivazione sono troppo spesso reputati solo una voce di costo.

La condivisione della *mission*, il sistema di valori che ne consegue e la fiducia necessaria per avanzare verso una visione comune sono le politiche critiche anche, e soprattutto, in un Ente di ricerca, il cui vertice intenda stare al passo con i cambiamenti imposti dai contesti esterni, mentre mancanza di intenti unitari, valori incerti, scarsa capacità di comunicazione, comportamenti difensivi, procedure (anche contabili e gestionali) inadeguate generano un indebolimento della organizzazione e degli obiettivi potenzialmente raggiungibili, rischi incombenti ancor più in un contesto di riduzione di finanziamenti e di incertezza della *mission* dell'Ente stesso.

In questo senso, l'adozione di un Sistema di Gestione per la Qualità e la sua certificazione nello specifico contesto di una Istituzione di Ricerca possono essere interpretati come un "processo di apprendimento organizzativo", in quanto vanno ad influenzare gli elementi della valorizzazione di conoscenze e competenze, dello scambio e della interazione, della comunicazione, contribuendo a rafforzare la coesione della organizzazione, attraverso l'affermazione della cultura della qualità, del miglioramento, quindi del cambiamento e dell'innovazione.

Per informazioni:  
[maria.litido@bologna.enea.it](mailto:maria.litido@bologna.enea.it)

## Bibliografia

- UNI EN ISO 9001, *Sistemi di gestione per la qualità. Requisiti*, dicembre 2000.
- UNI EN ISO 9000, *Sistemi di gestione per la qualità. Fondamenti e terminologia*, dicembre 2000.
- BAGGINI, A., CHERBAUCICH, C., WARNOTS, E., *La gestione per prove e misure secondo UNI EN ISO 9001:2000 alla luce della nuova ISO 10012*, Qualità, giugno/luglio 2003.
- BARACCO, R., PANELLA, B., *Indicatori della qualità di un centro di taratura*, Qualità agosto/settembre 2005.
- BRANSKY, J. R., *Migliorare la credibilità della certificazione ISO 9001:2000*, ISO Management Systems, dicembre 2004.
- DASSISTI, M., SCORZIELLO, F., *Tecnica innovativa di progettazione per Sistemi di gestione per la Qualità di laboratori universitari*, Qualità, novembre/dicembre 2003.
- DEL POZZO, G., *Qualità e motivazione delle risorse umane*, Qualità, gennaio/febbraio 2005.
- DETTIN, P., *Il capitale umano è al centro dell'azienda?*, Qualità, gennaio/febbraio 2005.
- DI LORENZO, S., *SGQ in azienda: apprendere dalla qualità?*, De Qualitate, marzo 2005.
- FABIANO, M., *Dalla parte del cliente*, De Qualitate, settembre 2004.
- FOCUS di De Qualitate, *Qualità in laboratorio*, De Qualitate, giugno 2005.
- MANZONE, G., *La qualificazione dei laboratori di analisi ambientale*, De Qualitate, luglio-agosto 2005.
- MAZZERO, V., *Sviluppo Risorse umane e valutazione nella Pubblica Amministrazione*, Qualità, gennaio/febbraio 2005.
- MOLINO, A., STOPPA, C., *Il rispetto e la valorizzazione delle persone: uno dei valori del gruppo AEM di Torino*, Qualità, gennaio-febbraio 2005.
- MONTEBELLI, G., *La comunicazione: nuovo importante strumento gestionale*, atti EXPO Qualità, Parma, 12-15 settembre 2001.
- Redazione, a cura di, *Politiche per la qualità*, De Qualitate, febbraio 2005.
- SARTORI, S., *Tutti i perché dell'accreditamento di un laboratorio*, Qualità, giugno/luglio 2003.
- SARTORI, S., a cura di, *Tarature non accreditate di Centri SIT: limiti di validità*, Qualità, giugno/luglio 2002.
- THIONE, L., *Qualità e Pubblica Amministrazione*, De Qualitate, giugno 2005.
- VOLPE, G., *Il sistema qualità come guida al cambiamento organizzativo*, De Qualitate, settembre 2005.
- VOLPE, G., *Il sistema qualità come modello organizzativo per valorizzare e gestire le risorse umane*, De Qualitate, aprile 2005.

# Il piano di gestione dei solventi quale fonte di indicatori di eco-efficienza

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

ENEA

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

\*\* Università di Bucarest, Facoltà di Chimica

studi & ricerche

Ridurre le emissioni di composti organici volatili (COV) di origine industriale è un obiettivo prioritario. La corretta applicazione della direttiva solventi migliora l'efficienza dei processi e dei prodotti e diffonde la cultura dei sistemi di certificazione aziendale

## The Solvent Management Plan as a source of eco-efficiency indicators

### Abstract

*Reducing emissions of VOCs (volatile organic compounds) is a top-priority environmental goal, because when they react in the atmosphere with NO<sub>x</sub>, CO and solar radiation, they form tropospheric ozone, a pollutant that has a large environmental impact and contributes to world climate change. The most innovative part of the solvent directive concerns the Solvent Management Plan (SMP): a very useful tool, especially for small and medium-sized enterprises. With relatively small changes, the SMP can be turned into a Solvent Management System (SMS) having the features of an Environmental Management System. By applying an SMP-SMS, a great number of indicators can be developed, analysed and used to improve eco-efficiency; furthermore, the SMP-SMS can help local authorities in charge of environmental control procedures, in decision-making processes*

La direttiva 99/13/CE1, più comunemente nota come Direttiva Solventi, trasposta poi nella legislazione italiana col Decreto 44 del 20042, prevede una serie di obblighi per le aziende di numerosi settori e processi (24) finalizzati a ridurre le emissioni in atmosfera dei Composti Organici Volatili non Metanici (COVNM o più semplicemente COV).

Questa direttiva, oltre la sua importanza ambientale, riveste una grande importanza economica perché si applica soprattutto nelle piccole e medie industrie (PMI), grandi utilizzatrici di materie prime e prodotti ausiliari emettenti COV.

L'approvazione della direttiva ed i relativi decreti di trasposizione hanno causato grandi discussioni in Europa tra gli addetti ai lavori, per le novità contenute nel testo, e per le difficoltà di trasposizione che il testo della direttiva ha presentato in molti paesi europei.

Nel workshop (21-22 settembre 2005) tenuto a Salisburgo nell'ambito del programma IMPEL (<http://europa.eu.int/comm/environment/impel/workgroups.htm#12>), è risultato che, ancora oggi, le difficoltà della trasposizione e la novità dell'approccio influenzano l'applicazione delle prescrizioni della direttiva, causando interpretazioni diverse nei diversi Stati membri.

In questo articolo verrà fornita un'analisi ENEA del Piano Gestione Solventi (PGS), la parte più innovativa della direttiva e del decreto di trasposizione; inoltre verranno illustrati i contenuti del progetto finanziato nell'ambito del programma INTERREG CADSES IIIB, col quale ENEA, insieme a partner italiani tedeschi romeni e sloveni, propone uno schema di applicazione del PGS.

## Il problema posto dai COV

La direttiva solventi nasce dalla necessità di ridurre le emissioni di COV originate dall'esercizio di attività industriali.

Essa è complementare ad altre azioni in-

traprese dall' UE per la limitazione delle emissioni di COV causate dal traffico di autoveicoli.

La riduzione delle emissioni di COV è un obiettivo ambientale prioritario, in quanto questi composti, reagendo in atmosfera con NO<sub>x</sub>, CO e radiazione solare, formano ozono troposferico<sup>3, 4, 5</sup>.

Questo inquinante è dannoso per la salute umana e le attività economiche, rientra nell'elenco dei gas serra (<http://earthobservatory.nasa.gov/Library/Ozone-WeBreathe/>, oppure <http://www.ghgonline.org/otherstropozone.htm>) e rappresenta una grande sfida per i legislatori e la comunità scientifica, date le difficoltà per ridurre la concentrazione, derivanti dalla sua natura di inquinante secondario. Il campo di applicazione della direttiva riguarda tutti i composti contenenti oltre al carbonio, uno o più elementi fra idrogeno, alogeni, ossigeno, zolfo, fosforo, silicio ed azoto, che presentano a 293,15° Kelvin, una pressione di vapore pari ad almeno 0,01 KPascal. Si tratta di un grandissimo numero di composti, dalle caratteristiche fisiche e chimiche molto diverse: conseguentemente anche il loro comportamento biologico e la loro pericolosità sono molto diverse.

Non solo questo fa dei COV la classe di inquinanti più complessa da affrontare dal punto di vista tecnico e legislativo: essi sono emessi da diverse tipologie di processi e settori industriali (la direttiva ne regola 24), da un numero altissimo di sorgenti (in Italia si stima in circa 40000 il numero di aziende sottoposte alla direttiva). Considerando anche le differenziazioni tra piccole e grandi aziende, e tra i diversi prodotti ottenibili dai vari processi, si possono ben comprendere la difficoltà di interpretazione e di controllo connesso con l'inquinamento da COV.

In una situazione come quella descritta, l'intenzione degli estensori del testo della direttiva e degli Stati Membri che lo hanno approvato, era quella di fornire al-

le autorità preposte all'applicazione uno strumento duttile<sup>6</sup>, il cui scopo fosse l'effettiva riduzione dell'inquinamento. Per questo si può affermare che la direttiva è un esempio di applicazione dei principi dell'approccio integrato<sup>7</sup>. In questa ottica il testo valorizza al massimo il principio di flessibilità, intendendo con tale termine la ricerca di soluzioni il più possibile adattate ai problemi dei diversi gruppi di imprese, tali da portare nella maggior parte dei casi a soluzioni, per quanto possibile, a costo basso. In effetti nel testo si trova la possibilità di applicare diverse strategie di riduzione delle emissioni, tutte di pari dignità. Ci si può conformare alla direttiva rientrando nei limiti di emissione espressi in concentrazione, oppure diminuendo di una quantità percentualmente prefissata l'emissione totale di COV, oppure tramite i cosiddetti Piani Nazionali, cioè piani finalizzati alla riduzione di COV che non tengono conto dei limiti imposti nel testo della direttiva, ma che devono ottenere almeno lo stesso risultato dell'applicazione della direttiva in termini di diminuzione totale di emissioni (nei Piani Nazionali si trova l'applicazione estesa del principio di flessibilità).

### Le opportunità offerte dalla direttiva

Secondo gli autori l'applicazione della direttiva rappresenta non solamente una possibilità di migliorare lo stato ambientale del Paese, ma soprattutto una possibilità di introdurre, nelle nostre PMI, delle discontinuità gestionali. Infatti, in tutti i settori considerati dalla direttiva, tranne la verniciatura delle auto e dei camion nuovi, operata direttamente negli stabilimenti dei costruttori auto, di grandi dimensioni, l'industria italiana è caratterizzata dalla prevalenza di PMI, spesso a conduzione familiare.

Tali imprese sono spesso condotte da personale preparato dal punto di vista

produttivo, ma con carenze di tipo gestionale e necessariamente sono poco strutturate. L'applicazione della direttiva può aiutare queste aziende a migliorare la loro gestione, soprattutto attraverso la realizzazione del cosiddetto Piano Gestione Solventi (PGS).

Per facilitare le piccole imprese nell'applicazione della direttiva e nella realizzazione del PGS, l'ENEA ha condotto molte esperienze finalizzate allo studio dei settori interessati alla direttiva<sup>8,9,10,11</sup>, dei processi e dei prodotti coinvolti, del loro impatto ambientale (in termini di COV), delle alternative produttive per ridurre le emissioni e del loro costo. È stato studiato anche l'impatto che l'applicazione della direttiva può avere su realtà territoriali (distretti) caratterizzate da alti livelli di emissioni provenienti dall'aggregazione di piccole imprese<sup>12,13</sup>.

Ciò ha permesso di sviluppare e di testare una metodologia di indagine settoriale e territoriale di applicabilità generale, ed ha permesso di elaborare ed esaminare l'applicazione di moltissimi indicatori.

Questi studi hanno riguardato il 65% delle emissioni industriali italiane di COV e sono stati effettuati tramite tecniche statistiche, questionari, interviste, rilevamenti nelle aziende e prove tecnologiche dirette che hanno riguardato tutte le *supply chain*. In totale sono state investigate oltre 100 aziende di un distretto industriale nel settore Legno-Arredo, più 700 aziende in vari altri settori emettenti COV.

Il fine del lavoro svolto era quello di mettere a disposizione del pubblico, (imprenditori, autorità centrali, autorità locali, enti di controllo nazionali e locali) una grande massa di dati, che potessero essere utilizzati con diversi fini:

- stabilire lo stato dell'arte delle imprese italiane per ciò che riguarda le emissioni ed il rilascio dei COV, e più in generale i metodi ed i processi di lavorazione che comportano emissione di COV;

- Stabilire l'attuale possibilità di riduzione delle emissioni di COV sia a livello tecnologico (impianti di abbattimento degli inquinanti), sia a livello di tecniche (miglioramenti organizzativi e gestionali, ecc);
- Ricavare indicatori che potessero collegare il consumo di materie prime alle emissioni di COV<sup>14, 15</sup> e le emissioni di COV alle pratiche produttive, in modo da facilitare il controllo dell'efficienza dei processi produttivi. Tale controllo risulta utile agli imprenditori, ma altresì alle autorità di controllo che se ne possono servire sia in sede di rilascio delle autorizzazioni, sia in sede di controllo vero e proprio. La conoscenza di questi indicatori è fondamentale nella fase di impostazione di iniziative ambientali (accordi volontari), nella fase di generazione o modifica di legislazione ambientale, ed è essenziale per lo snellimento delle procedure burocratiche (autorizzazioni, rinnovi, esenzioni ecc.).

E' da notare che se questi dati ed indicatori trovassero diffusa applicazione e divenissero uno "standard" in tutte le attività che coinvolgono amministrazione e privati in campo ambientale, si otterrebbe non solamente lo snellimento delle procedure burocratiche, ma anche un aumento di trasparenza delle procedure stesse.

## Il Piano Gestione Solventi

Come scritto precedentemente la direttiva permette diverse soluzioni per il rispetto della conformità: il gestore che voglia ridurre le emissioni alla fonte, non utilizzando sistemi di abbattimento, non può prescindere dal Piano Gestione Solventi (PGS)<sup>16, 17</sup>. Il PGS parte da un bilancio di massa che considera le emissioni non solamente rivolte alla matrice aria: ciò conferma l'approccio integrato all'ambiente caratteristico di questa parte della direttiva. Elaborare un PGS significa non solamente analizzare tutti i punti di

emissione e trovare le possibilità di riduzione, ma anche elaborare metodi di gestione per la minimizzazione delle emissioni durante le normali attività produttive. E' evidente il vantaggio connesso col PGS: elaborarlo aiuta a conoscere a fondo il proprio sistema produttivo e permette di introdurre l'azienda alla pianificazione della gestione, con tutti i vantaggi ambientali, qualitativi ed economici che ciò comporta.

Questa parte della direttiva è dagli autori ritenuta particolarmente indicata per le imprese italiane, di dimensione generalmente piccola o micro, generalmente votate ad aumentare a qualsiasi costo la produttività dell'azienda, e meno portate a considerare aspetti strategici e qualitativi dell'organizzazione. L'elaborazione di un PGS obbliga queste aziende ad un riesame di tutto il processo, dei fornitori, del mercato.

## Lo schema di riduzione e il piano di gestione dei solventi

Lo schema proposto da ENEA per realizzare il PGS è il seguente:

- si valuta il consumo di solventi annui e si controlla se si superano le soglie di consumo previste per ogni settore;
- se si rientra nell'ambito dell'applicazione della direttiva viene effettuato il bilancio di massa previsto nel testo della direttiva stessa;
- si valuta l'emissione bersaglio, cioè l'emissione annuale (espressa in massa) che bisogna rispettare: in caso di emissione bersaglio inferiore a quella stabilita è già rispettata la conformità, di conseguenza devono essere impostate quelle azioni che servono a mantenere nel tempo la conformità già acquisita; nel caso di emissione superiore a quella prevista bisogna considerare il cosiddetto piano di riduzione, cioè tutte le azioni che possono riportare le emissioni entro i valori stabiliti dalla direttiva. Il piano di ri-

duzione può prevedere qualsiasi strategia per diminuire le emissioni: sostituzione di materie prime, raggiungimento di più elevati valori di efficienza produttiva, variazione nelle progettazioni di prodotto, variazioni nell'uso del prodotto presso la clientela ecc.;

- se non esistono o non possono essere applicate misure in grado di poter ridurre le emissioni alla fonte, bisogna considerare l'uso di impianti di abbattimento. Il PGS serve non solamente ad elaborare un piano, ma anche a controllarne l'applicazione. Gli obiettivi che si vogliono raggiungere elaborando un PGS sono la verifica della conformità ad un valore limite di emissione totale espresso in emissioni di solvente per unità di prodotto, l'individuazione delle future opzioni di riduzione dei COV, la pubblicizzazione dell'informazione in materia di consumo e emissione di solventi.

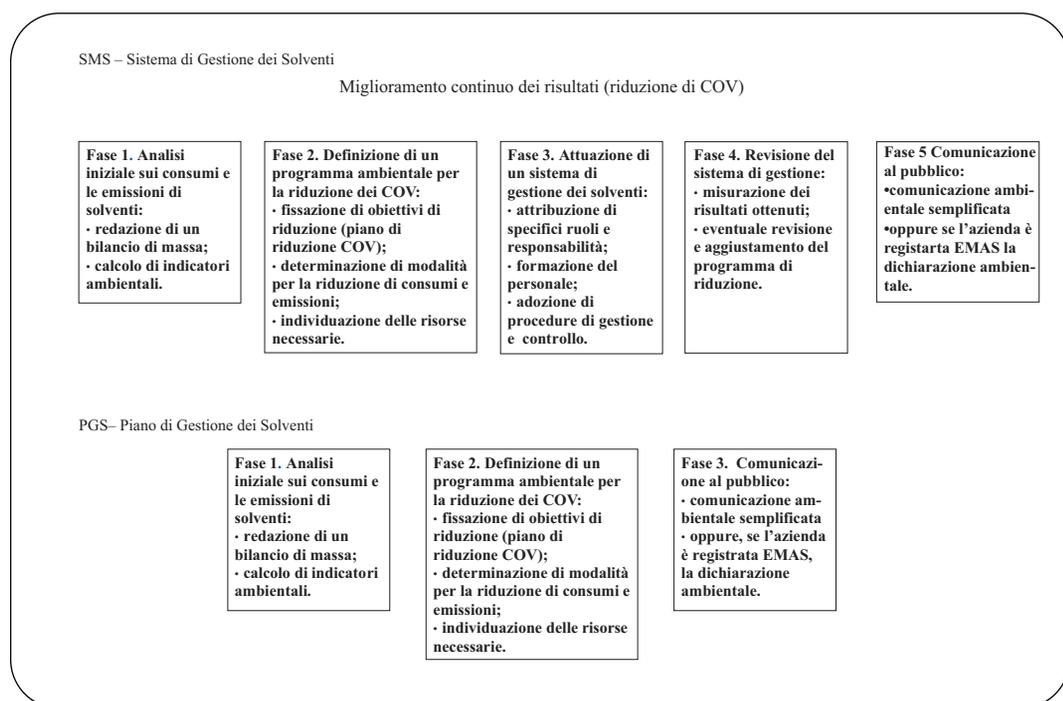
I vantaggi ottenibili attraverso l'adozione di un PGS aziendale possono comprendere la riduzione dei rischi connessi alla non conformità, la riduzione o eliminazione dei costi dei sistemi di abbattimento, la riduzione dell'utilizzo dei solventi e

loro sostituzione, la riduzione dei costi connessi all'utilizzo dei solventi (ad esempio, i costi delle sostanze chimiche oppure i costi di smaltimento dei rifiuti), la riduzione dei costi futuri per l'inquinamento prodotto e il miglioramento dell'efficienza aziendale e della qualità del prodotto.

