

La riunione del G8 in Giappone agli inizi di luglio ha in parte deluso le aspettative poiché non sono stati raggiunti accordi precisi sulla riduzione delle emissioni di gas serra al 2020. Da un lato gli otto paesi più sviluppati puntavano ad un taglio delle emissioni di almeno il 50% rispetto al 1990 entro il 2050, mentre le principali economie emergenti chiedevano un maggiore sforzo ai paesi sviluppati per ridurre le loro emissioni del 25-40% entro il 2020. Tutto è dunque stato rinviato al negoziato sul clima che si terrà a Copenhagen nel novembre 2009, che dovrà ridisegnare gli scenari post Kyoto.

In particolare i paesi emergenti hanno chiesto una forte cooperazione in campo tecnologico con il trasferimento delle conoscenze avanzate, unico modo questo per sperare di raggiungere gli obiettivi di riduzione che verranno fissati. Tali obiettivi, secondo l'ultimo rapporto dell'IPCC, dovranno essere ancor più rigorosi rispetto a quelli indicati nella riunione del G8: per contenere il riscaldamento globale nell'ordine di 2-2,4 °C, le emissioni di gas serra devono essere ridotte tra il 50% e l'85% rispetto ai livelli attuali entro il 2050.

L'Italia sta sforando di oltre il 18% gli impegni di Kyoto. È quanto afferma il Ministro dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare Stefania Prestigiacomo nel suo intervento in questo numero della nostra Rivista. Per invertire la tendenza occorre una poderosa accelerazione degli investimenti tecnologici in campo energetico, in particolare nelle fonti rinnovabili, favorendo lo sviluppo del comparto industriale italiano. La scelta delle fonti rinnovabili - dice il Ministro - "non è un'opzione per l'Italia, ma una necessità". Accanto alle rinnovabili il Governo punta sull'energia nucleare per raggiungere quell'equilibrio del mix energetico basato sul 25% di rinnovabili, 25% di nucleare e il restante 50% di combustibili fossili.

Per promuovere la diversificazione delle fonti di energia è necessario un nuovo Piano Energetico Nazionale che punti al risparmio energetico, alla diffusione delle fonti rinnovabili, all'incentivazione dei biocarburanti. Ciò produrrebbe risvolti positivi per l'ambiente e per la sicurezza degli approvvigionamenti energetici dell'Italia.

Il contributo che l'energia nucleare può dare alla crescente domanda di energia elettrica nel nostro Paese è discusso in due articoli: uno di Maurizio Cumo dell'Università di Roma La Sapienza, l'altro di Stefano Monti esperto ENEA.

Nel primo si sostiene che per far fronte alla crescita del fabbisogno elettrico e per rispettare le indicazioni dell'Unione Europea si deve puntare contemporaneamente su fonti rinnovabili ed energia nucleare che non sono affatto in competizione tra loro, ma anzi possono contribuire in modo integrato al raggiungimento degli obiettivi. Nel secondo articolo viene sottolineato che il ricorso al nucleare, nella situazione attuale, appare l'unica soluzione percorribile per affrontare il triplice problema della sicurezza dell'approvvigionamento energetico, della riduzione delle emissioni di gas serra e dei costi competitivi. Il rilancio del nucleare richiede la promozione dell'alta formazione e l'immissione di giovani tecnici e ricercatori nelle attività di ricerca, ma anche l'immediata partecipazione del sistema italiano alle importanti iniziative europee ed internazionali sul nucleare sostenibile.

Sui problemi della desertificazione e della siccità ospitiamo un'intervista a Hama Arba Diallo, per molti anni Segretario esecutivo della Convenzione dell'ONU sulla lotta alla desertificazione, mentre gli effetti dei mutamenti climatici sulla salute sono discussi nell'articolo di Michele Faberi della World Health Organization.

Il tema della crescente "Responsabilità sociale" delle imprese, nell'ottica dello sviluppo sostenibile, viene presentato da Maria Proto dell'Università di Salerno, attraverso l'analisi della norma ISO 26000, strumento volontario che dovrebbe entrare in vigore nel 2010.

Infine due articoli che danno conto di attività ENEA, l'uno sulla modellistica numerica, l'altro sulla Valutazione di Incidenza Ambientale per i siti della rete Natura 2000.

Il Direttore Responsabile
Flavio Giovanni Conti

editoriale

sommario

primo piano

4

LA POLITICA AMBIENTALE TRA SFIDA ENERGETICA E SVILUPPO

*ENVIRONMENT POLICY BETWEEN THE CHALLENGES
OF ENERGY AND DEVELOPMENT*

Stefania Prestigiacomo

8

MUTAMENTI CLIMATICI: LA SALUTE COME INDICE DI SOSTENIBILITÀ

CLIMATE CHANGE: HEALTH AS A SUSTAINABILITY INDEX

Michele Faberi

l'intervista

16

INTERVISTA A HAMA ARBA DIALLO

INTERVIEW WITH HAMA ARBA DIALLO

A cura di Massimo Iannetta

riflettore su

20

POSSIBILI EVOLUZIONI DEL SISTEMA ELETTRICO NAZIONALE

POSSIBLE EVOLUTION OF THE ITALIAN ELECTRICITY SYSTEM

Maurizio Cumo

28

IL NUCLEARE DA FISSIONE: QUADRO INTERNAZIONALE E PROSPETTIVE PER L'ITALIA

*NUCLEAR FISSION ENERGY: THE INTERNATIONAL SCENE
AND THE OUTLOOK FOR ITALY*

Stefano Monti

44

LA NORMA ISO 26000: UNO STRUMENTO PER LA SUSTAINABILITY BUILDING

THE ISO 26000 STANDARD: A TOOL FOR SUSTAINABILITY BUILDING

Maria Proto



52

LA VALUTAZIONE DI INCIDENZA AMBIENTALE PER I SITI DELLA RETE NATURA 2000

ENVIRONMENTAL ASSESSMENT OF PLANS AND PROJECTS SIGNIFICANTLY AFFECTING NATURA 2000 SITES

Mario Castorina, Germina Giagnacovo, Caterina Salvadego, Fabio Barbato, Paola Mini, José Giancarlo Morgana, Sandro Paci, Susanna Prato, Antonella Signorini

62

CALCOLO NUMERICO AD ALTE PRESTAZIONI

HIGH-PERFORMANCE COMPUTING

Vincenzo Artale, Giovanni Bracco, Giuseppe Buffoni, Massimo Celino, Pietro D'Angelo, Silvio Migliori, Andrea Quintiliani, Vittorio Rosato, Gianmaria Sannino



78

LE NORME TECNICHE

A cura di Roberto Luciani e Stefano Sibilio



80

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

- | | |
|---------------------|--|
| dal Mondo | • Il G8 in Giappone 80 |
| dall'Unione Europea | • Ridurre le emissioni degli aerei 81
• Ecotecnologie per le imprese 81
• L'Europa di carta 82 |
| dall'Italia | • Si rafforza la presenza ENEA in ITER 83
• SVIMEZ: Mezzogiorno periferia dell'Europa 83
• Presentato il Rapporto Energia e Ambiente 84 |
| dall'ENEA | • Indagine conoscitiva del Senato sulla fusione nucleare 88
• Ricerca e formazione sulle scienze marine 88
• Incontrarsi su energia e ambiente 89
• Trattamento dei reflui caseari 89 |
| Eventi | • I 40 anni del Club di Roma 90
• Città e fonti d'energia 90
• Gestione sostenibile dei rifiuti 91
• Comprare Verde 91
• Protezione delle infrastrutture critiche 92 |
| Letture | • Il rebus energetico 93
• Piano B 3.0 93
• Città ed energia 95 |

La politica ambientale tra sfida energetica e sviluppo

Stefania Prestigiacomo

Ministro dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare



Un nuovo Piano energetico basato su risparmio energetico, diffusione delle fonti rinnovabili, sostegno all'innovazione tecnologica e una cultura del corretto comportamento ambientale sempre più pervasiva sono i cardini della politica del Ministero dell'Ambiente

Environment policy between the challenges of energy and development

A new Energy Plan based on energy saving, wider use of renewable sources, support to technological innovation and an increasingly pervasive culture of environmentally correct behaviour: these are the cornerstones of the Italian Environment Ministry's policy

Il Ministero dell'Ambiente ha il compito di indirizzare le politiche di sviluppo verso percorsi rispettosi dell'ambiente, sia a livello nazionale sia a livello internazionale.

Intendiamo attuare provvedimenti che valorizzino le peculiarità della posizione geografica italiana, procedendo in accordo con i principi-guida della Commissione europea ma senza rinunciare a manifestare le nostre esigenze. Mi riferisco a un tema delicato come l'attuazione del Protocollo di Kyoto, su cui si misura, da un lato la capacità di imprimere alla nostra società quei cambiamenti necessari per innescare meccanismi di sviluppo eco-sostenibile e dall'altro la nostra abilità contrattuale nelle sedi internazionali e soprattutto comunitarie per far sì che lo sforzo comune di riduzione dei gas serra non si riduca in una penalizzazione per alcuni e in un vantaggio per altri.

L'Italia, nell'ambito dell'attuazione degli accordi di Kyoto, si è impegnata in sede europea a ridurre entro il 2012 le emissioni di gas serra del 6,5% rispetto al dato del 1990. Si tratta di un impegno molto maggiore per il nostro Governo perché, rispetto a quando vennero definite le quote, nel 1998, le emis-



sioni italiane non sono diminuite ma cresciute di circa il 12%. Dire che stiamo sforando di oltre il 18% gli impegni di Kyoto non è assumere una posizione politica, ma soltanto marcare il punto di partenza del nostro lavoro.

Ritengo che la ripartizione degli impegni di riduzione non abbia riflesso a suo tempo le "circostanze nazionali" e il potenziale di riduzione dei diversi paesi: è stata piuttosto il risultato di un accordo politico, che ha finito per penalizzare l'Italia, costretta adesso ad affrontare costi superiori rispetto alle altre nazioni con significative conseguenze in termini di competitività, oltre al rischio di multe salatissime da parte dell'Unione Europea.

Il Governo italiano, quindi, si impegnerà affinché le quote di riduzione per il periodo 2012-2020 siano definite con criteri più equi.

Ma è evidente che questo non deve far dimenticare l'esigenza di una sostanziale riduzione della produzione del gas serra da parte del nostro Paese. Per raggiungere questo obiettivo occorre agire su più fronti, che coinvolgono la nostra organizzazione sociale ed economica. A un'"immediate action" invita l'Agenzia Internazionale dell'Energia in un rapporto appena pubblicato, "Energy Technology Perspectives", nel quale si invitano tutti i governi del mondo a cambiare drasticamente il modo di produzione dell'energia, e si specifica che energia nucleare, tecnologie di cattura del carbonio ed efficienza energetica dovrebbero giocare il ruolo più importante. Un *warning* deciso: senza cambiamenti di rotta la domanda di petrolio crescerà del 70% entro il 2050 e le emissioni di CO₂ che surriscaldano il pianeta aumenteranno di ben il 130%. In sintesi estrema, il rapporto sostiene che, se si vuole invertire questa tendenza pericolosa, nel 2050 le emissioni di CO₂ dovranno essere riportate ai livelli del 2005. Per farlo occorrerà una poderosa accelerazione sugli investimenti tecnologici in campo energetico. E non solo. Ci vorrà anche uno spostamento massiccio verso le fonti rinnovabili.

La scelta per l'energia sostenibile, e quindi per le fonti rinnovabili, non è più un'opzione per l'Italia, ma una necessità. Promuovere la ricerca in questo campo, riuscire a elaborare tecnologie in grado di sfruttare sole, vento, biomasse in maniera sempre più efficace è essenziale per il futuro del nostro Paese ma è anche una scommessa economica: sono queste, infatti, le tecnologie di domani, quelle su cui nei prossimi decenni si giocherà la *leadership* mondiale nel campo dell'energia.

Sul fronte delle tecnologie si gioca una partita delicata se vogliamo davvero, come accade in altri paesi europei, che le fonti rinnovabili siano un volano di crescita. Se da un lato deve essere promosso l'uso di queste fonti, dall'altro deve essere potenziato il comparto industriale che consente l'utilizzo di questo tipo di energia.

Oggi compriamo i pannelli solari in Germania e le pale eoliche in Danimarca con il risultato che paghiamo le rinnovabili più di ogni altra forma di energia a causa degli incentivi esistenti (sostenendo inoltre le economie straniere). Ciò a cui dobbiamo puntare è invece la produzione in Italia di materiali e tecnologie per queste fonti rinnovabili in modo da avere sia l'incremento dell'energia da fonti alternative sia lo sviluppo di un comparto che guarda al nostro futuro energetico ed è in grado di competere sui mercati internazionali.

Il nostro impegno sarà massimo. Fa parte del nostro programma di governo far uscire le rinnovabili dall'essere un settore di nicchia e farne una grande sfida del sistema paese in chiave di sviluppo energetico e industriale.

È questo un obiettivo che si inserisce nelle strategie comunitarie che perseguono l'integrazione delle politiche energetiche e ambientali e incentivano la creazione di filiere nazionali delle rinnovabili, riducendo in questo modo i costi delle tecnologie. La nostra filiera sta muovendo adesso i primi passi per entrare nel mercato e sta dando i suoi pri-

mi frutti anche in termini di occupazione. Nel contesto di politica energetica si inserisce la scelta del Governo a favore dell'energia nucleare, un'energia pulita, che non produce gas serra, ampiamente usata da tutti i nostri concorrenti mondiali (che infatti pagano l'energia molto meno di noi, sia per i consumi privati sia per i consumi industriali).

Puntare a un equilibrio energetico che nel medio periodo ci consenta di arrivare al 25% di rinnovabili e a un altro 25% di nucleare, lasciando solo il restante 50% ai combustibili fossili, è un programma sicuramente non facile da attuare. Ma a chi ipotizza scenari da tregenda con decine e decine di centrali nucleari chiedo onestà intellettuale. Come non ricordare la Germania, attenta all'ambiente, che ha creato 300.000 posti di lavoro nel fotovoltaico e produce oltre il 30% della propria energia con il nucleare. O come non ricordare la Francia, che rispetta gli obiettivi di Kyoto ed è nucleare all'85%, o l'Inghilterra, che pur avendo i giacimenti di petrolio nel Mare del Nord e le miniere di carbone, si affida al nucleare per il 20%. Sono paesi che hanno mantenuto e consolidato le loro scelte energetiche con governi di ogni colore, nonostante le richieste degli ambientalisti spesso più forti rispetto all'Italia, e che hanno saputo far prevalere le ragioni degli interessi complessivi nazionali sulle scelte ideologiche.

Noi intendiamo tutelare gli interessi dell'Italia e degli italiani. Il nucleare è una sfida che dobbiamo essere capaci di sostenere e che, se vinta, avrà effetti straordinari sull'ambiente - riducendo in maniera decisiva le nostre emissioni di gas serra - e sulla bolletta energetica delle famiglie italiane e delle imprese.

Naturalmente il progetto per il ritorno al nucleare si svolgerà con le massime garanzie e i massimi controlli di sicurezza, nei tempi che la complessità di tale programma richiede. Programmi di cui il Ministero dell'Ambiente sarà interlocutore partecipe e severo.

È opportuno altresì incentivare l'utilizzo del gas in sostituzione del petrolio. Il gas, infatti,

produce gas serra quattro volte in meno degli impianti a carbone e tre volte in meno di quelli a petrolio e ha standard di rendimento migliori. In quest'ottica appare evidente l'esigenza di dotare il nostro Paese di un numero sufficiente di rigassificatori per affrancare la nostra dipendenza dall'approvvigionamento dai gasdotti che interessano paesi spesso politicamente instabili o soggetti a crisi.

Intendiamo inoltre promuovere la diversificazione dei combustibili per il funzionamento degli impianti di generazione di energia elettrica anche attraverso il ricorso al carbone pulito. È nostra intenzione sostenere tutte le iniziative finalizzate alla disseminazione e all'industrializzazione delle soluzioni innovative per l'uso sostenibile delle risorse naturali e per la riduzione delle emissioni.

È indispensabile, quindi, varare un nuovo Piano energetico nazionale che riordini tutta la legislazione del settore e spinga sulle rinnovabili per ridurre sensibilmente il consumo di combustibili fossili. Un Piano ispirato ai principi del risparmio energetico, all'incentivazione dei biocarburanti e alla diffusione delle fonti rinnovabili, senza trascurare l'eolico e le centrali a biomasse di piccola taglia e la ricerca sull'idrogeno. Ai risultati positivi sull'ambiente si aggiungerebbe l'effetto in termini di maggiore sicurezza degli approvvigionamenti energetici del sistema italiano, purtroppo fortemente condizionati dalle importazioni di fonti fossili.

Bisogna inoltre avviare iniziative di sostegno all'innovazione tecnologica. Valuteremo attentamente, evitando di ripetere gli errori del passato, quando tecnologie promettenti si sono poi rivelate per motivi diversi, alcuni magari imprevedibili, vere e proprie bufale. Il Ministero dell'Ambiente è attento alla ricerca, soprattutto nel campo delle fonti rinnovabili e dell'efficienza energetica. Il solare termodinamico, ad esempio, è incentivato grazie a un decreto dell'aprile scorso del Ministero dello Sviluppo Economico e del mio dicastero. Un primo passo importante, che per-



metterà di sviluppare anche in Italia la filiera del solare termodinamico a concentrazione, sia dal punto di vista industriale sia dal punto di vista impiantistico. Il decreto è il prodotto della Task-force istituita presso il mio Ministero con il compito di incentivare la diffusione della tecnologia del solare termodinamico a concentrazione e potenziare nel paese la presenza strategica di questa risorsa.

Inoltre, sono stati sottoscritti protocolli d'intesa con alcune regioni italiane per la realizzazione di impianti pilota a concentrazione di nuova generazione con uno stanziamento di trentacinque milioni di euro. Il Ministero, poi, si impegnerà a salvaguardare il "Progetto Archimede", frutto della collaborazione tra l'ENEL e proprio l'ENEA, che prevede l'installazione a Priolo, in provincia di Siracusa, di un impianto solare termodinamico integrato con un ciclo combinato a gas.

Ritengo importante anche attuare strategie di risparmio energetico. Il 40% dell'energia consumata annualmente in Italia è destinato ai cosiddetti "usi civili" (circa la metà per il riscaldamento delle abitazioni e degli uffici e l'altra metà per l'elettricità e gli altri impieghi domestici). Il 30% di questa energia può essere risparmiato senza sacrificare né il confort né il portafoglio. Dalla riqualificazione dell'edilizia può derivare una riduzione non solo delle emissioni di CO₂, ma anche degli ossidi di azoto, i precursori delle temutissime polveri sottili. Per questi motivi il risparmio energetico nel comparto civile è considerato dal Governo un'area prioritaria di intervento. Sono di imminente emanazione le linee guida per la certificazione energetica degli edifici e sarà fornita ai cittadini un'adeguata informazione, anche per spingere ad attuare interventi in questo settore. Verrà così stimolata l'innovazione tecnologica, in modo da consentire all'Italia di reggere la competitività internazionale. Attualmente i privati e le imprese possono usufruire di una detrazione fiscale pari al 55% della spesa sostenuta per interventi che consentono di ridurre le dispersioni termiche, per l'installazione di pan-

nelli solari e per la sostituzione di vecchie caldaie con nuove ad alta efficienza.

Il mio obiettivo è garantire continuità a queste misure, rafforzando nel contempo gli aspetti legati all'informazione e alla formazione per far crescere tra i cittadini una sempre maggiore coscienza sui vantaggi dell'uso delle rinnovabili e del risparmio energetico.

Anche la scuola dovrà fare la sua parte e, in questo senso, è stato avviato insieme all'ENEA un programma, "Educarsi al futuro", da sviluppare di concerto con il Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca per le attività didattiche e l'aggiornamento professionale dei docenti.

Ma la scuola è pure il luogo dove è possibile realizzare impianti da energia rinnovabile e al tempo stesso dove gli studenti possono apprendere metodologie e comportamenti utili al risparmio energetico. Rafforzeremo quindi i programmi come "Il sole a scuola" per giungere all'installazione di impianti in oltre mille scuole entro l'anno, che permetterà di far svolgere ai ragazzi un'attività didattica all'insegna dell'uso consapevole dell'energia.

Insomma, il compito che ci attende è variegato e complesso, ma la volontà è quella di lavorare per il benessere generale.

Un corretto comportamento ambientale non è soltanto utile alla qualità della vita. Produce sviluppo e ricchezza. In una sola parola: futuro.

Stefania Prestigiaco, siracusana, ha 41 anni, è sposata e madre di un figlio di 6 anni. È laureata in Scienze della Pubblica Amministrazione.

Figlia di un imprenditore, ha cominciato a lavorare da giovanissima nell'azienda di famiglia.

A 23 anni è stata eletta presidente del Gruppo Giovani Imprenditori di Siracusa.

Dal 1994 è deputato, eletta nelle liste di Forza Italia nella circoscrizione della Sicilia Orientale.

Dal 2001 al 2006 è stata Ministro per le pari opportunità nei governi Berlusconi II e III e nella precedente legislatura è stata componente della Commissione Lavoro Pubblico e Privato della Camera.

Mutamenti climatici: la salute come indice di sostenibilità

Michele Faberi

World Health Organization
Regional Adviser for Sustainable Development,
European Centre for Environment and Health



L'innalzamento delle temperature medie del pianeta ha effetti sulla salute delle popolazioni e sulla economia dei paesi. Infatti, nella sua valutazione globale, questo evento tocca aspetti cruciali per lo sviluppo dei popoli, quali l'equità, l'accesso alle risorse, la sicurezza

Il fenomeno del mutamento climatico, al quale stiamo assistendo, consiste, in sintesi, in un progressivo innalzamento delle temperature medie del pianeta, accompagnato da un aumento del livello del mare e dalla riduzione della copertura nevosa nell'emisfero nord.

Nel 2000 l'OMS ha calcolato 150.000 morti dovute al fenomeno del mutamento climatico e stima che nel 2030 si potrà assistere ad almeno un raddoppio della cifra indicata (WHO 2002). Le morti sono concentrate per la gran parte nel sud del pianeta, nei paesi per i quali eventi climatici estremi, quali le inondazioni e la siccità, producono carestie ed epidemie (figura 1). I decessi sono dovuti per la maggior parte quindi a traumi, ad esempio annegamento, a mancanza di cibo e di acqua, alla malaria e alla dissenteria (McMichael, 2006). Questo dato sanitario, messo in evidenza dall'OMS, ci conduce in realtà a considerazioni più ampie sulla rilevante disparità di crescita economica e di consumi tra aree geografiche.

Climate change: Health as a sustainability index

Global warming is affecting human health and the economy around the world. It influences aspects that are crucial for development, such as equity, access to resources and security



Disuguaglianze importanti hanno caratterizzato lo sviluppo del pianeta, specialmente negli ultimi anni, producendo un paradosso: gli effetti peggiori del grande consumo di energia nel nord del pianeta sono subiti da coloro che accedono con difficoltà a tale risorsa. Ne risulta che lo stesso concetto di sostenibilità, al quale si ricorre quando si prendono in esame i fenomeni di riscaldamento globale, non può fare a meno di confrontarsi con altri fattori non sempre evidenti alla comunità dei decisori e al grande pubblico. Mi riferisco al tema della "equità" nell'accesso alle risorse, ma anche alla convinzione, fino ad oggi quasi data per scontata, che lo sviluppo coincida con la crescita economica. La domanda che la comunità internazionale si dovrà porre nell'affrontare il tema del riscaldamento globale è se i limiti fisici della crescita economica siano anche i limiti dello svi-

luppo. In realtà Dennis Meadows nel famoso rapporto del Club di Roma, parlava di "The limits of growth" e non dei limiti dello sviluppo, come oggi il testo viene ricordato. In assenza di tale riflessione sulla necessità di accordare crescita economica e sviluppo, il concetto di sostenibilità non trova terreno e quello di "sviluppo sostenibile" rischia di essere un poderoso ossimoro. Vale la pena accennare a questo concetto secondo due interpretazioni.

La definizione di sviluppo sostenibile prodotta dalla commissione Brundtland per la conferenza di Rio sull'"agenda" del XXI secolo, in effetti, inferiva il concetto di interdipendenza tra necessità e uso delle risorse, ma lo faceva spostando il bisogno nel tempo futuro, come se nel presente vi fossero minori problemi di uso delle risorse. Lo sviluppo sostenibile veniva indicato come: "lo sviluppo che af-

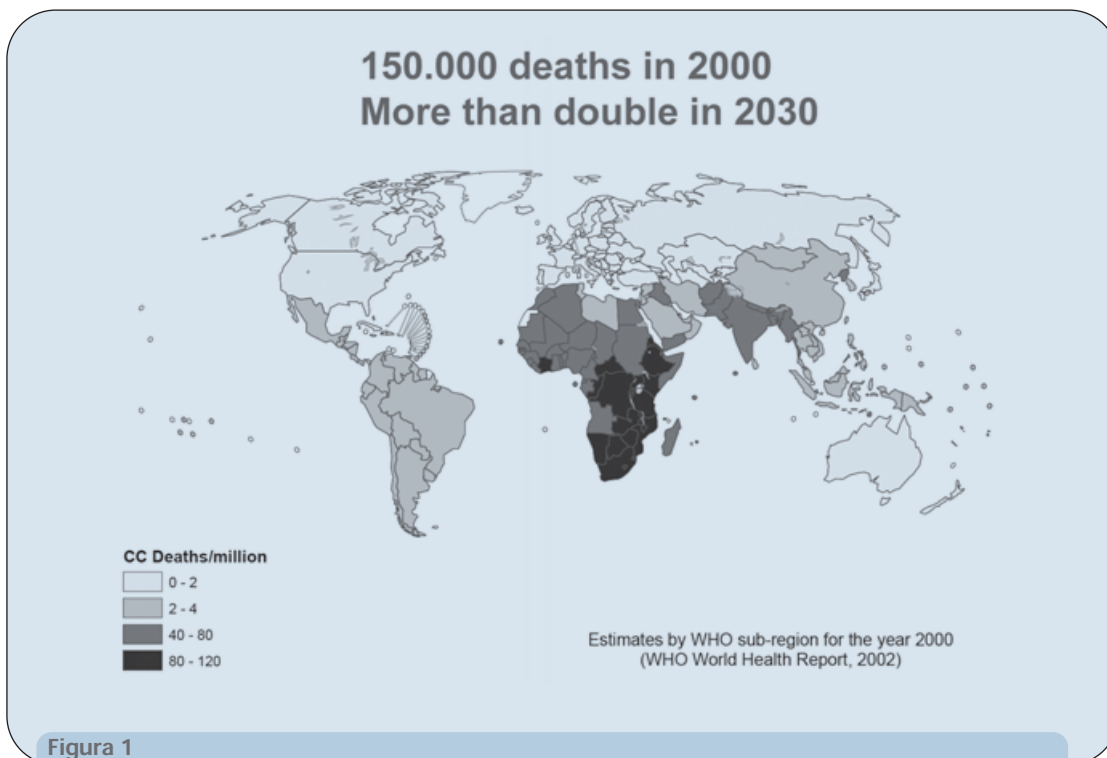


Figura 1

WHO comparative risk assessment estimated that by 2000, climate change that had occurred since the 1970s was causing over 150,000 additional deaths per year (WHO, 2002)

fronta i bisogni del tempo presente senza compromettere la possibilità delle future generazioni di poter fare fronte ai loro bisogni" (Gro H. Brundtland, Rio Conference 1992)

Il Wuppertal Institute ha proposto una modifica al concetto offrendo una definizione più operativa in quanto lega la sostenibilità alla equità: "Lo sviluppo che affronta i bisogni del tempo presente senza compromettere la possibilità per tutte le popolazioni del pianeta di fare fronte ai propri bisogni" (Wolfgang Sachs - Wuppertal Institute). Viene qui stabilito che ciò che non è possibile oggi non lo sarà neanche domani.

La necessità di collegare il concetto di sviluppo ai limiti della crescita è ben raffigurata dal grafico dell'UNDP (United Nation Development Programme, figura 2) che mette in relazione l'indice di sviluppo umano con il consumo di energia pro capite (Reddy,

2002). L'indice di sviluppo umano è composto combinando diversi indicatori, quali la speranza di vita, l'alfabetizzazione, l'accesso all'istruzione superiore, assieme al PIL. Dal grafico si notano due fattori non scontati. In primo luogo, la ripidità iniziale della curva che mostra come importanti guadagni in termini di sviluppo si possono avere con incrementi relativamente modesti di disponibilità di energia pro capite. In secondo luogo, il grafico mostra che l'indice di sviluppo è subito asintotico con l'aumentare del consumo di energia. In altre parole, l'accesso alle risorse è un requisito fondamentale per uscire dal circolo vizioso della povertà assoluta, ma la crescita nei consumi non incrementa gli indicatori di base dello sviluppo di una società. (Nda: Il limite inferiore di una TEP pro capite e quello superiore di 8, che approssima i livelli odierni di paesi come gli Stati Uniti,

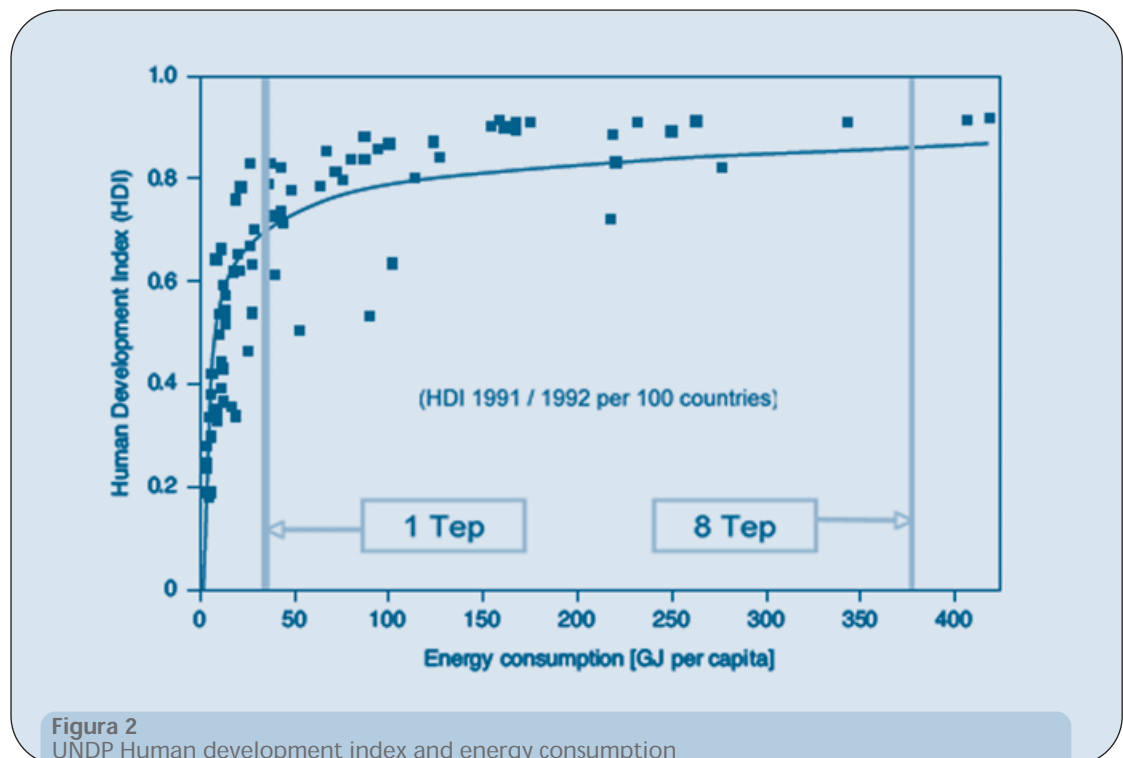


Figura 2
UNDP Human development index and energy consumption
Source: Reddy A K N, 2002 Energy technologies and policies for rural development



sono stati riportati sul grafico dall'autore)

Se poi si mettono in relazione semplici indicatori di stato di salute, quali la speranza di vita o la mortalità infantile a 5 anni di vita con il consumo di energia, le curve divengono ancora più estreme (Wilkinson, 2007). Ad esempio nel grafico seguente (figura 3), si nota che la speranza di vita tende anche a decrescere all'aumentare dei consumi. Il fenomeno è da approfondire, ma potrebbe essere legato all'esistenza di disuguaglianze nella distribuzione della ricchezza interne ai paesi che potrebbero infatti acuirsi all'aumentare dei consumi pro capite.

I bassi valori degli indicatori di stato di salute che si riscontrano per i livelli inferiori a una tonnellata di petrolio equivalente pro capite/anno sono dovuti, come è facile immaginarsi, a molti fattori frenanti. Tra questi ve ne

sono alcuni sui quali è importante porre attenzione. Ad esempio, il tempo giornaliero mediamente occupato per reperire l'energia (biomassa) necessaria ai bisogni domestici è una variabile importante per lo sviluppo delle popolazioni povere. Si tratta di circa 2,4 miliardi di persone che hanno accesso solo alla biomassa da ardere come forma di energia. La corvè è affidata alle donne e alle ragazze che sottraggono il tempo alla istruzione e alle altre attività produttive. Uno studio comparativo in Pakistan mostra che le donne delle famiglie povere spendono circa 100 ore l'anno in più per reperire l'energia rispetto alle famiglie più ricche. Inoltre, in uno stesso paese, la spesa per il solo fabbisogno energetico presso le famiglie povere può arrivare ad essere 4/5 volte maggiore, come porzione del reddito familiare, di quanto accade per i gruppi più agiati (UNDP, 1997).

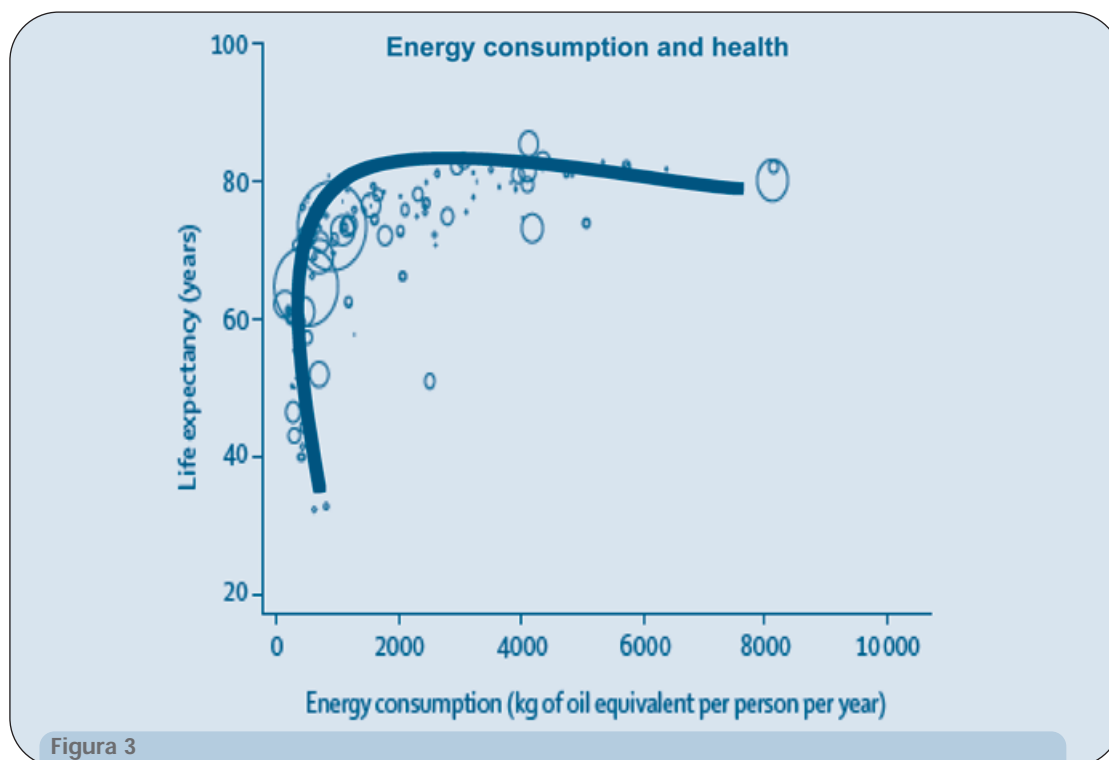


Figura 3
Energy consumption and health
Source: Wilkinson et al, Lancet, 2007

Il tema non è secondario perché la disponibilità di energia dà modo di disporre di tempo e di risorse da dedicare all'istruzione. L'istruzione primaria è in relazione diretta con lo stato di salute generale della popolazione. Il grafico riportato nella figura 4 mostra come importanti indicatori dello stato di salute migliorino nettamente al variare anche di poco del tasso di alfabetizzazione delle donne. Un tasso di alfabetizzazione femminile del 40% abbatte la mortalità infantile da 120 morti su 1000 nati vivi a 40 (WHO, 2005).

Il fenomeno della relazione tra istruzione e salute è comunque visibile non soltanto nei Paesi in via di sviluppo, ma in tutti i Paesi ad economia avanzata, specialmente in relazione ai fattori di rischio per la salute tipici dei paesi ricchi. L'abitudine al fumo, l'abuso di alcol e di cibi ad alto contenuto di grassi animali e, persino,

l'eccessiva sedentarietà sono in relazione diretta con il basso tasso di istruzione. Più in generale, il tema della distribuzione della ricchezza o dell'accesso alle risorse, non è unicamente visibile in termini assoluti, nel senso di confronti tra paesi ricchi e poveri. Gli indicatori di stato di salute sono infatti decisamente correlati con la povertà relativa - dunque con l'accesso alle risorse - all'interno di uno stesso paese. Vi è sul tema moltissima letteratura che non è possibile riportare in questa sede. Tuttavia, per tornare al tema dei mutamenti climatici e della disponibilità di energia, vale riportare tra tanti lo studio di Avendaño et al (Avendaño, 2004) che compara il rischio di infarto in 10 popolazioni europee (tra cui la città di Torino) divise in due gruppi. I gruppi con bassa istruzione hanno un rischio relativo di mortalità per infarto fino ad una volta e mezza superiore a quelli di istru-

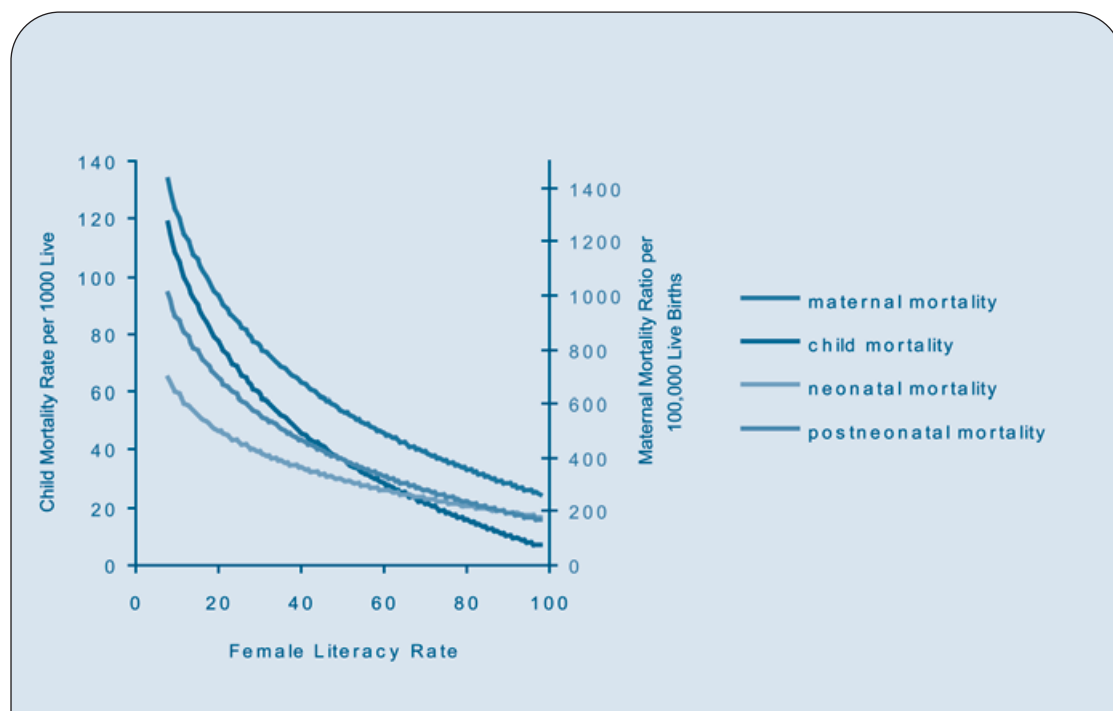


Figura 4

Lo stato di salute è positivamente correlato con il livello socio economico
Source: World Health Report, 2005, background paper by Van Lerberghe et al



zione media (scuola superiore) e alta (università) considerati assieme, senza peraltro mostrare differenze sensibili tra uomini e donne.

La mortalità per infarto è correlata a diversi fattori di rischio, tra cui l'abitudine al fumo, il sovrappeso e l'alimentazione povera di fibre, oltre a cause genetiche e alle possibilità di diagnosi e di cura. Quando si verificano ondate di calore, nelle città aumenta la mortalità generale che è in gran parte costituita da questa causa. Una metanalisi su studi condotti in 15 città europee (Baccini, Biggeri et al 2008) dà conto di un aumento del 3,1% di mortalità per tutte le cause per un incremento di 1 grado di temperatura media nelle città d'area mediterranea e di un + 1,84% in quelle del nord del continente. I soggetti più a rischio sono gli anziani, le persone sole, coloro che sono sotto terapia farmacologica e quanti vivono in case più

esposte al calore quali i sottotetti. Per fornire una stima del fenomeno ai fini del peso che potrebbe gravare sui sistemi sanitari e sulle economie dei paesi UE, si può citare il progetto PESETA (Projection of Economic impacts of climate change in Sectors of the European Union based on bottom-up Analysis). Lo studio stima un eccesso di 86.000 morti per anno nei paesi EU per un aumento della media globale delle temperature di 3°C nel 2071 - 2100. Un aumento della porzione di anziani nella popolazione europea darà un impatto sensibilmente maggiore (PESETA, 2008).

Le ondate di calore, possono dunque colpire con maggiore rischio le fasce di popolazione più svantaggiate. Inoltre queste sono associate con altri fattori di rischio come l'inquinamento atmosferico, gli incendi, la mancanza di acqua, di elettricità e di cibo. Vi è da notare che l'evento combinato delle

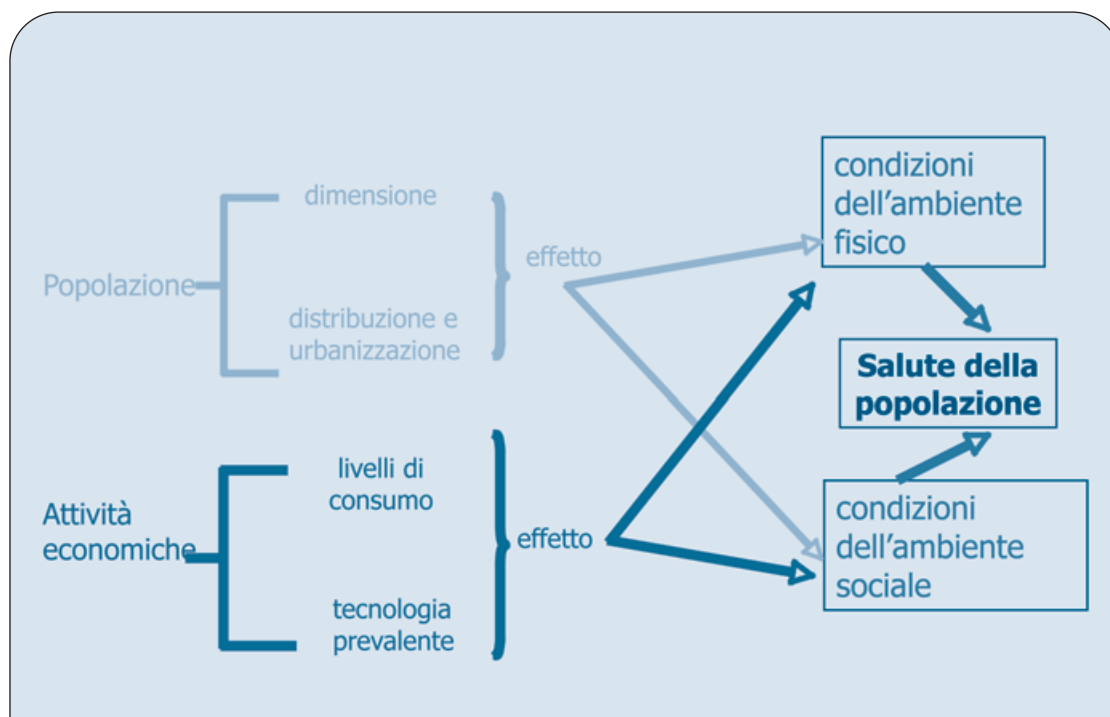


Figura 5
Salute: un indice complesso di sostenibilità
Fonte: Lancet 2002; 359: 1145 McMichael

ondate di calore e dei picchi di inquinamento per polveri sottili (PM10) e ozono aumenta la mortalità. Il progetto EuroHEAT (nove città europee) ha messo in evidenza che la mortalità può aumentare dall'11% al 16% se si hanno livelli elevati di ozono e del 13% in presenza di alte concentrazioni di PM10 (EuroHEAT, 2008).

La riduzione dell'emissione di gas serra è di sicuro una necessità che ha le sue ragioni ben oltre il suo impatto diretto sulla salute umana. Lo stato di salute ci può tuttavia dare indicazioni se la via intrapresa per la crescita complessiva della società sia anche sostenibile. L'epidemiologo McMichael per primo ha indicato lo stato di salute come un indice in grado di misurare la sostenibilità dello sviluppo. Lo schema da lui suggerito (figura 5) mostra come lo stato di salute dipenda da variabili che sono in primo luogo peculiari dello sviluppo delle società umane: è un indice che misura molto perché dipende dalla pressione antropica, dalla struttura della società, dal livello di consumo, dalle modificazioni ambientali e dal progresso tecnologico, ma anche dalla equità nell'accesso alle risorse (Mc Michael, 2002). Questo ci riporta al tema della necessità di interpretazione e di guida politica dei mutamenti globali.

Azioni per mitigare il riscaldamento del pianeta e adattare le società al mutamento climatico sono necessarie per ridurre la vulnerabilità dei gruppi umani e delle economie al fenomeno. Un piccolo esempio di politica "win win" - ovvero che agisca su di un settore conseguendo però vantaggi in più fronti - potrebbe essere fornito dai trasporti. Questo settore in Europa è il secondo per emissione di gas serra (28%) e per consumo di energia fossile (30%). I paesi europei sono anche

gravati da un peso sanitario importante dovuto in gran parte a malattie croniche degenerative come le cardiocircolatorie, il diabete e i tumori. Agendo al livello locale, sono possibili politiche e azioni che riducano, sia l'emissione di gas serra, sia fattori di rischio importanti, quali il sovrappeso e la sedentarietà e, dunque, consentano di diminuire l'incidenza di malattie croniche. Ci si riferisce alla promozione del trasporto pubblico e alla trasformazione progressiva delle città per favorire la mobilità ciclabile e pedonale, ad esempio investendo su mezzi pubblici adibiti al trasporto di bici, attuando percorsi dedicati nei centri e nelle periferie, istituendo parcheggi di scambio, scoraggiando il ricorso all'automobile privata con zone a pedaggio o divieto di parcheggio nei centri urbani e altro ancora. Forse vale la pena ricordare in questa sede che in città, nell'Unione Europea, il 50% degli spostamenti con macchina privata coprono distanze inferiori a 5 km. Questi spostamenti sono pienamente alla portata di biciclette o dei pedoni. Non abbiamo fatto cenno al problema dell'inquinamento urbano causato dal traffico privato e ai suoi effetti sulla salute perché è argomento ormai ben acquisito dalle amministrazioni. La riduzione dell'inquinamento urbano è poi un obiettivo dell'EU (20 µgr PM10 nel 2020).

Conclusioni

Vi è convergenza nella comunità scientifica internazionale circa la constatazione che il clima stia cambiando e che, se l'andamento del riscaldamento globale continuasse, si potrebbero avere importanti carenze di cibo e di acqua, di abitazioni e spazi di vita, nonché estinzione di specie vegeta-



li e animali (IPCC, 2007). Tutto ciò rende evidente quanto siano vulnerabili le economie delle società umane sul pianeta e quanto il loro sviluppo sia legato ad una riflessione sulla reale necessità di crescita economica e sulla distribuzione delle risorse. È opportuno attuare politiche di mitigazione dei fenomeni che hanno anche l'effetto

di preparare le società ad un concetto di sviluppo meno invasivo e più collettivo. In questo, lo stato di salute delle popolazioni gioca un ruolo centrale sul doppio binario degli obiettivi da raggiungere e della misura della sostenibilità: investendo in obiettivi di salute, si ottengono guadagni in termini di sviluppo.

Bibliografia

- Avendaño M et al., 2004 et al, *Educational Level and Stroke Mortality: A Comparison of 10 European Populations During the 1990s*.
- Baccini M, Biggeri A et al 2008, *Heat Effects on Mortality in 15 European Cities* - Epidemiology • Volume 19, Number 5, September 2008.
- EuroHEAT 2008, WHO Regional Office for Europe: *Improving Public Health Responses To Extreme Weather Events - EuroHEAT Meeting Report*. Bonn, Germany, 22-23 March, 2007. Available under: <http://www.euro.who.int/Document/E91350.pdf>
- IPCC 2007, *Climate change 2007. Synthesis report*. Geneva, <http://www.ipcc.ch/ipccreports/ar4-syr.htm>, accessed 14 March 2008.
- Mc Michael A J 2002, *Population, environment, disease, and survival: past patterns, uncertain futures* - Lancet Vol 359 • March 30, 2002.
- Mc Michael A J 2006, Woodruff Rosalie E, Hales S, *Climate change and human health: present and future risks* - Lancet 2006; 367: 859-69.
- PESETA 2008, *Brussels, European Communities, 2008* <http://peseta.jrc.es>, accessed 26 February 2008.
- Reddy A K 2002, *Energy for sustainable development* - UNDP New York, 2002
- UNDP, 1997 *Energy after Rio. Prospects and challenges*, New York 1997
- WHO 2002, *World Health Report 2002*
- WHO 2005, *World Health Report 2005*, Background paper by Van Lerberghe et al
- Wilkinson P 2007, Smith K R, Joff M, Haines A, *A global perspective on energy: health effects and injustices* - Lancet 2007; 370: 965-78

Hama Arba Diallo, nato nell'Alto Volta (l'attuale Burkina Faso), è stato Direttore dell'Ufficio ONU sudano-saheliano dal 1979 al 1983. Successivamente è stato Ministro degli Esteri dell'Alto Volta nel 1983-84. Dal 1988 al 1989 è stato Ambasciatore in Cina, India e Giappone. Dal 1990 al 1992 ha avuto l'incarico di Rappresentante Speciale del Segretariato Generale della Conferenza su Ambiente e Sviluppo e dal 1996 al giugno 2008 quello di Segretario Esecutivo della Convenzione ONU contro la Desertificazione. Attualmente è Deputato al Parlamento del Burkina Faso.



Il secolo passato è stato testimone di cambiamenti importanti: sociali, politici, scientifici, tecnologici che hanno generato una crescente disuguaglianza fra i Paesi in via di sviluppo e i Paesi sviluppati, accentuando le dinamiche di dipendenza, di povertà, di fame e di vulnerabilità.

In un mondo in profonda trasformazione, gli esperti concordano nel dire che i conflitti saranno sempre meno ideologici, per essere sempre più orientati verso l'accesso alle risorse naturali. Le divisioni create dalla guerra fredda hanno lasciato posto ad una concorrenza sfrenata per risorse considerate preziose, come il suolo e l'acqua.