## Evoluzione del PGS

Nelle precedenti studio dell'impatto della direttiva sul sistema industriale italiano, ENEA ha ipotizzato la trasformazione del PGS in un SMS (Sistema Gestione Solventi)<sup>9</sup>. Tale trasformazione è relativamente semplice, anche se porta ad un relativo aumento di complessità nelle aziende che lo realizzeranno. In figura 1 sono evidenziate le differenze, facilmente superabili, tra un PGS ed un SMS. Nello schema riportato in figura 2 è evidenziato il modello proposto per il PGS, che coincide con un vero e proprio SMS.

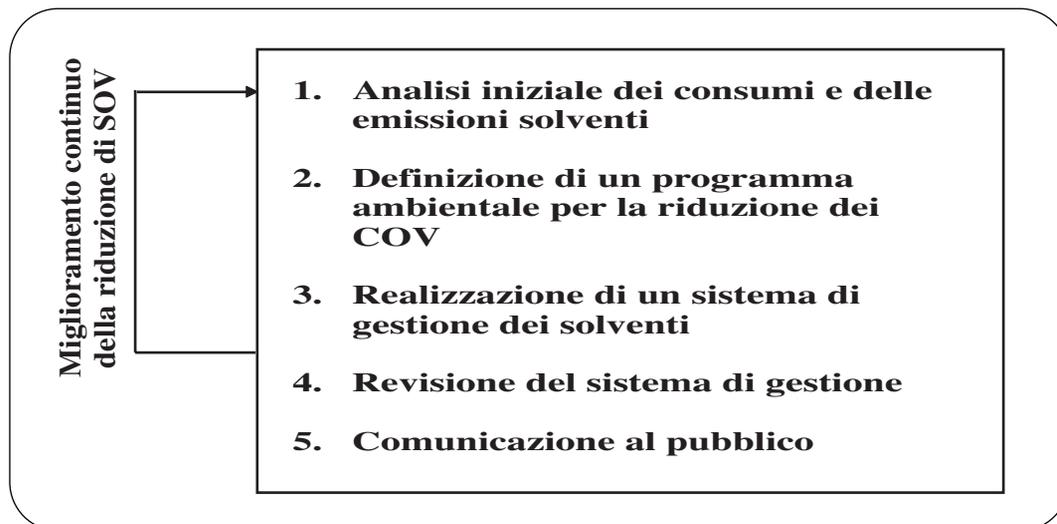
E' evidente che questo schema si situa nel campo delle procedure ispirate a criteri di eco-efficienza e tipici della certificazione ambientale (EMAS, ISO 14000). Vengono riportate di seguito alcune consi-



**Figura 1**  
Differenze tra SMS e PGS

**Figura 2**

Le fasi proposte per messa a punto di un PGS-SMS



derazioni relative alle varie fasi, individuate da ENEA per la realizzazione di un SMS.

#### Fase 1. Analisi iniziale dei consumi e delle emissioni di solventi

E' la fase relativa alla conoscenza dello stato ambientale dell'impresa. Essenziale è, in questa fase, l'elaborazione di un bilancio di massa, attraverso il quale si arriva a stabilire quanti solventi organici vengono consumati ogni anno (dato essenziale per comprendere se il proprio stabilimento rientra oppure no nell'applicazione della Direttiva) e quanti solventi organici vengono emessi dallo

stabilimento e/o dalle singole fasi di produzione.

Come ogni bilancio, il bilancio di massa considera le entrate e le uscite di COV, in modo da mettere a punto gli obiettivi di miglioramento.

Considerando lo stabilimento come una scatola chiusa le possibili entrate e uscite sono presentate nella figura 3 e riassunte in tabella 1.

Le emissioni di solvente (E) possono essere ottenute sottraendo all'ammontare totale di solventi immessi nei processi produttivi durante l'anno di riferimento (I1) il totale delle uscite che non siano emissioni in aria (Or), cioè:

**Figura 3**

Rappresentazione integrata delle emissioni COV da impianto industriale

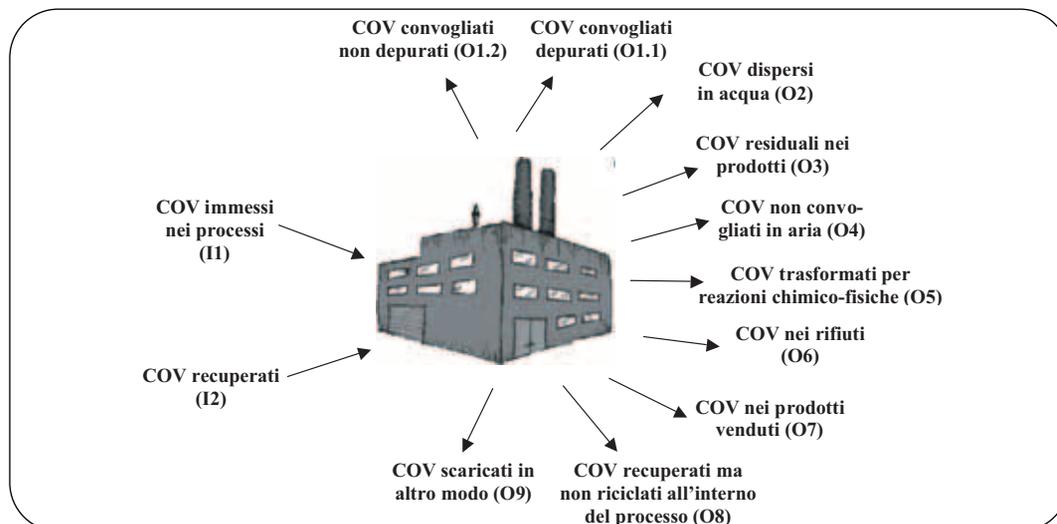


Tabella 1 - Una schematizzazione del bilancio di massa

ENTRATE, Kg		USCITE Kg	
I1	- COV immessi nei processi produttivi durante l'anno di riferimento	O1	- COV negli scarichi gassosi convogliati depurati e/o non-depurati
I2	- COV recuperati e riciclati all'interno del processo	O2	- COV dispersi in acqua
		O3	- COV residuali nei prodotti
		O4	- COV non convogliati in aria
		O5	- COV persi per reazioni chimiche o fisiche
		O6	- COV nei rifiuti
		O7	- COV nei prodotti venduti
		O8	- COV recuperati ma non riciclati all'interno del processo
		O9	- COV scaricati in altro modo
I = I1 + I2		O = O1+O2+O3+O4+O5+O6+O7+O8+O9	
<b>I = O ⇔ I1 + I2 = O1+ O2 + O3 + O4 + O5 + O6 + O7 + O8 + O9</b>			

$$E = I1 - Or$$

dove:

**E** = emissioni di solvente organico durante l'anno di riferimento;

**I1** = quantità di COV o loro preparati immessi nei processi produttivi durante l'anno di riferimento, cioè rimanenze iniziali (**Ir**) + acquisti (**Ia**) - rimanenze finali (**Is**); quindi

$$I1 = Ir + Ia - Is$$

**Or** = la sommatoria di **O5** (COV persi a causa di reazioni chimiche o fisiche legate ai dispositivi di abbattimento), **O6** (COV nei rifiuti), **O7** (COV eventualmente venduti), **O8** (COV recuperati ma non riciclati all'interno del processo).

Quindi, le emissioni totali (**E**) sono:

$$E = O1.1 + O1.2 + O2 + O3 + O4 + O9$$

dove:

**O1.1** = le emissioni COV catturate presenti negli scarichi gassosi dopo essere state depurate,

**O1.2** = le emissioni COV catturate presenti negli scarichi gassosi senza depurazione, ma convogliate,

**O2** = le emissioni COV dispersi in acqua,

**O3** = le emissioni COV contenuti nel prodotto,

**O4** = le emissioni fuggitive, non catturate, di solventi organici nell'aria, che fuo-

riescono attraverso porte, finestre, sfianti e aperture,

**O9** = le emissioni COV scaricate in altro modo.

Il valore delle emissioni convogliate (O1.1 e O1.2) può essere determinato sulla base della conoscenza di:

- concentrazione di TOC (carbonio organico totale) espressa in mg/Nmc (media dei valori rilevati dalle analisi effettuate al camino);
- flusso di massa espresso in Nmc/h (dai parametri tecnici dell'impianto di aspirazione, del camino o dell'impianto di abbattimento);
- dalle ore/giorno di funzionamento delle operazioni produttive e dal numero delle giornate/anno lavorate.

Conoscendo il valore delle emissioni convogliate, essendo quelle totali calcolate dal bilancio di massa, il valore delle emissioni fuggitive (O4) è dato dalla differenza tra le emissioni totali (E), quelle convogliate (O1.1 + O1.2) sommate ai termini O2, O3, O9, determinate con metodi analitici.

Tale bilancio dovrebbe essere a rigore rilevato per ogni singolo stadio del processo di produzione, per ogni singolo macchinario (impianto di combustione) o area di lavoro (linea di verniciatura).

In questo modo si imposta un'analisi approfondita, i cui benefici a lungo termine potrebbero essere notevoli, in quanto rende possibile azioni mirate sui punti critici e quindi investimenti più efficaci.

In realtà, soprattutto nella situazione industriale italiana e utilizzando il principio di flessibilità tipico della direttiva, per la maggior parte delle PMI è sufficiente elaborare un bilancio di massa riferito all'intero stabilimento.

#### *Registrazioni da effettuare*

La Direzione e il personale tecnico che si occupa della gestione dei solventi dovrà tenere aggiornati i seguenti documenti:

- un registro con gli acquisti di tutti i solventi o i prodotti a base di solventi dello stabilimento; nello stesso registro dovranno essere annotate le quantità di solvente o prodotto a base di solvente che viene trasferito ad uno specifico stadio del processo di produzione (tabella 2); un
- un registro per l'annotazione dei risultati delle analisi sulle emissioni, riportante i dati necessari per il calcolo delle emissioni convogliate (portata camino, flusso di massa, ore funzionamento) e diffuse (per differenza);
- un registro con le quantità e le categorie CER di rifiuti derivanti da ogni stadio del processo di produzione e le eventuali analisi di caratterizzazione effettuate; le quantità rilevate dovranno essere poi riportate nel registro di carico e scarico assieme alle altre tipologie di rifiuto dell'azienda.

## Fase 2. Definizione di un programma ambientale per la riduzione dei COV

La Direzione dello stabilimento e il personale tecnico devono predisporre un programma ambientale per la riduzione dei COV indicando:

- *obiettivi di miglioramento e tempi* (possibilmente per anno di riferimento, ad esempio per ogni anno di avvicinamento all'obiettivo generale di emissione bersaglio oppure alle quantità di COV da ridurre);
- *azioni di programma*, cioè le modalità con le quali si intende raggiungere l'obiettivo;
- *quantificazione degli indicatori di controllo*.

## Fase 3. Realizzazione di un "sistema di gestione dei solventi"

Il raggiungimento degli obiettivi e l'attuazione delle azioni del programma di miglioramento viene garantito dallo stabilimento attraverso l'attivazione di un "sistema di gestione dei solventi". Le azioni essenziali da realizzare sono:

- individuare ruoli e responsabilità che garantiscano il raggiungimento degli obiettivi;
- effettuare un'adeguata formazione del personale;
- mantenere la documentazione necessaria (copia di tutta la legislazione in materia; compilazione di una scheda per individuare i parametri di confor-

Tabella 2 - Esempio registrazione magazzino materie prime

ENTRATA					USCITA				
Tipo prodotto	Origine	Data	Ora	Quantità (kg)	Data	Ora (kg)	Reparto Rivest., (kg)	Reparto Lavaggio	Responsabile
PV Epossidica	Acquisto MP	10/3/02	15,30	500					
Acetone MP	Acquisto	15/3/02	11,00	200					
PV Epossidica					18/3/02	10,00	50		(firma resp. tecn.)

mità alla legislazione per lo specifico stabilimento; le schede e matrici per il bilancio di massa; il programma ambientale; l'elenco scritto delle responsabilità in materia di gestione dei solventi; i risultati dei controlli effettuati (monitoraggi, analisi, audits).

#### *Procedure di gestione e controllo*

L'azienda può dotarsi di procedure di gestione e controllo. Le categorie di attività che possono essere codificate in procedure sono:

- attività destinate a prevenire l'inquinamento da COV nei nuovi progetti di grande importanza (ad esempio il cambiamento dei macchinari o dell'impianto, l'installazione di un nuovo sistema di abbattimento dei COV)
- attività quotidiane di gestione, destinate ad assicurare la conformità ai requisiti del programma di riduzione dei COV.

#### Fase 4. Revisione del "sistema di gestione dei solventi"

Il responsabile del PGS dovrà valutare, alla fine di ogni anno, quali sono stati i *risultati raggiunti*, quali sono *gli scostamenti* rispetto agli obiettivi, *le ragioni* dell'eventuale non raggiungimento degli obiettivi stessi, *le azioni correttive* da attuare, *la definizione dei nuovi obiettivi* per l'anno successivo.

#### Fase 5. Divulgazione al pubblico delle informazioni

La Direttiva prevede che l'azienda comunichi all'esterno le informazioni in materia di *consumo* ed *emissioni* di solvente e conformità alla Direttiva stessa.

### Il progetto SMS VOSLESS

Per applicare in modo omogeneo la cosiddetta "Direttiva Solventi", alcune organizzazioni di quattro paesi europei:

Italia, Germania, Slovenia e Romania hanno proposto, nel quadro del programma europeo INTERREG III B CADSES, il finanziamento del progetto SMS (Sistema di Gestione dei Solventi) VOSLESS. I partner del progetto, oltre l'ENEA, sono la Provincia di Forlì, ERVET, l'Università di Karlsruhe, IHD Dresden, l'Università di Lubiana e l'Università di Bucarest.

L'obiettivo principale del progetto è fornire alle aziende uno strumento per realizzare l'approccio integrato per la qualità ambientale e per sviluppare un sistema ambientale di "auto-controllo" per le PMI.

Per quanto riguarda l'implementazione di un Sistema di Gestione dei Solventi (SMS), il progetto si propone di realizzare i seguenti obiettivi:

- promuovere un approccio integrato alla qualità ambientale, da parte dei settori industriali coinvolti;
  - ottimizzare la realizzazione della legislazione tramite uno specifico strumento "transnazionale";
  - promuovere lo sviluppo di un sistema di "auto-controllo" nelle installazioni che usano solventi nei loro processi, permettendo il controllo delle emissioni e rispettando la direttiva;
  - ottimizzare la cooperazione fra le aziende e la Pubblica Amministrazione (PA) per andare oltre il concetto di "Command and Control" finora mantenuto dalla PA;
  - promuovere l'uso dei Sistemi di Gestione Ambientale (SGA);
  - preparare una solida base per eventuali future azioni di certificazione (EMAS).
- Col progetto si vuole realizzare l'applicazione del SMS in 45 aziende di 8 settori industriali, stabilire un set di indicatori per verificare e quantificare le performance del SMS, elaborare e diffondere un software specifico per quantificare i valori delle emissioni, organizzare dei corsi di formazione nelle aziende coinvolte nel progetto, for-

nire delle procedure operative alla PA per ottimizzare le attività di controllo, promuovere la diffusione del SMS in Romania e Slovenia.

Gli *stakeholders* del progetto sono i seguenti:

- imprenditori e associazioni imprenditoriali dei seguenti settori:
  - legno/mobili di legno: l'analisi è focalizzata sul processo di rivestimento;
  - metalli: l'analisi è focalizzata sul processo di rivestimento e pulizia;
  - plastica: l'analisi è focalizzata sul processo di rivestimento;
  - fabbricazione delle calzature: l'analisi è focalizzata sul processo di incollaggio e rifinitura;
  - finitura dei veicoli: l'analisi è focalizzata sul processo di rivestimento;
  - pulitura a secco;
  - fabbricazione di preparati per rivestimenti;
  - conversione della gomma.
- le autorità pubbliche (pubblica amministrazione come autorità di controllo, le agenzie ambientali);
- le associazioni industriali, artigiane e delle PMI (nel progetto sono coinvolte: in Italia, Unindustria Provincia di Treviso, Confederazione Nazionale Artigianato e della PMI CAN Forlì-Cesena, Confartigianato Forlì; in Germania, the Federal Association of Wood Working Skilled Crafts; in Slovenia the Wood Industry Development Centre).

### Attività progettuali finora svolte

Sono state finora individuate le imprese partecipanti al progetto, ed è stata completata l'attività di raccolta dati e di valutazione degli indicatori.

E' in pieno svolgimento la campagna di corsi di formazione per il personale delle imprese.

ENEA sta elaborando il software per l'elaborazione del PGS: esso dovrebbe essere terminato entro giugno

2006, in tempo per essere presentato a Nova Gorica nell'ottobre 2006, in occasione della Conferenza Internazionale che concluderà le attività progettuali.

### Conclusioni

La parte più innovativa della direttiva solventi, il PGS, è uno strumento che può essere molto utile alle imprese, soprattutto alle PMI. Il PGS, con modifiche relativamente piccole può essere trasformato in un SMS, che ha caratteristiche di un Sistema di Gestione Ambientale.

Avendo la direttiva carattere obbligatorio, la diffusione del PGS-SMS potrebbe risolversi in una grande diffusione di strumenti finora utilizzati a carattere volontario.

Ciò potrebbe risultare molto importante sia dal punto di vista delle aziende sia dal punto di vista dei controllori. Dal bilancio di massa si ricava un gran numero di indicatori che, uniti agli altri ricavati negli studi propedeutici all'applicazione della direttiva, potrebbero essere usati per migliorare la gestione aziendale e, come riferimento, nelle attività di controllo.

Il PGS-SMS diventerebbe allora uno strumento, il cui uso potrebbe portare ad un aumento di trasparenza, ad una maggiore velocità nei processi decisionali della PA, ad una possibilità di semplificare le procedure di autorizzazione e controllo.

Ciò potrebbe avere un grande impatto sulle emissioni industriali italiane di COV, sulla diffusione dei sistemi di certificazione ambientale e sulla cultura industriale italiana.

Per informazioni:

*flaviano.damico@casaccia.enea.it*

## La conformità e i limiti

E' entrata ormai nell'uso corrente l'affermazione che la direttiva può essere soddisfatta in tre modi, riferendosi alle possibilità di scelta che il testo propone a chi deve applicarla.

E' importante richiamare qui uno dei modi in cui la flessibilità viene introdotta nella direttiva, vale a dire le differenze di espressione dei limiti di emissione, perché può avere delle importanti conseguenze industriali. Per limite di emissione si intende la quantità di inquinante massima che un impianto può emettere, in questo caso nell'aria.

Questa quantità è tradizionalmente espressa in concentrazione (30 mg inquinante/m<sup>3</sup> di effluente gassoso), ma potrebbe essere espressa anche in altri modi (come emissione totale, o come fattore di emissione). Se l'uso dei limiti in concentrazione è diffuso da lungo tempo in Europa, in quasi tutti gli Stati membri dell'UE è in atto una discussione sull'applicazione della direttiva, in quanto essa rappresenta una discontinuità nel modo in cui aziende e amministrazioni si posizionano nei confronti del problema ambientale.

Nel caso in cui il gestore di un impianto industriale sarà obbligato a rispettare una misura in concentrazione, la prova della conformità avviene attraverso una misura (un'analisi chimica) effettuata nel punto in cui la concentrazione dell'inquinante è massima (all'uscita del camino).

Se l'emissione dell'impianto risultasse non conforme al limite, il gestore potrebbe abbassarla introducendo, prima dell'immissione dei gas in atmosfera, un impianto di abbattimento che riduca la concentrazione delle emissioni fino alla conformità.

Nel caso in cui l'espressione del limite avvenga attraverso l'uso di un fattore di emissione (5g COV/kg di prodotto fabbricato), il controllo della conformità non avviene tramite una verifica puntuale, bensì come media, nell'arco di un periodo di tempo almeno semestrale. In caso di non conformità non esiste un solo punto privilegiato in cui intervenire per abbassare le concentrazioni di inquinanti immessi nell'ambiente: la correzione delle non conformità in questo caso può essere ottenuta razionalizzando qualsiasi fase della catena produttiva, o i prodotti, o sostituendo le materie prime ed i materiali ausiliari responsabili dell'inquinamento. In questo secondo caso il ruolo dell'imprenditore è più attivo e l'impatto sull'efficienza del sistema industriale più grande; sviluppare però questo tipo di controllo presuppone la "formazione" degli imprenditori e del personale della Pubblica Amministrazione. Inoltre, è essenziale potersi avvalere di linee guida di controllo strutturate ad hoc e di una serie di indicatori di riferimento sui quali basare la propria azione.

Le attività ENEA cui questo articolo si riferisce tendono ad aiutare gli imprenditori e la Pubblica Amministrazione nello sviluppo di metodi non tradizionali di gestione e controllo.

## Bibliografia

1. COUNCIL DIRECTIVE 1999/13/EC of 11th March 1999 on the limitation of emissions of volatile organic compounds due to the use of organic solvents in certain activities and installations, *Official Journal L 085*, 29/03/1999.
2. D.M. 44 del 16/1/2004 "Recepimento della direttiva 1999/13/CE relativa alla limitazione delle emissioni di composti organici volatili di talune attività industriali", pubblicato nella *G.U. n. 47 del 26 Febbraio 2004*.
3. UN-ECE. 1991. Protocol concerning the control of emissions of VOC or their transboundary fluxes, Annex IV.
4. CARTER P.L. 1994. "Development of ozone reactivity scales for volatile organic compounds". *Journal of the Air and Waste Management Association* (44), 881-899.
5. MANES F. et al. 2002. "Livelli critici di ozono ed effetti critici sulle piante in Italia". *Energia, Ambiente, Innovazione* (5), 55-65.
6. D'AMICO F. 2002. "L'innovazione apportata dalla 99/13/CE nella gestione ambientale dell'inquinamento derivante da lavorazioni industriali". *Atti del convegno "Il settore del legno e le emissioni in atmosfera: ridurre i solventi - mantenere la qualità e le prestazioni delle vernici"*, Treviso, Italia, 25 gennaio.
7. D'AMICO F. 2001. "Cenni di teoria e pratica delle BAT", Pages 13-61 in F.D'Amico (ed.) *Territorio e ambiente. L'uso delle BAT per il miglioramento dell'efficienza ambientale del sistema industriale italiano. L'aggregato progettuale CO.ME.T.A. Round table* ENEA, Roma.
8. D'AMICO F. 2003. "Strategie per la riduzione dell'inquinamento da composti organici volatili", ENEA, Roma, Italia, 246 pp.
9. D'AMICO F. 2003. "Analisi e gestione ambientale di comparti produttivi emettenti composti organici volatili", ENEA, Roma, Italia, 198 pp.
10. CARIANI R., F.D'AMICO, A. GEOTTI, M. VELARDI. 2004. "Possibilità di ridurre le emissioni di composti organici volatili in applicazione della direttiva 13/99/CE. "Ambiente Risorse Salute" (97), 6-11.
11. CARIANI R., F.D'AMICO, A. GEOTTI, M. VELARDI. 2004. "L'applicazione della direttiva sulla riduzione delle emissioni di solventi: il piano di gestione dei solventi". *L'Ambiente* (4), pag. 8-11.
12. D'AMICO F. 2006. "Il distretto friulano della sedia. Censimento delle aziende". ENEA, Roma, Italia, 125 (in corso di stampa).
13. D'AMICO F. 2006. "Il distretto friulano della sedia. L'adeguamento alla direttiva solventi". ENEA, Roma, Italia, 178 (in corso di stampa).
14. D'AMICO F., M. VELARDI, A. GEOTTI, R. CARIANI. 2004. "New indicators for the coating sector". *Atti del convegno "Integrated Scenario Analysis and Decision Support for the Modern Factory"*, Università di Karlsruhe, 23-24 settembre.
15. BULEANDRA M.M., M. VELARDI, F.D'AMICO. 2002. "Evoluzione e futuro del concetto di BAT", *Atti del convegno "La direttiva solventi: possibilità di applicazione in Italia"*, Arzignano, Italia, 3 dicembre.
16. Atti del convegno "La direttiva solventi: possibilità di applicazione in Italia", Villa Brusarasco, Arzignano, Italia, 3 dicembre.
17. VELARDI M., CARRATU L., D'AMICO F. 2002. "Il Piano Gestione Solventi come derivazione dell'applicazione dell'approccio integrato ambientale", *Atti del convegno "La direttiva solventi: possibilità di applicazione in Italia"*, Arzignano, Italia, 3 dicembre.

# Il recupero di suoli e sedimenti contaminati

ISABELLA MAZZIOTTI,  
MARGHERITA CANDITELLI,  
PAOLO MASSANISSO,  
ELISA NARDI,  
CARLO CREMISINI

ENEA  
UTS Protezione Sanitaria e  
Sviluppo Sostenibile



L'uso del compost e di residui da processi industriali ecocompatibili, attraverso tecniche di trattamento *in-situ*, può contribuire a recuperare suoli e sedimenti contaminati e, indirettamente, ad attuare gli impegni di Kyoto

## Polluted soils and sediments recovery

### Abstract

*The utilization of compost and ecocompatible industrial wastes, through in-situ treatments, can help for polluted soils and sediments recovery and, indirectly, aid to achieve the Kyoto commitments*

studi & ricerche

In molti paesi esistono specifiche condizioni di rischio per l'uomo e per l'ambiente, derivanti dalla presenza di vaste aree contaminate. Di particolare importanza sono le seguenti due situazioni:

- Siti minerari dismessi (includendo le discariche dei residui minerari ed i bacini inquinati da tali residui), anche in considerazione della impossibilità di rendere ad uso proficuo vaste aree del territorio.
- Aree portuali nelle quali è necessario il dragaggio e la conseguente gestione dei fanghi dragati, che spesso comporta costi non sostenibili dalle amministrazioni locali.

Problema comune in tali situazioni è rappresentato dagli elevati tenori di uno o più elementi, la mobilità dei quali è alcune volte aumentata dalla acidità dell'ambiente o da particolari condizioni ossidoriduttive. A questo problema si sovrappone spesso la compresenza di microrganismi inquinanti organici a livelli di concentrazione non accettabili.

Le tecnologie classiche disponibili per il trattamento e la decontaminazione sono in genere molto costose perché prevedono comunque una fase di asportazione del terreno contaminato, seguita dal trattamento dello stesso in impianto separato. Spesso, pure abbattendo i livelli di contaminazione, tali trattamenti *ex-situ* comportano lo smaltimento dei residui del trattamento sia durante che a valle del processo. Altro aspetto, non sempre trascurabile, è quello che la gestione dell'intervento e degli eventuali residui, sono basati sull'uso di tecnologie ed impianti ad elevato consumo di energia e pertanto essi stessi, in una certa misura, a significativo impatto per quanto riguarda le emissioni in atmosfera.

D'altra parte, la gestione integrata sia dei rifiuti solidi urbani sia dei residui pericolosi e dei reflui ad elevato carico inquinante (derivanti da specifiche attività in-

dustriali) e dei rischi ad essi connessi, può contribuire, in modo indiretto, all'attuazione degli impegni assunti dal Governo Italiano nell'ambito del Protocollo di Kyoto se si considerano con attenzione le possibilità di trattamento e riuso.

In considerazione di questi presupposti, le tecnologie ambientalmente compatibili, nel senso più completo del termine, e basate sull'uso di materiali in alcuni casi essi stessi derivati da residui di processi industriali, sembrano essere una alternativa che merita una attenta valutazione. In tali tecniche di trattamento *in-situ*, il terreno contaminato viene trattato direttamente in loco con uno specifico materiale di scarto, senza bisogno di escavazione.

La promozione di queste tecnologie deve però essere fondata sul preliminare accertamento dei requisiti di eco-compatibilità dei materiali utilizzati, sulla verifica della loro efficacia/efficienza e sulla rispondenza alla normativa vigente dei prodotti dell'intervento di trattamento. Tale accertamento richiede accurate procedure basate su un adeguato approccio scientifico e sperimentazioni caratterizzate da tempi e costi rilevanti.

## Il compost

Il compost è il prodotto di un processo di degradazione aerobica di materiale organico fermentescibile o meglio di rifiuti organici di diversa origine; possono destinarsi alla produzione di compost la frazione organica contenuta nei rifiuti urbani, scarti vegetali del verde pubblico e privato, residui delle attività agro-industriali, delle industrie della carne, delle conserve vegetali, imballaggi in carta e cartone, fanghi biologici (da depurazione di acque reflue civili) e diversi altri.

Il compostaggio è un processo assolutamente spontaneo, mediato dall'azione di un insieme di microorganismi (batteri, actinomiceti, funghi) che si alternano nell'operazione di ossidazione del materia-

le organico biodegradabile in cui sono presenti naturalmente.

Il processo è caratterizzato da fasi ben distinte durante le quali l'attività microbica in condizioni di meso e termofilia ed in presenza di ossigeno, garantisce la mineralizzazione delle frazioni biodegradabili con stabilizzazione della sostanza organica e sua successiva trasformazione in residuo umificato.

Oltre ad una oculata scelta delle matrici (caratteristiche merceologiche), è fondamentale mantenere le condizioni più idonee a favorire l'attività microbica attraverso il monitoraggio di alcuni parametri chimico-fisici (ossigeno, pH, umidità, temperatura) che consentono, nel contempo, di seguire anche l'evoluzione del processo ossidativo; una attenta valutazione delle condizioni operative permette di raggiungere l'obiettivo del processo di compostaggio, vale a dire l'ottenimento di un prodotto ricco di sostanze umosimili, dotato di elementi nutritivi, compatibile con lo sviluppo fisiologico vegetale, privo di semi vitali di erbe infestanti nonché di sostanze inquinanti, igienicamente sicuro, utilizzabile come ammendante organico in agricoltura.

## Aspetti normativi e commerciali

La normativa, in ambito europeo, in materia di produzione ed impiego del compost è affidata, allo stato attuale, ai diversi Stati membri non essendo stata emanata alcuna direttiva in materia di qualità di compost atta ad armonizzare le normative nazionali.

In ambito nazionale il riferimento normativo principale in materia di compost è rappresentato dalla legge 748/84<sup>1</sup> e successive modifiche, in particolare dal decreto ministeriale 27 marzo 1998 (modifiche all'allegato 1C della legge 19 ottobre 1984, n.748, recante nuove norme per la disciplina dei fertilizzanti) a cui si affianca il Dlgs 22/97 (decreto Ronchi) che

costituisce la norma nazionale di riferimento per la gestione dei rifiuti. Si ricorda che il compostaggio costituisce una tipologia di trattamento per il recupero e la valorizzazione di rifiuti organici e/o eventuale loro appropriato smaltimento. La normativa italiana individua due tipologie di compost:

-*compost di qualità*, incluso tra gli ammendanti previsti nella legge 748/84 in cui vengono considerati come prodotti derivanti dal compostaggio l'ammendante compostato verde, l'ammendante compostato misto e l'ammendante torboso composto (miscela di torbe in quantità > 50% con ammendante compostato verde e/o misto).

Questa tipologia di compost è ottenuta esclusivamente da rifiuti raccolti o conferiti in modo differenziato e si configura come un prodotto di cui sono stabiliti i requisiti agronomici, microbiologici, parasitologici, presenza di inquinanti, pertanto utilizzabile senza vincoli di nessun genere che non siano quelli di una corretta pratica agricola (tabella 1).

Dopo il consolidamento del mercato in ambito agricolo, per il compost di qualità si stanno individuando utilizzi innovativi in relazione alle proprietà microbiologiche che ne consentono l'utilizzo in operazioni di degradazione di contaminanti organici tossici (idrocarburi policiclici aromatici, solventi clorurati, pesticidi ecc.) e di bonifica ambientale ("bioremediation").

*Compost da rifiuti o "di qualità inferiore" o biostabilizzato*: compost da frazione organica ottenuta per selezione meccanica da RU conferiti tal quali; da questa tipologia di matrici si otterrà un compost inevitabilmente contaminato da vetro, plastiche, metalli, caratteristica che non consente di annoverare il prodotto tra gli ammendanti.

Anche per questa tipologia di prodotto è previsto l'utilizzo sul suolo, ma il compost viene considerato e/o gestito co-

Tabella 1 - Caratteristiche del compost da rifiuti (in accordo con la deliberazione C.I. 27 luglio 1984)

PARAMETRI	UNITA' DI MISURA	VALORE LIMITE
Umidità	% s.s.	< 45
pH	-	6 - 8,5
Sostanza organica	% s.s.	> 40
Sostanza umificata	% s.s.	> 20
Azoto totale	% s.s.	> 1
Anidride fosforica (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	% s.s.	> 0,5
Ossido di potassio (K <sub>2</sub> O)	% s.s.	> 0,4
C/N	-	≤ 30
Arsenico totale	mg/kg s.s.	≤ 10
Cadmio totale	mg/kg s.s.	≤ 10
Cromo III	mg/kg s.s.	≤ 500
Cromo VI	mg/kg s.s.	≤ 10
Mercurio totale	mg/kg s.s.	≤ 10
Nichel totale	mg/kg s.s.	≤ 200
Piombo totale	mg/kg s.s.	≤ 500
Rame totale	mg/kg s.s.	≤ 600
Zinco totale	mg/kg s.s.	≤ 2500
Materiali inerti	% s.s.	≤ 3
Materie plastiche	% s.s.	≤ 1
Materiali ferrosi	% s.s.	≤ 0,5
Vetri	Mm	≤ 3
Vetri (quantità)	% s.s.	≤ 3
Salmonelle	N/50 g	assenti
Semi infestanti	N/50 g	assenti

s.s. = sostanza secca

Fonte: Annuario Compost di Qualità 2004-2005

me rifiuto; infatti è vincolato al rispetto di standard qualitativi (presenza di elementi indesiderati e inquinanti), di quantità massime utilizzabili nonché alla caratterizzazione analitica dei terreni recettori.

Ad oggi, il riferimento normativo è ancora rappresentato dalla delibera 27 luglio 1984 (per la prima applicazione del DPR 915/82 concernente lo smaltimento dei rifiuti, tabella 2). Utilizzi alternativi possono essere rappresentati da destinazione ad attività paesistico-ambientali (recupero di aree degradate, costituzione di aree verdi, ripristino di aree inquinate, sistemazione post chiusura di discariche esaurite ecc.).

Attualmente non esistono riferimenti normativi più precisi per l'uso del compost di qualità inferiore anche se, da tempo, è in corso di definizione un decreto mirato che, in linea con gli orientamenti comunitari, regola il biostabilizzato.

## Ammendanti da rifiuti industriali

Alcune tecniche di recupero *in-situ* di suoli contaminati prevedono l'utilizzo di materiali con caratteristiche tali da essere in grado di ridurre la mobilità, e quindi la tossicità, di metalli pesanti nei suoli trattati; tra questi, tradizionalmente, venivano usati ammendanti alcalini facilmente reperibili e poco costosi, come le rocce carbonatiche (calcare), dotati di una limitata solubilità ed in grado di aumentare il pH del suolo fino ad un valore di circa 8. Anche l'ossido e l'idrossido di calcio possono essere usati per aumentare il pH di un suolo acido, ma sono molto più costosi.

Recenti studi hanno dimostrato che molti rifiuti industriali prodotti in grandi quantità, impiegati tal quali o dopo pretrattamento, possiedono qualità specifiche che permettono l'immobilizzazione di metalli nei suoli: tali proprietà ne favoriscono

Tabella 2 - Limiti Allegato 1. C (come modificati dal decreto 27 marzo 1998)

PARAMETRO	AMMENDANTE COMPOSTATO MISTO	AMMENDANTE COMPOSTATO VERDE
Umidità	< 50 % s.t.q.	< 50 % s.t.q.
pH	6 - 8,5	6 - 8,5
Azoto organico sul secco	> 80 % dell'azoto totale	> 80 % dell'azoto totale
Carbonio organico	> 25 % s.s.	> 30 % s.s.
Acidi umici e fulvici	> 7 % s.s.	> 2,5 % s.s.
C/N	< 25	< 50
Rame totale	150 p.p.m. s.s.	150 p.p.m. s.s.
Zinco totale	500 p.p.m. s.s.	500 p.p.m. s.s.
Piombo totale	140 p.p.m. s.s.	140 p.p.m. s.s.
Cadmio totale	1,5 p.p.m. s.s.	1,5 p.p.m. s.s.
Nichel totale	50 p.p.m. s.s.	50 p.p.m. s.s.
Mercurio totale	1,5 p.p.m. s.s.	1,5 p.p.m. s.s.
Cromo esavalente	0,5 p.p.m. s.s.	0,5 p.p.m. s.s.
Materiale plastico ( $\varnothing \leq 3,33$ mm)	$\leq 0,45$ % s.s.	$\leq 0,45$ % s.s.
Materiale plastico ( $3,33$ mm $< \varnothing \leq 10$ mm)	$\leq 0,05$ % s.s.	$\leq 0,05$ % s.s.
Altri materiali inerti ( $\varnothing \leq 3,33$ mm)	$\leq 0,9$ % s.s.	$\leq 0,9$ % s.s.
Altri materiali inerti ( $3,33$ mm $< \varnothing \leq 10$ mm)	$\leq 0,1$ % s.s.	$\leq 0,1$ % s.s.
Materiali plastici ed inerti ( $\varnothing > 10$ mm)	Assenti	Assenti
Salmonelle	Assenti in 25 g t.q. ,dopo riv.	Assenti in 25 g t.q. ,dopo riv.
Enterobacteriaceae totali	$\leq 1 \times 10^2$ UFC per g	$\leq 1 \times 10^2$ UFC per g
Streptococchi fecali	Max $1,0 \times 10^3$ (MPN x g)	Max $1,0 \times 10^3$ (MPN x g)
Nematodi	Assenti in 50 g t.q.	Assenti in 50 g t.q.
Trematodi	Assenti in 50 g t.q.	Assenti in 50 g t.q.
Cestodi	Assenti in 50 g t.q.	Assenti in 50 g t.q.