Con il prosciugamento progressivo dei fiumi, essenziali per l'agricoltura, ci troviamo oggi di fronte ad una crisi idrica senza precedenti, che costituisce una seria minaccia per la produzione alimentare. In Africa, ad esempio, il lago Ciad, in passato punto di riferimento per gli astronauti in orbita terrestre, oggi non è quasi più visibile. Le sue dimensioni sono infatti diminuite del 95%, a partire dal 1990. Nonostante tutto ciò, si ritiene che i fabbisogni alimentari del pianeta aumenteranno del 55% entro il 2030,

Intervista a Hama Arba Diallo

A cura di Massimo Iannetta

ENEA - Dipartimento Biotecnologie, Agroindustria e Protezione della Salute

con una pari crescita del fabbisogno di irrigazione, che già assorbe ben il 70% delle risorse di acqua potabile. Ogni anno la deforestazione costa al pianeta 17 milioni di ettari di foreste tropicali, senza contare le foreste di altri ecosistemi.

In Africa orientale e nel Sahel gli effetti combinati della desertificazione, della siccità, della povertà, delle pressioni demografiche e dell'instabilità politica spingono la resistenza degli ecosistemi al loro limite vitale, causando crisi alimentari e spostamenti massicci di popolazione.

In qualità di Segretario Esecutivo uscente della Convenzione ONU sulla lotta alla siccità e alla desertificazione (UNCCD), ci può fare delle valutazioni sulla attuale crisi alimentare?

A causa degli effetti devastanti della desertificazione, in termini di sicurezza alimentare, di salute pubblica e di economia regionale, le risorse idriche e i suoli fertili acquisiscono lo status di *beni geostrategici*. Le risorse alimentari prodotte dal pianeta non sono sufficienti ai bisogni di una popolazione che cresce in numero e ricchezza. I prezzi dei prodotti agricoli aumentano per diverse ragioni.

1. Le economie emergenti stanno mutando gli stili di vita e le abitudini alimentari occidentali; sostituire il riso con una bistecca che contiene 100 calorie, significa produrre una quantità di mangimi animali a base di cereali pari a 700 calorie.
2. L'aumento del prezzo del petrolio, che ha superato abbondantemente la soglia dei 100 dollari al barile, incide pesantemente sulla produzione dei fertilizzanti, sull'uso dei mezzi agricoli e sul trasporto dei prodotti.
3. Il cambiamento climatico in atto ha determinato il susseguirsi di calamità naturali nelle aree di produzione, in primis la grande siccità di questi ultimi anni in Australia.
4. La conversione incentivata delle colture in biocombustibili per favorire l'indipendenza energetica e contribuire a ridurre il riscaldamento globale, ha generato competizione per l'uso delle terre e ha favorito la deforestazione in molte aree, aumentando così le emissioni di CO₂.
5. La riduzione drastica delle scorte precauzionali di cereali ha reso l'equilibrio alimentare mondiale quanto mai vulnerabile, con la compiacenza benevola dei pochi attori del mercato delle *commodities*.

Per ora la crisi alimentare è stata affrontata con misure di emergenza, mentre occorrono interventi di lungo periodo in termini di investimenti, scelte tecnologiche adeguate e nuove politiche economiche.

Come vede collegati questi aspetti con il problema drammatico della desertificazione?

Il Rapporto sulla valutazione degli ecosistemi del Millennio "Ecosistemi e benessere umano", pubblicato nel 2005, ha sottolineato che la desertificazione costituisce un grave ostacolo alla realizzazione delle necessità umane elementari in zone aride e per questo l'ha qualificata come una minaccia grave per gli ecosistemi e per le popolazioni più povere.

Più di tre quarti delle popolazioni più povere del pianeta vivono in zone rurali e la grande maggioranza di queste dipendono dall'agricoltura per la sopravvivenza. Costrette a trarre il massimo dalle loro terre per alimentarsi e per avere un reddito, esse diventano allo stesso tempo causa e vittime della desertificazione. La desertificazione è allo stesso tempo la causa e la conseguenza della povertà.

Anche se la desertificazione danneggia soprattutto il continente africano, due terzi del quale sono deserti o terre secche e la cui popolazione dipende nella maggioranza dalle risorse naturali per sopravvivere, il problema non si circoscrive alle terre secche di questo Continente.

Più del 30% delle terre degli Stati Uniti sono danneggiate dal degrado delle terra, una quarta parte dell'America Latina e dei Caraibi è desertica. In Spagna il 31% delle terre corre il pericolo di desertificarsi. Circa il 70% dei 5.200 milioni di ettari di terre secche che si usano in agricoltura, come il 30% della superficie terrestre totale, sono già degradate e minacciate dalla desertificazione. In Cina, dagli anni 50, le tempeste di sabbia e la crescita dei deserti hanno rubato 700.000 ettari di terre coltivate, 235 milioni di ettari di pascoli, 64 milioni di ettari di boschi e altro.

Questo significa meno terra per produrre, immigrazione, inurbamento, tensioni sociali ed economiche. Si prevede inoltre che, entro il 2020, 60 milioni di persone lasceranno le zone aride dell'Africa subsahariana per andare verso il nord dell'Africa, e poi verso l'Europa. Un numero sempre maggiore di emigranti lascia il proprio paese in Africa per fare un viaggio pericoloso verso l'Europa, durante il quale molti perdono anche la vita. Nel 2007, 17 mila persone sono arrivate alle isole Canarie dall'Africa, un numero triplo rispetto a quello registrato nell'intero 2006.

A proposito dell'Africa, quali sono le principali minacce per gli africani che vivono in aree rurali?

Le persone che vivono nelle aree rurali sono agricoltori, in Burkina Faso o in Mauritania o nel Mali; è gente che coltiva la terra o alleva bestiame, oppure entrambe le cose. Per poter fare questo tipo di attività gli agricoltori in Africa devono contare essenzialmente sull'agricoltura alimentata dalla pioggia, e quindi rappresentano la categoria più colpita dal fenomeno cui stiamo assistendo, conseguenza del cambiamento climatico, per il quale il ciclo delle stagioni della pioggia si sta modificando, la quantità di pioggia è divenuta inaffidabile e anche l'estensione geografica e temporale della stagione della pioggia è inaffidabile a causa dei cambiamenti climatici.

Quali sono gli effetti sociali ed economici più significativi della carenza d'acqua?

Lo scarso accesso all'acqua obbliga le persone ad impiegare molte risorse nella ricerca idrica, che sia acqua di superficie o fossile. L'acqua fossile è molto costosa perché si trova a centinaia di metri nel sottosuolo; l'acqua superficiale è più facilmente reperibile quando piove, ma molto difficile da raccogliere e anche la qualità lascia molto a desiderare. Per noi, l'accesso all'acqua potabile sicura non è solo un modo per aiutare la gente a sopravvivere, ma è anche un presupposto per la salute degli individui, perché chi ha accesso all'acqua potabile sicura è più sano e può evitare alcune delle malattie legate all'acqua.

Cosa fare?

Le strategie di lotta alla povertà dovrebbero essere strettamente legate alle politiche di gestione sostenibile delle risorse naturali; occorre, quindi, coinvolgere le popolazioni locali, a tutti i livelli, nella gestione degli ecosistemi. In questo l'UNCCD è stato un punto di riferimento, poiché ha iscritto l'approccio partecipativo nel proprio testo ed ha insistito particolarmente sul ruolo delle donne. Tuttavia, senza una reale volontà politica, tutti i nostri sforzi resteranno lettera morta. I governi devono promuovere il decentramento, il miglioramento dei codici fondiari e l'accesso al credito per i piccoli agricoltori. Per interrompere metodologie che si sono rivelate incapaci di produrre reali cambiamenti, queste misure devono essere interamente integrate nelle politiche nazionali. Occorre quindi un grande sforzo per riprendere a ragionare in termini di sviluppo rurale e di governance sul territorio, favorendo gli strumenti del microcredito a livello locale e del business sociale. L'esperienza del premio Nobel Muhammad Yunus è emblematica e va riprodotta in tutti i contesti possibili per affrancare questi popoli dalla fame. Questo è quello che possiamo fare noi, come Paesi in via di sviluppo; quello che invece dovrebbero fare i Paesi sviluppati è soprattutto l'eliminazione del sistema protezionistico e di incentivi che governa la loro politica agricola e che schiaccia l'economia dei più poveri.

Come si legano i problemi della sicurezza alimentare con l'approvvigionamento energetico nei Paesi in via di sviluppo?

Si tratta sicuramente di un rapporto biunivoco, che presuppone un salto culturale importante per i Paesi in via di sviluppo, dove il modo più semplice per procurarsi l'energia è



rappresentato dal taglio della poca biomassa presente sul territorio. Quando l'asportazione di questo materiale supera in termini quantitativi la capacità di rigenerazione, cosa che si verifica molto facilmente negli ambienti aridi, si attivano processi di desertificazione.

Quali suggerimenti si sente di dare a questo riguardo?

Occorre introdurre sistemi semplici di utilizzo dell'energia solare sia per cucinare che per il riscaldamento, così come sistemi per l'uso energetico più efficiente delle biomasse vegetali; ci sono diverse esperienze in corso che vanno maggiormente incentivate attraverso un processo formativo a livello locale.

È inoltre indifferibile la determinazione di una strategia per le bioenergie di fonte agricola, affinché siano realmente un'occasione di sviluppo per i Paesi economicamente arretrati, ma senza incidere sulle produzioni agroalimentari tuttora insufficienti per eliminare la fame e la povertà.

Le bioenergie attualmente producibili, e cosiddette di prima generazione, possono assicurare rilevanti riduzioni di emissione di GHG, anche se in misura diversa a seconda dell'impiego.

Di particolare interesse per la realtà sub-Sahariana potrebbe essere l'introduzione, previa sperimentazione, di nuove specie oleifere come ad esempio l'*euforbiacea Jatropha curcas* (un arbusto dei tropici sub-umidi ma anche idoneo a climi aridi e semiaridi ed a suoli scarsamente fertili e salini, perciò adatto a combattere la desertificazione, produce semi al 30,4% di olio combustibile).

Mentre è scontato l'interesse economico delle diverse categorie operanti lungo la filiera delle agroenergie, almeno due questioni di interesse globale vanno regolate. Nel primo caso, nell'accertare le superfici che, a livello di regione, possono essere destinate alle produzioni di biomasse in condizioni di sostenibilità; si deve tener conto della assoluta necessità di mantenere superfici agricole sufficienti per garantire, insieme ad altri servizi, la sicurezza alimentare della crescente popolazione mondiale. Il secondo caso riguarda la necessità di arrestare l'attuale ritmo, allarmante ma poco percepito dall'opinione generale, di distruzione di foreste tropicali per sostituirle con colture bioenergetiche, non considerando quanto le foreste tropicali dell'America centro-meridionale, dell'Africa e dell'Asia contribuiscono al sequestro, nella biomassa degli alberi e nel suolo, di CO₂ dall'atmosfera. E la deforestazione è anche causa di perdite di biodiversità, di degrado, fragilità e rapido impoverimento dei suoli, con depressione delle rese sia in prodotti alimentari che in biomasse. Simili comportamenti sono anche espressione della scarsa consapevolezza della potenziale ricchezza di variabilità genetica ancora presente nelle regioni tropicali, e dei miglioramenti delle capacità degli ecosistemi forestali di catturare CO₂.

Per concludere, bisogna realisticamente riconoscere che l'apporto, anche parziale, di fonti bioenergetiche nel mix energetico, vede un concorrere di elementi positivi di politica internazionale, di fattori normativi, di principi ecologici, di sviluppo produttivo, industriale, commerciale, sociale, occupazionale, di sicurezza alimentare, di ricerca scientifica interdisciplinare, di programmi intersettoriali di collaborazione tra ricerca e applicazioni agroindustriali e industriali, ma anche di fattori negativi, quali la perplessità sui possibili costi economici e ambientali, che vanno gestiti in un'ottica che guardi ad un ambiente sostenibile per l'interesse delle generazioni future.

Possibili evoluzioni del sistema elettrico nazionale

Maurizio Cumo

Università di Roma "La Sapienza"



Energia nucleare e fonti rinnovabili, non in competizione ma integrandosi, possono contribuire a soddisfare nel medio termine la crescita del fabbisogno elettrico nazionale, in linea con gli obiettivi energetico-ambientali fissati dall'UE

Possible evolution of the Italian electricity system

Nuclear energy and renewable sources, not competing but complementary to each other, can help meet Italy's growing electricity demand in the medium term, in line with the EU's energy/environment goals

Introduzione

Vorrei esporre alcune considerazioni relative alle possibili evoluzioni del sistema elettrico nazionale, con particolare riferimento al ruolo del nucleare e delle fonti rinnovabili, alla luce dei vincoli esterni posti dal Protocollo di Kyoto e dal cosiddetto "pacchetto 20-20-20" dell'Unione Europea. Le condizioni al contorno che vincolano l'evoluzione del sistema elettrico nazionale sono in particolare le seguenti:

- soddisfacimento del fabbisogno elettrico;
- attuazione del Protocollo di Kyoto;
- attuazione del "pacchetto 20-20-20" dell'Unione Europea;
- contenimento del costo di produzione del kWh;
- limiti propri delle diverse fonti energetiche;
- vincoli strutturali della rete elettrica.

Dal momento che i vincoli imposti dal "pacchetto 20-20-20" fanno riferimento al 2005, le considerazioni che seguono sono state sviluppate a partire dai dati 2005.

Struttura del sistema elettrico

Rispetto alla situazione media europea e alla situazione dei principali paesi industriali, il quadro della produzione elettrica nazionale al 31.12.2005 (tabella 1 e figura 1) si caratterizzava per i seguenti aspetti:

- assenza di un contributo nucleare;
- dominanza della componente termoelettrica tradizionale (81,3% della pro-

- duzione nazionale, 70% dell'energia elettrica immessa nella rete italiana);
- presenza di una forte componente di importazione (13,9%);
- presenza di una significativa componente idroelettrica (11,9% della produzione nazionale, 10,3% dell'energia elettrica immessa nella rete italiana);
- presenza di una significativa componente geotermica (1,8% della produ-

Tabella 1 - Produzione di energia elettrica in Italia nel 2005

Fonte	"Produzione" lorda			Potenza efficiente lorda MW	Costi di produzione (valuta 2006)	
	GWh	%	%		€/kWh	M€
Idrica naturale	36.184,1	11,9%	10,3%	14.131,7	0,058	2.080,6
Idrica pompaggi volontari	6.742,8	2,2%	1,9%	7.211,1	0,058	387,7
Totale idrico	42.926,9	14,1%	12,2%	21.342,8	0,058	2.468,3
Gas	156.380,1	51,5%	44,3%	n.d.	0,065	10.164,7
Olio	35.846,3	11,8%	10,2%	n.d.	0,080	2.867,7
Carbone	54.691,9	18,0%	15,5%	n.d.	0,040	2.187,7
Termica tradizionale ⁽¹⁾	246.918,3	81,3%	70,0%	62.655,7	0,062	15.220,1
Biomasse e rifiuti	6.154,8	2,0%	1,7%	1.989,9	0,055	338,5
Geotermica	5.324,5	1,8%	1,5%	711,0	0,080	426,0
Totale termico	258.397,6	85,1%	73,2%	65.356,6	0,062	15.984,6
Eolica	2.343,4	0,8%	0,7%	1.638,9	0,103	240,2
Fotovoltaica	4,0	0,0%	0,0%	7,1	0,490	2,0
Totale eolico e fotovoltaico	2.347,4	0,8%	0,7%	1.646,0	0,103	242,2
Nucleare	0,0	0,0%	0,0%	0,0	0,000	0,0
TOTALE IMPIANTI	303.671,9	100,0%	86,1%	88.345,4	0,062	18.695,0
Saldo import-export ⁽²⁾	49.154,5		13,9%	7.150,0	0,039	1.917,0
TOTALE "PRODUZIONE"	352.826,4		100,0%	95.495,4	0,058	20.612,0
Totale "Produzione"	352.826,4					
Consumi ausiliari	-13.064,0					
Energia destinata ai pompaggi	-9.319,4					
Energia richiesta	330.443,0					
Perdite	20.626,2					
Consumi finali	309.816,8					

(1) Escluse le "Biomasse e rifiuti" ma incluse "Altre fonti di energia".

(2) Per l'analisi degli scenari, il saldo dell'import/export è stato considerato come un impianto con una potenza virtuale impegnata.

Fonte: GSE, 2006

zione nazionale, 1,5% dell'energia elettrica immessa nella rete italiana);
 - limitato contributo delle "nuove" fonti rinnovabili (biomasse e rifiuti, eolico, fotovoltaico), pari complessivamente al 2,8% della produzione e al 2,4% dell'energia elettrica immessa nella rete nazionale.

Evoluzione del fabbisogno elettrico

La produzione lorda nazionale di energia elettrica nel 2005 [1] è stata di 303,7 TWh. Ad essa si è aggiunto il saldo delle importazioni, pari a 49,2 TWh, per una disponibilità lorda complessiva di 352,8 TWh. Scontando 13,1 TWh assorbiti dai sistemi ausiliari di impianto e 9,3 TWh utilizzati per i pompaggi, l'energia elettrica immessa in rete nel 2005 è stata di 330,4 TWh. Scontando ancora le perdite sulla rete (20,6 TWh), l'energia elettrica effettivamente disponibile al consumo è stata di 309,8 TWh.

Le previsioni correnti [2] stimano il fabbisogno complessivo di produzione elettrica al 2016 in 446,4 TWh. Scontando un consumo dei sistemi ausiliari di impianto pari a 17,1 TWh, una quantità di energia destinata ai pompaggi pari a 9,3 TWh e perdite in rete per 24 TWh, il fabbisogno di energia elettrica effettivamente disponibile per i consumi finali è stato stimato in 396 TWh.

Attuazione del Protocollo di Kyoto

Il Protocollo di Kyoto (Decisione 2002/358/CE ratificato con Legge 1° giugno 2002 n. 120) obbliga l'Italia a ridurre le proprie emissioni di gas-serra del 6,5% entro il periodo 2008-2012 rispetto ai volumi di emissione del 1990. La quantità di emissioni assegnata all'Italia non potrà dunque eccedere nel periodo 2008-2012 il valore di 487,1 Mt CO₂eq (calcolato come media delle emissioni annuali del periodo).

Per effetto dell'incremento delle emissioni che si è registrato in Italia fra il 1990 e il 2005, l'obiettivo effettivo di riduzione al 31.12.2005 era pari al 16,6% rispetto alle emissioni del 2005.

Il mancato rispetto degli obiettivi di riduzione fissati comporta il pagamento di una sanzione di 40 euro/tCO₂eq per il periodo 2005-2008 e di 100 euro/tCO₂eq a partire dal 2009.

Valutazioni [3] condotte sulla base dei dati tendenziali forniti dal Ministero dell'Ambiente (tabella 2) quantificano in circa 55 miliardi di euro l'onere complessivo a carico dell'Italia nel periodo 2005-2012.

Il "Pacchetto 20-20-20" dell'UE

Il 23.1.2008 sono state presentate dalla Commissione Europea le proposte sulla

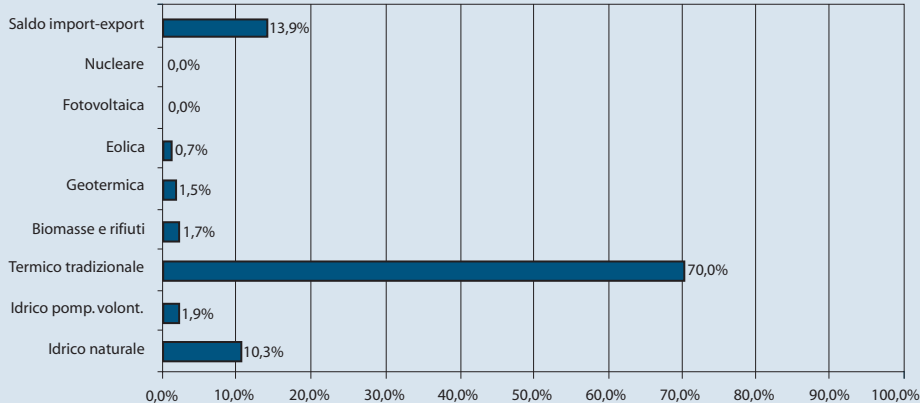


Figura 1
 Struttura della produzione elettrica in Italia nel 2005
 Fonte: GSE, 2006



riduzione delle interazioni fra il sistema economico e il clima che vanno sotto il nome di "pacchetto 20-20-20". Le misure proposte sono in particolare le seguenti:

- riduzione entro il 2020 del 20% dell'intensità energetica (rapporto tra consumo di energia e PIL) rispetto ai livelli del 2005;
- aumento del 20% della quota di fonti rinnovabili rispetto al totale delle fonti primarie utilizzate (con una quota del 10% di biocarburanti) entro il 2020 (rispetto all'8,5% registrato nel 2005), con tendenza al 30% entro il 2030;
- riduzione entro il 2020 delle emissioni di CO₂ del 20% rispetto ai livelli del 2005.

L'attuazione delle misure proposte comporta costi che la proposta dell'UE quantifica nello 0,45% del PIL complessivo dell'UE (27 paesi).

Gli obiettivi del "pacchetto 20-20-20" per l'Italia

Per il raggiungimento dei target sono stati attribuiti specifici obiettivi a ciascuno dei paesi membri. Per l'Italia sono stati stabiliti i seguenti obiettivi:

- un contributo delle fonti rinnovabili pari al 17% dei consumi finali nazionali di energia entro il 2020 (a fronte del 5,2% registrato nel 2005), con una componen-

Tabella 2 - Quadro di riferimento programmatico per le emissioni (Delibera CIPE n. 123/2002)

Fonti di emissione	Emissioni di gas-serra [Mt CO ₂ eq]		
	1990 ⁽¹⁾	2000 ⁽¹⁾	2010 ⁽²⁾
DA USI DI FONTI ENERGETICHE, di cui:	424,9	452,3	484,1
- Industrie energetiche	147,4	160,8	170,4
- termoelettrico	124,9	140,0	150,1
- raffinazione (consumi diretti)	18,0	17,4	19,2
altro	4,5	3,4	1,1
- Industria manifatturiera e costruzioni	85,5	77,9	80,2
- Trasporti	103,5	124,7	142,2
- Civile (incluso terziario e Pubblica Amministrazione)	70,2	72,1	74,1
- Agricoltura	9,0	9,0	9,6
- Altro (fughe, militari, aziende di distribuzione)	9,3	7,8	7,6
DA ALTRE FONTI	96,1	94,5	95,6
- Processi industriali (industria mineraria, chimica,)	35,9	33,9	30,4
- Agricoltura	43,4	42,6	41,0
- Rifiuti	13,7	14,2	7,5
- Altro (solventi, fluorurati)	3,1	3,8	16,7
TOTALE	521,0	546,8	579,7

(1) Emissioni per l'anno 1990 e per l'anno 2000 elaborate dal MATT sulla base dei dati trasmessi al Segretariato della Convenzione Quadro delle Nazioni Unite sui cambiamenti climatici (IPCC) e alla Commissione europea nell'ambito della Decisione 93/389/CE.

(2) Scenario tendenziale delle emissioni al 2010 elaborato dal MATT assumendo una crescita media del PIL pari al 2% all'anno e tenendo conto delle misure già avviate o comunque decise.

Fonte: elaborazione del Ministero dell'Ambiente sulla delibera CIPE

- una riduzione entro il 2020 del 13% delle emissioni di CO₂ per i settori non ETS (settori non coinvolti nello schema di *emission trading*, ovvero i settori civile, agricoltura, trasporti ecc.) rispetto ai livelli del 2005.

Il conseguimento degli obiettivi proposti comporterebbe per l'Italia costi che la proposta dell'UE quantifica nello 0,66% del PIL nazionale.

Gli impegni previsti dal "Pacchetto 20-20-20" (riduzione del 13% delle emissioni nei settori non ETS rispetto ai livelli 2005 entro il 2020) si sovrappongono a quelli relativi all'attuazione del Protocollo di Kyoto (riduzione del 16,6% rispetto alle emissioni del 2005 entro il periodo 2008-2012) e potrebbero essere accompagnati da analoghe sanzioni.

La riduzione delle emissioni

Le valutazioni elaborate dal Ministero dell'Ambiente (tabella 3) quantificano in 579,7 Mt CO₂eq il livello tendenziale delle emissioni nel 2010 (centro del periodo di riferimento fissato dal Protocollo di Kyoto), tenuto conto di tutte le misure di riduzione finora introdotte e posto che queste risultino efficaci. Ne consegue che il rispetto del protocollo di Kyoto richiede una ulteriore riduzione delle emissioni di 92,6 Mt CO₂eq. A questo obiettivo di riduzione si sovrappone quello previsto dal "pacchetto 20-20-20" con orizzonte 2020.

Tenuto conto della composizione strutturale del sistema delle emissioni (tabella 2), l'unico settore nel quale è possibile intervenire nel medio termine è quello della produzione di energia elettrica, attualmente responsabile di circa un quarto (26%) delle emissioni complessive di gas-serra. Il settore elettrico è infatti quello nel quale gli obiettivi di riduzione, almeno in linea di principio, sono più facilmente conseguibili, data la centralizzazione degli impianti e l'esistenza di una forte componente termoe-

lettrica (81,3% della produzione elettrica nazionale) sostituibile con altre fonti di produzione (rinnovabili, nucleare).

Dati i limiti intrinseci che caratterizzano il fotovoltaico e l'eolico (bassa densità di potenza, elevato impatto territoriale, alti costi di impianto, bassi fattori di utilizzazione) e la limitata disponibilità di ulteriore energia idraulica (che potrebbe comunque portare un contributo positivo sfruttando la tecnica dei pompaggi in abbinamento con la fonte nucleare), per ridurre in misura significativa le emissioni di gas serra la scelta dell'energia nucleare è di fatto per l'Italia una scelta obbligata.

La riduzione dell'intensità energetica

ENEA e ADEME (Agence de l'Environnement et de la Maitrise de l'Energie) hanno presentato recentemente i risultati di uno studio sull'efficienza energetica nell'UE a 15 paesi condotto nel quadro del progetto europeo "Odyssee".

Dal rapporto emerge che l'Europa a 15 ha la più bassa intensità energetica rispetto ad altre aree geopolitiche. La tendenza futura è verso ulteriori diminuzioni.

In questo contesto l'intensità energetica totale dell'Italia è tra le più basse in Europa, principalmente a causa del limitato sviluppo dei settori ad alta intensità energetica.

L'intensità energetica nazionale sta tuttavia aumentando. Dal 1990 ad oggi è aumentata complessivamente di circa lo 0,3% medio annuo, con una accelerazione negli ultimi quattro anni, anche per effetto del trend economico e di cambiamenti strutturali intervenuti nel sistema produttivo.

A fronte delle caratteristiche strutturali del sistema produttivo italiano e dei valori già bassi assunti dall'intensità energetica, un'ulteriore riduzione di questo parametro rischia di comportare profonde e costose ristrutturazioni.



Nel "pacchetto 20-20-20" non sono stati finora fissati obiettivi di riduzione dell'intensità energetica per i diversi paesi. È necessario in questo caso vigilare affinché non siano fissati obiettivi irraggiungibili e sanzioni economiche inutilmente penalizzanti per l'economia nazionale.

Ruolo delle energie rinnovabili

Date le caratteristiche intrinseche delle fonti energetiche rinnovabili, qualora l'obiettivo posto all'Italia dal "pacchetto 20-20-20" di portare il contributo dell'energia rinnovabile dal 5,2% del 2005 al 17% nel 2020 fosse perseguito intervenendo

Tabella 3 – Copertura del fabbisogno elettrico al 2016. Scenari esplorati

Scenario	Modalità di copertura del fabbisogno aggiuntivo	Ipotesi di copertura del fabbisogno aggiuntivo
1	Nucleare	+12,5 GW di impianti nucleari (8 unità da 1,6 GW in 4 siti)
2	Nucleare e importazioni	+7,2 GW (raddoppio) importazioni elettricità nucleare (costo nuovi elettrodotti) +5,6 GW di impianti nucleari (4 unità da 1,6 GW in 2 siti)
3	Rinnovabili	+29,4 GW di impianti alimentati con fonti rinnovabili (8 volte la potenza efficiente lorda rinnovabile installata al 31.12.2005, ad eccezione dell'idroelettrico)
4	Rinnovabili e importazioni	+7,2 GW (raddoppio) importazioni elettricità nucleare (costo nuovi elettrodotti) +13,3 GW di impianti alimentati con fonti rinnovabili (4 volte la potenza efficiente lorda rinnovabile installata al 31.12.2005, ad eccezione dell'idroelettrico)
5	Rinnovabili, nucleare e importazioni	+7,2 GW (raddoppio) importazioni elettricità nucleare (costo nuovi elettrodotti) +8,7 GW di impianti alimentati con fonti rinnovabili (3 volte la potenza efficiente lorda rinnovabile installata al 31.12.2005, ad eccezione dell'idroelettrico) +2 GW di impianti nucleari (2 unità da 1GW in 1 sito)
6	Riduzione del 18% della produzione termoelettrica; copertura del fabbisogno con rinnovabili e nucleare	-18% della produzione termoelettrica al 31.12.2005 +13 GW di impianti alimentati con fonti rinnovabili (4 volte la potenza efficiente lorda rinnovabile installata al 31.12.2005, ad eccezione dell'idroelettrico) +12,9 GW di impianti nucleari (8 unità da 1,6 GW in 4 siti)
7	Riduzione del 18% della produzione termoelettrica; copertura del fabbisogno con nucleare e importazioni	-18% della produzione termoelettrica al 31.12.2005 +7,2 GW (raddoppio) importazioni elettricità nucleare (costo nuovi elettrodotti) +11,6 GW di impianti nucleari (8 unità da 1,4 GW in 4 siti)
8	Riduzione del 18% della produzione termoelettrica; copertura del fabbisogno con nucleare, rinnovabili e importazioni	-18% della produzione termoelettrica al 31.12.2005 +7,2 GW (raddoppio) importazioni elettricità nucleare (costo nuovi elettrodotti) +8,7 GW di impianti alimentati con fonti rinnovabili (3 volte la potenza efficiente lorda rinnovabile installata al 31.12.2005, ad eccezione dell'idroelettrico) +7,9 GW di impianti nucleari (5 unità da 1,6 GW in 3 siti)

Fonte: AIN, 2006

solo nel settore elettrico si avrebbe un sensibile aumento dei costi dell'elettricità, che in Italia sono già i più elevati d'Europa.

Nella relazione al Parlamento del giugno 2007 il Presidente dell'Autorità per l'energia elettrica e il gas ha riferito che nel solo 2006 il Gestore del sistema elettrico (GSE) ha speso 6,4 miliardi di euro per acquistare a tariffa incentivata l'energia elettrica prodotta dalle fonti rinnovabili e assimilate, a fronte di un valore di mercato della stessa energia pari a 2,7 miliardi. La differenza (3,7 miliardi di euro) è stata addebitata sulle bollette elettriche sotto la voce "oneri di sistema".

Secondo le valutazioni condotte dall'Autorità per l'energia elettrica e il gas, nel periodo 2008-2020 gli oneri di sistema legati all'incentivazione delle fonti rinnovabili e assimilate costeranno al consumatore elettrico (a legislazione vigente) 25 miliardi di euro.

Questa penalizzazione competitiva delle fonti rinnovabili potrebbe essere attenuata attraverso una riduzione del costo medio di produzione del kWh ottenuta mediante l'incremento della produzione nucleare e, almeno transitoriamente, delle importazioni dirette di elettricità di fonte nucleare.

Ruolo dell'energia nucleare

Per quanto illustrato, nel contesto di attuazione del "pacchetto 20-20-20" l'energia nucleare può assumere un ruolo importante che si caratterizza per i seguenti fattori.

1. Economia di base. Il costo del kWh nucleare, valutato a consuntivo in una decina di studi internazionali, è inferiore a quello di altre fonti di produzione elettrica e ha una composizione (70% costituito dai costi di impianto) che rende il nucleare, per un paese industrializzato, un investimento fatto in sede nazionale.
2. Sostituzione dei combustibili fossili. Il ricorso all'energia nucleare è potenzialmente in grado di sostituire direttamen-

te la domanda di combustibili fossili (un terzo della domanda totale nazionale) proveniente dal settore termoelettrico, e indirettamente (attraverso la produzione di elettricità a basso costo) parte della domanda di combustibili fossili negli usi civili, con un sensibile miglioramento della bilancia commerciale verso l'estero.

3. Riduzione delle emissioni di gas serra. La progressiva sostituzione della produzione termoelettrica (attualmente pari al 81% della produzione elettrica nazionale) con energia elettrica di fonte nucleare comporterebbe la riduzione di un quarto (26%) delle emissioni di gas serra del paese (circa 150 Mt CO₂eq).
4. Incentivazione delle energie rinnovabili. La riduzione del costo medio di produzione del kWh associato al ricorso all'energia nucleare consentirebbe di rendere disponibili risorse economiche utilizzabili per incentivare lo sviluppo delle energie rinnovabili, senza incrementare il costo del kWh.

Scenari di evoluzione del sistema elettrico

Sulla base dei dati relativi alla copertura del fabbisogno elettrico nazionale nel 2005 [1] e delle previsioni di fabbisogno elettrico al 2016 [2], sono state sviluppate alcune analisi di scenario al fine di esaminare le implicazioni tecnico-economiche associate a diverse modalità di copertura del fabbisogno elettrico nazionale, nel rispetto degli obiettivi di riduzione delle emissioni di gas serra fissati per l'Italia dal Protocollo di Kyoto e dal "pacchetto 20-20-20", limitatamente agli interventi possibili nel settore elettrico. Gli scenari analizzati sono descritti sinteticamente in tabella 3.

Dall'analisi delle "performance" dei diversi scenari, compendiate in tabella 4, emerge che le fonti più economiche per assicurare la copertura del fabbisogno elettrico senza aumentare (o riducendo) le emissioni di CO₂ sono rappresentate dal nucleare e dal-



le importazioni dirette di elettricità di fonte nucleare dall'estero, mentre i maggiori costi connessi al ricorso alle fonti rinnovabili possono essere bilanciati attraverso un equilibrato ricorso anche all'energia nucleare e alle importazioni dirette di elettricità. Le indicazioni di queste valutazioni, che si avvalgono di calcoli [3] effettuati con costi dei combustibili 2006, non possono che essere rafforzate ai costi attuali.

Conclusioni

Al fine di soddisfare nel medio termine la crescita del fabbisogno elettrico nazionale e di dare concreta attuazione alle indicazioni dell'Unione Europea, energia nucleare e fonti rinnovabili non devono essere assolutamente in competizione fra loro, ma possono, viceversa, contribuire in modo integrato al conseguimento degli obiettivi. Il nostro Paese è, come noto, povero di risorse fossili e deve approvvigionarle all'estero a costi sempre crescenti e ormai insostenibili. Le fonti rinnovabili, al contrario, si basano completamente su lavoro e tecnologie italiani, come in gran parte potrebbe basarsi il nucleare, se si recuperasse il *gap* di venti anni di "lavoro all'estero", vista la scarsa incidenza del costo dell'uranio reperibile da più paesi.

Per le rinnovabili ricerca e sviluppo sono fondamentali, e vi sono ottime prospettive di abbatterne i costi, tuttora non competitivi, in tempi ragionevoli.

Il nucleare all'estero è già competitivo ed in Italia abbiamo ancora molti esperti che potrebbero preparare le nuove generazioni per reinserire il paese in un contesto europeo di avanguardia.

Il progresso italiano è basato solo sul nostro lavoro e ben poco sulle nostre miniere. Vedere un contrasto fra rinnovabili e nucleare in un contesto globale in cui abbiamo grande bisogno di entrambe le fonti energetiche è del tutto fuori luogo, per non dire ridicolo.

I contenuti dell'articolo riprendono l'intervento al Workshop ISES "Rinnovabili e nucleare: due percorsi paralleli", che si è tenuto a Roma, il 26 giugno 2008.

Bibliografia

[1] GSE, Gestore del Sistema Elettrico SpA: "Produzione e consumo di energia elettrica in Italia nel 2005", 2006.

[2] Terna SpA - GSE: "Previsioni della domanda elettrica in Italia e del fabbisogno di potenza necessario. Anni 2006-2016", settembre 2006.

[3] AIN, Associazione Italiana Nucleare: "Calcolo degli oneri economici associati all'attuazione del Protocollo di Kyoto", documento tecnico interno, giugno 2007.

[4] GSE, Gestore del Sistema Elettrico SpA: "Statistiche sulle fonti rinnovabili in Italia. Anno 2006".

Tabella 4 - Copertura del fabbisogno elettrico al 2016. Performance degli scenari esplorati

Scenario	N	I	R	T	Investimenti totali	Emissioni evitate	Costo medio di produzione del kWh
					G€	MteqCO ₂ /anno	€/kWh
1	+				28,1	51,6	0,055
2	+	+			18,4	50,5	0,055
3			+		62,4	51,6	0,062
4		+	+		33,4	50,5	0,058
5	+	+	+		28,3	50,4	0,057
6	+		+	-	56,3	76,2	0,055
7	+	+		-	31,7	75,0	0,052
8	+	+	+	-	41,7	75,0	0,054

N = Nucleare; I = Importazioni; R = Rinnovabili (escluso idro); T = Termoelettrico da fossili.
Costo di produzione del kWh calcolato ai costi 2006 dei combustibili.

Fonte: AIN, 2006

Il nucleare da fissione: quadro internazionale e prospettive per l'Italia

Stefano Monti

ENEA
Dipartimento Fusione,
Tecnologie e Presidio Nucleare

Le preoccupazioni ambientali e dei costi dell'energia stanno riproponendo in tutto il mondo il nucleare da fissione. Per quanto riguarda l'Italia, il mondo della ricerca può contribuire al rilancio dei programmi nazionali sul nucleare da fissione, attraverso l'alta formazione e l'immissione di giovani tecnici e ricercatori nelle attività di R&S, nonché favorendo una immediata partecipazione del sistema italiano nelle principali iniziative europee ed internazionali sul nucleare sostenibile



stefano.monti@bologna.enea.it

Nuclear fission energy: the international scene and the outlook for Italy

Because of concerns about the environment, energy security and energy costs, fission nuclear energy is gaining ground again around the world. In Italy, the research community can help relaunch the national nuclear programmes by providing advanced training, recruiting young engineers and researchers for R&D activities, and furthering an immediate cooperation of the Italian system in the principal European and international projects on sustainable nuclear energy

Il mondo ha bisogno di energia, ne ha bisogno in quantità sempre maggiori e chiede alla scienza e alla tecnologia risposte concrete, credibili, da veder realizzate in un arco di tempo accettabile.

Il mondo si sta surriscaldando e anche questo problema vuole soluzioni veloci e non procrastinabili.

Che fare? In entrambi i casi servono interventi a breve, medio e lungo termine.

Al quadruplicarsi della popolazione mondiale nel XX secolo è corrisposta una potenza primaria impiegata 16 volte superiore, ottenuta per lo più col ricorso a combustibili fossili, che hanno rilasciato nell'atmosfera quantità tali di CO₂ da far prevedere ai climatologi, anche a quelli meno catastofisti, cambiamenti climatici preoccupanti [1].

Ridurre le emissioni sarebbe possibile se tutti i paesi, sia quelli postindustriali, sia quelli in rapida espansione industriale (in primis Cina e India), adottassero le risoluzioni definite nei vari



simposi e contesti internazionali (Kyoto, post-Kyoto, EU Energy Policy ecc.), ma, da un lato ciò non avviene, dall'altro queste misure potrebbero non essere sufficienti e lasciano, comunque, aperto il problema della sicurezza dell'approvvigionamento energetico.

Le fonti rinnovabili, dall'eolico al solare, pur proponendosi come possibili alternative, riuscirebbero solo in minima percentuale ed a costi attualmente ancora troppo elevati, a dare un contributo, che non risulterebbe però determinate, in quanto richiedono condizioni climatiche particolari e costanti, impianti suppletivi per garantire la continuità di erogazione dell'energia, occupazione di immense superfici.

Idroelettrico e nucleare da fissione sono, al momento, le uniche due fonti energetiche in grado di produrre continuamente e massivamente energia elettrica senza emissioni di CO₂: un mix energetico equilibrato - composto da energie rinnovabili, fonti fossili ma utilizzate con tecniche innovative per la riduzione delle emissioni ed il sequestro della CO₂ e, appunto, nucleare - sembra quindi, nella situazione attuale, l'unica soluzione percorribile per affrontare la triplice problematica sicurezza dell'approvvigionamento energetico, riduzione delle emissioni di gas serra, costi competitivi: ciò significa restituire al nucleare da fissione il suo ruolo in questo mix energetico.

Il combustibile fossile più utilizzato per produrre energia è il carbone; proviamo allora a fare un confronto: con 1 kg di U²³⁵ si produce una quantità di energia, senza emissioni di CO₂, paragonabile a quella ottenuta da 3000 tonnellate di carbone: col primo combustibile si produrrebbe 1 kg di

rifiuti nucleari, col secondo 10.000 tonnellate di CO₂, altri inquinanti gassosi dispersi nell'atmosfera, centinaia di tonnellate di ceneri, anch'esse piuttosto radioattive.

È ben vero che i rifiuti nucleari provenienti dalle centrali nucleari sono, in parte, altamente radioattivi e decadono in tempi geologici, ma è altrettanto vero che, se rigorosamente controllati e confinati, non sono più pericolosi di altre sostanze solo apparentemente meno nocive. La ricerca in corso permetterà poi, nel giro di qualche decina di anni, di ridurre notevolmente questo problema. Infatti, il ritrattamento ed il riciclo del combustibile in reattori di quarta generazione a spettro neutronico veloce e/o in sistemi nucleari sottocritici "trasmutatori" (ADS, Accelerator Driven System), separando e trasmutando gli elementi radioattivi a vita lunga in elementi a vita breve, permetterà, in un futuro abbastanza prossimo, di ridurre fortemente i volumi dei rifiuti radioattivi, il loro tempo di decadimento, la radiotossicità ed il carico termico sul deposito geologico. Il riciclo del combustibile consentirà, inoltre, un migliore sfruttamento delle risorse naturali, rendendo il nucleare una fonte praticamente inesauribile.

Il nucleare è economicamente competitivo: a fronte di un consistente impegno iniziale di capitali, controbilanciato da un costo del combustibile che pesa solo qualche per cento sul costo del kWh nucleare, tutti i più autorevoli studi economici recenti [2] sono concordi nell'affermare che, con gli attuali costi dei combustibili fossili, l'energia nucleare è competitiva anche rispetto alla fonte più economica, il carbone.

Per quanto riguarda la sicurezza, gli oltre 10.000 reattori-anno di operazione

hanno dimostrato una sostanziale assenza di problemi per tutti gli impianti nucleari progettati, costruiti e gestiti secondo gli standard occidentali. Si può anzi affermare che non vi è, probabilmente, altra tecnologia utilizzata su grande scala in tutto il mondo che abbia dimostrato un così elevato livello di sicurezza e per la quale siano stati studiati così a fondo gli effetti sulla salute. In particolare, un'analisi statistica esaustiva dell'intera filiera (dalla estrazione delle materie prime all'operazione degli impianti fino all'impatto delle emissioni e dei residui sull'ambiente e sulla salute) dimostra che quella nucleare è una tecnologia più controllabile e affidabile di altre tecnologie energetiche [3]. Ciò è evidentemente dovuto al fatto che fin dall'inizio del programma per le applicazioni civili dell'energia nucleare, almeno in Occidente, venne data la massima priorità ai criteri di sicurezza. Non si vuole certamente sminuire la gravità e la severità dell'incidente di Chernobyl, ma da allora la situazione è cambiata, perché quell'evento, peraltro frutto di una tecnologia nucleare obsoleta e mal gestita, è stato un monito forte e chiaro per scienziati, tecnici e politici. La ricerca, anche dove non trasformata in applicazione, come in Italia, è proseguita con sempre maggiore attenzione per la sicurezza, i reattori si sono evoluti, la III Generazione è già in fase esecutiva, la IV lo sarà nel giro di qualche decina di anni e anche paesi con forte vocazione ambientalista, e che avevano accantonato l'opzione dell'atomo, stanno ridisegnando le proprie strategie energetiche nell'ottica del nucleare. Per quanto riguarda l'Italia, nonostante i naturali depauperamenti conseguenti all'abbandono del nucleare nell'epoca post-Chernobyl, sono state con-

servate vive ed implementate le competenze nel settore, attraverso la faticosa e costante partecipazione a progetti europei ed internazionali da parte di varie organizzazioni di ricerca (ENEA, INFN, CIRTEC ecc.) e soggetti industriali (ENEL, Ansaldo Nucleare, SOGIN, Mangiarotti Nuclear, Techint, SRS Group ecc.) ed al mantenimento di corsi universitari in Ingegneria Nucleare, almeno in alcuni atenei (Politecnici di Milano e Torino, Università di Pisa, Università "La Sapienza" di Roma, Università di Palermo, Università di Bologna). Uno sguardo sul mondo e sull'Europa è, a questo punto, doveroso, oltre che necessario, per indurre ad una riflessione scevra da pregiudizi.

Il panorama internazionale

Sono stati ipotizzati differenti scenari di aumento dei consumi dell'energia al 2050 ([4], [5], [6], [7]) ma la maggior parte di essi prevede che, nonostante i potenziali miglioramenti sull'intensità energetica, il consumo mondiale di energia primaria – che attualmente è pari a circa 10 Gtep¹ - nel 2050 si assesterà fra i 12 e i 28 Gtep. I medesimi scenari prevedono che le tre aree geografiche dove si verificheranno i maggiori consumi energetici saranno: Stati Uniti, Europa e Asia. Ad esempio, lo scenario "medio" IIA-SA B (figura 1) prevede un consumo di 19,7 Gtep nel 2050 (ovvero il raddoppio di quello del 2000). Se si considera uno scenario più moderato dettato da una crescita più sostenibile, si può ipotizzare un consumo al 2050 di 14 Gtep, ma questo scenario dovrà vedere la combinazione di:

- una gestione assai efficiente dell'energia, in grado di portare la doman-

¹ 1 Gtep = 1 GIGA (10⁹) Tonnellata Equivalente di Petrolio.

da tendenziale da 19 a 14 Gtep (-5 Gtep al 2050); è in linea con l'attuale curva dello sviluppo dell'efficienza energetica;

- emissioni annuali di CO₂ non superiori a 3 Gton di carbone (corrispondenti a 4 Gtep di energia da combustibili fossili);
- una politica fortemente basata sulle rinnovabili: 5 Gtep/anno, incluso 1,4 Gtep/anno di idroelettrico e 0,8 Gtep/anno da energia eolica ecc.;
- energia nucleare: assumendo che il suo contributo sia limitato a coprire parzialmente il deficit lasciato dalle altre fonti energetiche al fine di soddisfare la domanda mondiale, si può prevedere un aumento graduale di produzione per via nucleare dall'attuale

0,7 Gtep/anno (7%) a 2,5 Gtep/anno (18%) nel 2050, ovvero 3,5 volte l'attuale capacità nucleare installata.

L'energia nucleare potrebbe dover essere utilizzata anche più intensamente qualora i 2,5 Gtep di energia primaria non ancora allocati (figura 1) non fossero ottenibili da fonti fossili con sequestro della CO₂, o qualora la gestione dell'efficienza energetica e le rinnovabili non fossero in grado di raggiungere le quote sopra indicate (assai ambiziose). In estrema sintesi, la prevedibile crescita dei consumi energetici mondiali per essere sostenibile non può seguire uno schema del tipo "business as usual" ma deve necessariamente prevedere almeno tre fattori principali:

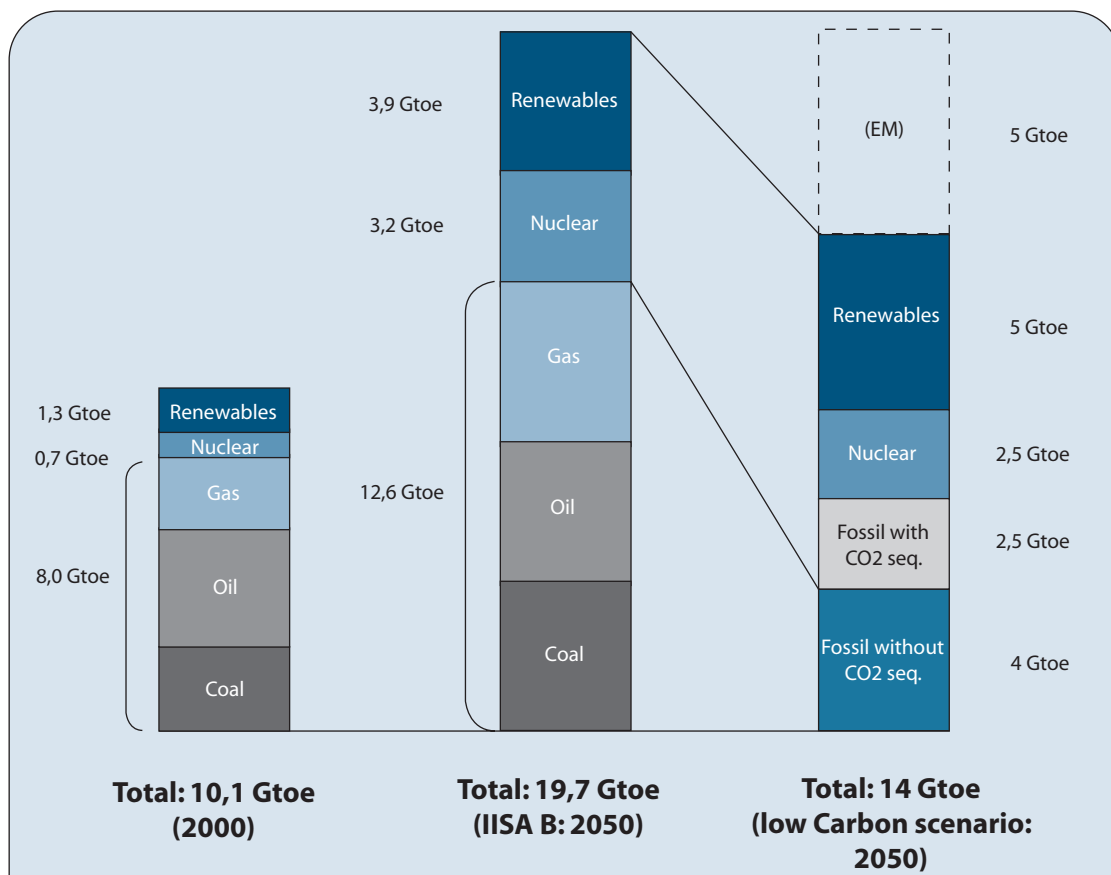


Figura 1
Possibile ruolo dell'energia nucleare in differenti scenari al 2050: esempio di uno scenario a 14 Gtep dove l'energia nucleare rappresenterebbe 2,5 Gtep (corrispondenti ad una capacità installata di 1300 GWe)
Fonte: WEC IISA B

- una forte politica di risparmio energetico;
- uno sviluppo molto ambizioso delle energie rinnovabili;
- l'ulteriore sviluppo dell'energia nucleare.

La situazione attuale dell'energia nucleare nel mondo

Sono in operazione nel mondo 439 reattori nucleari di potenza (quasi tutti di seconda generazione), per una potenza installata di 372 GWe in servizio in 30 paesi, che copre circa il 16% della produzione mondiale di energia elettrica [8].

Si osserva a livello mondiale una vera e propria rinascita dell'energia nucleare, contrassegnata da 34 impianti nucleari di potenza in costruzione, 93 ordinati o pianificati (e.g. approvati e finanziati e che si pensa saranno in funzione entro 8 anni), 222 proposti, senza contare le innumerevoli richieste di prolungamento a 50-60 anni della vita degli impianti attualmente in esercizio, presentate alle varie autorità di sicurezza nel mondo.