**Ammendante compostato misto:** prodotto ottenuto attraverso un processo di trasformazione e stabilizzazione controllato di rifiuti organici che possono essere costituiti dalla frazione organica dei RSU proveniente da raccolta differenziata, da rifiuti di origine animale compresi liquami zootecnici, da rifiuti di attività agroindustriale e da lavorazione del legno e del tessile naturale non trattati, da reflui e fanghi, nonché dalle matrici previste per l'ammendante compostato verde.

**Ammendante compostato verde:** prodotto ottenuto attraverso un processo di trasformazione e stabilizzazione controllato di rifiuti organici costituiti da scarti della manutenzione del verde ornamentale, residui delle colture, altri rifiuti di origine vegetale con esclusione di alghe e altre piante marine.

l'utilizzo come ammendanti abbattendo, in alcuni casi, anche i costi industriali dello smaltimento del rifiuto stesso.

Tra i materiali di scarto di possibile utilizzo possiamo annoverare: i) i fanghi rossi derivati dalla lavorazione della bauxite; ii) i fanghi di cartiera; iii) polveri dal processo di produzione del cemento iv) ceneri da processi di combustione ad alta temperatura.

I fanghi rossi sono i prodotti di scarto de-

rivanti dalla lavorazione della bauxite durante il processo di estrazione dell'allumina. I fanghi rossi non trattati presentano alte concentrazioni di idrossido di sodio e di conseguenza sono caratterizzati da un'elevata basicità ( $\text{pH} > 12$ ); a causa di tale caratteristica lo smaltimento è difficoltoso e ha costi elevati. La neutralizzazione di questo rifiuto attraverso il trattamento con acqua di mare o gesso rende tale materiale utilizzabile per proces-

si di recupero ambientale. Il materiale trattato non presenta più le caratteristiche esasperate di basicità che ne impedivano un facile smaltimento, ma mantiene invariata la capacità di neutralizzare matrici a pH acido e di adsorbire gran parte dei metalli presenti in un terreno contaminato che costituiscono, ad elevata concentrazione e mobilità, un potenziale pericolo per l'ambiente. I fanghi derivanti dalla produzione della carta rappresentano attualmente un problema in quanto, data la cospicua produzione annua, per il loro smaltimento sono necessari notevoli investimenti economici. Per questo motivo si cerca di trovare una collocazione diversa da quella della messa in discarica, per poter ritardare l'esaurimento delle stesse. Il loro utilizzo come ammendanti in campo ambientale viene studiato in ragione delle loro caratteristiche adsorbenti verso i metalli pesanti e neutralizzanti nei confronti di suoli acidi grazie alla presenza di una alta frazione carbonatica. Le polveri dal processo di produzione del cemento hanno un diametro medio di 10  $\mu\text{m}$  e sono ricche di ossidi di calcio, silicio e potassio. Sono materiali altamente alcalini in grado, se applicati in un opportuno rapporto alla matrice solida da trattare, di riportare alla neutralità il valore di pH di un suolo acido<sup>2</sup>. Le ceneri da processi di combustione ad alta temperatura, sono ad esempio quelle ottenute dalla lavorazione dei residui del carbone, Beringite. La Beringite è un silicoalluminato modificato che da molti anni è utilizzato come ammendante su suoli inquinati da metalli pesanti. I meccanismi con i quali la beringite è in grado di immobilizzare i metalli pesanti non sono del tutto chiari, ma i processi di adsorbimento e di (co)precipitazione sembrano giocare un ruolo fondamentale. Anche l'aumento del pH determinato dal trattamento con la Beringite da un importante contributo all'immobilizzazione dei metalli nella matrice trattata<sup>3</sup>.

## L'uso di ammendanti nei processi di recupero dei suoli contaminati

Il ripristino ambientale delle aree di miniera o più genericamente di suoli contaminati da metalli pesanti, è un problema oggetto di studio in molti paesi del mondo. La stabilizzazione di tali aree dall'erosione o da fenomeni di lisciviazione e la loro rivegetazione è una delle strategie adottate per la risoluzione di tale problema. La rivegetazione non è una tecnica di facile applicazione a causa delle caratteristiche di tali suoli che sono in genere molto acidi, salini, con una scarsa quantità di nutrienti e un'alta presenza di metalli tossici; inoltre, presentano una scarsa capacità di trattenere l'acqua dovuta alla tessitura grossolana e alla mancanza di struttura del suolo<sup>4</sup>.

La bonifica *in-situ* dei suoli contaminati da metalli pesanti attraverso l'uso di ammendanti, riduce la biodisponibilità degli stessi nel suolo e offre una valida alternativa alla rimozione del suolo con trattamenti *ex-situ* che sono generalmente più costosi ed hanno un impatto negativo sull'ecosistema del suolo<sup>5</sup>.

L'aggiunta di ammendanti del suolo non è in grado ovviamente di ridurre la quantità totale di metalli, ma è in grado di diminuire la biodisponibilità degli stessi a causa dell'instaurarsi di reazioni di precipitazione, complessazione e adsorbimento. Numerosi studi sono stati eseguiti per valutare la capacità di alcuni ammendanti, derivanti da scarti di lavorazione industriale, di immobilizzare metalli tossici e/o presenti ad elevate concentrazioni in suoli e sedimenti inquinati.

Calace et al.<sup>6</sup> mostrano come l'aggiunta di fanghi di cartiera aumenti la capacità naturale di un suolo di trattenere metalli pesanti.

Questo aumento sembra dovuto alle interazioni che avvengono tra fango e suolo con modificazione di siti adsorbenti.

Zhang et al.<sup>7</sup> utilizzano lignina estratta da fanghi di cartiera per valutare il suo impatto sulle caratteristiche fisiche del suolo, sulla variazione della distribuzione dei metalli pesanti dopo una sua applicazione e l'influenza sull'accumulo dei metalli pesanti nelle piante di grano.

I risultati evidenziano la migrazione dei metalli studiati da forme moderatamente mobili (frazione legata a ossidi e idrossidi di Fe e Mn) verso forme più fortemente legate (frazione organica e solfuri). Inoltre la capacità di scambio cationico (CEC), il contenuto di sostanza organica e di P e K assimilabili aumentano nel suolo trattato con la lignina.

Friesl W. et al.<sup>8</sup> dimostrano che i fanghi rossi utilizzati come ammendanti in un suolo riducono la mobilità di alcuni metalli come Zn, Cd e Ni e diminuiscono l'assorbimento degli stessi da parte delle piante.

Maddocks et al.<sup>4</sup> hanno dimostrato che l'applicazione combinata, su un suolo di miniera, di fanghi rossi e fanghi generati dal trattamento di acque di scarico permette una crescita migliore di alcune specie di piante, se paragonata all'applicazione delle due matrici singolarmente.

Anche il solo ripristino agricolo di suoli aridi e semi aridi può essere assicurato mediante l'utilizzo di compost come ammendante. In Israele, alcuni esperimenti, nei quali il compost ottenuto dai rifiuti solidi urbani è stato utilizzato a questo fine, hanno evidenziato che, se da una parte il compost aumenta la capacità di trattenere l'acqua consentendone un migliore utilizzo da parte della pianta, dall'altra l'uso ripetuto negli anni e in quantità elevate di compost da RSU può comportare un eccessivo rilascio di composti azotati nella falda sottostante<sup>9,10</sup>.

In diversi esperimenti si è poi cercato, sia pure con un limitato successo, di utilizzare il compost ottenuto dalle vinacce per ridurre la salinità dei suoli<sup>11</sup>. Migliori risultati sono stati ottenuti in Turchia trattando i campioni di suolo provenienti da saline

con compost ottenuto da RSU mescolato a gesso. Sembra che la presenza del compost, modificando l'equilibrio ionico del suolo, ne favorisca la desalinizzazione. Infatti, i batteri presenti nel compost, producendo acidi organici, riducono il pH del suolo; contemporaneamente, la respirazione aerobica dei batteri provoca l'aumento della pressione parziale del biossido di carbonio creando un ambiente riducente. Tali condizioni di acidità aumentano la solubilità del gesso facilitando in tal modo lo scambio calcio/sodio<sup>12</sup>.

### "Phytoremediation" e "Bioremediation" nel recupero di siti contaminati

La "phytoremediation" consiste nell'utilizzo di specie vegetali per la decontaminazione dei suoli sfruttando la capacità naturale delle stesse piante di assimilare, accumulare ed, eventualmente, degradare le sostanze inquinanti. Nel campo della bonifica di siti contaminati, le piante possono quindi essere utilizzate sia per immobilizzare e/o mineralizzare composti organici tossici nel terreno che per accumulare e concentrare metalli ed altri composti inorganici estratti dal suolo nelle radici o nella porzione aerea (tabella 3). I processi che vengono coinvolti sono dei processi di tipo biologico, fisico e chimico a carico della sola pianta o in congiunzione con i microrganismi che popolano la rizosfera (bioremediation). La proliferazione della popolazione microbica in prossimità dell'apparato radicale è favorita dal rilascio di essudati da parte delle specie vegetali. La quantità di batteri presenti in prossimità dell'apparato radicale è molto superiore rispetto a quella di un suolo non vegetato (uno o due ordini di grandezza). Al fine di migliorare i processi di "phytoremediation" sopra descritti, vengono sempre più spesso adoperate tecniche *in situ* che prevedono l'utilizzo di ammendanti come il compost e/o rifiuti industria-

Tabella 3 - Esempi di utilizzo del compost nei processi di "phytoremediation"

Tipo di ammendante	Specie utilizzata	Substrato	Contaminanti	Autore
Pollina e segatura	Erba medica	Suolo contaminato	Esplosivi	Kevin Grey USA
Torba polvere di carbone granuli di ferro	Alberi e cespugli naturali	Escavo da miniere	da Cr As Cu Pb	Maurice 2004 Svezia
Stallatici-fresco compost da frantoio	Farinello (Chenopodium album)	Escavo da miniere	Cu, Pb e Zn	Bernal 2003 Spagna
Scorie basiche dell' acciaio	Salici, festuca migliarino cappellini	Sedimenti marini	Zn	Bert 2004 Francia
Compost e/o concime verde	Fagiolo, Introto, P.vaginatum	Fanghi portuali	Metalli pesanti e PAH	N.V. Hue 2003 USA
Argilla terriccio	Orzo	Fanghi portuali	tbt	S.Trap 2004 Danimarca
Compost	Festuca e trifoglio	Fanghi portuali	Metalli pesanti	T.Heggen 2004 Norvegia
Fosfati	Scirpus pungens	Fanghi fluviali	Petrolio	Blaise 2004 Canada

li ma, poiché la bonifica può essere effettuata solo all'interno del volume di suolo interessato dalle radici delle piante, l'applicazione di tecnologie di questo tipo può essere considerata possibile quando l'area da bonificare è un'area vasta, ma la cui profondità di contaminazione è limitata. I processi classificati come "phytoremediation" sono i seguenti:

- *Fitoestrazione*: il processo sfrutta la capacità di alcune piante dette "metallo-accumulatrici" di assimilare i metalli dal terreno attraverso l'apparato radicale e di concentrarli nella parte aerea.

Il vegetale può accumulare fino al 25% del metallo sul peso secco.

Al termine della fase di fitoestrazione le piante vengono tagliate ed incenerite in appositi impianti e le ceneri ottenute vengono infine conferite in discarica per rifiuti tossici e nocivi (II categoria). La pianta che, alla luce degli studi finora effettuati, ha mostrato le più alte capacità di accumulo e la più elevata produzione di biomassa è stata la "*Brassica juncea*" (senape indiana).

Al fine di ottimizzare il processo di "fitoestrazione" l'aggiunta di ammendanti, come il compost, può rivelarsi molto proficua. La particolare ricchezza del compost in organismi dotati di elevate capacità metaboliche e di biodegradazione nei confronti di molti composti organici tossici (idrocarburi policiclici aromatici, solventi clorurati e pesticidi) rendono il compost

particolarmente adatto ad essere impiegato come ammendante nei processi di "phytoremediation" e di "bioremediation". L'apporto del compost, specialmente se ad elevato grado di maturazione, a suoli contaminati, accelera infatti il risanamento contribuendo all'eliminazione di molti composti organici<sup>13</sup>. Nel processo di fitoestrazione si possono individuare due punti chiave di fondamentale importanza: da una parte la biodisponibilità delle sostanze tossiche presenti nel suolo e la capacità delle radici di assorbirle e dall'altra la capacità delle piante di trasportare le sostanze tossiche assorbite nella parte aerea della pianta. Il problema della biodisponibilità ha suscitato molto interesse ed è stato ampiamente studiato<sup>14-19</sup>. Al fine di aumentare la mobilità e la biodisponibilità degli elementi è stato da più parti adottato l'uso di sostanze chelanti, come l'EDTA, aggiunte al suolo<sup>15, 20-23</sup>. Tuttavia, l'aggiunta di sostanze in grado di aumentare la mobilità dei metalli pesanti deve essere accuratamente modulata, tenendo conto dei rischi connessi alla possibile lisciviazione di tali metalli nella falda sottostante.

Particolari ammendanti organici, come quelli ottenuti come sottoprodotto della lavorazione delle olive, sono acidi (pH 4,0-4,5) e ricchi di fenoli; tali caratteristiche sono in grado di aumentare la mobilità degli elementi e ne permettono l'utilizzo per la bonifica dei siti contaminati dai metalli

pesanti, sostituendo i chelanti sintetici come l'EDTA utilizzati per migliorare i processi di fitoestrazione<sup>24,25</sup>.

Il "corpo degli ingegneri delle forze armate" degli Stati Uniti ha studiato le possibilità di impiegare il compost nella bonifica dei siti contaminati al fine di ridurre i costi che tali operazioni di bonifica rappresentano. Infatti, è stato calcolato che la bonifica di un sito contaminato da una fabbrica di esplosivi ottenuta mediante l'incenerimento ha un costo di circa 527 dollari a tonnellata, mentre, impiegando la tecnica dell'aggiunta del compost al suolo, i costi si riducono a 351 dollari a tonnellata.

- *Fitostabilizzazione*: è un approccio che fa uso di specie metallo-tolleranti che producono dei composti chimici in grado di immobilizzare i metalli nell'interfaccia radici-suolo.

Questa tecnica permette quindi di ridurre la mobilità dei metalli e ne impedisce la migrazione nelle acque sotterranee o l'ingresso nella catena alimentare senza che gli stessi contaminanti vengano rimossi dal terreno.

Questa tecnica può essere utilizzata per ristabilire una copertura vegetativa nei siti in cui questa si è diradata per via delle tossicità e delle elevate concentrazioni di alcuni metalli nel suolo.

Tale tecnica è stata applicata in Francia anche al trattamento dei fanghi portuali dragati, in un esperimento durato quattro anni, nel quale i fanghi con elevate concentrazioni di zinco sono sottoposti a fitostabilizzazione dopo essere stati mescolati alle scorie basiche ottenute nella produzione dell'acciaio. I risultati finora ottenuti sono stati contrastanti. Infatti, se da una parte le scorie basiche riducono la liscivazione dello Zn sia in presenza di vegetazione che in assenza di vegetazione, la microanalisi a raggi X ha tuttavia dimostrato che tutte le specie vegetali prese in esame favoriscono l'idrolisi della forma di zinco aumentandone la mobilità<sup>26,27</sup>.

In un lavoro analogo le capacità di alcuni

ammendanti di ridurre la mobilità e la biodisponibilità di metalli pesanti presenti nel suolo sono state provate *in-situ*. Torba, polvere di carbone, granuli di ferro e scorie provenienti dai forni sono stati mescolati a terreni contaminati da cromo, piombo, rame e arsenico. I risultati ottenuti sono stati positivi: la torba e la polvere di carbone riducono sensibilmente la mobilità dei metalli mentre l'ammendante contenente ferro riduce la tossicità dei suoli contenenti arsenico del 20-30%<sup>28</sup>.

Anche gli ammendanti organici sono stati studiati per possibili applicazioni nella bonifica dei siti contaminati dai metalli pesanti mediante fitostabilizzazione. È stato dimostrato che alcuni ammendanti organici (stallatico, compost maturo e torba), riducendo l'acidità del suolo (pH 9,09) riducono la mobilità dei metalli e favoriscono la flocculazione e la fissazione in forme non biodisponibili. Tali ammendanti possono essere utilizzati proficuamente nei processi di fitostabilizzazione di siti contaminati da metalli pesanti come lo zinco, il piombo e il rame<sup>24</sup>.

### L'uso di ammendanti nei processi di recupero dei sedimenti contaminati

Il sedimento potrebbe essere considerato il recettore ultimo di molti contaminanti. Infatti, molte delle sostanze inquinanti disperse in mare sono poco solubili e vengono facilmente adsorbite dalla sostanza organica particolata, sospesa in acqua, che poi sedimenta; quindi, la concentrazione di sostanze inquinanti è in molti casi (composti organici e metalli pesanti) maggiore nel sedimento che non nella colonna d'acqua; tuttavia alcuni processi fisici (moto ondoso o dragaggi), chimici (cambiamenti di pH) e anche biologici (ingestione del particolato da parte di organismi bentonici) possono rendere il sedimento una fonte di inquinamento per la colonna d'acqua.

Quella dei sedimenti contaminati è una problematica piuttosto recente e, soprattutto nel nostro Paese, ricerche e risorse investite in tale settore risultano ancora limitate; fino ad oggi in Italia non è stata ancora emanata una legge che regolamenti organicamente tale problema. La prima fase della gestione dei sedimenti contaminati, in particolare dei fanghi portuali, è normalmente il dragaggio, che deve essere realizzato avendo cura di minimizzare la perdita di sedimenti e/o il rilascio di contaminanti nell'ambiente acquatico.

Il materiale dragato è stato fino ad oggi stoccato in apposite aree opportunamente predisposte; lo stoccaggio può riguardare sia i sedimenti dragati che i residui da trattamenti preliminari e/o trattamenti dei sedimenti stessi. Un'alternativa alla discarica commerciale è rappresentata dai *CDF* (*Confined Disposal Facility*), o vasche di colmata: si tratta di una struttura ad elevato grado di contenimento che consente lo stoccaggio, per un tempo indefinito, dei sedimenti maggiormente contaminati ed il successivo monitoraggio della fuoriuscita dei contaminanti.

Tuttavia, il conferimento in discarica risolve solo parzialmente il problema e risulta inoltre dispendioso sia per quel che riguarda il trattamento dei fanghi sia per le vaste aree che vengono destinate alla discarica, sottraendole ad usi economicamente più proficui.

### Tecnologie tradizionali di trattamento dei sedimenti

Molte delle tecnologie di trattamento dei sedimenti sono mutate da quelle utilizzate per il trattamento dei suoli contaminati, a cui sono state apportate opportune modifiche per tener conto delle caratteristiche peculiari dei sedimenti (contenuto d'acqua elevato, massiccia presenza di sostanza organica ecc.).

Al fine di ridurre il costo di bonifica si cerca di riutilizzare i fanghi dragati e bonifi-

cati. Le diverse tecnologie che vengono tradizionalmente adottate nel trattamento dei sedimenti contaminati, comprendono uno o più dei seguenti interventi:

- distruzione dei contaminanti o loro conversione in forme meno tossiche;
- separazione o estrazione dei contaminanti dai sedimenti solidi;
- riduzione del volume di materiale contaminato attraverso la separazione delle particelle con maggiore affinità per i contaminanti da quelle più pulite;
- stabilizzazione fisica e/o chimica dei contaminanti nel materiale dragato in modo che essi siano resistenti alle perdite per lisciviazione, erosione, volatilizzazione ecc. A titolo di esempio, sono riportate due tra le principali procedure di trattamento e recupero dei sedimenti contaminati.

*Termodistruzione della frazione organica:* i fanghi di dragaggio vengono sottoposti a temperature comprese fra i 1200 °C e i 1500 °C evitando la dispersione dei fumi: il prodotto finale è un materiale pozzolanico che viene mescolato al cemento.

*Estrazione mediante solventi seguita da un processo di solidificazione/stabilizzazione mediante cemento Portlan;* l'estrazione avviene a 36/60 °C e riduce la frazione organica del 90%. Il materiale solido ottenuto viene impiegato nelle costruzioni come materiale da copertura.

### Tecnologie alternative per il trattamento dei sedimenti inquinati

Nelle ricerche degli ultimi anni le tecnologie più tradizionali, come quelle di distruzione termica, di immobilizzazione e di estrazione, hanno lasciato il posto a trattamenti ritenuti più ecocompatibili, come la "bioremediation" e la "phytoremediation", che risultano particolarmente promettenti per alcuni contesti di bonifica.

La "phytoremediation", in particolare nel caso della fitoestrazione, è un sistema di trattamento dei sedimenti inquinati a ridot-

to impatto ambientale, basato principalmente su processi biologici.

Gli impianti di lagunaggio per la fitoestrazione sono costituiti da ambienti umidi riprodotti artificialmente in bacini impermeabilizzati attraversati, con diversi regimi di flusso, dalle acque reflue.

Tali sistemi sono caratterizzati dalla presenza di specie vegetali tipiche delle zone umide (macrofite igrofile) radicate ad un substrato di crescita. Tuttavia, la possibilità di applicare la fitoestrazione nella bonifica dei fanghi portuali inquinati è limitata da alcune caratteristiche negative del substrato che rendono quasi impossibile la crescita di specie vegetali.

Infatti, prescindendo dalle sostanze inquinanti, I) la scarsa porosità dei fanghi, ii) la bassa concentrazione di ossigeno e III) l'elevata salinità sono fattori che limitano o impediscono del tutto l'applicazione della "phytoremediation" nella bonifica dei fanghi portuali inquinati.

Per ovviare a queste limitazioni l'aggiunta di compost o di altri ammendanti ai fanghi portuali sembra essere una scelta obbligatoria; infatti, operando in questo modo, si ottiene sia una maggior ossigenazione del terreno sia la riduzione della salinità, ed infine un benefico apporto di nutrienti e di batteri aerobi.

Inoltre, l'uso del compost nella bonifica dei sedimenti contaminati permette di utilizzare due rifiuti al fine di ottenere un prodotto (sedimento bonificato) riutilizzabile evitando i costi di un loro smaltimento separato in discarica.

Infine, sono anche allo studio processi per l'ottenimento, dalle piante impiegate nella fitoestrazione, di prodotti con valore commerciale (ad esempio alcool etilico).

### Esempi di bonifica dei fanghi portuali mediante fitoestrazione

1) Il corpo degli ingegneri delle forze armate degli Stati Uniti ha sviluppato questa tecnologia per ottenere un prodotto utiliz-

zabile dal sedimento; il sedimento non trattato è stato mescolato con materiale celluloso (legno, paglia e compost vegetale), letame, fertilizzanti e carbonati. Al fine di ridurre la concentrazione di contaminanti, sia organici che inorganici, è stata impiegata la fitoestrazione. Sono state testate diverse qualità di piante e la segale (*Rye grass*) sembra risultare la migliore<sup>29</sup>.  
2) Nel corso della bonifica dei fanghi dragati da Pearl Harbour sono state testate le capacità di crescita e di fitoestrazione di 5 specie vegetali: 2 erbacee, *Cinodon dactylon* (gramigna) e *Paspalum vaginatum* (erba da prato molto resistente al sale) e tre leguminose, *Vigna marina* e *Vigna unguiculata* (specie di fagioli) e *Desmodium intortum* (Intorto)<sup>30</sup>.

Tre di esse sono state selezionate *Paspalum vaginatum*, *Vigna marina* e *Desmodium intortum* e l'uso di una combinazione di tutte e tre si è rivelato efficace nella bonifica: *Paspalum vaginatum* e *Vigna marina* hanno un'elevata capacità di ridurre la salinità del terreno, mentre *Desmodium intortum* è in grado di degradare gli idrocarburi policiclici aromatici (IPA).

I fanghi portuali dragati erano stati precedentemente mescolati con terreno locale non contaminato, in una proporzione del 25%; l'aggiunta di ammendanti, compost e/o concime verde ha anche aumentato la capacità di fitoestrazione.

3) In Danimarca è stato effettuato un programma di fitoestrazione su fanghi portuali contaminati da tributilstagno (TBT). Un primo esperimento prevedeva lo studio della capacità di crescita dei salici sui fanghi tal quali ma, forse a causa della scarsa capacità di resistere alla elevata concentrazione salina presente, tutti i salici piantati morirono. In una prova successiva i fanghi dragati furono mescolati con argilla e terriccio e quindi posti in vasche di lagunaggio. Su tale substrato diverse specie si sono dimostrate in grado di crescere bene; fra di esse di particolare interesse, per applicazioni in ambito industriale,

sono l'orzo (*Hordeum vulgare*), utilizzato per la produzione di alcool etilico, e la rapa, utilizzata per la produzione di biodiesel<sup>31</sup>.

4) In un analogo esperimento effettuato in Norvegia, fanghi portuali contaminati da TBT, IPA e metalli pesanti sono stati prima trattati con ammendanti o compost e poi seminati con piante in grado di tollerare alte concentrazioni saline e sostanze tossiche; l'uso di compost e di ammendanti naturali si è rilevato utile nel favorire la "phytoremediation"<sup>32</sup>.

5) In una serie di esperimenti effettuati sul fiume S. Lorenzo nel Quebec (Canada) è stata studiata la fitoestrazione di sedimen-

ti contaminati da idrocarburi utilizzando la *Scirpus pungens* (un erbacea), con l'aggiunta di ammendanti azotati. La detossificazione del sedimento è stata ottenuta dopo 49 settimane, periodo di poco inferiore rispetto all'intervallo di tempo richiesto dal naturale processo di "bioremediation" del controllo (65 settimane).

Tuttavia, tale risultato, poco soddisfacente, è probabilmente dovuto alla presenza di una lunga stagione fredda nelle zone dove si è svolta la sperimentazione; infatti, un periodo freddo prolungato comporta una riduzione dei tempi della fase vegetativa e quindi una minore efficacia della fitoestrazione<sup>33</sup>.

### Mobilità dei metalli e recupero di suoli contaminati: attività di ricerca ENEA

Lo studio della mobilità dei metalli in suoli (e sedimenti) in funzione delle loro caratteristiche costitutive è da tempo basato sullo sviluppo e l'utilizzo di procedure di estrazione sequenziale e su test di lisciviazione con approccio cinetico.

Le procedure di estrazione sequenziale si basano sull'uso in successione di reagenti di diversa "forza" e "competenza" estraente e permettono di valutare la quantità di metallo presente nelle diverse "frazioni" del campione (suolo o sedimento). L'analisi sequenziale mira alla "solubilizzazione" successiva di fasi sufficientemente specifiche del campione con conseguente rilascio degli elementi legati a queste fasi. La distribuzione di metalli in traccia, tra la fase disciolta e fase solida, è governata da una serie di parametri tra i quali, ovviamente, la composizione della fase solida gioca un ruolo fondamentale. Ciò significa che un elemento si legherà preferenzialmente ad una specifica frazione del sedimento e, di conseguenza, sarà mobilizzato quando tale frazione subirà modificazioni o degradazioni. La procedura di estrazione sequenziale che è stata sviluppata, e riconosciuta in ambito internazionale, è quella "BCR", in tre *step*, perché è l'unica sufficientemente standardizzata e per la quale sono disponibili materiali di riferimento certificati.

Lo studio degli aspetti cinetici della lisciviazione dei metalli dai suoli o dai sedimenti mediante *test* con soluzioni a differente capacità complessante e specificità (EDTA, ossalato di ammonio ecc.) conduce ad un approccio di tipo cinetico, poiché la misura degli elementi in traccia estratti all'equilibrio non può essere direttamente relazionata al loro frazionamento. Nei laboratori ENEA (PROT-CHIM) sono state condotte numerose prove su differenti suoli e sedimenti per confrontare le informazioni ottenute mediante test di lisciviazione, basati sull'approccio cinetico, con i risultati ottenuti dalle estrazioni sequenziali. Tale confronto, in accordo con quanto già emerso nella recente letteratura scientifica, ha evidenziato che tale metodo cinetico, relativamente semplice e rapido rispetto alle estrazioni sequenziali, è un procedimento in grado di fornire un adeguato livello di informazioni riguardo la mobilità degli elementi nella matrice studiata.

Queste procedure hanno costituito parte delle indagini sulle possibilità di impiego, previo opportuno pretrattamento, di rifiuti industriali (materiali di scarto di processi), in particolare fanghi rossi (deri-

vanti dal processo di estrazione dell'allumina dalla bauxite) o di frazioni selezionate di rifiuti urbani, previo processo di compostaggio, per un contributo alla soluzione dei problemi ambientali legati al recupero di suoli e sedimenti contaminati da metalli.

I fanghi rossi, derivanti dal processo di estrazione dell'allumina dalla bauxite, presentano per il loro smaltimento essenzialmente un problema: nel processo di estrazione dell'allumina si utilizzano enormi quantitativi di soda caustica che lascia i fanghi ad un pH elevato (>12) limitandone fortemente le possibilità di smaltimento/contenimento non ben controllato. E' quindi evidente che la neutralizzazione dei fanghi rossi e il loro successivo trattamento al fine di consentire un riutilizzo del prodotto così ottenuto, sembrano essere i passi fondamentali per la soluzione dei problemi di smaltimento. La Virotec International Ltd., in Australia, dove è rilevante l'attività di estrazione di allumina, ha ottimizzato il processo di trattamento dei "fanghi rossi" con acqua di mare, arrivando ad un vero e proprio prodotto secondario, commercializzato con il marchio Bauxsol®, interessante per le sue capacità di neutralizzare (ricondere a neutralità reflui acidi, suoli e sedimenti) e di intrappolare ed immobilizzare elevate quantità di elementi metallici. L'ENEA nei suoi laboratori ha studiato la compatibilità ambientale di questo prodotto, in funzione della normativa vigente in Italia, attraverso test di cessione in acqua (come dal DM 05/02/98), test di "metal trapping" e saggi ecotossicologici. Vista la sua non tossicità verso gli organismi, il suo limitato rilascio di metalli ed anioni nelle condizioni studiate e la sua notevole capacità di intrappolare ed immobilizzare elevate quantità di elementi metallici, si può concludere che i risultati ottenuti sembrano incoraggiare l'utilizzo di tale materiale in interventi di recupero ambientale. Per tali ragioni, l'utilizzo di questo materiale come "ammendante" su suoli di miniera e sedimenti contaminati da metalli pesanti è attualmente oggetto di indagine così come la possibilità di utilizzare in miscelazione fanghi rossi e compost. L'obiettivo è quello di neutralizzare l'eventuale acidità (Bauxsol®), rendere meno mobili gli elementi tossici (Bauxsol® e compost), aumentare la concentrazione della sostanza organica e restituire "fertilità" (compost), migliorare la "struttura" ai suoli "inariditi" (Bauxsol® e compost).

Queste miscele sono state sottoposte sia ad estrazioni sequenziali che a test di lisciviazione con approccio cinetico, per valutare la validità delle ipotesi alla base della sperimentazione sull'uso di Bauxsol® e compost nel recupero di suoli e sedimenti contaminati.

Inoltre, sono in corso esperimenti per valutare le caratteristiche di queste miscele in test di "phytoremediation/phytostabilisation" (figura 1). L'obiettivo è quello di verificare, i) se l'uso di queste miscele consenta di intrappolare gli elementi tossici (azione sinergica dei fanghi rossi e del compost) e quindi diminuire o meglio ancora bloccare la loro mobilità, ii) la capacità di fornire al terreno la quantità necessaria di nutrienti e sostanza organica in grado di ricostituire la fertilità di un terreno contaminato (azione del compost), iii) gli effetti su piante normalmente utilizzate per interventi di "phytoremediation/phytostabilisation".

I primi esperimenti sono stati effettuati su un terreno di miniera contaminato (livelli elevati di Arsenico e Piombo) a cui sono state aggiunte differenti quantità percentuali di fango rosso e/o compost (10 - 20%) e dove è stata seguita, nell'arco di due mesi, la crescita di piante di orzo. I primi risultati hanno dimostrato che, mentre sul solo suolo di miniera le piante hanno completamente bloccato il loro sviluppo e mancano praticamente di apparato radicale, la semplice miscelazione con il 20% di Bauxsol® ha consentito un apprezzabile crescita delle piante e del loro apparato radicale, ancor più evidente con aggiunta anche di compost. Inoltre, le prime analisi relative al contenuto di metalli indicano un significativo accumulo di tali elementi nelle piante (sia nell'apparato radicale sia nelle foglie) cresciute su terreni miscelati con compost e Bauxsol®. I risultati ottenuti saranno correlati alle presenza o meno di variazioni nei test di lisciviazione e nelle estrazioni sequenziali <sup>34,35,36,37,38,39</sup>.

**Figura 3**  
Esempio di studio delle caratteristiche di miscele suolo/rifiuti mediante test di "phytoremediation/phytostabilisation"

**Esempio: rifiuti solidi urbani**  
 Rifiuti solidi urbani (RSU)  
 Raccolta differenziata  
 Frazione umida – organica fermentescibile  
 Aggiunta altre frazioni organiche (selezione di qualità)  
 Processo compostaggio  
 Prodotto: **COMPOST**

**Esempio: rifiuti di processi industriali**  
 Bauxite  
 Estrazione di  $Al_2O_3$   
 Trattamento con NaOH  
 Residuo solido a pH 12-13: Red Mud (Fango rosso) ca. 1 milione tonn. per anno (Sardegna)  
 Processo di trattamento (brevetto VIROTEC)  
 Prodotto: **BAUXSOL**



**Esperimento di crescita di orzo (varietà e semina primaverile) su suolo di miniera abbandonata, contaminato da Arsenico, Piombo, Mercurio e d'altri elementi tossici**

Per ogni campione (da A ad F) della lista sotto riportata sono stati preparati 3 vasi contenenti ciascuno 1,6 kg di suolo. Su ogni vaso sono stati piantati 15 semi germinati di orzo. Tutti i vasi sono stati annaffiati (nello stesso momento) con 500 mL di acqua distillata, seguendo l'esigenza delle piante che asciugavano prima.

- Suolo A                    suolo Tolfa
- Suolo B                    80% suolo Tolfa - 20% Bauxsol
- Suolo C                    80% suolo Tolfa - 10% Bauxsol - 10% compost
- Suolo D                    80% suolo Tolfa - 20% compost
- Suolo E                    60% suolo Tolfa - 20% Bauxsol - 20% compost
- Suolo F                    terriccio vivaio (riferimento).



Piante di orzo e relativo apparato radicale 1 mese dopo la semina

## Bibliografia

1. Dlgs. n. 748, 1984, Nuova disciplina dei fertilizzanti e successive modificazioni e integrazioni. *Supplemento ordinario* n. 64-*Gazzetta Ufficiale-Serie generale* n. 305, 6 novembre 1984.
2. DOYE I., DUCHESNE J., (2005) *Journal of Environmental Engineering*, 1221-129.
3. OSTE L.A., DOLFING J., MA W., LEXMOND T., (2000) *Environ. Toxicol. Chem.* **20** (6), 1339-1345.
4. MADDOCKS G., LIN C., MCCONCHIE D., (2004) *Environ. Pollut.*, **127**, 157-167.
5. BROWN S., CHRISTENSEN B., LOMBI E., McLAUGHLIN M., McGRATH S., COLPAERT J., VANGRONSVELD J., (2005) *Environ. Pollut.*, **138**, 34-45.
6. CALACE N., CAMPISI T., IACONDI A., LEONI M., PETRONIO B.M., PIETROLETTI M., (2005) *Environ. Pollut.*, **136**, 485-492.
7. ZHANG S., WANG S., SHAN X., MU H., (2004) *Biol. Fertil. Soils*, **40**, 237-242.
8. FRIESL W., LOMBI E., HORAK O., WENZEL W., (2003) *J. Plant Nutr. Soil Sci.*, **166**, 191-196.
9. AGASSI A., LEVY G.J., HADDAS A., BENYAMINI Y., ZHEVELEV H., FIZIK E., GOTESSMAN M., SASSON N., (2004) *Soil&Tillage Research* **78**,103-113.
10. HADDAS A., AGASSI A., ZHEVELEV H., KAUTSKY L., LEVY G.J., FIZIK E., GOTESSMAN M., (2004) *Soil&Tillage Research* **78**, 116-128.
11. MADEJON E., LOPES R., MURILLI Y.M., and Cambraera E., (2001) *Agric. Ecosystems and Environ.* **84**, 55-65.
12. HANAY A., BÜYÜKSÖSOMEZ F., KIZILOGLU F AND CAMBOLAT M.Y., (2004) *Compost science & utilization* **12**,175-179.
13. VALLINI G., DE GREGORIO S, PERA A., CUNHA QUEDA A.C.F., (2002) *Rev/Dossiers Environ.* **10**(4), 195-207.
14. CUNNINGHAM S.D. & OW D.W., (1996) *Plant Physiology* **110**, 715-719.
15. EPSTEIN A.L., GUSSMAN C.D., BLAYLOCK M.J., YERMIYAHU U, HUANG J, KAPULNIK Y., ORSER C., (1999) *Plant and Soil*, **208**, 87-94.
16. Grčman H, Velikonja-Bolta Š., Vodnik D., Kos B., Leštan D., (2001), *Plant and Soil*, **235**, 105-114.
17. SALT H., (1998) *Biotechnology*, **13**, 468-474.
18. SHEN ZG, LI XD, WANG CC, CHEN HM, SHEN HC., (2002) *Journal of Environmental Quality*, **31** (6), 1893-1900.
19. Wu J., Hsu F.C., CUNNINGHAM S. D., (1999) *Environmental Science and Technology*, **33** (11), 1898-1904.
20. COOPER L., (1999) *Journal of Environmental Quality*, **28**, 346-351.
21. JAPENGA & ROMKENS, 2000; Presented at COST 837 Conference, Madrid, Spain.
22. LESTAN & GRČMAN, (2002) Paper Presented at the 17<sup>th</sup> World Congress of Science, Bangkok, Thailand.
23. LOMBI E., ZHAO E.J., DUNHAM S.J., McGRATH. S.P., (2001) *Journal of Environmental Quality*, **30** (6), 1919-1926.
24. BERNAL M.P., CLEMENTE R. 2004, Cost 859 Working Group 4 Meeting 14.
25. BERNAL M.P., WALKER D.J., ROIG A., CLEMENTE R. 2003, Cost 837 Working Group 2+4 Meeting 30 in Stockholm.
26. BERT V., QUANTENENS V., GIRONDELLOT B., LABOUDIGUE A. 2004 Cost 859 Working Group 4 Meeting.17.
27. BERT V., PANFIL F., MANCEAU A., GIRONDELLOT B., Laboudigue A. 2003 Cost 837 Working Group 2+4 Meeting 3 in Stockholm.
28. MAURICE C., KUMPIENE 2004 Cost 859 Working Group 4 Meeting 25.
29. EPA AUGUST, 1998 By Eric Stern
30. HUE N.V., CAMPBELL S., LEE Q.X. AND FONG J. (2003) *Federal Facilities Environmental Journal/Winter*: 37-56.
31. STEPHAN TRAP & JANA NOVAK, 2004 Cost 859 Working Group 4 Meeting 36.
32. EGGEN T., HANSLIN H.M. 2004 Cost 859 Working Group 4 Meeting 41.