Ovviamente questo nuovo impulso nella costruzione di impianti nucleari ha rimesso al centro dell'attenzione la questione della disponibilità del combustibile nucleare. Le attuali riserve uranifere mondiali sono di 4,7 milioni di tonnellate, quelle che potrebbero essere sfruttate circa 15 milioni di tonnellate [9]. L'attuale consumo di 67.000 t di uranio all'anno crescerebbe a 90.000 t all'anno nell'ipotesi che da oggi al 2025 si passi ad una potenza nucleare installata compresa fra 449 e 553 GWe. Assumendo che l'attuale capacità nucleare installata di 370 GWe cresca fino a 1300 GWe nel 2050 (v. sce-

nario di cui alla figura 1) e che a quella data l'intero parco reattori mondiale sia composto da *Light Water Reactor* (LWR) a ciclo aperto (come è attualmente quasi al 100%), le risorse uranifere mondiali sarebbero completamente "esaurite" nell'arco della vita di quei reattori. Questo fatto, unitamente alla necessità di minimizzare i rifiuti radioattivi mediante riciclo del combustibile irraggiato, è la ragione principale del lancio di iniziative internazionali atte a promuovere l'immediato sviluppo ed il futuro utilizzo, attorno al 2030-2040, di reattori a spettro neutronico veloce con un ciclo del combustibile chiuso. Il ricorso a tali cicli - che prevedono l'utilizzo come combustibile nucleare non solo dell'uranio (naturale ed impoverito) ma anche del plutonio derivante dal ritrattamento del combustibile irraggiato - permette di moltiplicare l'energia potenzialmente producibile per via nucleare di un fattore 100, a parità di uranio utilizzato. In tal modo l'energia nucleare da fissione diviene una potenziale fonte di energia per migliaia di anni.

Per quanto riguarda l'altro problema già accennato della gestione del combustibile esaurito, esistono oggi soluzioni tecniche per lo stoccaggio sicuro e definitivo dei rifiuti radioattivi ad alta attività e lunga vita. Ad esempio negli Stati Uniti, in Francia, in Finlandia e in Svezia, dopo un ampio dibattito pubblico e l'acquisizione del parere di autorevoli comitati, si è adottato un programma nazionale per lo stoccaggio finale di tali rifiuti. Occorre peraltro notare che, nonostante i rifiuti nucleari rappresentino un volume molto ridotto rispetto a quelli generati dalle altre attività industriali², la per-

² Come riportato nel «Rapport No. 3003 Assemblée Nationale, relatif à la gestion des matières et des déchets radioactifs», Cl. Birraux, 29 mars 2006, in Francia, dove sono in esercizio 58 impianti nucleari di potenza, si produce un kg di rifiuti nucleari all'anno e per abitante, di cui solo 10 gr rappresentano rifiuti radioattivi a lunga vita, che vanno comparati con i 100 kg di rifiuti industriali e a 2500 kg di rifiuti solidi urbani.

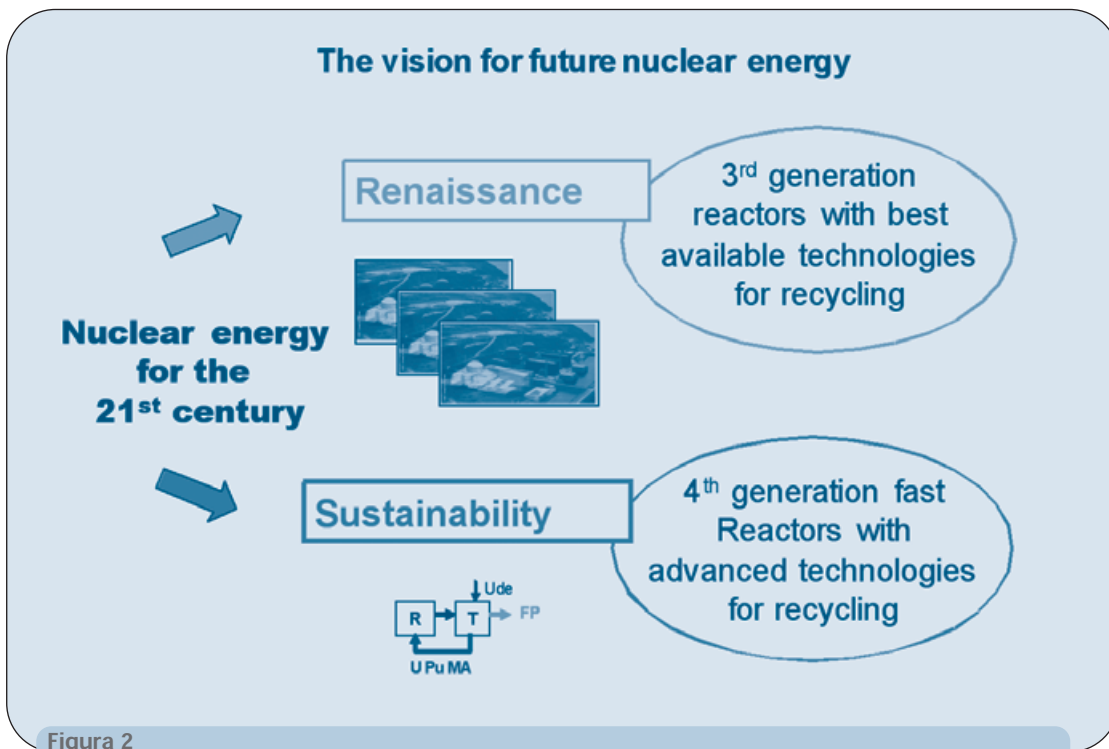


Figura 2
Sostenibilità dell'energia nucleare
Fonte: SNETP, Sustainable Nuclear Energy Technology Platform

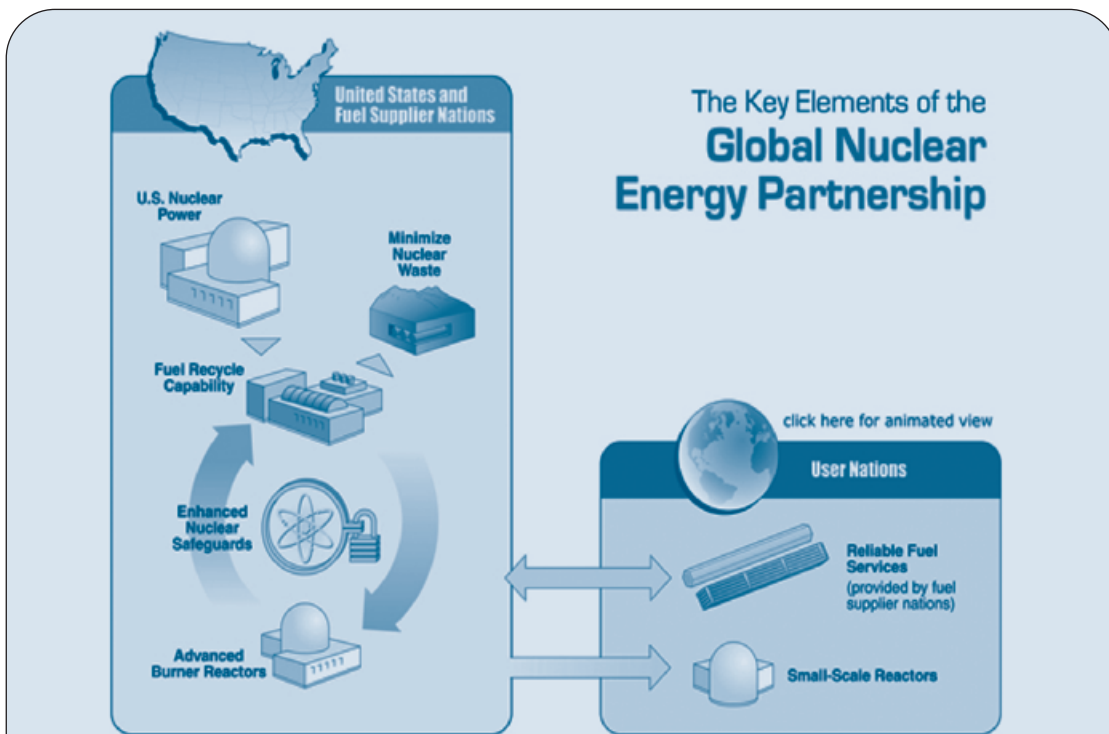
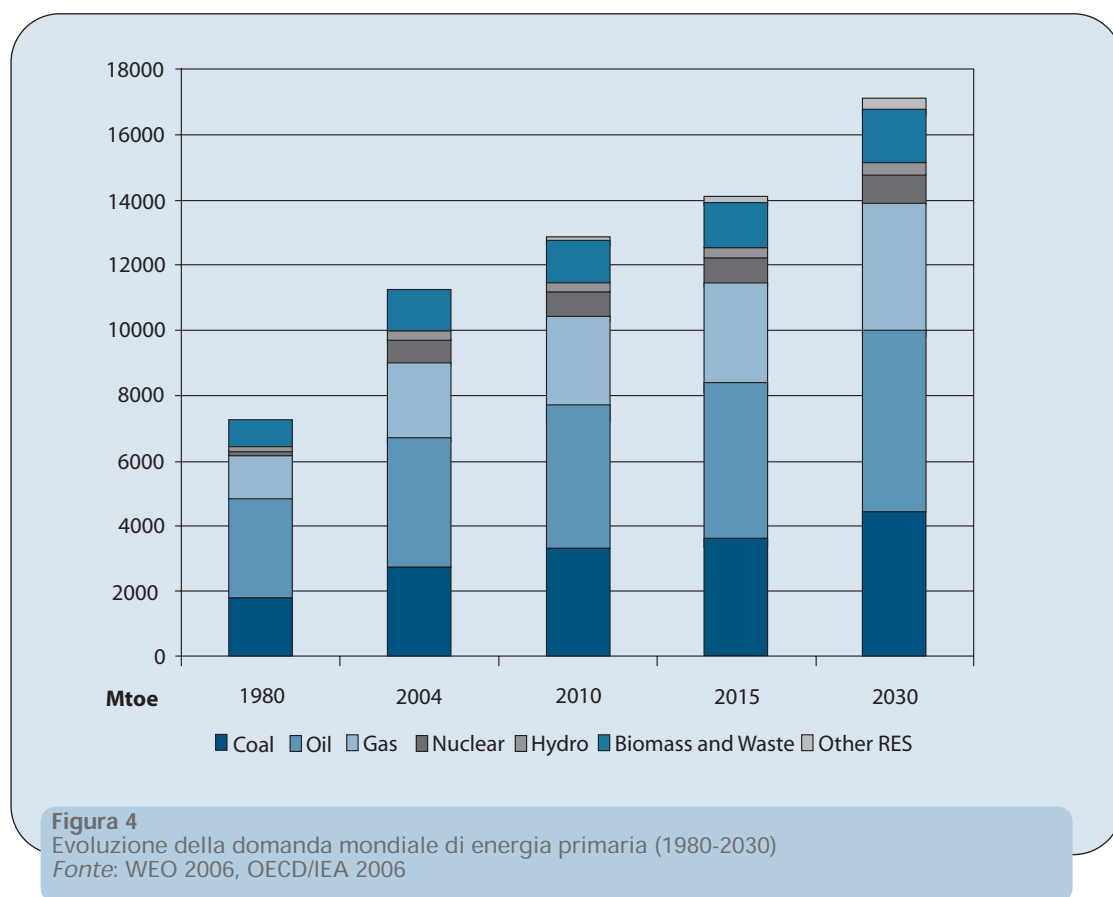


Figura 3
Schema di implementazione dell'energia nucleare nel mondo proposto dalla Global Nuclear Energy Partnership
Fonte: GNEP, Global Nuclear Energy Partnership

cezione pubblica della pericolosità per l'uomo e l'ambiente di tali rifiuti resta particolarmente elevata. Per tale motivo - e per raggiungere l'obiettivo tecnico di ridurre i requisiti del deposito geologico - sono state recentemente intraprese rilevanti attività di R&S che mirano alla drastica riduzione dei rifiuti radioattivi a lunga vita mediante tecniche di separazione e trasmutazione. In particolare, la separazione ed il riciclo degli attinidi³ in sistemi nucleari a spettro neutronico veloce permettono di ridurre il carico termico, il volume ed il tempo di confinamento dei rifiuti radioattivi che richiedono un deposito geologico. Recenti sviluppi hanno mostrato che è possibile ottenere elevatissimi tassi

di separazione degli attinidi dal resto del combustibile nucleare esausto: questo fatto apre la via alla possibilità di "trasmutare" questi elementi in un sistema a spettro nucleare veloce (critico o sottocritico), utilizzando il loro potenziale energetico e, nello stesso tempo, eliminandoli come materiali radioattivi a lunga vita.

In sintesi, l'adozione di cicli del combustibile basati sull'utilizzo di reattori nucleari a spettro neutronico veloce e sulla separazione spinta ed il riciclo degli attinidi nei medesimi reattori consente un utilizzo ottimale delle risorse naturali e la minimizzazione dei rifiuti radioattivi da inviare al deposito geologico; è in questo che consiste il cosiddetto nucleare da fissione "sostenibile" (figura 2).



³ *Attinidi o attinoidi*: i 15 elementi chimici radioattivi della tavola periodica, con numeri atomici compresi fra 89 e 103.

Infine, volendo completare il quadro dei principali aspetti dell'energia nucleare da fissione con considerazioni relative alla competitività presente e futura di questa fonte energetica rispetto alle altre "base load energy", è sufficiente ricordare quanto riportato nell'*IEA World Energy Outlook*

2006: "I nuovi impianti nucleari di potenza sarebbero in grado di produrre l'elettricità ad un costo di meno di 5 centesimi di \$ USA per kWh, se i rischi di costruzione ed operazione fossero adeguatamente gestiti dai costruttori di impianti e dalle compagnie energetiche" e ancora: "A 10 \$ USA per ton-

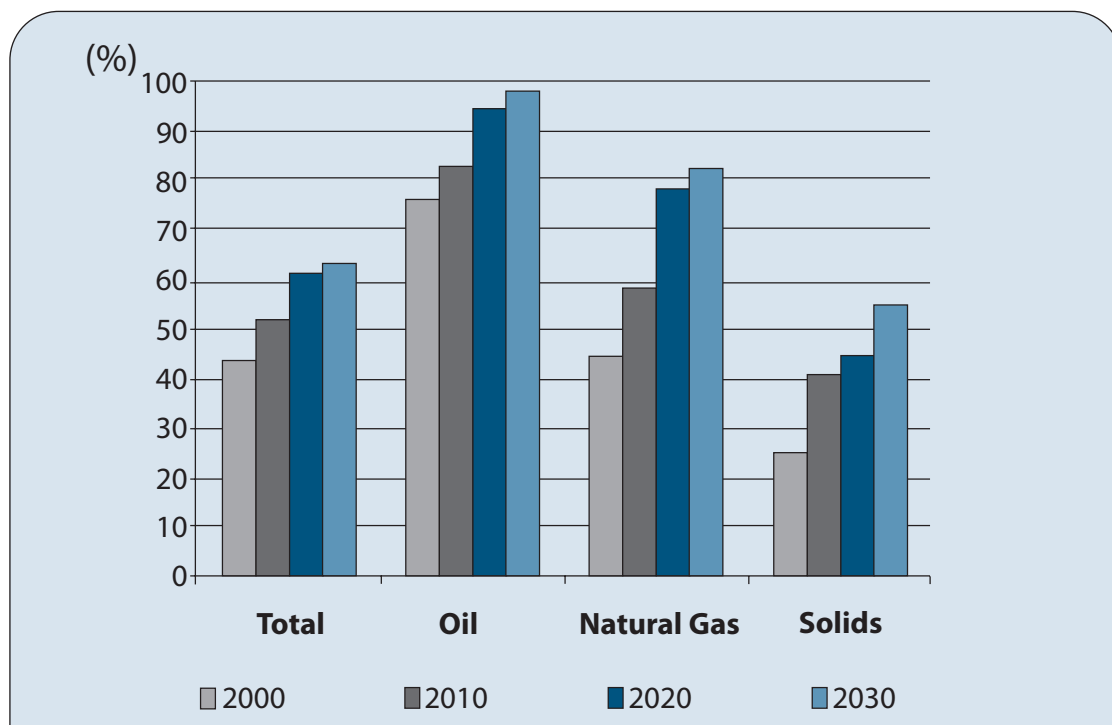


Figura 5
EU-27: dipendenza energetica al 2030
Fonte: Commissione Europea, DG TREN; PRIMES

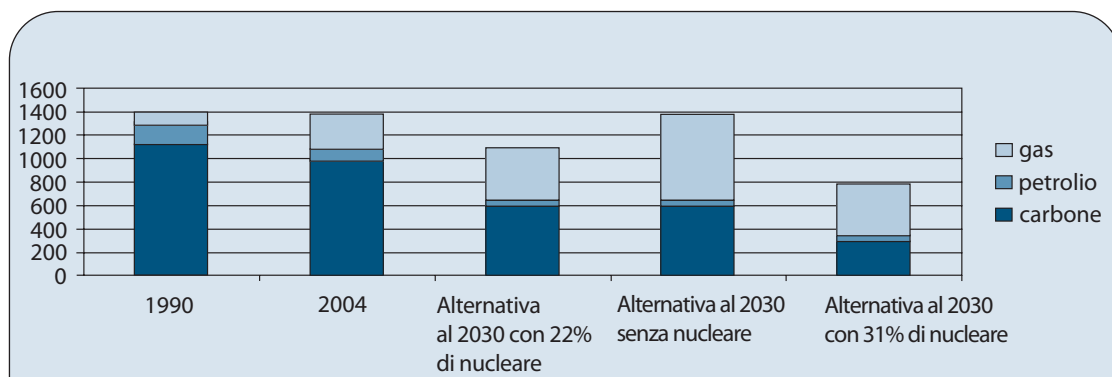


Figura 6
Emissioni di CO₂ da produzione di energia elettrica nell'UE (Mt)
Fonte: elaborazione ENEA da World Energy Outlook 2006, OECD/IEA, 2006

nellata di CO₂ emessa, il nucleare sarebbe competitivo con gli impianti a carbone. La prossima generazione di impianti nucleari dovrebbe ridurre ulteriormente questi costi”.

Per quanto riguarda i *trend* tecnologici a medio-lungo termine, le iniziative internazionali più rilevanti indirizzate ad un nuovo nucleare da fissione sostenibile e competitivo sono:

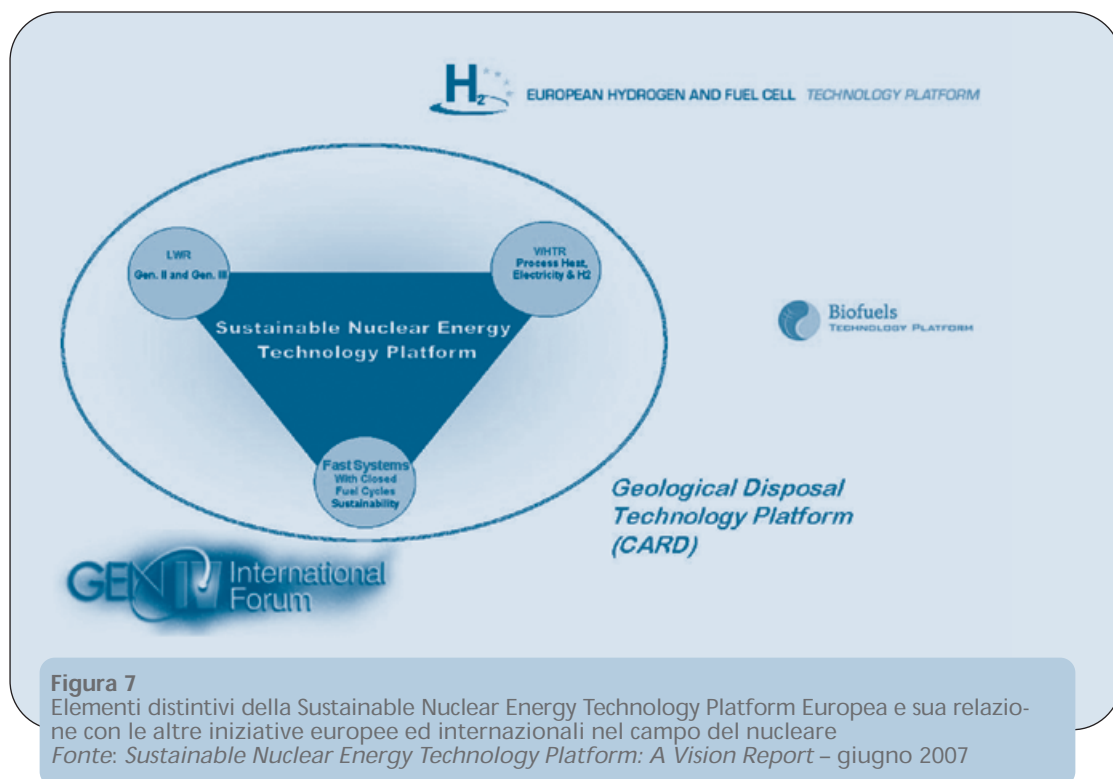
- *Generation IV* [10], lanciata dal *Department of Energy* (DOE) americano nel 2000, a cui l'Italia partecipa tramite Euratom;
- INPRO – *International Project on Innovative Nuclear Reactors and Fuel Cycles* [11], promosso nel 2000 dall'*International Atomic Energy Agency* (IAEA), in cui l'Italia è al momento osservatore;
- GNEP: *Global Nuclear Energy Initiative* [12] (figura 3), lanciata dal Governo americano nel 2006, in cui il Governo italiano ha siglato il relativo *Statement of Principle* nel 2007;

- SNETP: *Sustainable Nuclear Energy Technology Platform*, per quanto riguarda l'Europa [13], cui vari soggetti italiani, fra i quali l'ENEA, partecipano attivamente

La situazione in Europa

La sicurezza dell'approvvigionamento energetico è diventata una delle maggiori preoccupazioni mondiali, in particolare per l'Europa che oggi importa il 50% della propria energia e che, mantenendo inalterata la propria politica nel settore dell'energia e dei trasporti, finirà per importare il 65% della propria energia nel 2030, con un aumento dal 57% all'84% delle proprie importazioni di gas e dall'82% al 93% di petrolio (figure 4 e 5).

Oltre alla forte dipendenza dai combustibili fossili, esiste, dunque, in Europa un rischio crescente di carenza di forniture di energia primaria. Le ri-





serve di combustibili fossili, ed in particolare il petrolio, sono confinate a poche aree nel mondo ed i fattori politici, economici e ambientali spesso cospirano a renderne volatili ed elevati i relativi costi.

Nello stesso tempo, le preoccupazioni ambientali impongono una forte riduzione dei gas serra. Oggi giorno, l'energia è responsabile dell'80% delle emissioni di gas serra in Europa, e con le attuali politiche nel settore dell'energia e dei trasporti tali emissioni nell'UE aumenterebbero del 5% nel 2012, in chiaro conflitto con l'obiettivo di Kyoto che impone una riduzione dell'8% delle emissioni nello stesso periodo temporale.

In sintesi, come osservato dal Consiglio Europeo in uno dei suoi ultimi summit, l'Europa deve adottare una *policy* integrata per l'energia ed il clima che miri ai seguenti tre obiettivi:

- sicurezza degli approvvigionamenti e minor dipendenza dalle importazioni extra europee di combustibili fossili per energia primaria;
- riduzione dell'emissione dei gas ad effetto serra. La maggioranza della comunità scientifica [1] ritiene attualmente che la soglia "sostenibile" di emissione annuale di gas serra di origine antropica sia inferiore a 3 Gton di carbone equivalenti, il che significherebbe per i paesi dell'UE ridurre le emissioni attuali di almeno un fattore 4;
- mantenere e anzi aumentare la competitività nella produzione di elettricità. Per i cittadini e le industrie europei è ovviamente importante evitare la delocalizzazione dei settori industriali "energivori" in altre regioni del mondo dove l'elettricità ha un costo inferiore.

L'analisi degli scenari energetici europei al 2030 presentata dalla IEA nel

suo *World Energy Outlook 2006* [6], evidenzia che il contemporaneo raggiungimento di questi tre obiettivi passa necessariamente attraverso l'ulteriore sviluppo dell'energia nucleare in Europa. Infatti, come mostrato nella figura 6, il confronto fra tre scenari di emissione di CO₂ da produzione di energia elettrica nel 2030 nell'UE (Scenario 1: scenario di riferimento che prevede il 22% di produzione di elettricità per via nucleare, Scenario 2: abbandono del nucleare, Scenario 3: mantenimento della quota attuale di nucleare, vale a dire 31% dell'energia elettrica totale) mostra che se si rimpiazzasse la produzione elettrica per via nucleare con quella con ciclo combinato a turbogas, anche nel caso di forte riduzione del consumo di energia elettrica e massiccio ricorso alle energie rinnovabili, l'emissione di CO₂ rimarrebbe allo stesso livello del 2004. Pertanto, il ricorso all'energia nucleare è essenziale se l'Europa vuole ridurre le proprie emissioni di gas serra.

Le forti preoccupazioni energetico-ambientali a livello europeo hanno indotto la Commissione Europea a pubblicare recentemente una serie di documenti che fanno esplicito riferimento al ruolo dell'energia nucleare in Europa.

Ad esempio, nell'UE Energy Policy [14] pubblicato nel 2007 si afferma che "L'energia nucleare è la maggiore fonte energetica a basso contenuto di carbonio utilizzata in Europa. Il nucleare è meno soggetto alla dinamica dei costi del combustibile rispetto a carbone e gas, in quanto l'uranio rappresenta una frazione limitata del costo totale dell'energia elettronucleare, esiste in quantità sufficienti per molte decadi ed è ampiamente distribuito sul pianeta". Il Consiglio Europeo in

marzo 2007 ha adottato un "piano d'azione" denominato "*Energy policy for Europe*" [15] in cui nel capitolo dedicato alle tecnologie energetiche sono incluse quelle nucleari e il supporto di R&S al fine di "migliorare ulteriormente la sicurezza nucleare e la gestione dei rifiuti radioattivi".

Queste considerazioni hanno portato la Commissione Europea a definire un cosiddetto "*European Strategic Energy Technology (SET) Plan*" [16] – recentemente adottato dal Consiglio Europeo - che consenta all'UE di transire verso un sistema energetico a bassa emissione di carbonio, con un mix energetico complessivo che includa:

- una considerevole quota di rinnovabili per la produzione di elettricità e di calore e per i trasporti;
- utilizzo di gas e carbone con sequestro della CO₂ e produzione di idrogeno;
- nucleare da fissione e, nel lungo termine, da fusione.

Il SET Plan individua il nucleare da fissione come tecnologia nel medio termi-

ne avente un potenziale significativo per fornire energia a basso tenore di carbonio. In particolare nel SET Plan, fra le principali sfide tecnologiche nel campo dell'energia che l'UE dovrà affrontare nei prossimi 10 anni, compaiono:

- la preservazione della competitività nelle tecnologie della fissione, insieme a soluzioni a lungo termine per la gestione delle scorie, per conseguire gli obiettivi fissati per il 2020;
- il completamento delle azioni preliminari per la dimostrazione di una nuova generazione (Gen-IV) di reattori a fissione per una maggiore sostenibilità, per conseguire gli obiettivi fissati per il 2050.

Per quanto riguarda la fissione nucleare, le indicazioni fornite dal SET-Plan derivano dal documento "*The Sustainable Nuclear Energy Technology Platform: A Vision Report*" [17], messo a punto dagli *stakeholder* europei del settore. Il rapporto, presentato pubblicamente nel corso del 2007, delinea una visione a breve, medio e lungo termine per l'energia nucleare da fissio-

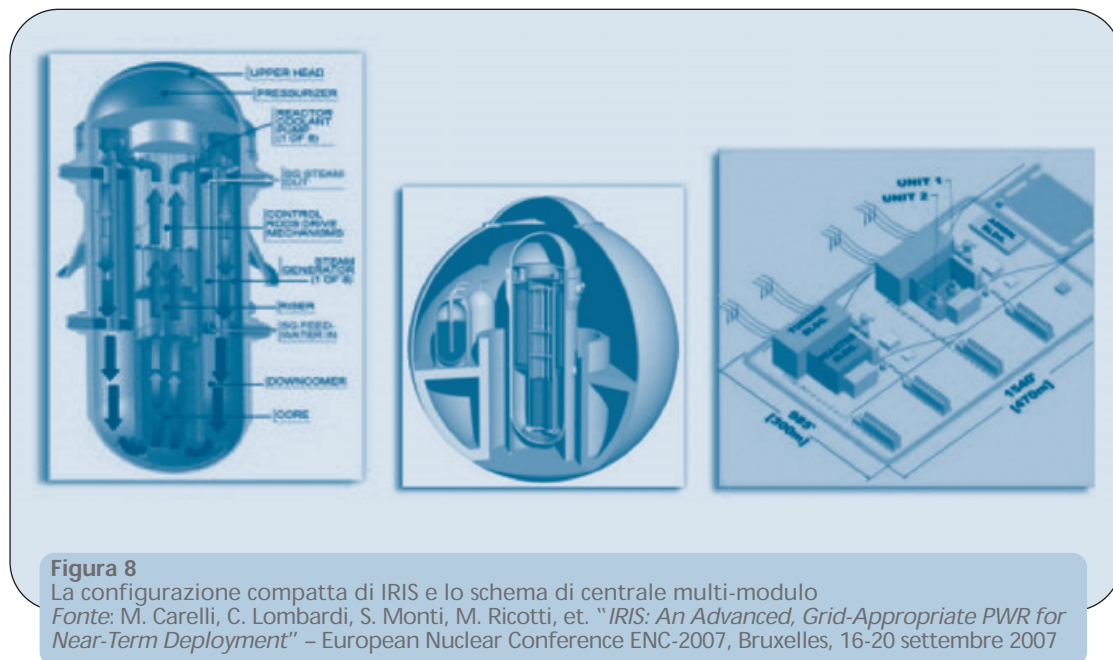


Figura 8

La configurazione compatta di IRIS e lo schema di centrale multi-modulo

Fonte: M. Carelli, C. Lombardi, S. Monti, M. Ricotti, et. "*IRIS: An Advanced, Grid-Appropriate PWR for Near-Term Deployment*" – European Nuclear Conference ENC-2007, Bruxelles, 16-20 settembre 2007

ne in Europa e supporta il lancio della "European Technology Platform on Sustainable Nuclear Energy, SNE-TP" (figura 7) avvenuto il 21 settembre 2007 a Bruxelles. La *roadmap* in esso delineata costituisce l'elemento di base per la formulazione della cosiddetta *Strategic Research Agenda* in corso di redazione e la cui prima emissione è prevista per l'autunno di quest'anno. La SNE-TP fornirà pareri e raccomandazioni alla Commissione ed ai governi nazionali per integrare i team di ricerca, e gli strumenti di R&ST, ottimizzare l'uso delle infrastrutture esistenti e la creazione di nuove, in modo tale da contribuire a creare una *European Research Area*; si occuperà, infine, di promuovere e coordinare lo sviluppo delle competenze nucleari in Europa, effettuare proposte all'UE per la preparazione e l'implementazione dei Programmi Quadro, alimentare iniziative comuni fra organismi di ricerca, industria, *utilities*, e l'UE quali i *Joint Undertaking*.

La situazione in Italia

Per quanto riguarda l'Italia - a fronte della legge sulla ristrutturazione del settore energetico nazionale, pubblicata nell'agosto 2004, che consente ai produttori di elettricità italiani di realizzare ed operare impianti energetici, inclusi quelli nucleari, localizzati all'estero - va sottolineato il rimarchevole attivismo di ENEL nell'acquisizione di impianti nucleari all'estero e, in particolare:

- l'acquisizione del 66% del capitale di *Slovenské Elektrárne* (Repubblica Slovacca) che dispone di 5 reattori nucleari VVER (tecnologia russa). *Slovenské Elektrárne* è anche impegnata nella costruzione della centrale di Mochovce che sarà completata nel 2012;
- il controllo, attraverso la spagnola ENDESA recentemente acquisita, di 3.000 megawatt di potenza nucleare, generata da reattori con tecnologia americana;

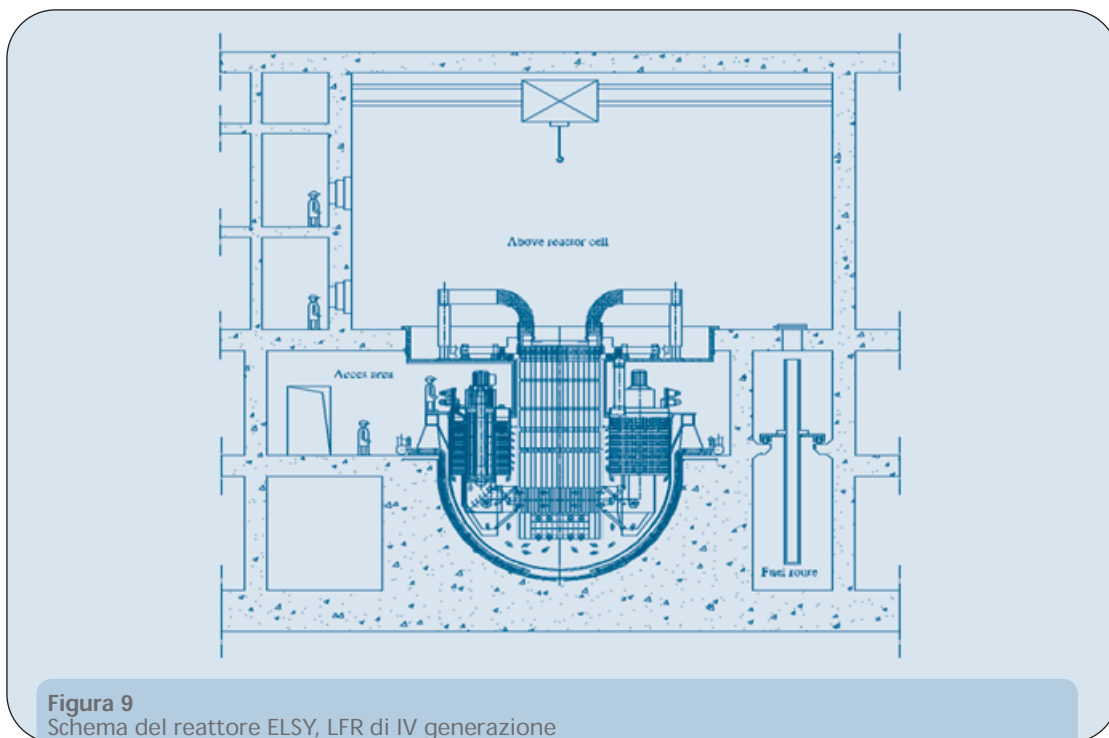


Figura 9
 Schema del reattore ELSY, LFR di IV generazione
 Fonte: L. Cinotti, S. Monti et al., The ELSY Project, PHYSOR2008 "Nuclear Power: A Sustainable Resource", Interlaken, Svizzera, 14-19 settembre 2008

- l'accordo con l'agenzia federale russa Rosatom per la fornitura di tecnologie, in Romania, dove punta al completamento dell'impianto nucleare di Cernavoda (tecnologia canadese);
- l'accordo con la francese EDF per l'acquisizione di una quota produttiva di 200 MWe del nuovo impianto EPR (*European Pressurized Reactor*) da 1.600 MWe in corso di realizzazione a Flamanville in Normandia;
- l'offerta per il nuovo impianto nucleare di Belene, in Bulgaria.

Ansaldo Energia ha acquisito nel 2003 un contratto per il completamento dell'Unità 2 di Cernavoda (Romania) e partecipa attualmente allo studio di fattibilità per la realizzazione della terza e quarta unità. A fine 2005 Finmeccanica, a partire dalla Divisione Nucleare di Ansaldo Energia, ha dato vita ad Ansaldo Nucleare SpA la quale avvierà accordi con aziende europee per partecipare alla costruzione, nei Paesi della UE, delle centrali nucleari di nuova generazione. Nel frattempo Ansaldo Nucleare ha acquisito un'importante commessa da Toshiba-Westinghouse per la realizzazione del primo AP1000 (impianto di III generazione avanzata) in Cina, con opzione per le successive tre unità. In parallelo ha acquisito un consistente pacchetto di commesse estere relative al *decommissioning & waste management*.

Ansaldo Camozzi – recentemente acquisita da Mangiarotti Nuclear - continua con le attività di realizzazione di grossi componenti per centrali nucleari e, in particolare, ha ultimato la fornitura dei quattro generatori di vapore della Centrale di Palo Verde, i più grandi mai costruiti.

SOGIN sta progredendo nelle attività di *decommissioning & waste management* degli impianti nucleari di potenza e del

ciclo del combustibile italiani dismessi. La R&S sui reattori innovativi ed i cicli del combustibile avanzati è portata avanti principalmente da ENEA e società partecipate (SIET, Cesi Ricerca, Nucleco), ma esistono importanti attività – prima fra tutte la formazione di un numero ancora rilevante di ingegneri nucleari – presso le Università di Bologna, Roma, Palermo, Pavia, Pisa e nei Politecnici di Milano e Torino. Anche l'Ansaldo Nucleare e alcune PMI italiane (Del Fungo Giera Energia, SRS Group ecc.), assieme ad ENEA ed al Consorzio CIRTEEN delle università sopra citate, stanno partecipando, a volte con ruolo di coordinatore, ad importanti progetti di R&S europei ed internazionali sul nucleare da fissione innovativo – con particolare riferimento al progetto internazionale IRIS [18] relativo ad un reattore LWR di generazione III+ ed al progetto ELSY [19] relativo al *Lead-cooled Fast Reactor* di IV generazione - nonché a progetti relativi ai cicli del combustibile avanzati (*Partitioning&Transmutation*, Accelerator Driven Systems ecc.) [20], al deposito geologico, alla sicurezza nucleare ecc.. IRIS (*International Reactor Innovative & Secure*; figura 8) è un reattore modulare di piccola taglia (335 MWe) di tipo PWR, come la maggioranza dei reattori commerciali in esercizio nel mondo. La taglia di riferimento è stata scelta nella prospettiva di localizzazione sia di moduli singoli (specialmente nei paesi in via di sviluppo, con reti elettriche di piccole dimensioni e allo scopo di produzione combinata di elettricità, calore e/o acqua potabile), sia di centrali pluri-modulo, gestite attraverso un'unica sala controllo. IRIS è un reattore a configurazione integrale, cioè particolarmente semplificata e compatta (generatori di vapore, pompe, pressurizzatore e barre di control-



lo, tutti collocati all'interno del vessel reattore (figura 8). Questo tipo di layout permette di incrementare drasticamente la sicurezza, poiché in tal modo, a progetto, vengono eliminate, le grandi tubazioni primarie fuori vessel, fonte principale di rischio per gli incidenti di perdita di refrigerante (grandi LOCA-Loss of Coolant Accident). In IRIS l'88% degli incidenti di classe superiore è eliminato all'origine, o comunque mitigato.

Le prove integrali si sistema e di sicurezza di IRIS, al pari di quelle per la certificazione del reattore AP1000 di III generazione sopra menzionato, verranno effettuate in Italia presso la società SIET di Piacenza, partecipata di ENEA, ENEL, Finmeccanica e Politecnico di Milano. ELSY – *European Lead-cooled System* rappresenta il concetto più avanzato di reattore veloce raffreddato a metallo liquido pesante di IV generazione, sviluppato nell'ambito del VI Programma Quadro Euratom da un consorzio di organizzazioni di ricerca (ENEA, CESI Ricerca, CIEMAT, CIRTEN, CNRS, FzK, JRC-Petten, NRG, PSI, SCK.CEN ecc.) ed industrie (Ansaldo Nucleare, Empresarios Agrupados, EdF, DEL ecc.) europee, sotto la guida dell'italiana Ansaldo Nucleare. Si tratta di un reattore in configurazione a pool da 600 MWe (1500 MW termici) raffreddato a piombo che, grazie all'adozione di soluzioni impiantistiche molto innovative, promette di soddisfare i requisiti di sostenibilità, sicurezza, economicità, resistenza alla proliferazione e protezione fisica stabiliti dalla Roadmap del *Generation IV International Forum* (GIF). In particolare ELSY utilizza combustibile MOX (ossidi di U e Pu) in ciclo chiuso ed è in grado di riciclare i propri attinidi minori, riducendo notevolmente i rifiuti radioattivi ad alta attività. Il piombo, a differenza del sodio comunemente utilizzato

come fluido termovettore dei reattori veloci, non reagisce con l'acqua e con l'aria: ciò permette di installare il generatore di vapore direttamente all'interno della tanca primaria, eliminando così il costoso circuito intermedio dei reattori veloci a sodio (figura 9).

Tale caratteristica, unitamente all'adozione di un circuito primario semplice e molto compatto con tutti i componenti interni sostituibili, assicura un costo di impianto ed un tempo di costruzione particolarmente contenuti e, di conseguenza, un costo del kWh competitivo con quello degli attuali reattori LWR. La compattezza della tanca e del circuito primario, molto importante per un reattore raffreddato a piombo per limitare i problemi conseguenti ad eventi sismici, è realizzata attraverso l'utilizzo di generatori di vapore modulari con tubi a spirale che contengono al loro interno le pompe primarie. La sicurezza è garantita dalle proprietà chimico-fisiche del piombo già ricordate, nonché dall'adozione di sistemi ridondanti e diversificati per la rimozione del calore di decadimento in caso incidentale e da soluzioni innovative che permettono al sistema primario di essere più tollerante alla rottura dei tubi del generatore di vapore.

Molte delle soluzioni innovative di ELSY sono in corso di validazione sperimentale in alcune *facility* installate presso il Centro ENEA del Brasimone.

Il riavvio del nucleare da fissione in Italia

Le attività delle industrie italiane all'estero, la partecipazione diretta o tramite Euratom ai principali programmi internazionali/europei sul nucleare sostenibile, l'alta formazione universitaria, nonché, ovviamente, le recenti dichiarazioni ed atti del governo e le at-

tese iniziative legislative atte a ripristinare un quadro ordinato di responsabilità funzionali al processo di *licensing* e, più in generale, di fattibilità di impianti di interesse strategico, contribuiscono a mantenere aperta e perseguibile un'opzione nucleare in Italia.

Peraltro, nell'attuale situazione italiana non è credibile che vi possa essere, a breve termine, un ricorso consistente alla fonte nucleare per la produzione di energia elettrica, con centrali ubicate sul territorio nazionale. Ciò in considerazione di alcuni ostacoli che – allo stato attuale – sembrano frapporsi alla rapida reintroduzione dell'energia nucleare, ovvero:

- i tempi per la definizione e l'approvazione di un piano energetico nazionale che, fra l'altro, dovrebbe includere la carta dei possibili siti, sia degli impianti di produzione sia delle strutture per la gestione del ciclo nucleare. Esso dovrebbe, in particolare, tener conto delle nuove opportunità che valorizzano l'energia nucleare, come il suo utilizzo diretto nei trasporti grazie ai veicoli ibridi ricaricabili in rete o, caso peculiare per l'Italia, la possibile sinergia tra impianti nucleari ed impianti idroelettrici di pompaggio;
- una decisione politica bi-partisan sulle linee-guida del piano energetico nazionale, e specificamente, sullo sviluppo ed utilizzo dell'energia nucleare;
- la definizione di un quadro legislativo e normativo che fornisca la necessaria stabilità nel tempo atta a favorire un adeguato *project financing* da parte dei possibili finanziatori, nel rispetto delle regole dell'attuale mercato libero dell'energia;
- le modalità ed i tempi di una consultazione pubblica simile a quella effettuata in Finlandia, Francia e Gran Bretagna che ha poi permesso di assumere - con il necessario consenso dei citta-

dini - la decisione governativa relativa alla costruzione di nuovi reattori di III generazione ed al deposito geologico;

- la soluzione definitiva del problema dei rifiuti radioattivi ad alta attività e lunga vita provenienti sia dagli impianti nucleari dismessi, sia dalle future nuove installazioni; in generale, la costruzione di reattori nucleari implica necessariamente la definizione puntuale e l'implementazione del ciclo a monte (fornitura di combustibile fresco) ed a valle (eventuale riciclo del combustibile, gestione e stoccaggio temporaneo e definitivo delle varie tipologie di rifiuti radioattivi, smantellamento degli impianti);

- la ricostituzione delle necessarie competenze in tutti i settori, con particolare riferimento alle strutture tecniche ed istituzionali che presiedono al *licensing* degli impianti e alla sicurezza nucleare, ovvero quelle che più si sono depauperate a seguito dell'abbandono del nucleare in Italia.

Questa è un'obiettivo valutazione delle azioni necessarie per una ripartenza del nucleare che, nel loro insieme, comportano tempi relativamente lunghi; tuttavia, considerando che la situazione energetica mondiale e quella italiana in particolare potrebbero nel prossimo futuro fronteggiare una crisi difficile, anche per i vincoli ambientali da rispettare e per i ben noti problemi di approvvigionamento energetico, stiamo assistendo ad una crescente spinta politica e sociale volta ad accelerare i tempi.

In ogni caso, in vista degli obiettivi energetici europei del 2020 e oltre, e valendo, anche per il nostro Paese, le medesime considerazioni che hanno recentemente portato il Governo Britannico a riprendere la via del nucleare, è certamente necessaria in Italia una azione



forte ed immediata per l'innesto del sistema italiano nelle principali iniziative europee ed internazionali sul nucleare sostenibile e per il parallelo superamento degli ostacoli sopra evidenziati.

L'elemento chiave per il rilancio dei programmi nazionali sul nucleare da fissione, resta comunque il sostegno – da parte delle Università, dell'ENEA e degli altri *stakeholder* del settore - all'alta formazione e l'immissione di giovani tecnici e ricercatori nelle attività di R&S. Come sopra evidenziato, le Università italiane raggruppate nel consorzio CIR-TEN continuano a formare un centinaio di ingegneri all'anno con un profilo afferente al nucleare da fissione e Università che avevano soppresso i corsi di ingegneria nucleare stanno riconsiderando questa scelta (ad es. l'Università di Bologna, che peraltro ha sempre mantenuto insegnamenti sul nucleare da fissione, e l'Università di Firenze che ha recentemente istituito un Master di primo livello in "Gestione e Controllo dei Materiali Nucleari per usi pacifici e del regime di non proliferazione"). Peraltro il numero di giovani laureati e/o specializzati italiani con profilo nucleare, ad oggi disponibile, anche se significativo, non è certamente sufficiente ad alimentare le crescenti necessità industriali e del mondo della ricerca.

Bibliografia

- [1] Intergovernmental Panel on Climate Change, *www.ipcc.ch*
- [2] Projected Costs of Generating Electricity, OECD/NEA-IEA, 2005 Update.
- [3] Risks and Benefits of Nuclear Energy, OECD/NEA, 2007.
- [4] *World Energy Outlook 2006*, OECD/IEA, 2006.
- [5] <http://www.worldenergy.org/wec-geis/edc/scenario.asp>
- [6] *World Energy Technology Outlook*, WETO-H2, EUR 22038, 2006.
- [7] *Energy Technology Perspectives*, OECD/IEA, 2008.
- [8] World Nuclear Association, <http://www.world-nuclear.org/info/reactors.html>
- [9] Uranium 2007: Resources, Production and Demand (Red Book), OECD/NEA – IAEA.
- [10] GIF, Generation IV International Forum, <http://www.gen-4.org/>
- [11] INPRO, International Project on Innovative Nuclear Reactors and Fuel Cycles, <http://www.iaea.org/OurWork/ST/NE/NENP/NPT/DS/Projects/INPRO/index.html>
- [12] GNEP, Global Nuclear Energy Partnership, <http://www.gnep.energy.gov/>
- [13] SNETP, Sustainable Nuclear Energy Technology Platform, <http://www.snetp.eu/>
- [14] EU Energy Policy, 2007.
- [15] Brussels European Council 8/9 March 2007, Presidency Conclusions, 7224/07, Annex I European Council Action Plan (2007-2009) Energy Policy for Europe (EPE).
- [16] Communication from the Commission to the Council, the European Parliament, The European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions – Towards a European Strategic Energy Technology Plan - COM(2006) 847, 10 gennaio 2007.
- [17] *Sustainable Nuclear Energy Technology Platform: A Vision Report* – giugno 2007.
- [18] M. Carelli, C. Lombardi, S. Monti, M. Ricotti, et. "IRIS: An Advanced, Grid-Appropriate PWR for Near-Term Deployment" – European Nuclear Conference ENC-2007, Bruxelles, 16-20 settembre 2007.
- [19] L. Cinotti, S. Monti et al., The ELSY Project, PHYSOR2008 "Nuclear Power: A Sustainable Resource", Interlaken, Svizzera, 14-19 settembre 2008.
- [20] EUROTRANS, EUROpean Research Programme for the TRANsmutation of High-Level Nuclear Waste in an Accelerator Driven System.

La norma ISO 26000: uno strumento per la *sustainability building*

Maria Proto

Università di Salerno

Nell'ambito dell'articolato processo volto alla ideazione, definizione e progressiva diffusione di sistemi e strumenti idonei alla internalizzazione della responsabilità sociale nelle organizzazioni, un significativo contributo sarà sicuramente offerto dall'ISO (International Organization for Standardization) che sta elaborando uno standard su questo tema: la norma ISO 26000



mproto@unisa.it

La realizzazione di una corretta ed oculata "gestione" del patrimonio naturale necessario per il sostentamento della specie umana e per le attività da questa poste in essere presuppone, da un lato, l'elaborazione ed il rispetto di principi universali e, dall'altro, l'adozione di strategie ad essi conformi. Da qui l'esigenza di ampliare l'approccio economico tradizionale, attraverso l'inclusione di obiettivi volti ad integrare quello convenzionale del "massimo benessere economico" con altri tesi alla tutela ambientale, alla valorizzazione delle risorse naturali nonché all'equità, alla solidarietà e alla coesione sociale. Occorre, pertanto, una nuova chiave di lettura dei fenomeni economici e di quelli naturali e sociali, seguendo un approccio sistemico, in grado di reinterpretarli, onde favorire la diffusione dei principi fondanti un'economia ecologicamente e socialmente sostenibile, oggi da molti definita "bioeconomia"¹.

Nell'ambito di tale visione ampliata esiste, peraltro, una molteplicità di livelli

¹ "La teoria bioeconomica di Georgescu-Roegen rappresenta il primo e più rigoroso tentativo di articolare l'economia alle scienze della vita e, indirettamente, alle scienze sociali" [1].

The ISO 26000 standard: a tool for sustainability building

A significant contribution to the complex process of conceiving, defining and gradually disseminating systems and tools capable of furthering the internalization of social responsibility in organizations will surely come from the International Standardization Organization (ISO), which is now working out a guidance standard, ISO 26000, on Social Responsibility



e di gradi di sensibilità ai problemi ambientali e sociali da cui prendono forma differenti posizioni ideologiche, che spaziano dalla teoria della sostenibilità forte (*ecocentrismo*)², a quella cosiddetta debole (*tecnocentrismo*)³.

Le molteplici pressioni determinate dal contesto oltremodo complesso in cui le organizzazioni si sono trovate ad operare, negli ultimi decenni, hanno imposto incessanti mutamenti nelle politiche e nelle decisioni gestionali e strategiche, allo scopo di affrontare e, dunque, individuare nuove soluzioni a problematiche, talvolta emergenti e talaltra preesistenti, quasi sempre sottovalutate o trascurate.

Il mondo della produzione dei paesi industrializzati, ad esempio, a partire dalla metà dagli anni settanta, si è trovato ad affrontare i problemi derivanti dagli shock petroliferi, che hanno imposto la ricerca di risposte tecnologiche ed organizzative in grado di fronteggiare i complessi vincoli derivanti dalle crisi energetiche.