33. BLAISE C., GAGNÉ F., CHÈVRE N., HORWOOD M., LEE K., LAPPALAINEN J., CHIAL B., PERSONE G., DOE K., (2004) Wiley Periodicals 267-273.

34. V. BELLÒ, C. BRUNORI, M. GUERRA, P. MASSANISSO, V. PINTO, C. CREMISINI "Valutazione dell'efficacia di fanghi rossi trattati nel recupero di acque e suoli acidi contaminati da metalli", XXI Congresso nazionale della SCI, 22-27 giugno 2003, Torino.

35. C. BRUNORI, C. CROVATO, P. MASSANISSO, V. PINTO, A. SALLUZZO, L. TORRICELLI "Studi per la verifica della compatibilità ambientale del riuso dei fanghi rossi residui del processo di estrazione dell'allumina dalla bauxite", IV congresso ed esposizione internazionale - valorizzazione e riciclaggio di rifiuti industriali - VARI-REI 2003, 23-26 giugno 2003, L'Aquila .

36. C. BRUNORI, C. CREMISINI, P. MASSANISSO, V. PINTO, L. TORRICELLI "Reuse of a treated red mud bauxite waste on environmental compatibility", Journal of Hazardous Materials, 117, 55-63 (2005).

37. C. BRUNORI, C. CREMISINI, L. D'ANNIBALE, P. MASSANISSO, V. PINTO "A kinetic study of trace element leachability from abandonedmine-polluted soil treated with SS-MSW compost and red mud. Comparison with results from sequential extraction", Analytical and Bio-analytical Chemistry, 381, 1347 - 1354 (2005).

38. P. MASSANISSO, R. PACIFICO, P. ADAMO, C. CREMISINI "Studio della mobilità di Mn, Cu e Zn in sedimenti lagunari: confronto tra lo studio della cinetica di rilascio mediante test di lisciviazione ed estrazioni sequenziali". III Conferenza Organizzativa: Inquinamento da metalli pesanti: la biodisponibilità, 5 -6 maggio 2005, Sassari.

39. P. MASSANISSO\* C. ALISI, L. D'ANNIBALE, E. NARDI, C. CREMISINI "Possibility of recycling and use of eco-compatible treated MSW and industrial by-products and wastes: recovery of an abandoned mine contaminated soil", Convegno Internazionale BOSICON 2006, 14-15 febbraio 2006, Roma.

## Riferimenti sul compost

Annuario del compost di qualità. IV Edizione 2004/2005, CIC (Consorzio Italiano Compostatori); SAPM (Scuola Agraria del Parco di Monza - Gruppo di Studio sul Compostaggio); CRPA (Centro Ricerche Produzioni Animali).

Il recupero di sostanza organica dai rifiuti per la produzione di ammendanti di qualità.

*Manuali e Linee guida 7/2002/ANPA/ ONR* - Edizione AMPA

Canditelli M. Stato dell'arte e prospettive del compostaggio. Rapporto Tecnico 95/15 del Dipartimento Ambiente - Edizione ENEA

Legislazione di riferimento per il compost

DELIBERA 27/7/1984 del Comitato interministeriale di cui all'art. 5 del DPR 915/82, Disposizioni per la prima applicazione dell'art. 4 del Decreto del Presidente della Repubblica 10 settembre 1982, n. 915, concernente lo smaltimento dei rifiuti, in Supplemento ordinario n. 52 della G.U. della Repubblica Italiana n. 253 del 13 Settembre 1984.

LEGGE 19/10/1984 n. 748, Nuove norme per la disciplina dei fertilizzanti, in Supplemento ordinario n. 64 della G.U. della Repubblica Italiana n.305 del 6 novembre 1984 e successive modificazioni ed integrazioni.

DECRETO LEGISLATIVO 5 febbraio 1997, n. 22, Attuazione delle direttive 91/156/CEE sui rifiuti, 91/689/CEE sui rifiuti pericolosi e 94/61/CEE sugli imballaggi e sui rifiuti di imballaggio, in Supplemento ordinario n. 33 alla G.U. n.38 del 15 febbraio 1997

DECRETO 27 MARZO 1998, Modificazione all'allegato 1C della legge 19 ottobre 1984, n. 748, recante nuove norme per la disciplina dei fertilizzanti, in G.U. n. 146 del 25 giugno 1998.

Per informazioni:

[cremisini@casaccia.enea.it](mailto:cremisini@casaccia.enea.it)

# Ontologia della tecnica: Derrida, Ferraris e il telefonino

A cura di  
**FAUSTO BORRELLI**



scienza, tecnica,  
storia & società

Nel gennaio del 2001, il giovane filosofo italiano Maurizio Ferraris passeggiava per le vie di Siracusa con il più anziano ed illustre collega francese Jacques Derrida, dialogando di ontologia della tecnica in riferimento al telefonino e al suo modo di essere nel mondo

## Ontology of technics: Derrida, Ferraris and the cell phone

*In January of 2001, the young Italian philosopher Maurizio Ferraris strolled along the streets of Siracusa with his older French colleague Jacques Derrida, discussing the ontology of technics with regard to cell phones and their way of being in the world*

## Dialogando per le vie di Siracusa

Nel gennaio del 2001, il giovane filosofo italiano, Maurizio Ferraris, passeggiava per le vie di Siracusa con il più anziano ed illustre collega francese Jacques Derrida.

Dialogavano di telefonini, registrazioni, iscrizioni e oggetti sociali. Quello che li intrigava era il “modo di essere nel mondo” del telefonino – quell’apparato tecnoscientifico che, nel giro di pochi anni, si era imposto prepotentemente nelle vicende umane, sconvolgendole. Ferraris sosteneva, un po’ ingenuamente, che il telefonino fosse una macchina stupida in confronto al computer, macchina intelligente.

Derrida, dopo averlo ascoltato pazientemente, gli faceva osservare con tatto come le cose non stessero affatto così; anzi, col tempo, incalzava Derrida, quell’oggetto tecnoscientifico presunto stupido, avrebbe accentrato su di sé tutte le funzioni sia del telefono fisso che del computer, conservando in aggiunta la sua caratteristica esclusiva quella di essere sempre con noi.

Lasciata Siracusa, i due filosofi decisero di continuare il loro “duetto”, che si protrasse così per oltre tre anni senza concludersi, quando improvvisamente

Jacques Derrida si ammalò e morì nell’ottobre del 2004.

## Messaggio a un filosofo scomparso?

Rimasto solo, Ferraris, sui frammenti della memoria di quel lungo dialogo interrotto, scrive un libro dal titolo inquietante: *Dove sei?*

Sulla copertina del libro si vede un rabbino che appoggia un vecchio telefonino sul Muro del Pianto per cercare di mandare un messaggio : a chi? A un filosofo scomparso? (figura 1)

Diciamo subito che una differenza forte fra telefono fisso e telefonino mobile sta in questo: all’interlocutore del telefono fisso si chiede: Chi sei? ; all’interlocutore del telefonino mobile si chiede invece: Dove sei?

## Macchina per scrivere e registrare

Il sottotitolo del libro di Ferraris è “Ontologia del telefonino”, cioè, più semplicemente, che tipo di oggetto esso è. Diversamente da altri strumenti tecnoscientifici come il computer e il televisore – osserva Ferraris – il telefonino sembra ancora passare inosservato, anche se è già dappertutto.

Figura 1



Negli ultimi decenni ci sono stati tantissimi dibattiti sulla televisione, sul computer o sull'intelligenza artificiale, mentre sul telefonino poco e niente.

Probabilmente perché – osserva Ferraris – si è pregiudizialmente convinti che si tratti più o meno di un telefono fisso al quale sono stati tolti i fili. Niente di più sbagliato.

Le cose non stanno affatto così perché il telefonino non è un telefono, ma una “macchina per scrivere e registrare”, con la quale si può anche comunicare oralmente.

Osserva Ferraris; ciò che non è riuscito alla “e-mail” – l'essere dappertutto – perché i computer sono costosi e delicati, è riuscito invece al telefonino, economico, resistente e davvero ubiquo. Presto il telefonino estenderà la sua ubiquità sugli aeromobili ( si veda: “Telefonia cellulare e aeromobili”, di V. Lopresto, R. Pinto, L. Ardoina, S. Mancini, G.A. Lovisolo, in “Energia, Ambiente e Innovazione”, ENEA, luglio-agosto 2005).

### Scrittura e realtà sociale

Sostiene Ferraris: se si apre quello che viene chiamato “portafogli”, vi si troveranno dentro: biglietti del tram e del treno, ricevute di taxi, scontrini del bar e del supermercato, altre ricevute come quelle del bancomat e della carta di credito.

Se poi apriamo alcuni cassettei dei mobili di casa – osserva Ferraris – guardandoci dentro e rovistando tra quelle che chiamiamo “carte”, vi troveremo altre registrazioni, bollette, ricevute, atti di compravendita, codici fiscali, cartoline e lettere.

Se tutte queste cose si conservassero e si ordinassero si avrebbe la più perfetta ricostruzione della nostra vita sociale, di quella pubblica (atti e bollette) e di quella privata (lettere e cartoline).

Se si considera poi, continua Ferraris, che ci sono interi palazzi (poste, mini-

steri, banche, biblioteche, archivi) la cui principale ragione di essere è quella di incamerare queste “iscrizioni” appare abbastanza scontato il ruolo della scrittura nella costruzione della “realtà sociale”.

### Il telefonino se li mangerà tutti

Non sarebbe una difficile profezia – dice Ferraris – quella che annunciasse che, in un tempo più breve di quello che si possa immaginare, tutte queste “iscrizioni” finiranno per confluire nel telefonino, trasformato in “portafogli”, carta d'identità, biglietto del treno.

“Il telefonino se li mangerà tutti”, Ferraris ne è certo.

Grazie a questa sua possibilità di incamerare “iscrizioni”, il telefonino diviene “grande costruttore di realtà sociale”.

### Oggetti sociali, iscrizioni, tavolette sumeriche, telefonini

L'altra teoria argomentata da Ferraris è quella della natura degli “oggetti sociali”, i quali consistono in “iscrizioni”: su carta, in memorie magnetiche, nella testa delle persone.

Questa teoria viene sviluppata in garbata polemica con il filosofo americano John Roger Searle che, sin dal 1988, in “Mind, Language and Society” (tr.it. 2000) aveva parlato del significato antologico della “realtà sociale”, chiedendosi: “in che modo la mente crea una realtà sociale oggettiva?”

La “vita civile” e l'esistenza di tutti gli “oggetti sociali” dipendono, per Ferraris, totalmente dalle “registrazioni” cioè, da quelle che egli chiama più tecnicamente “iscrizioni” le quali esistono sin dagli inizi della civiltà, da millenni, nella forma di tavolette di argilla indurita sumeriche, di “tabulae rasae” e di pergamene – tutte chiamate provocatoriamente da Ferraris “telefonini

antichi” (figura 2).

Le “iscrizioni” di oggi invece – per Ferraris – si stanno concentrando tutte nel telefonino moderno rendendolo così costruttore e depositario di “realità sociale”.

### Senza iscrizioni non c'è un mondo sociale

In ricordo ed in omaggi del suo amico e mentore - Jacques Derrida - Maurizio Ferraris offre la corretta interpretazione di un detto “testualista” del filosofo francese tanto spesso travisato: “nulla esiste fuori dal testo”.

La corretta interpretazione di quel detto ermetico, è questa: “fuori dal testo c'è un mondo intero, ma senza iscrizioni non c'è un mondo sociale”.

Riacciandosi prima a Searle poi a Derrida e al suo detto, Ferraris perfeziona esaurientemente il significato ontologico di “oggetto sociale” e di “realità sociale” evidenziando la loro alleanza momentanea con il telefonino. Momentanea, perché la tecnoscienza è empta la prima vittima di nuova tecnoscienza che irrompe dal futuro in modo tellurico.

Il libro si conclude con una splendida lettera di Kafka che, dal 1922, sembra avesse già capito tutto.

Il lavoro di Ferraris è una suggestiva quanto ironica “ricerca – divertimento” nel campo delle riflessioni sulla tecnica moderna, una fra le migliori finora apparse nel panorama culturale italiano. È un'opera impegnativa che tiene svegli e tiene compagnia, anche perché, insieme al telefonino, entra perfettamente nella tasca del giaccone.



Figura 2

### Bibliografia

MAURIZIO FERRARIS (<http://www.labont.it/ferraris>) insegna Filosofia teoretica nell'Università di Torino, dove dirige il Centro Interuniversitario di Ontologia Teorica e Applicata.

Ha pubblicato una trentina di libri. Tra questi: “Storia dell’ermeneutica” (1988), “Nietzsche e la filosofia del Novecento” (1989), “Mimica. Lutto e autobiografia da Agostino ad Heidegger” (1992), “Il mondo esterno “ (2001), “Ontologia” (2003) , “Goodbye Kant” (2004), “Dove sei? Ontologia del telefonino” (2005), “Il telefonino di Derrida” (Il sole – 24 ore, 28 agosto 2005).

Si veda inoltre: “Mind Language and Society”, di John Roger Searle (1988-tr.it Cortina 2000), e sempre di Searle “La Mente” (Cortina 2005).

Si veda anche: “Telefonia cellulare e aeromobili” di V.Lopresto, R. Pinto, L. Ardoino, S. Mancini, G.A. Lovisolo, in : “Energia, Ambiente e Innovazione”, ENEA, luglio e agosto 2005.

# Uso dell'indice IRNA per la valutazione della qualità ambientale

Loris Pietrelli\*,  
Stefano Ciferri\*\*,  
Patrizia Menegoni\*\*\*

ENEA

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

\*\*\*UTS Biotecnologie, Protezione della Salute e degli Ecosistemi

\*\*Environmental Project srl, Roma

**N**egli studi per la valutazione di impatto ambientale e, più in generale, nell'analisi della qualità delle componenti naturalistiche di un territorio, sempre più spesso viene fatto riferimento ai principi e alle metodologie dell'ecologia del paesaggio.

In particolare, negli ultimi anni si è iniziato ad utilizzare come punto di riferimento da cui successivamente procedere con le analisi sullo stato ambientale, la valutazione degli elementi costituenti il paesaggio: gli *ecotopi*.

Gli ecotopi o tessere elementari del mosaico paesaggistico sono unità fisiografiche omogenee alla scala geografica scelta<sup>1</sup>, ovvero sono porzioni di superficie terrestre che presentano un "arrangiamento caratteristico" e riconoscibile di

elementi geomorfologici, vegetazionali ed antropici<sup>2</sup>. L'utilizzazione di queste tessere quali chiave di lettura della realtà ambientale permette quindi di avere una visione olistica degli ecosistemi naturali e delle loro risposte a perturbazioni indotte dall'uomo.

Un metodo valido che tiene conto della teoria dell'Ecologia del Paesaggio e che consente di valutare quantitativamente il "*pregio naturale*" di un territorio, a partire proprio dagli ecotopi che ne costituiscono il suo paesaggio caratteristico, è quello che utilizza l'Indice Relativo di Naturalità (IRNA) adattamento dell'Habitat Evaluation Procedure (HEP)<sup>3</sup>. Tale indice, va precisato, consente di misurare non l'assenza di antropicità, ma "la consistenza prevalente della natura", secondo il concetto di

wilderness di Thoreau che scriveva "nella naturalità è la preservazione del mondo"<sup>4</sup>.

L'ENEA spesso viene coinvolto nella stesura di Studi d'Impatto Ambientale (SIA) o nella Valutazione d'Impatto Ambientale (VIA) relativi all'installazione d'impianti tecnologici. Pertanto, si rende necessario, come Ente di ricerca, sperimentare l'uso di indici che, senza limitare la rigorosità scientifica, possano semplificarne il compito. In questa sede viene presentata, a titolo di esempio, come l'applicazione dell'indice di naturalità IRNA nell'ambito di uno Studio Impatto Ambientale, abbia permesso di valutare la compatibilità territoriale di un progetto riguardante la costruzione di un impianto di compostaggio situato nella Provincia di Teramo.

## Materiali e metodi

### Area di studio

Il sito scelto per ospitare l'impianto di compostaggio e selezione della Provincia di Teramo (capacità 200 t/g di RSU), ricade nel quadrante Sud-Est del Comune di Teramo in un territorio che per ciò che riguarda la forma del paesaggio, costituisce un importante cerniera geografica tra il dominio boreale del massiccio del Gran Sasso e Monti della Laga e il dominio più temperato dei versanti collinari orientali.

### Metodologia

La procedura che porta all'attribuzione dell'indice relativo di naturalità è stata arti-

colata in una sequenza di analisi e valutazioni qualitative di seguito elencate:

1. scelta e definizione dei criteri di valutazione;
2. confronto a coppie fra i vari criteri per l'attribuzione dei pesi relativi;
3. studio paesaggistico dell'area indagata e individuazione dei principali ecotopi;
4. attribuzione, secondo ogni criterio, dei punteggi agli ecotopi;
5. attribuzione dell'indice mediante media ponderata, per ogni singolo ecotopo dei punteggi relativi ai diversi criteri.

Per ciò che riguarda la scelta dei criteri di valutazione per la costruzione dell'indice sono stati individuati, sulla base della situazione locale e della tipologia degli interventi in progetto cinque elementi di giudizio, ritenuti necessari, riportati in tabella 1.

Il sito è stato oggetto di uno

studio paesaggistico di dettaglio attraverso il quale sono stati individuati e mappati i principali ecotopi presenti (tabella 2 e figura 1).

Tale fase della ricerca, indispensabile per il calcolo dell'IRNA, ha previsto esami della cartografia specifica della zona (carta regionale geomorfologia e del dissesto, carta geologica dell'Abruzzo<sup>7</sup>, carta dell'uso del suolo). Alle informazioni così ottenute sono stati poi integrati i dati bibliografici<sup>8</sup> ed i dati specifici raccolti in circa 10 rilievi floristici e altrettanti rilievi vegetazionali tutti eseguiti con il metodo fitosociologico di Braun-Blanquet<sup>9</sup>.

Dato infine il carattere relativo dell'indice IRNA si sono considerati nella procedura di valutazione della compatibilità dell'impianto di compostaggio teramano oltre agli ecotopi realmente individuati nel sito, anche quelli che, potenzialmente, si verrebbe-

ro a determinare a seguito della realizzazione del progetto. Per confrontare la qualità ambientale delle diverse aree indagate, nonché per stimare l'alterazione paesistica prevista a seguito della costruzione dell'impianto di compostaggio di Teramo si è infine calcolato anche l'indice di naturalità totale NT definito come:

$$NT = \sum S_i I_i / \sum S_i$$

Dove  $s_i$  rappresenta la percentuale di copertura superficiale dell'ecotopo  $I_i$ .

La stima di NT<sup>10</sup> prevede due assunzioni fondamentali:

- il grado di naturalità di un ecotopo è direttamente proporzionale alla sua superficie;
- il grado di naturalità totale NT è dato dalla somma dei valori di naturalità (IRNA) di ciascun ecotopo ( $I_i$ ) che costituisce l'ecomosaico corretto con l'estensione totale della superficie degli ecotopi considerati.