La centralità degli aspetti strettamente collegati ai repentini aumenti del prezzo dell'energia ha così determinato un processo di revisione, ripensamento e razionalizzazione dei cicli produttivi, soprattutto di quelli maggiormente *energy intensive*, per intraprendere percorsi più sostenibili nell'uso delle risorse, specie di quelle scarse e non rinnovabili, e nella salvaguardia dell'ambiente.

In tale contesto, peraltro, si sono progressivamente delineate le prime

preoccupazioni sullo "stato di salute" del nostro pianeta, preoccupazioni che hanno trovato fondamento su basi scientifiche rivelatesi nel tempo, purtroppo, veritiere e corrette. Pertanto, sulle tematiche ambientali si sono intensificati molteplici dibattiti, a livello nazionale ed internazionale, che hanno favorito la diffusione di numerosi studi, come si evince dalle copiose pubblicazioni apparse in letteratura, in quel periodo.

Il mutato scenario internazionale a partire dalla seconda metà degli anni ottanta, caratterizzato dal crollo delle quotazioni del greggio, ha fatto assumere al problema energetico una nuova dimensione⁴[2]. Il costo dell'energia da fattore critico, in grado di minacciare lo sviluppo e la capacità di competere delle imprese, torna ad essere considerato al pari degli altri fattori della produzione. In altri termini, esso non rappresentava più un vincolo stringente per le attività produttive, rispetto alle quali, invece, andavano acquistando crescente rilievo le problematiche ambientali e quelle sociali ad esse legate.

Gli anni novanta, infatti, sono stati caratterizzati dai primi concreti tentativi di tradurre i principi dello sviluppo sostenibile, delineati dagli esiti dei lavori della Commissione Brundtland⁵, in programmi concreti e più diffusamente operativi.

² Le posizioni ideologiche dei sostenitori dell'"*ecocentrismo*", in effetti, si basano su una sorta di contratto sociale fra generazioni, onde consentire la trasmissione nel tempo di un'eredità di capitale naturale sufficiente a soddisfare i bisogni delle generazioni future.

³ I sostenitori di un approccio improntato fortemente al "*tecnocentrismo*" non ammettono alcuna imposizione di vincoli ai mercati; essi sono favorevoli ad un "mercato libero", confidando nella capacità della tecnologia di superare qualsiasi problema di carattere socio-ambientale.

⁴ Nel corso degli anni ottanta alcune soluzioni tecnologiche - indotte dalle crisi energetiche e finalizzate alla razionalizzazione dell'uso dell'energia e, quindi, riconducibili a mere innovazioni incrementali di processo - hanno sortito i primi effetti. Si è assistito, infatti, ad una consistente riduzione dell'intensità energetica associata alle diverse produzioni industriali, pur se con tempi e modalità differenti all'interno dei diversi paesi dell'area OCSE.

⁵ Nel 1987 la Commissione mondiale sull'ambiente e lo sviluppo (WCED), detta Brundtland dal nome del Presidente del WCED, Gro Harlem Brundtland, predispose un Rapporto in cui per la prima volta appare il concetto di sviluppo sostenibile, che viene così definito: "lo *Sviluppo sostenibile* è uno sviluppo che soddisfa i bisogni del presente senza compromettere la possibilità delle generazioni future di soddisfare i propri bisogni".

Le sempre maggiori conoscenze scientifiche e tecnologiche concernenti le cause e gli effetti del degrado ambientale hanno sollecitato un cambiamento, soprattutto nell'ambito delle attività economiche, che – considerate parte essenziale del problema ambientale, ma anche elemento determinante nella sua soluzione – sono state sottoposte a pressioni sempre più intense.

Ed è così che è stata avviata la progressiva elaborazione, seguita dall'adozione di un articolato ventaglio di strumenti di ecogestione, molti dei quali caratterizzati dalla volontarietà, ovvero dalla spontanea adesione da parte del mondo delle imprese. Essi sono basati sul principio della condivisione delle responsabilità e sulla partecipazione attiva dei differenti attori sociali che, da semplici destinatari, sono chiamati ad assumere il ruolo di protagonisti, sia nelle fasi di definizione che di attuazione delle politiche ambientali stesse [3].

Vale la pena, peraltro, evidenziare che la elaborazione dei vari tasselli che progressivamente hanno composto l'attuale, fin troppo articolato, mosaico di strumenti di politica socio-ambientale, è avvenuta in modo poco organico e coerente. Essa, infatti, rappresenta il risultato di un processo, talvolta disordinato, teso alla continua ricerca di soluzioni innovative, anche se frammentarie, ai problemi ambientali; queste, in realtà, sono state orientate, di volta in volta, ad approcci di tipo diverso (tecnologico, gestionale, organizzativo, comunicazionale, etc.) e ciò ha condotto al conseguimento di obiettivi, spesso, solo parziali [4] [5].

La transizione verso la sostenibilità dei processi di produzione e di consumo ha imposto la necessità di ridurre tale frammentazione e di creare un quadro armonico di riferimento per una nuova politica volta alla realizzazione di nuovi stili di produzione e di consumo, una politica definibile "di terza generazione".

Sul finire degli anni Novanta, infatti, l'evoluzione dell'ambiente economico, ha evi-

denziato alcuni elementi innovativi che hanno comportato per le imprese sfide urgenti e sempre più impegnative. La globalizzazione dei mercati, con il progressivo abbattimento degli ostacoli agli scambi internazionali, e l'emergere di fenomeni di standardizzazione dei modelli di produzione e di consumo hanno costituito lo scenario nell'ambito del quale sono prepotentemente maturate nuove istanze, connotate da elementi più articolati e complessi, riconducibili in senso lato alla sfera delle esigenze di natura etica e sociale.

Il mondo della produzione e quello dei consumi sono stati, dunque, chiamati a contribuire alla realizzazione di una sostenibilità più ampia, i cui obiettivi hanno travalicato quelli che avevano caratterizzato i decenni precedenti. La sostenibilità auspicata oggi contempla l'assunzione da parte delle imprese di precise responsabilità morali basate su principi etici socialmente condivisi e da parte dei cittadini consumatori di stili di vita più responsabili [6].

Il presente lavoro si pone l'obiettivo di analizzare il percorso delle articolate dinamiche che stanno favorendo l'affermazione di una *business community* più impegnata nella costruzione della sostenibilità (*sustainability building*) - nella triplice dimensione economica, ambientale e sociale - e il contributo che la futura norma ISO 26000 sulla Responsabilità Sociale delle Organizzazioni (RSO) potrà offrire al raggiungimento di tale ambizioso traguardo.

Gli strumenti per la *sustainability building* e la futura norma ISO 26000

Gli ultimi decenni del Novecento sono stati caratterizzati da accesi dibattiti, in molti paesi, circa gli effetti che le attività economiche hanno non solo sull'ambiente naturale, ma anche sul contesto sociale. I grandi cambiamenti in atto con cui le organizzazioni e le istituzioni devono necessariamente confrontarsi impongono comportamen-



ti responsabili dal punto di vista socio-ambientale, in linea con scelte di natura organizzativa, gestionale e strategica, coerenti sia a livello locale che a livello globale.

In particolare, l'attenzione è stata rivolta alle attività imprenditoriali che, com'è ben noto, rappresentando la massima espressione del comportamento umano sul piano economico, determinano una molteplicità di effetti che si riverberano sulla collettività. Un ruolo centrale è, dunque, da attribuire alla *business community* che, attraverso la produzione e lo scambio di beni e servizi, concorre ad assicurare il progresso tecnico ed economico ma che, al contempo, non può ignorare le proprie responsabilità a carattere ambientale e sociale. L'introduzione di una dimensione etica nell'agire delle imprese conferisce loro una legittimazione sociale, in quanto oggi più che in passato la società civile manifesta un ampio ed articolato ventaglio di istanze e di esigenze, che spaziano dalla domanda di maggiore trasparenza ed affidabilità delle informazioni veicolate (*accountability*) alla richiesta di rispettare determinati principi morali.

Su questo binario si muove l'orientamento dell'Unione Europea, com'è ben evidenziato nel Libro Verde della Commissione della Comunità Europea pubblicato nel 2001 "Promuovere un quadro europeo per la responsabilità sociale delle imprese", in cui si afferma che, accanto all'obiettivo primario di generare profitti, le imprese possono contestualmente procedere alla "integrazione volontaria" delle preoccupazioni sociali ed ecologiche nelle rispettive attività e nei diversi rapporti con le parti interessate. Ciò non solo attraverso il pieno soddisfacimento degli obblighi giuridici, ma anche, e soprattutto, attraverso un comportamento proattivo, teso ad investire in capitale umano, in coesione sociale e nella valorizzazione dell'ambiente naturale.

L'affermazione di comportamenti socialmente responsabili dischiude nuove prospettive per le organizzazioni e, in particolare, per le

imprese che sempre più sono chiamate ad assumere un ruolo da protagoniste in un nuovo scenario economico in cui sempre più strenuamente si auspica la realizzazione di uno sviluppo diffuso e duraturo. Uno sviluppo improntato ad una sostenibilità più ampia, in quanto estesa alla sfera ambientale e sociale. Da un approccio *One Bottom Line*, infatti, si è passati ad un altro del tipo *Triple Bottom Line* [7], proprio per evidenziare il passaggio da una rendicontazione a carattere meramente economico ad un'altra, che contempra anche le altre due prospettive della sostenibilità, perseguendone una massimizzazione congiunta.

Un ruolo guida ha avuto la *Global Reporting Initiative* (GRI), che ha elaborato uno standard di rendicontazione promosso nel 1997 dalla CERES (*Coalition for Environmentally Responsible Economies*) di Boston, in partnership con l'UNEP (*United Nation Environment Programme*), in merito alle *performance* delle imprese per l'elaborazione di bilanci con un approccio di tipo *triple bottom line*. L'obiettivo della GRI è quello di sviluppare linee guida comuni, applicabili a livello internazionale, onde consentire una rendicontazione delle *performance* ambientali e sociali delle imprese rigorosa, confrontabile e verificabile, al pari di quella tradizionale, di natura economico-finanziaria. A tal fine sono state pubblicate, in prima stesura nel marzo 1999 e successivamente revisionate, le *Sustainability Reporting Guidelines* per la rendicontazione delle *performance* economiche, ambientali e sociali delle organizzazioni, attraverso un modello integrato delle tre dimensioni che caratterizzano le attività imprenditoriali.

In una tale ottica la sostenibilità è finalizzata alla creazione di valore nel lungo periodo, allargato a tutti gli stakeholder (non solo azionisti, ma anche dipendenti, clienti, fornitori, finanziatori, collettività, istituzioni ecc.), e fondato, soprattutto, sulla capacità di saper cogliere le opportunità, gestendo al contempo i rischi derivanti

dalle dinamiche evolutive che connotano gli attuali scenari.

Negli ultimi decenni sono state intraprese anche altre iniziative, a livello internazionale, comunitario e nazionale, per promuovere la formulazione e la diffusione di standard per l'implementazione di sistemi di gestione, volti a favorire la interiorizzazione della Responsabilità Sociale (RS) nell'agire imprenditoriale (*Corporate Social Responsibility - CSR*).

Tali iniziative sono nate dalla collaborazione di istituzioni, organizzazioni non governative, imprese, associazioni professionali e mondo della ricerca. Al riguardo una significativa diffusione ha avuto l'AccountAbility1000 (AA1000) sviluppato dall'ISEA (*Institute of Social and Ethical Accountability*): si tratta di uno standard di processo, in quanto teso a definire il percorso, o ciclo gestionale, che conduce alla rendicontazione etico-sociale. A differenza degli standard di contenuto – come, ad esempio, le Linee Guida GRI – che individuano l'oggetto e le modalità di redazione dei documenti di rendicontazione, lo standard AA1000 fornisce una serie di principi da applicare per implementare un processo articolato nelle seguenti fasi: *Planning, Accounting, Auditing, Reporting, Embedding, Stakeholder Engagement*. Questo standard può essere utilizzato dalle organizzazioni sia per implementare ex novo un sistema di gestione etico-sociale, sia per misurare, al loro interno, la "qualità" del metodo di rendicontazione adottato. I principi su cui si basa spaziano dalla responsabilità alla inclusività, dalla completezza alla regolarità, dalla significatività delle informazioni fino al miglioramento continuo.

Inoltre, si possono menzionare altre importanti esperienze, quali quella statunitense, ad opera dell'associazione degli *Ethics Officer*, quella inglese nota come *Sigma Project*, nonché quella tedesca, *Value Management System*.

In Spagna e in Francia, invece, sono stati proposti standard in linea con il modello adottato per i Sistemi di Gestione per la Qualità⁶.

In Italia, si sono avute differenti iniziative, alcune delle quali ad opera di enti privati, altre avviate da enti pubblici (ministeri, enti locali ecc.).

Fra le prime, è da evidenziare il progetto Q-RES per la definizione e l'implementazione di un modello di governo delle organizzazioni basato su sistemi di gestione certificabili improntati alla responsabilità sociale⁷.

È inoltre da ricordare il lavoro svolto nel nostro Paese dal GBS (Gruppo di studio per il Bilancio Sociale), che ha pubblicato nel 2001 i principi per la redazione del Bilancio Sociale⁸, con l'intento di promuovere la ricerca scientifica sulle tematiche inerenti i processi di gestione tesi a favorire la diffusione della responsabilità sociale sia presso le imprese che presso la Pubblica Amministrazione.

A livello istituzionale invece, è stato promosso nel 2002 il progetto CSR-SC (*Corporate Social Responsibility - Social Commitment*) da parte del Ministero del Welfare, al fine di favorire la diffusione di comportamenti socialmente corretti.

Il progetto CSR-SC prevede l'applicazione di un set di indicatori utilizzabili sia da imprese di grandi dimensioni che da piccole e medie imprese e l'adozione di Linee Gui-

⁶ Il Sistema di Gestione per la Qualità è un modello di gestione basato su un approccio per processi, secondo cui non esiste un insieme di attività, ma una vera e propria "rete" di attività viste nel loro insieme [8] [9] [10].

⁷ Il progetto Q-RES è stato sviluppato, alla fine degli anni '90, presso il *Centre for Ethics Law & Economics* (CELE) dell'Università Cattaneo di Castellanza. Le Linee Guida Q-RES, pubblicate nell'ottobre 2001, suggeriscono un approccio integrato, ovvero un sistema di gestione certificabile, articolato su un insieme coerente di strumenti e di criteri di eccellenza finalizzati ad accrescere la fiducia di tutti gli stakeholder.

⁸ Il Bilancio Sociale è uno dei principali strumenti di rendicontazione in grado di fornire, a consuntivo, informazioni qualitative e quantitative sugli effetti delle attività poste in essere e di formulare le linee programmatiche per il futuro. A livello internazionale, tale strumento di rendicontazione può assumere differenti denominazioni: *social audit, social accounting, social balance, social statement* ecc.

da per l'autovalutazione delle performance realizzate.

Molte delle suddette iniziative, alcune delle quali volte a suggerire *best practices*, hanno trovato una vasta eco e un fondamentale supporto nel già citato Libro Verde del 2001 e nella successiva Comunicazione della Commissione europea del 2002 "Responsabilità sociale delle imprese: un contributo delle imprese allo sviluppo sostenibile", orientata alla promozione di attività di *benchmarking* delle differenti esperienze realizzate nella gestione della CSR [11].

Nell'ambito dell'articolato processo volto alla ideazione, definizione e progressiva diffusione di sistemi e strumenti idonei alla internalizzazione della responsabilità sociale nelle organizzazioni, un significativo contributo – peraltro particolarmente atteso – sarà sicuramente offerto dall'ISO (*International Organization for Standardization*) che sta elaborando uno standard sulla Responsabilità Sociale delle Organizzazioni: la norma ISO 26000, con valenza internazionale e ad adozione volontaria. A differenza dalle norme ISO 9001 e ISO 14001 - che definiscono i requisiti per l'implementazione dei sistemi di gestione, rispettivamente, per la qualità aziendale e per quella ambientale - la ISO 26000 sarà una *Guidance on Social Responsibility*, adottabile da qualsiasi organizzazione. Essa non conterrà requisiti che permetteranno il suo utilizzo per scopi certificativi, nella consapevolezza che il comportamento etico di una organizzazione non può essere certificato.

Per la elaborazione della futura ISO 26000, è stato istituito il *Working Group "Social Responsibility"* (WG RS), la cui presidenza e segreteria sono assicurati, congiuntamente, da un paese emergente, quale il Brasile, e da un paese di consolidata industrializzazione, quale la Svezia.

Obiettivo dell'ISO è quello di conferire a tale norma una forza di impulso nel quadro di una strategia planetaria sullo sviluppo sostenibile, attraverso l'adozione di un

approccio che, pur ispirandosi a valori universali, sia rispettoso delle diversità.

L'elaborazione della norma ISO 26000 si basa sul più ampio contributo possibile da parte di tutti coloro che sono fortemente interessati al tema della responsabilità sociale, attraverso la partecipazione di una "rappresentanza bilanciata" di sei categorie di stakeholder, ovvero imprese, governi, lavoratori, consumatori, organizzazioni non governative ed enti di ricerca.

La pubblicazione della ISO 26000 è prevista entro il 2010 e costituirà il risultato di una complessa attività, posta in essere da Gruppi di Lavoro che riferiscono al *Technical Management Board* (TMB) dell'ISO. A tal fine, a livello nazionale, l'UNI ha costituito nel 2004 un Gruppo di Lavoro sia allo scopo di partecipare agli incontri internazionali, sia per elaborare un Rapporto Tecnico volto alla mappatura delle metodologie, degli strumenti e delle pratiche socialmente responsabili adottate dalle organizzazioni nazionali. La composizione del Gruppo di Lavoro è il frutto di un'analisi che ha portato al coinvolgimento di tre Ministeri (Solidarietà Sociale, Ambiente e Sviluppo Economico), del mondo industriale e dell'artigianato, dei sindacati, dell'INAIL, di rappresentanti dei consumatori, del mondo dell'università e della ricerca.

I lavori sono scanditi dalle riunioni del WG – tenutesi finora in Brasile (marzo 2005), in Thailandia (settembre 2005), in Portogallo (maggio 2006), in Australia (gennaio 2007), in Austria (novembre 2007) – che hanno condotto all'attuale stesura della ISO 26000, ancora in forma di *Working Draft* (WD), articolata in otto capitoli, dipanati in una duplice ottica - concettuale ed operativa – che riflette la distinzione tra "principi" e "pratiche" di RS.

Essa dovrebbe assumere il ruolo di normativa "standard", ovvero una sorta di guida per tutte le organizzazioni che intendono seguire criteri di gestione improntati a modelli di *governance* "allargata", in

grado di travalicare il mero rispetto dei vincoli legali, per contemplare le prospettive orientate alla creazione di valore per tutti gli stakeholder.

Fra gli scopi della norma si evidenziano quelli volti a:

- limitare la proliferazione di documenti sulla RS, favorendo il coordinamento di quelli già esistenti, rendendoli compatibili e coerenti;
- facilitare la definizione, l'attuazione, il mantenimento ed il miglioramento di strutture per la RS presso le organizzazioni;
- contribuire a migliorare la fiducia nei confronti delle organizzazioni socialmente responsabili e il consenso tra gli stakeholder, compresi i dipendenti dell'organizzazione stessa;
- accrescere la consapevolezza della RS, creando una norma unica accettata con il più ampio consenso di stakeholder;
- migliorare la conoscenza e l'osservanza dei principi universali espressi dalle Nazioni Unite e da altri organismi, tra i quali quelli del *Global Compact*, la Dichiarazione Universale dei Diritti Umani, le Dichiarazioni dell'ILO sui diritti dei lavoratori, le Dichiarazioni di Rio sull'Ambiente e lo Sviluppo Sostenibile, la Convenzione ONU contro la corruzione;
- facilitare la liberalizzazione dei mercati e rimuovere le barriere commerciali, attuando un mercato aperto ed equo.

La norma si pone, dunque, l'arduo obiettivo di ricondurre ad unità, a livello internazionale, tutti gli aspetti legati alla RS, allo scopo di creare un "minimo comune denominatore" in grado di collegare un novero amplissimo di destinatari assai differenziati, in quanto connotati da un variegato bagaglio di esperienze, conoscenze, competenze e sensibilità in tema di RS.

In estrema sintesi, la norma ISO 26000 ha lo scopo precipuo di assistere le organizzazioni (imprese, enti pubblici, associazioni ecc.) che vogliono intraprendere percor-

si caratterizzati dalla capacità di "*thinking and acting ethically*".

I risultati concreti, però, si potranno valutare solo tra qualche anno.

Conclusioni

Il progressivo ampliamento del concetto di "responsabilità sociale" del mondo imprenditoriale sta definendo un ruolo più impegnativo per la *business community* da cui deriva un ripensamento in merito alle stesse finalità che le imprese sono chiamate a perseguire [12]. Infatti, accanto alla tradizionale funzione di produzione, che rappresenta pur sempre l'elemento costitutivo del loro essere ed operare, ad esse si chiede di dare maggiore impulso alla sostenibilità, in un'ottica che valorizzi contestualmente il capitale economico, il capitale umano e il capitale naturale.

In maniera analoga, agli *stakeholder* oggi si chiede maggiore coinvolgimento nell'assumere comportamenti in linea con i principi della sostenibilità e, soprattutto, di acquisire atteggiamenti propositivi e coerenti nei processi rilevanti ai fini di una concreta *social innovation*. Proprio in considerazione della centralità del ruolo degli stakeholder si sta delineando una reinterpretazione della Responsabilità Sociale, passando dalla *Corporate Social Responsibility* alla *Company Stakeholder Responsibility*, attraverso un approccio che privilegia la sostenibilità quale forma corretta, equa e trasparente di creazione di valore per tutti gli interlocutori [13].

È emersa, dunque, la necessità di migliorare i flussi informativi sulle performance socio-ambientali delle organizzazioni, nella consapevolezza che i tradizionali documenti contabili di natura economico-finanziaria presentano significativi limiti nella contabilizzazione della molteplicità di elementi intangibili della gestione (*intangible assets*), di natura spiccatamente qualitativa, quali la reputazione, la fiducia, il



consenso. Essi, infatti, pur partecipando in modo significativo al processo di creazione di ricchezza generato dall'impresa, non trovano adeguata contabilizzazione nei bilanci di esercizio. Ed è così che è iniziato un processo volto all'allargamento dell'informativa aziendale, che ha travalicato l'oramai ristretto, e fortemente strutturato, alveo degli aspetti collegati agli equilibri economico-finanziari-patrimoniali per coinvolgere anche quelli, meno sistematizzati, ma sicuramente più complessi, legati alla comunicazione in tema di valore sociale dell'agire d'impresa.

Il ritmo di tale processo è stato scandito non tanto dalla disponibilità a rendicontare da parte della *business community*, quanto dalla domanda di *accountability* legittimamente espressa dal complesso degli stakeholder, interni ed esterni, finanziari e non, ai quali peraltro si chiederà con crescente insistenza una partecipazione concreta e coerente, onde favorire la transizione da modelli improntati alla *Corporate Social Responsibility* ad altri basati sulla *Company Stakeholder Responsibility* [14]. Essi implicano, peraltro, il coinvolgimento del variegato universo delle piccole e medie imprese, attraverso innovativi approcci alla RS, che non comportino la diffusione di "pratiche standard", ma promuovano un agire d'impresa capace di coniugare efficacemente responsabilità e competitività. Riuscirà la norma ISO 26000 a favorire la diffusione di un tale rinnovato approccio?

Bibliografia

- [1] N. Georgescu-Roegen (2003), *Bioeconomia*, a cura di Bonaiuti M., Bollati Boringhieri, Torino.
- [2] M. Proto, V. D'Ermo (2000), "Le dinamiche dell'intensità energetica nell'industria italiana", *Atti del XIX Congresso Nazionale di Merceologia*, Sassari, 27-29 settembre, 613-624.
- [3] M. Proto, S. Supino (2000), "Ecomanagement quality system: ISO 14000. The state of the art in Italy", *Total Quality Management*, 11, 767-772.
- [4] S. Supino (2001), "Una nuova sfida per le imprese: l'applicazione della Direttiva 96/61CE sul controllo e la prevenzione integrate dell'inquinamento (IPPC)", *Acqua & Aria*, 6, 61-65;
- [5] S. Supino, "Gli accordi volontari. Stato dell'arte in Italia", *Ambiente Risorse Salute*, 2001, 80, 14-17.
- [6] M. Frey, F. Iraldo (2000), "Il ruolo delle imprese nella "costruzione" dello sviluppo sostenibile", *Economia delle Fonti di Energia e dell'Ambiente*, 3.
- [7] J. Elkington (1997), *Cannibals with forks. The Triple Bottom Line of 21st Century Business*, Capstone, Oxford.
- [8] M. Proto (1999), *Il Sistema Qualità Profili Tecnici e Percorsi Evolutivi*, G. Giappichelli Editore, Torino.
- [9] M. Proto, S. Supino, O. Malandrino (2004), "I Sistemi di Gestione per la Qualità", in *Casi di Controllo di Gestione, Metodi, Tecniche, Casi Aziendali di Settore*, a cura di V. Antonelli e R. D'Alessio, Ipsoa, Milano, 41-69.
- [10] R. Salomone, G. Franco (2006), *Dalla qualità totale alla qualità integrata. L'integrazione dei sistemi di gestione qualità, ambiente, sicurezza ed etica per il vantaggio competitivo*, Franco Angeli, Milano.
- [11] European Commission (2003), *Mapping Instruments for Corporate Social Responsibility*, European Commission, Bruxelles.
- [12] S. Sciarelli (2000), "La qualità prossima ventura", *Atti del XX Convegno Nazionale AICQ*, 15-17 maggio, Bologna.
- [13] ABI, Forum CSR 2008, "La relazione sostenibile. La responsabilità delle imprese e degli stakeholder: gestire la complessità per una relazione vantaggiosa", Roma, 29-30 gennaio.
- [14] R.E. Freeman, S.R. Velamuri (2006), "A new approach to CSR: Company Stakeholder Responsibility", in *Corporate Social Responsibility: Reconciling Aspiration with Application*, New York, Palgrave Macmillan, 9-23.