Tabella 1 - Criteri utilizzati per l'attribuzione dell'indice IRNA (valori compresi fra 0 - 1).

CRITERI	PARAMETRI DI VALUTAZIONE	CALCOLO
Ricchezza di specie	N. di specie floristiche rilevate	n. specie per ecotopo/ n. tot.
Rarità	N. di specie o di tipi vegetazionali inclusi nelle liste di protezione o rare <sup>5</sup>	n. specie rare per ecotopo/n. tot.
Unicità	Rarità della vegetazione (es. specie relittuali etc.) e dei suoli nell'unità di paesaggio	indice % della presenza di elementi di unicità
Complessità	Complessità verticale della vegetazione e del suolo <sup>6</sup>	media tra indice di complessità dei suoli e indice di complessità della vegetazione
Naturalità	N. di specie multizonali	n. specie multizonali (avventizie, cosmopol, sinantropiche) /n. tot. specie

Tabella 2 - Principali ecotopi individuati nell'area di studio

- O Colture arboree (oliveti) su pendii a suoli argillo-marnosi
- S Seminativi semplici (mais e cereali) su versanti dolci marnosi
- C Calanchi argillosi (ass. a *Pholiurus* e *Dactylis*; ass. Scabiosa maritima e *Carthamus*, *Atriplicetum latifoliae*)
- B Margini e radure boschive residuali della vegetazione climatogena a *Quercetum pubescentis* su substrati calcareo-marnosi
- U Boschi ripariali a *Salix alba* e *Populus nigra* (*Salici-Populetum albae*, *Phragmitetum*)

## Risultati e discussione

Per valutare la variazione della qualità ambientale (impatto) a seguito della costruzione dell'impianto di compostaggio si è preso in considerazione l'evoluzione del grado di naturalità totale (NT) dell'area interessata.

Tale stima è stata ottenuta, inizialmente calcolando i valori relativi a ciascun ecotopo dell'IRNA sia in fase ante operam sia in fase post operam (tabelle 3-4), successivamente, considerando che a seguito della costruzione dell'impianto nel sito prescelto, è ipotizzabile anche una contrazione sensibile dell'estensione percentuale degli ecotopi (soprattutto B, O ed S) è stata prodotta una stima previsionale dell'alterazione paesaggistica (figura 2) sulla quale si è infine calcolato il grado di naturalità totale NT prima e dopo la costruzione dell'impianto. Dall'esame della tabelle 6 e 7 risulta che l'intera area di studio possiede un grado di naturalità relativamente basso ( $NT_{\text{ante operam}}=0,16$ ) in quanto gran parte del territorio è occupato da colture arboree e seminativi, pertanto, la costruzione dell'impianto di compostaggio non dovrebbe comportare un impatto particolarmente grave da un punto di vista strettamente naturalistico ( $NT_{\text{post operam}}=0,10$ ).

Per ciò che riguarda il paesaggio rurale della zona, la struttura, sembrerebbe invece costituire una rilevante causa di perturbazione, come evidenziano la diminuzione dei valori di complessi-

sità ed unicità degli ecotopi nonché la diminuzione della loro estensione spaziale.

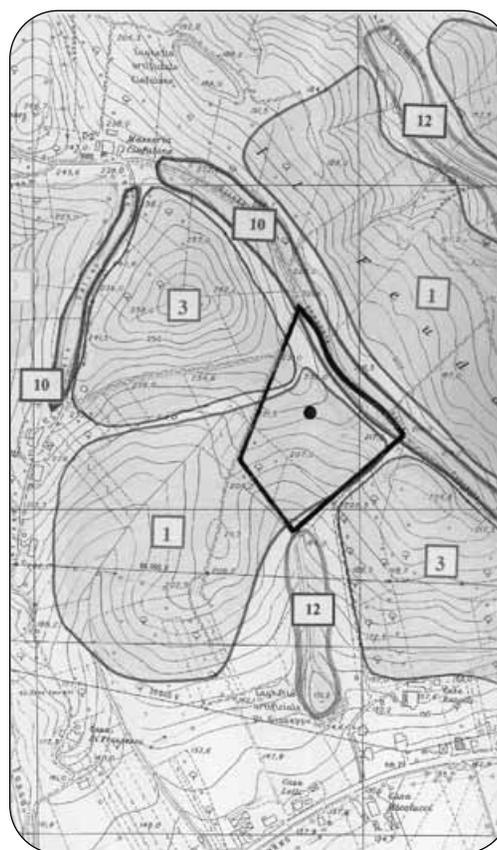
## Conclusioni

L'uso dell'ecologia del paesaggio risulta, come dimostrato, di notevole utilità nell'ambito di studi per la valutazione della qualità ambientale ad integrazione degli elementarizzati a scala di dettaglio.

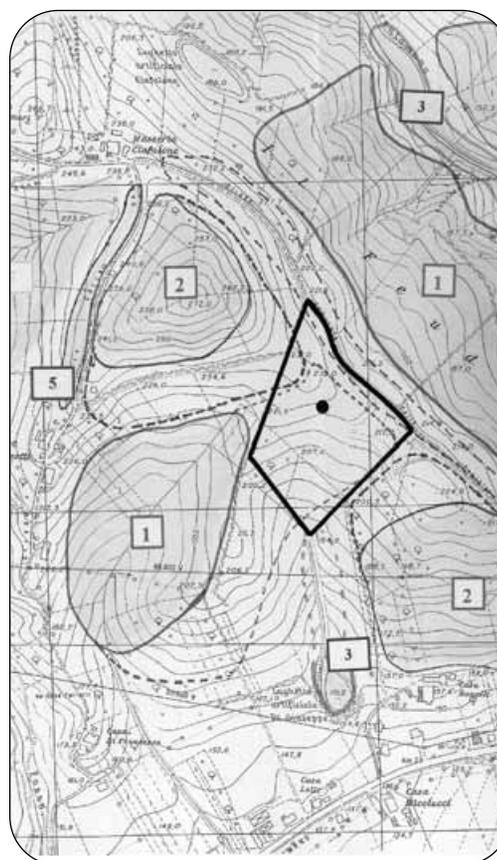
L'individuazione degli ecotopi quali recettori d'impatto consente infatti una lettura olistica del territorio non limitata alle singole componenti dell'ecosistema conferendo maggiore peso agli aspetti funzionali. L'uso dell'indice IRNA, applicato per la stima semiquantitativa del pregio naturale degli ecotopi, si è dimostrato affidabile. Il suo calcolo d'altronde permette, attraverso misure dirette effettuate sia in campagna che in laboratorio, di sintetizzare oggettivamente in un valore numerico la naturalità di un sistema ambientale complesso, fornendo una stima complessiva, non parziale e senz'altro veritiera della realtà ambientale.

Ciò è stato facilmente verificato dagli autori, in altre occasioni, confrontando le valutazioni di qualità ambientale calcolate ad esempio l'indice di diversità di Shannon con l'indice di naturalità totale (NT).

Per informazioni:  
[pietrelli@casaccia.enea.it](mailto:pietrelli@casaccia.enea.it)



**Figura 1**  
Individuazione e zonizzazione degli ecotopi.  
1) Seminativi,  
3) Oliveti,  
10) Margini boschivi,  
12) Boschi ripariali,  
13) Calanchi argillosi



**Figura 2**  
Riduzione prevista dell'estensione dei biotopi a seguito dell'inserimento dell'impianto

Tabella 3 - Calcolo indice di naturalità IRNA (ante operam)

ecotopo	unicità	naturalità	complessità	ricchezza di specie(*)	rarietà (*)	IRNA*
O	-	0,15	0,20	0,40	0,10	0,14
S	-	-	0,05	0,10	-	0,02
C	0,50	0,70	0,40	0,35	0,50	0,51
B	0,15	0,20	0,45	0,22	0,30	0,24
U	0,10	0,30	0,30	0,15	0,20	0,21
Peso ▲(0-5)	5	4	3	2	1	

(\*) valori stimati da dati di campo e dati bibliografici 11, 12  
 ▲ peso relativo dei criteri ordinato per importanza decrescente

Tabella 4 - Calcolo indice di naturalità IRNA (post operam)

ecotopo	unicità	naturalità	complessità	ricchezza di specie	rarietà	IRNA*
O	-	0,08	0,20	0,30	0,05	0,10
S	-	-	0,05	0,05	-	0,01
C	0,35	0,50	0,35	0,20	0,40	0,37
B	0,05	0,10	0,30	0,10	0,20	0,13
U	0,10	0,25	0,20	0,10	0,10	0,16
Peso ▲(0-5)	5	4	3	2	1	

## Bibliografia

- ZONNEVELD I. S. (1989), *The iand unit – A fundamental concept in landscape ecology, and its application*, Landascape Ecology 3 (2): 67-86.
- AA.VV. (2003) *Il Progetto Carta della Natura alla scala 1: 250.000*. Manuali e Linee Guida 17/2003 APAT.
- AGNELLI P., ROSSI R., SPOSIMO P., TARDUCCI F. (1996) *Ecologia del paesaggio applicata: l'impiego dell'indice relativo di naturalità (IRNA) nella valutazione della qualità ambientale*. In *L'ecologia del Paesaggio in Italia*, Citta Studi Edizioni pp. 167-175.
- INGEGNOLI V., MASSA R. (1999) *Biodiversità estinzione e conservazione*. UTET Torino.
- PIGNATTI S., (1982) *Flora d'Italia*. Voll. 3 Edagricole, Bologna.
- PIGNATTI S., (1994) *Ecologia del Paesaggio* UTET, 149-151.3
- ACCORDI G., CARBONE F., CIVITELLI G., CORDA L., DE RITA D., FUNICIELLO R., KOTSAKIS T., (1988) *Carta delle litofacies del Lazio-Abruzzo ed aree limitrofe*, Quaderni della Ricerca scientifica vol. 5 n. 114 - CNR Roma.
- LASTORTA M., (1994) *Flora d'Abruzzo*. Assessorato per la promozione Culturale Regione Abruzzo.
- BRAUN-BRANQUET J. (1936) *Plant sociology*, Mc Graw-Hill Book Comp. NY -London.
- AA.VV. (2003) *Un indicatore del grado di naturalità del territorio della provincia di Piacenza*, Osservatorio sulla Sostenibilità Ambientale della Provincia di Piacenza – Area programmazione territoriale, infrastrutture, ambiente, rapporto n. 17/03.
- ZODDA G., (1953) *La Flora Teramana*. Webbia 10: 1-317.
- ZODDA G., (1953a) *Studi sulla Flora Teramana*. Nuovo Giorn. Bot. Ital., 60: 840-850.

dal **MONDO****Nuovo piano USA  
per l'energia****Brasile all'avanguardia  
nei biocarburanti****Elettricità dalle onde  
marine in Indonesia****NUOVO PIANO USA  
PER L'ENERGIA**

Nel discorso sullo Stato dell'Unione, il presidente Bush ha annunciato un progetto di legge, l'Advanced Energy Initiative, per porre fine alla dipendenza americana dal petrolio mediorientale entro i prossimi 20 anni. La parola d'ordine è diversificare, cioè valorizzare carbone, rinnovabili e nucleare.

Attualmente il consumo energetico primario americano verte su petrolio (40,2 per cento), gas naturale (23,1) e carbone (22,5).

Il nucleare supera di poco l'8 per cento (il 20% sul totale elettrico).

Il resto è costituito da fonti rinnovabili (in particolare l'idroelettrico col 2,7 per cento e i biocombustibili col 2,8). Gli USA consumano circa 20 milioni di barili di petrolio al giorno; la produzione petrolifera

domestica è pari a 7,6 milioni di barili al giorno, le importazioni ammontano a 12,4, barili di cui 5,5 milioni provenienti dai paesi OPEC, la quota che Bush vuole eliminare. La nuova strategia prevede un rilancio del solare, con investimenti di 48 milioni di dollari sul budget 2007, e dell'eolico, con 44 milioni di dollari.

Al loro fianco carbone e nucleare. I consumi di carbone, del quale gli USA hanno ingenti riserve, sono in crescita a causa dei prezzi di gas e petrolio; per superare le obiezioni ambientaliste si investiranno 2 miliardi di dollari in 10 anni sulle tecnologie di abbattimento degli inquinanti. Il nucleare manterrà il suo ruolo: gli impianti esistenti avranno una proroga ventennale per il loro funzionamento, ed è stato inaugurato il sito unico di stoccaggio delle scorie nel Nevada.

Verranno stanziati 250 milioni di dollari sul riprocessamento delle scorie in modo da non produrre plutonio (che ha possibili scopi bellici), e si prevedono accordi con altri paesi, anche in via di sviluppo, affinché le scorie vengano riconsegnate agli USA.

Ma il punto forse più innovativo del piano è la riconversione dell'industria automobilistica attraverso investimenti per migliorare l'efficienza di nuovi carburanti e delle auto elettriche e ibride già in commercio.

**BRASILE ALL'AVANGUARDIA  
NEI BIOCARBURANTI**

Pur afflitto da problemi di carattere economico e sociale, il Brasile è all'avanguardia nel campo dei combustibili alternativi. Il 40% dell'intera coltivazione di barbabietole da zucchero viene infatti utilizzato per la produzione di bioetanolo. I biocarburanti prodotti a partire dalla lavorazione di questo vegetale sono presenti in tutti i distributori, sotto la dizione "alcohol".

La produzione di alcool iniziò negli anni 70, per cercare di contenere la dipendenza dal petrolio straniero.

Oggi il Brasile ne produce 16 miliardi di litri l'anno. Grazie all'im-

piego della tecnologia Flex, l'utilizzo integrato di biocarburanti e di benzina permette di soddisfare i bisogni della totalità degli automobilisti. La tecnologia Flex, che l'Italia ha contribuito a sviluppare, permette infatti alla stessa vettura di poter trarre energia da diversi tipi di combustibili.

Attualmente il 60% delle auto prodotte ogni anno in Brasile sfrutta questa tecnologia. I residui della lavorazione della barbabietola da zucchero, un aspetto critico del processo, vengono in misura crescente utilizzati per la produzione di energia o la concimazione dei campi.

**ELETTRICITÀ DALLE ONDE  
MARINE IN INDONESIA**

È stata firmata, all'inizio di aprile, a Roma, presso la sede dell'Unido (United Nations Industrial Development Organization) la lettera d'intenti fra la Ponte di Archimede SpA (PdA), e la Walinusa Energi, azienda indonesiana che si occupa dello sviluppo delle energie alternative. Si tratta dell'atto di avvio del programma di seminazione della turbina ad asse verticale brevettata Kobold, per la produzione di energia elettrica dalle correnti marine, promosso dall'Unido. Dopo aver monitorato l'efficienza di una serie di turbine allo studio in tutto il mondo, l'Unido ha scelto l'azienda messinese.

A fine maggio sarà costituita a Giacarta una società mista italo-indonesiana, che procederà alla costruzione del prototipo di turbina Kobold co-finanziato dall'Unido e dal Ministero degli Affari Esteri italiano.

L'impianto-pilota sarà installato nell'isola di Selayar, 700mila abitanti, già dotata di una propria centrale elettrica tradizionale, che però soddisfa le esigenze solo del 25% della popolazione. Il prototipo sarà il primo esemplare di una rete di Kobold atte a costituire una "fattoria energetica" in grado di soddisfare la domanda di energia dell'isola, pari a 7.000 kW.

cronache

## dall'UNIONE EUROPEA

**Nuova legge per le rinnovabili in Gran Bretagna**

**Integrare l'ambiente nelle politiche agricole**

**Una nuova luce per la scienza**

### NUOVA LEGGE PER LE RINNOVABILI IN GRAN BRETAGNA

In Gran Bretagna, paese produttore di petrolio e gas naturale, con molto carbone e nucleare nella produzione di energia elettrica, le fonti rinnovabili hanno finora occupato uno spazio limitato. Ecco allora, in fase di approvazione, una nuova legge sulle fonti rinnovabili che renderà più semplice l'iter normativo per l'autoproduzione di energia. La legge introdurrà target specifici per lo sviluppo della cosiddetta "micro-produzione" energetica e renderà più facile per i privati ottenere i permessi necessari per l'installazione di turbine eoliche e pannelli solari. Coloro che produrranno più energia elettrica di quanta ne consumano potranno immetterla in rete e venderla a prezzo incentivato alle azien-

de energetiche. Si cerca, in tal modo, di riguadagnare per mezzo del progresso tecnologico quella autosufficienza energetica che, prima dell'avvento delle grandi centrali elettriche, era la norma.

### INTEGRARE L'AMBIENTE NELLE POLITICHE AGRICOLE

Il nuovo rapporto dell'Agenzia Europea dell'Ambiente focalizza, l'attenzione sullo sviluppo sostenibile dell'agricoltura nell'Europa dei 15. Gli aspetti principali che lo sviluppo agricolo deve tener in conto, secondo quanto richiesto dal Consiglio Europeo, riguardano:

- il problema dell'erosione dei suoli, un problema serio da affrontare immediatamente specie nelle regioni mediterranee;
- il contenuto di sostanza organica dei suoli, che va incrementato e salvaguardato, altrimenti i suoli diventano sorgenti di emissione di anidride carbonica e non serbatoi, come è opportuno che sia per la salvaguardia del clima globale;
- le emissioni di gas serra (dall'uso di fertilizzanti agricoli), che vanno drasticamente ridotte, anche se sono diminuite del 9% dal 1990;
- l'uso di acqua in agricoltura, che è eccessivo e va ridotto soprattutto nelle regioni mediterranee dove ha raggiunto livelli del 50% dell'acqua disponibile, mentre nelle regioni europee più settentrionali non supera il 7%;
- l'inquinamento del suolo e delle falde, che a causa della produzione agricola va minimizzato: i maggiori problemi di inquinamento riguardano le falde idriche e i corsi d'acqua a causa della presenza eccessiva di nitrati e nutrienti, ed il problema è più acuto nelle regioni nord occidentali europee;
- l'agricoltura intensiva o non compatibile con le caratteristiche dei suoli, così come l'abbandono dei territori adibiti ad agricoltura tradizionale, che stanno creando danni alla biodiversità; bisogna tornare a pratiche agricole rispettose dell'ambiente e delle capacità ricettive dei diversi territori,
- la regolamentazione normativa e

legislativa di molti paesi europei, che spesso favorisce una agricoltura insostenibile e, quindi, andrebbe rivista e riformulata.

Il rapporto è disponibile sul sito: [http://reports.eea.eu.int/eea\\_report\\_2006\\_2](http://reports.eea.eu.int/eea_report_2006_2)

### UNA NUOVA LUCE PER LA SCIENZA

DIAMOND, un sincrotrone di 230 metri di diametro (più o meno le dimensioni del Colosseo) è un'apparecchiatura per accelerare la luce e penetrare nelle profondità atomiche e molecolari della materia. Gli esperimenti, che avranno luogo a partire dal prossimo anno a 30 chilometri da Oxford, spazieranno nei settori più disparati: dalle biotecnologie, all'ambiente, dalla scienza dei materiali alle scienze della vita. Al progetto presentato in marzo presso l'Ambasciata britannica di Roma, lavoreranno più di 300 scienziati di tutto il mondo grazie ad un finanziamento di 250 milioni sterline. La macchina, nata nei laboratori di Frascati, si può paragonare a una serie di "supermicroscopi" inseriti in un edificio a forma di ciambella: un fascio di elettroni viene accelerato all'interno del tunnel fino a sfiorare la velocità della luce e poi piegato da un campo magnetico; in questo modo emette spontaneamente fasci luminosi che si estendono per l'intero spettro, dall'infrarosso ai raggi X. Una volta attivo, DIAMOND disporrà di sette linee di fascio, i laboratori sperimentali intorno alla struttura dove vengono raccolti e studiati i fasci di luce. Ben tre linee saranno dedicate alla cristallografia molecolare, i restanti alle nanoscienze, allo studio delle condizioni estreme di materiali sottoposti a fortissime sollecitazioni, al magnetismo e alla spettroscopia. Entro il 2010, si aggiungeranno altri 15 laboratori. Anche nel nostro Paese c'è un impianto simile: si chiama Elettra, si trova a Trieste, ha collaborato alla realizzazione di DIAMOND, e insieme i due impianti continueranno a fare lavori complementari.

dall'ITALIA

Studio ISTAT  
sull'interscambio  
commerciale energetico

Indirizzi di politica  
energetica

Il ghiaccio rivela  
il clima antico e futuro

### STUDIO ISTAT SULL'INTERSCAMBIO COMMERCIALE ENERGETICO

Un recente studio dell'ISTAT ha analizzato le dinamiche degli scambi di energia con l'estero fra il 1996 e il 2005. In questo decennio la quota dei prodotti energetici sul totale delle merci acquistate dall'estero è passata dall'11% al 16%, con una prima forte crescita nel 2000. A fronte di un incremento dell'import complessivo di merci del 6,8% nel 2005, la crescita del valore delle importazioni di energia rispetto al 2004 è stato del 35,3%. Il deficit energetico spiega il rosso della bilancia commerciale italiana: senza l'impennata del greggio e del gas, il saldo commerciale risulterebbe positivo per 28,18 miliardi di euro. Nel 2005 le importazioni di petrolio greggio e

gas naturale hanno raggiunto un valore di 39,26 miliardi di euro, l'80,6% del totale dei prodotti energetici. Il 92,3% delle importazioni viene da Russia (22%), Libia (21,1%), Algeria (14,1%) e a seguire Arabia Saudita, Iran, paesi dell'ex-URSS, Norvegia, Iraq, Paesi Bassi e Germania.

L'energia elettrica ha rappresentato nel 2005 il 4,4% delle importazioni di prodotti energetici. La struttura geografica delle importazioni di energia elettrica vede al primo posto la Svizzera (56,7%), seguita dalla Francia (20,5%).

### INDIRIZZI DI POLITICA ENERGETICA

Il documento conclusivo dell'indagine conoscitiva sulle prospettive degli assetti proprietari delle imprese energetiche e sui prezzi dell'energia in Italia è stato votato il 9 febbraio dalla Commissione Attività Produttive della Camera a conclusione dell'indagine deliberata il 16 novembre 2005.

Nel documento si sottolinea come il mancato completamento del processo di liberalizzazione, in particolare del settore del gas, non abbia consentito quella diversificazione delle opzioni di approvvigionamento atte a garantire sia la sicurezza di un sistema energetico sempre più gas dipendente sia quella flessibilità dell'offerta rispetto alle variazioni della domanda che costituisce la linfa di un mercato dell'energia liquido e concorrenziale. Infatti anche la politica energetica europea ribadisce che due sono i principali obiettivi strategici: il contenimento dei prezzi e la sicurezza degli approvvigionamenti delle materie prime sostitutive del petrolio, tutelando l'ambiente. Per il contenimento dei prezzi è necessario poter fare affidamento su forniture energetiche sempre eccedenti la domanda, mentre per il contenimento dei consumi è necessario implementare l'efficienza di beni e servizi che consumano meno energia e incentivare i prodotti con consumi bioenergetici, nonché iniziative strutturali di utiliz-

zo di carburanti e tecnologie sostitutive. E per dar luogo ad una politica attiva della domanda l'Europa potrebbe prefigurare una "Opec dei Consumatori". Tra i prioritari obiettivi di politica energetica nazionale, è necessario, perciò: ridefinire la missione di società di servizi; impegnarsi per il risparmio energetico; riconsiderare l'entità degli incentivi per le singole fonti; coordinare l'azione europea sull'energia nucleare; sviluppare l'idrogeno come vettore energetico; istituire un servizio coordinato di gestione scorte di gas naturale; coinvolgere l'opinione pubblica; stabilire linee strategiche della ricerca energetica e di sistema. L'Italia appare tra i paesi più esposti per la sua dipendenza dal petrolio, pur disponendo di alcune infrastrutture di base, la cui implementazione e razionalizzazione potrebbe trasformare l'attuale situazione di crisi in una opportunità di sviluppo del Paese e in un aumento della sicurezza energetica. europea.

### IL GHIACCIO RIVELA IL CLIMA ANTICO E FUTURO

Le variazioni climatiche degli ultimi 740mila anni non sono più un segreto: le hanno svelate le tracce di sale marino e di polvere continentale in essi custodite nei ghiacci dell'Antartide. Il consorzio Epica (Progetto europeo di perforazione in Antartide), formato dai ricercatori di 10 nazioni europee (Italia, Belgio, Danimarca, Francia, Germania, Olanda, Norvegia, Svezia, Svizzera e Gran Bretagna), nel Circolo Polare Antartico hanno estratto una carota di ghiaccio (cilindri di 10 cm di diametro, estratti in sezioni di 3 m di lunghezza per volta) di 3 km, ottenendo così la più lunga e antica registrazione climatica mai ricavata tramite questa tecnica. La ricerca, compiuta presso la base italo-francese Dome C, con il supporto logistico del Programma nazionale per le ricerche in Antartide (Pnra), consentirà di comprendere anche i cambiamenti climatici che ci attendono in futuro.

cronache

dall'ENEA

Cooperazione scientifica  
con paesi emergentiSicurezza delle reti  
tecnologicheClima e benessere  
organizzativo**COOPERAZIONE SCIENTIFICA  
CON PAESI EMERGENTI**

Si è svolta presso l'ENEA, il 14 marzo, una giornata di incontro per far conoscere i risultati ottenuti dal programma TRIL (Training and Research in Italian Laboratories) del Centro Internazionale di Fisica Teorica di Trieste "Abdus Salam" (Ictp). Il programma, finalizzato all'assegnazione di borse di studio presso i laboratori e impianti di enti di ricerca italiani a ricercatori stranieri provenienti dai Paesi emergenti (Terzo Mondo ed Europa Centro-Orientale)..

Il Programma TRIL, che viene finanziato dall'ENEA e dagli altri enti di ricerca italiani, costituisce da oltre 20 anni un'opportunità unica per i ricercatori e tecnici qualificati dei paesi terzi di lavorare presso gruppi di ricerca italiani su tematiche scientifiche di frontiera.

All'incontro, i protagonisti (borsisti e

tutor) hanno portato la loro testimonianza con i successi e i limiti, del programma e discusso le prospettive e le esigenze che emergono alla luce delle nuove frontiere e della ricerca scientifica e delle sue applicazioni.

**SICUREZZA DELLE RETI  
TECNOLOGICHE**

Il 28 e 29 marzo a Roma, l'ENEA ha organizzato un Convegno Internazionale dedicato alla sicurezza delle grandi reti tecnologiche, quali le reti energetiche, dei trasporti, delle telecomunicazioni e informatiche; reti di primaria importanza perché forniscono servizi e beni essenziali per il benessere di tutti i cittadini. Lo sviluppo tecnologico e sociale dei paesi industrializzati dipende in maniera sempre più evidente, dalla disponibilità e dal corretto funzionamento delle infrastrutture tecnologiche che però divenute interdipendenti più vulnerabili. Il problema della ricerca di nuove tecniche per la sicurezza si è, perciò, imposto al centro dell'attenzione della comunità scientifica internazionale. Per quanto riguarda l'Italia, il Convegno ha indicato la necessità di definire un coordinamento tra gli operatori, pubblici e privati e le istituzioni competenti per assicurare una gestione tempestiva delle crisi risultanti dall'interruzione di una (o più) di queste reti, in linea con le ultime indicazioni di Bruxelles. In questo settore ENEA è impegnato da anni in attività di ricerca e sviluppo, partecipando anche al nuovo progetto comunitario IRRIS (Integrated Risk Reduction of Information-based Infrastructure Systems) che ha l'obiettivo di sviluppare strumenti per l'analisi e la simulazione delle interdipendenze tra reti di trasmissione elettrica e reti di telecomunicazioni, e di sviluppare tecnologie software al fine di proteggerle dai guasti o dalle intrusioni intenzionali. L'ENEA opera soprattutto sul versante della prevenzione, aumentando l'affidabilità dei sistemi di controllo, e sul lato gestione, sviluppando strumenti di supporto all'operatore.

In ambito nazionale, ENEA è an-

che responsabile di un Progetto co-finanziato dal MIUR e denominato CRESCO (Centro Computazionale di RicERca sui Sistemi COmplessi), che prevede la creazione di un Centro di Supercalcolo dedicato alle applicazioni nel dominio dei Sistemi Complessi, tra cui l'analisi delle vulnerabilità e delle interdipendenze delle reti

**CLIMA E BENESSERE  
ORGANIZZATIVO**

In questi anni il Programma Cantieri promosso dal Dipartimento della Funzione Pubblica ha sviluppato, una proposta metodologica e un insieme di strumenti, finalizzati alla rilevazione del clima e del benessere organizzativo, per evidenziare i punti di forza e le criticità presenti all'interno delle amministrazioni, con lo scopo di accelerare e dare concretezza ai processi di innovazione nelle amministrazioni pubbliche. Nell'ambito di tale Programma, l'ENEA ha portato a termine la seconda fase dell'indagine su "Clima e Benessere Organizzativo", che ha visto protagonisti i Centri di Ricerca ENEA di Bologna e Trisaia. Ad oggi, pertanto, i Centri coinvolti risultano essere cinque, essendo precedentemente coinvolti i Centri di Portici, Faenza e Santa Teresa, nel prossimo futuro sarà coinvolto il Centro Ricerche Casaccia. Alla fine di questa seconda fase va, in particolare, evidenziata la personalizzazione dello strumento d'indagine. Il gruppo di progetto ENEA ha, infatti, ritenuto opportuno apportare alcune modifiche al questionario proposto da Cantieri sia per tutelare l'anonimato dei partecipanti sia per adattare lo strumento alla realtà dell'Ente. Le modifiche realizzate dal gruppo di ricerca ENEA, e che hanno interessato anche il software per l'elaborazione dei dati, hanno sensibilmente migliorato la percezione dei partecipanti verso l'indagine e hanno consentito un approfondimento quantitativo dei dati raccolti, consentendo di valutare i fattori positivi e negativi del clima organizzativo anche in base alla fascia d'età, al titolo di studio, alle mansioni.

## INCONTRI

L'uso pacifico dell'energia nucleare

Presentata la relazione sullo stato dell'ambiente 2005

XVI Settimana della cultura scientifica e tecnologica

### L'USO PACIFICO DELL'ENERGIA NUCLEARE

Nel cinquantenario della Conferenza dell'ONU di Ginevra sull'uso pacifico dell'energia nucleare, l'Accademia Nazionale delle Scienze, ENEA, INFN, GALILEO 2001, insieme a AIN, con il patrocinio dell'Accademia dei Lincei e del Ministero per le Attività Produttive, hanno voluto ricordare tale evento con una manifestazione a Roma nei giorni 8 e 9 marzo 2006.

Nel convegno, dal titolo "L'uso pacifico dell'energia nucleare da Ginevra 1955 ad oggi: il caso italiano", l'argomento è stato vagliato nel corso di quattro sessioni scientifiche da una quarantina di scienziati ed esperti con riferimento alle strategie energetiche, allo stato e prospettive delle tecnologie nucleari, ai reattori di nuova genera-

zione, alla sicurezza ambientale, alle applicazioni in biologia, medicina, agraria e beni culturali.

La tavola rotonda conclusiva della manifestazione ha sottolineato come punto fondamentale che il nostro futuro dipende dalla ricerca e dallo sviluppo, alla base di ogni evoluzione tecnica e scientifica e di ogni decisione futura.

Alla fine del convegno è stato anche deciso di costituire un gruppo di studio per la messa a punto di un documento informativo sulla cultura dell'energia nel nostro Paese, non solo per informare la pubblica opinione, ma anche per garantire il recupero della competitività in un mondo ormai globalizzato.

### PRESENTATA LA RELAZIONE SULLO STATO DELL'AMBIENTE 2005

La Relazione sullo Stato dell'Ambiente 2005, presentata a Roma il 23 marzo dal Ministro dell'Ambiente e della Tutela del Territorio, Altero Matteoli, raccoglie ed analizza l'evoluzione dei dati ambientali pubblicati annualmente dall'APAT mettendoli in relazione con l'evoluzione della situazione economica e sociale italiana nel contesto europeo ed internazionale e valutando i rapporti tra i dati ambientali e i diversi settori dell'economia nazionale.

Negli ultimi 15 anni molti degli indicatori ambientali sono in costante miglioramento: le emissioni delle industrie sono diminuite del 23%; in crescita le energie rinnovabili, gli impianti eolici erano 107 nel 2003 e sono 120 nel 2004; è aumentato, seppur di poco, negli ultimi 5 anni l'utilizzo di bus e tram in città; prosegue l'aumento della selezione e del riciclaggio dei rifiuti; e anche se le emissioni di CO<sub>2</sub> sono aumentate, quelle pro capite sono al di sotto della media europea.

La Relazione, aperta da una Introduzione che pubblichiamo nella sezione 'Spazio Aperto' del fascicolo, è articolata in sei capitoli: che analizzano l'ambiente in relazione

all'energia, all'industria, ai trasporti, all'agricoltura, al turismo e alle aree urbane. Ogni capitolo è integrato da schede tematiche che presentano esperienze significative e casi di studio in Italia e a livello internazionale, ed è completata anche dai rapporti, previsti dalle norme attuali, in materia di depurazione delle acque, controllo e monitoraggio delle sostanze lesive dello strato di ozono, difesa del suolo.

### XVI SETTIMANA DELLA CULTURA SCIENTIFICA E TECNOLOGICA

Si è svolta dal 13 al 19 marzo 2006 la XVI Settimana della Cultura Scientifica e Tecnologica che, attraverso mostre e incontri organizzati in tutto il Paese e indirizzati in particolare agli studenti, si è impegnata a far conoscere l'impatto rilevante che la scienza ha sul vivere quotidiano. Presso università, enti di ricerca pubblici e privati, musei, aziende e associazioni, vi sono laboratori e musei specialistici che hanno potuto mostrare l'attività di ricerca scientifica nel nostro Paese, di ieri e di oggi.

E, soprattutto per i giovani, ne è potuta risultare un'esperienza importante, anche decisiva in vista di scelte future, un orientamento verso un indirizzo preciso, di studio e di lavoro. L'ENEA ha aperto al pubblico, per l'occasione, gli spazi dei propri Centri di Ricerca nelle diverse regioni d'Italia in ognuno dei quali si svolgono varie attività di ricerca tra le più avanzate.

Incontri, visite guidate, eventi e seminari con l'intervento di ricercatori e tecnici hanno permesso a quanti si sono recati nei Centri ENEA di conoscere laboratori ed impianti, ma anche di approfondire alcuni temi di grande rilievo scientifico, tra quelli proposti dal MIUR per l'edizione di quest'anno, quali: il clima, la centralità dell'acqua, l'energia alla base delle moderne società industriali, la complessità del mondo vivente e la sua evoluzione, il recente grande sviluppo delle conoscenze sul cervello.

## LETTURE

## L'efficienza energetica degli edifici

Collasso



## L'EFFICIENZA ENERGETICA DEGLI EDIFICI

Cettina Gallo  
 Il Sole 24 Ore, febbraio 2006,  
 pagine 248, euro 25,00

Il volume fa il punto sullo stato dell'arte del "costruire sostenibile", una filosofia importante non solo perché dobbiamo continuare l'opera dei nostri predecessori fornendo abitazioni alle odierne generazioni come scrive Edgardo Curco nella presentazione ma anche alle nuove, basandoci su criteri diversi, che puntino all'efficienza, al risparmio di energia, alle nuove fonti non fossili, al rispetto dell'ambiente, piuttosto che al solo aspetto economico. In questo ambito, peraltro, ci so-

no già obblighi precisi, perché nel nostro Paese è in vigore un'ampia legislazione energetico-ambientale a livello regionale e locale, che prevede indirizzi e regole per promuovere l'efficienza ed il risparmio di energia e l'uso di fonti rinnovabili negli edifici.

Per questo, un ampio spazio viene dato nel libro all'analisi della direttiva 2002/91/CE sul rendimento energetico nell'edificio e del decreto legislativo 19 agosto 2005 di recepimento in Italia nei suoi vari aspetti e con riferimento alle possibilità che si aprono per la progettazione solare attiva e passiva, attraverso anche esempi significativi di architetture sostenibili.

Vengono evidenziati, inoltre, gli strumenti di mercato che cominciano ad apparire per l'aumento dell'efficienza energetica degli edifici: il sistema dei TEE (certificati bianchi) in Italia e il progetto "White and Green" della Commissione Europea.

Una serie di box approfondisce i vari argomenti trattati. Un'opera, in conclusione, che cerca di offrire uno sguardo a 360° su una materia fortemente trasversale e in rapida evoluzione, focalizzando l'attenzione sul settore civile dal quale è più ragionevole aspettarsi risultati in termini di uso più efficiente dell'energia e di riduzione delle emissioni di gas serra, con indiscutibili vantaggi per il clima, l'ambiente, la qualità della vita, l'economia nonché l'architettura.

## COLLASSO

Jared Diamond  
 Giulio Einaudi editore, ottobre 2005, pagine 266, euro 24,00

Un libro che cerca di indagare come i collassi del passato abbiano potuto verificarsi, e che si pone il problema se la società contemporanea sia in grado di imparare la lezione, evitando disastri analoghi nel futuro.

Il punto di partenza è un approfondito esame dei casi di chi non ce l'ha fatta: storie grandiose e famose come quelle dei Maya e dell'isola di Pasqua, o meno note, come quelle degli Anasazi in America.

Ma ci sono anche storie meno tragiche, come quelle dell'Islanda o del Giappone, che hanno saputo rispondere con successo alle sfide ambientali; e infine storie dall'esito ancora incerto, come quelle della Cina e dell'Australia, che stanno cercando soluzioni innovative ai loro difficili problemi ecologici e sociali. L'insegnamento da trarne, secondo l'autore, sta nell'urgenza di scelte non più differibili, se si desidera continuare ad ammirare con serenità le rovine di chi ci ha preceduto.

I più grandi programmi internazionali di ricerca, che indagano i cambiamenti globali nel sistema Terra ed i loro effetti sull'evoluzione e la dinamica dei sistemi naturali, hanno sottolineato il profondo ruolo della specie umana nella trasformazione dei sistemi naturali e la possibilità che i suoi interventi superino soglie critiche oltre le quali intervengono meccanismi di cambiamento catastrofico, con effetti imprevedibili sui sistemi sociali. Uno dei maggiori studiosi del sistema Terra, Paul Crutzen, (premio Nobel per la Chimica nel 1995) sottolinea che le società che hanno avuto la meglio sono sempre quelle che si sono mostrate disposte a cambiare le proprie abitudini.

Oggi non si corre più il rischio di declini locali isolati ma di un declino globale. Spetta, perciò, a noi la scelta di capire meglio quello che sta succedendo anche nelle altre parti del mondo. Ed il grande vantaggio rispetto al passato è che oggi abbiamo l'informazione.