Maria Proto è Professore Ordinario presso la Facoltà di Economia dell'Università di Salerno e Direttore del Dipartimento di Studi e Ricerche Aziendali della stessa Facoltà. La sua attività scientifica si articola in oltre 100 pubblicazioni e si focalizza prevalentemente sui sistemi di produzione, in relazione ai consumi energetici e alla sostenibilità ambientale, nonché sui sistemi e sugli strumenti di gestione per la Qualità.

La Valutazione di Incidenza Ambientale per i siti della rete Natura 2000

*Mario Castorina, *Germina Giagnacovo,
**Caterina Salvadego,
*Fabio Barbato, *Paola Mini,
*José Giancarlo Morgana, *Sandro Paci,
*Susanna Prato, *Antonella Signorini

*ENEA - Dipartimento Biotecnologie,
Agroindustria e Protezione della Salute

**ENEA - Ufficio di Presidenza

La valutazione d'incidenza è un procedimento di carattere preventivo al quale è necessario sottoporre qualsiasi piano o progetto che possa avere incidenze significative su un sito della rete Natura 2000 nel rispetto degli obiettivi di conservazione dei siti stessi

Environmental assessment of plans and projects significantly affecting Natura 2000 sites

Given the conservation objectives of Natura 2000, the preventive Environmental Incidence Assessment procedure must be performed in respect of any plan or project that might have a significant effect on a site included in the network

castorina@casaccia.enea.it



germina.giagnacovo@casaccia.enea.it



caterina.salvadego@casaccia.enea.it



fabio.barbato@casaccia.enea.it



paola.mini@casaccia.enea.it



giancarlo.morgana@casaccia.enea.it



sandro.paci@casaccia.enea.it



susanna.prato@casaccia.enea.it



antonella.signorini@casaccia.enea.it



Introduzione

L'Italia, con il DPR n. 357 dell'8 settembre 1997, ha recepito la direttiva 92/43/CEE (direttiva Habitat), relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali e della flora e della fauna selvatiche. Scopo della direttiva è *contribuire a salvaguardare la biodiversità mediante la conservazione degli habitat naturali, nonché della flora e della fauna selvatiche nel territorio europeo degli Stati membri al quale si applica il trattato* (art. 2). La direttiva *costituisce una rete ecologica europea coerente di zone speciali di conservazione, denominata Natura 2000. Questa rete, formata dai siti in cui si trovano tipi di habitat naturali elencati nell'allegato I e habitat delle specie di cui all'allegato II, deve garantire il mantenimento ovvero, all'occorrenza, il ripristino, in uno stato di conservazione soddisfacente, dei tipi di habitat naturali e degli habitat delle specie interessati nella loro area di ripartizione naturale* (Art. 3).

La rete comprende (figura 1) anche le zone di protezione speciale classificate dagli Stati membri a norma della direttiva 79/409/CEE (Direttiva Uccelli).

Tra gli adempimenti previsti dalla direttiva è prescritto che *qualsiasi piano o progetto non direttamente connesso e necessario alla gestione del sito, ma che possa avere incidenze significative su*

tale sito, singolarmente o congiuntamente ad altri piani e progetti, formi oggetto di una opportuna valutazione dell'incidenza che ha sul sito, tenendo conto degli obiettivi di conservazione del medesimo. Alla luce delle conclusioni della valutazione dell'incidenza sul sito le autorità nazionali competenti danno il loro accordo su tale piano o

La rete natura 2000, ai sensi della Direttiva "Habitat", è costituita dalle zone Speciali di Conservazione (ZSC) e dalle Zone di Protezione Speciale (ZPS). Attualmente la "rete" è composta da due tipi di aree: le Zone di Protezione Speciale, previste dalla Direttiva "Uccelli", e i Siti di Importanza Comunitaria proposti (pSIC); tali zone possono avere tra loro diverse relazioni spaziali, dalla totale sovrapposizione alla completa separazione, come sintetizzato nel seguente schema.

Possibili relazioni spaziali tra pSIC e ZPS












	A ZPS designata senza relazioni con un sito Natura 2000
	B pSIC identico alla ZPS designata
	C pSIC identico alla ZPS designata
	D ZPS designata che confina (man mano che si sovrappone) con un altro sito Natura 2000 (pSic o ZPS) di altre regioni
	E pSIC che confina con un altro sito Natura 2000 (ZPS o pSIC) di altra regione amministrativa
	J ZPS designata in parziale sovrapposizione con un pSIC
	K pSIC in parziale sovrapposizione con una ZPS designata
	F ZPS designata che contiene uno o più pSIC
	G pSIC interamente contenuto in una ZPS designata
	I ZPS designata interamente inclusa in un pSIC
	H pSIC che contiene una o più ZPS designate

Figura 1

Cos'è Natura 2000

Fonte: www.minambiente.it

progetto soltanto dopo aver avuto la certezza che esso non pregiudicherà l'integrità del sito in causa e, se del caso, previo parere dell'opinione pubblica (art 6).

La valutazione di incidenza ambientale¹ è quindi inclusa tra le misure di gestione dei siti e si applica a piani, programmi e progetti aventi un'incidenza territoriale. Per alcuni aspetti la valutazione di incidenza si sovrappone alla VAS (valutazione ambientale strategica) per la pianificazione e alla VIA (valutazione di impatto ambientale) per le tipologie di progetto elencate negli allegati delle corrispondenti direttive ma, a differenza delle altre procedure di valutazione, è focalizzata esclusivamente sugli habitat e sulle specie da proteggere.

La Comunità Europea ha pubblicato nel 2002 le linee guida metodologiche per la valutazione di incidenza^{2,3} ma queste, seppure utili, sono estremamente generiche, in quanto si applicano a tutti gli stati membri; infatti, gli habitat e le specie considerate nella direttiva comprendono otto regioni biogeografiche con caratteristiche pedoclimatiche, socioeconomiche e culturali molto diverse fra loro.

Nel recepimento della Direttiva Habitat con il DPR 357/97, l'Italia ha individuato 2280 siti di importanza comunitaria (SIC) e 590 zone di protezione speciale (ZPS) che coprono il 19,30% del territorio nazionale e sono distribuiti in tre regioni biogeografiche diverse (alpina, continentale e mediterranea). Tuttavia, la direttiva è stata recepita in modo incom-

pleto, sia per quanto riguarda la valutazione di incidenza, che per la definizione delle ZPS. L'Italia, per tali omissioni è stata oggetto di procedura di infrazione e condannata dalla Corte di Giustizia europea (causa C-143/02). Pertanto si è provveduto alla revisione del decreto con il DPR 120/2003. Entrambi i decreti hanno delegato l'applicazione della normativa europea alle Regioni e alle Province Autonome, ma queste non sempre si sono adeguate ai cambiamenti apportati con il DPR 120/2003.

L'ENEA ha contribuito all'applicazione della direttiva in più occasioni: negli anni dal 1994 al 1998 ha fornito supporto tecnico e scientifico al Ministero dell'Ambiente per l'esecuzione del progetto BIOITALY^{4,5} che aveva per obiettivo l'identificazione dei siti della rete Natura 2000 e il proseguimento del programma CORINE BIOTOPES in Italia; l'ENEA ha fornito assistenza tecnica alle Regioni e alle Province Autonome per l'implementazione del progetto sul loro territorio e assistenza scientifica, in collaborazione con la Società Italiana di Botanica, l'Unione Zoologica Italiana e la Società Italiana di Ecologia, sui contenuti del progetto. Al termine del progetto BIOITALY, nel 1998, l'ENEA ha approfondito le problematiche connesse all'applicazione della direttiva con il progetto Life B4-3200/97/272, volto alla predisposizione dei piani di gestione dei siti della regione mediterranea, e ha contribuito, nel 2003, alla sperimentazione della metodologia indicata dalla Comunità Europea per

¹ http://www2.minambiente.it/sito/settori_azione/scn/rete_natura2000/natura_2000/valutazione_incidenza.asp

² Assessment of Plans and Projects significantly affecting Natura 2000 sites – Methodological Guidance to the provisions of article 6(3) and 6(4) of the "Habitats" Directive 92/42/EEC. European Commission, DG Environment, November 2001.

³ Documento di orientamento sull'articolo 6 (4) della direttiva "Habitat" (92/43/CEE), CE, 2007.

⁴ The Bioitaly Project: The Italian Database for Nature Conservation (M. Castorina, A. Folletto, F. Guerini, S. Mugnoli). *Atti del VIII Congresso Nazionale della Società Italiana di Ecologia*. Parma, 10-12 Settembre. P. 43-44. 1997.

⁵ Il Progetto Bioitaly" (M. Castorina) in *Biologia Oggi*, n. 2, pagg. 65-66. 1997.



la valutazione di incidenza⁶, applicandola a un progetto di impianto energetico.

In occasione della sperimentazione sono state rilevate, già nel 2003, diverse incongruenze nelle normative regionali, soprattutto per l'eterogeneità con cui veniva applicata la valutazione di incidenza, e per la mancanza di dati utili e la difficoltà a reperirli. Una corretta trasposizione della direttiva è particolarmente importante per le ricadute di carattere economico sulle Regioni, sia perché facilita l'accesso ai finanziamenti comunitari (Reg. LIFE 614/2007, Reg. 1698/2005) sia perché la legge finanziaria 2007 ha sancito il diritto di rivalsa da parte dello Stato sulle Regioni per gli oneri derivanti dalle procedure di infrazione (Comma 1215, Legge 296/2006).

Stato dell'arte

Il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare ha pubblicato nel suo sito web all'inizio del 2007⁷ una prima valutazione sull'attivazione della procedura della valutazione di incidenza nelle Regioni e nelle Province Autonome. Dal documento del Ministero si evince che, alla data della verifica, solo tre Regioni avevano inserito uno specifico disciplinare nella normativa per la definizione degli aspetti tecnici e dei criteri per la valutazione; sei Regioni avevano inserito la procedura nel quadro amministrativo specifico, ma senza dettagli tecnici sulla valutazione; undici Regioni, comprese le Province Autonome, si sono limitate ad applicare l'art. 5 e l'allegato G del DPR 357/97 senza stabilire specifici atti nel recepire la di-

rettiva e, infine, una regione non ha legiferato in materia.

Nel maggio 2007 la società "Comunità Ambiente" ha pubblicato uno studio comparativo sulla valutazione di incidenza, come descritta sui siti web delle diverse Regioni italiane⁸. L'indagine di Comunità Ambiente ha considerato, da una parte, lo stato di applicazione regionale degli obblighi del DPR 357/97 e dall'altra la qualità dell'informazione al pubblico sull'argomento. Le conclusioni dello studio hanno mostrato che l'applicazione regionale della valutazione di incidenza è difforme: alcune Regioni si limitano ad individuare l'autorità competente per la valutazione, altre hanno dato rilevanza anche all'individuazione del contenuto dello studio che deve essere presentato dal proponente e altre ancora hanno sviluppato una procedura più articolata. Comunità Ambiente conclude lo studio mettendo in risalto la necessità che il Ministero dell'ambiente predisponga le linee guida di riferimento utili per ottenere norme regionali più omogenee tra di loro.

Considerazioni sul corretto recepimento della Direttiva

Come premessa è utile descrivere brevemente, per meglio comprendere la metodologia descritta in seguito, come si sviluppa un possibile impatto sugli ecosistemi da conservare in un sito Natura 2000. Un intervento (applicazioni di un piano o progetto) produce una perturbazione che si propaga attraverso un mezzo (aria, acqua, suolo) e raggiunge il bersaglio ambientale (habitat e specie riportate dalla direttiva) provo-

⁶ Valutazione di Incidenza Ambientale del progetto L.A.S.A. sui siti di importanza comunitaria della rete Natura 2000", (L. Addis, F. Barbato, M. Castorina, G. Giagnacovo, G. Izzo, J. G. Morgana, S. Prato, R. Sanna, M. Sbrana, A. Signorini), nel sito <http://www.bioitaly.casaccia.enea.it>, ENEA, 2003

⁷ http://www2.minambiente.it/scn/gestionesiti/index.php?sez=6&cap=applicazione_attivazioneincidenza

⁸ <http://www.comunitambiente.eu>

cando un eventuale impatto. L'entità dell'impatto dipende dalla rilevanza della perturbazione e dalla sensibilità degli ecosistemi.

Altri interventi possono agire sullo stesso sito sinergicamente con la perturbazione che si sta propagando e gli effetti cumulativi devono essere considerati nella valutazione.

Il bersaglio, a sua volta, può essere più o meno sensibile alle perturbazioni e può tornare autonomamente all'equilibrio in breve tempo (capacità di resilienza). Inoltre, l'effetto della perturbazione (impatto) è tanto più significativo quanto più il bersaglio è importante in termini di valore biogeografico e di valore per la conservazione. In sintesi, una buona valutazione deve esaminare la rilevanza della perturbazione, gli effetti cumulativi che si integrano nel percorso dalla sorgente della perturbazione al bersaglio e la significatività dell'impatto.

Per esprimere un giudizio sull'efficienza nell'applicazione della direttiva da parte delle Regioni e delle Province Autonome bisogna quindi prendere in considerazione i seguenti elementi:

- per quanto riguarda la sorgente degli impatti, la normativa dovrebbe prevedere percorsi di valutazione diversi per differenti tipi di attività (almeno distinguere tra piani e progetti);
- per quanto riguarda la propagazione della perturbazione nel territorio, la normativa dovrebbe richiedere al proponente uno studio commisurato all'entità del piano/progetto proposto, in modo tale da identificare, sulla base di una modellistica idonea, la quota parte di perturbazione che raggiunge il bersaglio ambientale. Riguardo alla possibilità che gli effetti di diverse attività umane si integrino lungo il percorso, cumulan-

dosi sul bersaglio ambientale, la normativa dovrebbe indicare i criteri per individuare e quantificare le pressioni che, per ciascun tipo di mezzo, potrebbero concorrere sinergicamente nell'impatto;

- per quanto riguarda la vulnerabilità degli ambienti bersaglio, la normativa dovrebbe indicare con quali criteri stimare la capacità degli ecosistemi di resistere alla perturbazione e la loro capacità di ripristinare l'equilibrio precedente;
- infine, l'autorità competente dovrebbe indicare le modalità del coinvolgimento del pubblico, così come previsto dalla direttiva.

Il proponente dovrebbe indicare all'autorità competente le caratteristiche dell'intervento proposto e gli aspetti ambientali generati dall'attività nei diversi stadi (preparatorio o di messa in opera, di funzionamento e di eventuale smantellamento con ripristino dello stato preesistente) e, nel caso di processi produttivi, quantificare gli aspetti ambientali nelle varie condizioni di funzionamento (ordinarie, straordinarie e di emergenza). Gli altri elementi utili alla valutazione dovrebbero essere di competenza dell'autorità pubblica. Il proponente non può possedere tutte le informazioni utili per la caratterizzazione del territorio né può essere a conoscenza degli interventi che possono produrre effetti cumulativi. Ma anche se possedesse queste informazioni, non sarebbe legittimato a stabilire gli elementi utili per la valutazione. È infatti compito delle autorità competenti stabilire se gli aspetti ambientali di un'attività possano avere impatti sui siti Natura 2000 e, una volta localizzata l'attività, quali siano i siti interessati ai possibili impatti. Inoltre, le autorità competen-



ti dovrebbero utilizzare le informazioni ufficiali (Formulario Natura 2000) relative alla vulnerabilità, alla resilienza e all'importanza biogeografica e conservazionistica degli ecosistemi considerati; per quanto riguarda gli effetti cumulativi, è necessaria la conoscenza delle attività pianificate sul territorio e delle conseguenti pressioni sull'ambiente.

Sulla base delle considerazioni espresse, risulta che la maggior parte delle normative regionali sono ancora lontane dal recepimento appropriato della direttiva.

Obiettivi dello studio

Il presente studio ha avuto come principale obiettivo quello di verificare il grado di efficienza con cui le Regioni e le Province autonome hanno applicato la valutazione di incidenza. In particolare, si è inteso approfondire e completare gli studi precedenti individuando le criticità delle norme regionali vigenti rispetto al corretto recepimento della direttiva. Si è verificato se nelle normative regionali fossero indicati i contenuti minimi richiesti per gli studi di incidenza

e se l'autorità competente abbia previsto il possesso di una specifica idoneità professionale per la redazione degli studi. Infine, si è valutato se la procedura di valutazione proposta dalle norme regionali rispondesse in modo efficiente agli obiettivi di salvaguardia della direttiva.

Metodologia seguita per l'analisi della normativa vigente

Un gruppo di lavoro ha raccolto e analizzato la normativa regionale sulla valutazione di incidenza alla data dello studio (aprile-agosto 2007) individuando preventivamente i criteri da utilizzare (tabella 1). Allo scopo di verificare il grado di completezza dei dati citati nelle norme regionali è stato identificato, sulla base delle specifiche richieste degli articoli 5 e 6 (commi 3 e 4) della direttiva Habitat, il set minimo di informazioni necessario per effettuare una procedura di valutazione di incidenza efficace (tabella 2). Poiché la valutazione di incidenza è una procedura autorizzativa, l'autorità competente dovrebbe essere messa in grado di esprimere un giudizio di conformità o meno della richiesta del proponente

Tabella 1 - Formulario ENEA per la valutazione della normativa regionale

1. Esiste una normativa regionale specifica per la V.I.? Se sì citare nelle note
2. Il "set minimo per la valutazione" è compreso nella documentazione prevista dalla normativa?
3. Alla normativa è allegato un disciplinare tecnico?
4. Sono specificati i casi in cui dovrà essere effettuata la valutazione?
5. La valutazione segue percorsi diversi per piani e progetti?
6. Per i progetti è prevista la possibilità di ulteriori informazioni che riguardano il progetto esecutivo?
7. Nell'ambito del percorso di piano/progetto sono previsti criteri valutativi diversi per tipologie di intervento?
8. Sono richiesti specifici requisiti a chi dovrà effettuare lo studio?
9. Sono specificati materiali/informazioni che saranno messi a disposizione dalla Regione?
10. È indicato come trattare il problema degli effetti cumulativi?

Fonte: elaborazione ENEA

rispetto agli obiettivi di conservazione dei siti utilizzando i dati amministrativi a propria disposizione. Perché ciò sia possibile il valutatore deve disporre almeno del "set minimo" di dati necessari e questo è il senso della seconda domanda del formulario.

Il gruppo di domande dalla terza alla settima riguarda i contenuti della procedura di valutazione: la terza domanda verifica l'esistenza di un allegato tecnico alla legge, la quarta verifica l'esistenza di criteri per l'attivazione della procedura, la quinta verifica la separazione del processo di valutazione tra piani e progetti e, per questi ultimi, la sesta domanda, se è prevista la possibilità di ulteriori approfondimenti a fronte del progetto di massima; infine, la settima verifica l'esistenza di una differenziazione delle procedure per tipologia di progetto (per es., per i piani, se si distingue tra piani faunistico-venatori, piani urbanistici, piani di taglio bosco ecc. e per i progetti, se riguardano impianti industriali, infrastrutture, interventi colturali ecc.). L'ottava domanda verifica se è richiesta una specifica qualifica ai redattori degli studi di incidenza, mentre la nona verifica la disponibilità di dati a livello di autorità competente. Infine, l'ultima domanda è volta ad appurare se il problema degli effetti cumulativi è stato considerato nella normativa.

Resultati dello studio e discussione

Il primo risultato dell'indagine, in risposta alla prima domanda del formulario, è stato l'acquisizione del repertorio normativo a livello regionale (tabella 3). Tutte le Regioni hanno recepito la normativa relativa alla valutazione di incidenza eccetto la Regione Molise.

Solo sei Regioni (figura 2) hanno definito un opportuno "set minimo" di elementi per effettuare la valutazione di incidenza" e due Regioni lo hanno previsto nella normativa, ma con la richiesta dei dati al proponente. Tale richiesta è di difficile praticabilità, in quanto il proponente dovrebbe effettuare accurati studi di settore che sono invece di competenza regionale.

Per quanto riguarda le risposte al gruppo di domande dalla terza alla settima (concernenti la procedura di valutazione), si evince che solo la metà delle Regioni (figura 3) allega alla norma un disciplinare tecnico che specifica la metodologia e i criteri tecnici da applicare.

Tutte le Regioni riportano i casi in cui deve essere effettuata la valutazione e distinguono tra piani e progetti, seguendo l'allegato G del DPR 357/97, mentre solo quattro Regioni prescrivono la possibilità di richiedere al proponente ulteriori approfondimenti rispetto ai progetti di massima. Tra queste, la Regione Calabria specifica che

Tabella 2 - Set minimo di informazioni per la valutazione di incidenza

Scheda Natura 2000 dei siti interessati
Mappa degli habitat
Pressioni sul sito derivanti dalle attività umane
Cartografia di base
Stato delle acque superficiali e sotterranee
Descrizione tecnica del piano/programma o progetto
Attività umane sul territorio sinergiche col piano/programma o progetto riguardo alle pressioni sui siti

Fonte: elaborazione ENEA

Tabella 3 - Normativa regionale relativa alla valutazione di incidenza

Regione	Norma
Abruzzo	D.G.R. n. 119/2002, BUR n. 73 speciale del 14/6/2002
Basilicata	D.G.R. 2454 22/12/2003 e riferimenti a L.R. 47/1998
Calabria	D.G.R. n. 604 del 27/6/2005 BUR n. 14 del 1/8/2005
Campania	D.G.R. n. 5249 del 31/10/2002; D.G.R. n. 1216/2001
Emilia Romagna	L.R. n. 7 del 14/04/2004 e D.G.R. 2007/1191 del 30/7/2007
Friuli Venezia Giulia	D.G.R. n. 2600 del 18/7/2002
Lazio	D.G.R. n. 1103 del 2/8/2002
Liguria	D.G.R. n. 328 del 7/4/2006
Lombardia	D.G.R. n.7/14107 del 8 agosto 2003
Marche	L.R. n. 6 12/6/2007 BUR n. 55 21/6/2007 - L.R. n. 7 14/4/2004
Molise	Non ha legiferato in materia
Piemonte	D.P.G.R. n. 16/R del 16/11/2001
Puglia	L.R. n. 11 del 12/4/2001
Sardegna	L.R. 9/2006, l'art. 47 attribuisce alle province le funzioni amministrative concernenti lo svolgimento della procedura della valutazione d'incidenza
Sicilia	Decreto assessoriale 30 marzo 2007 GU RS n. 20 del 27/4/2007
Toscana	L.R. 56 del 6/4/2000
Umbria	D.G.R. n. 3621 del 1/7/1998 non reperito - LR n. 27 del 24/3/2000 (PUT)
Valle D'Aosta	D.G.R. n. 1815 del 6 luglio 2007
Veneto	D.G.R. 3173/2006 del 10 Ottobre 2006
Bolzano	D.G.P. n. 3466 del 1/10/2001
Trento	L.P. n 10 del 15/12/2007

Fonte: Bollettini regionali

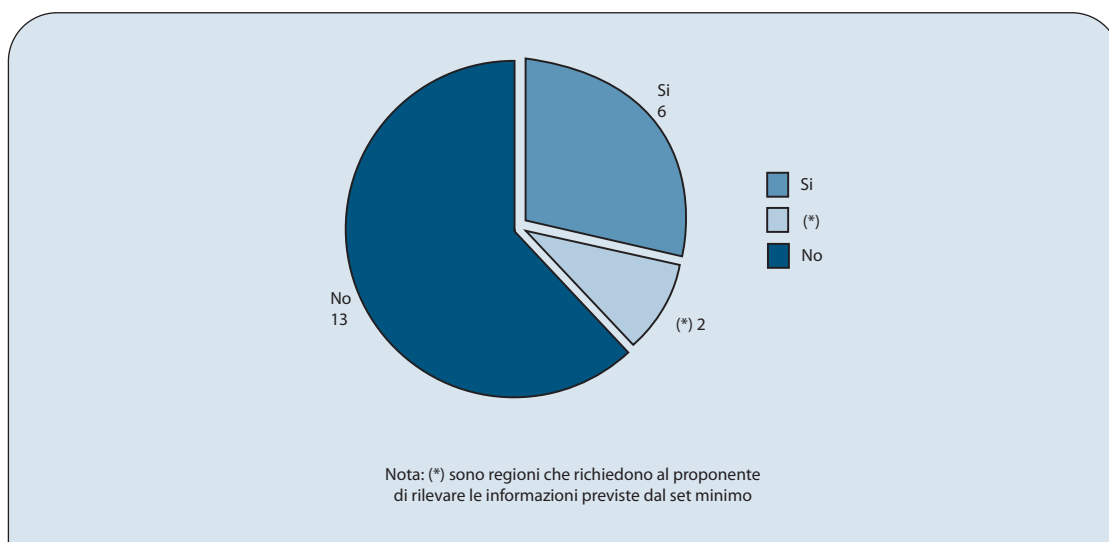


Figura 2
Presenza del "set minimo" di informazioni presso le Regioni
Fonte: elaborazione ENEA

ulteriori approfondimenti possono essere richiesti al proponente una sola volta, e la Regione Marche rimanda la disciplina sugli approfondimenti alla norma regionale che regola il "giudizio di compatibilità ambientale". Sei Regioni prevedono percorsi valutativi diversi per tipo di piano o di progetto in esame.

Rispetto alla qualifica professionale che deve possedere chi effettua lo studio di incidenza (domanda 8), sette Regioni hanno deliberato in materia, anche se non è ben specificato il livello di qualifica professionale richiesto. In risposta alla domanda 9 che riguarda la documentazione che la Regione mette a disposizione del proponente per gli studi di valutazione di incidenza, solo quattro specificano le informazioni di competenza regionale a disposizione dei proponenti.

Nonostante la legislazione europea e nazionale evidenzino l'importanza della valutazione degli effetti cumulativi prodotti dai progetti, solo quattro Regioni prendono in considerazione tale aspetto (domanda 10).

La maggior parte delle Regioni fa riferimento all'allegato G del DPR

357/97, anche se l'allegato è estremamente sintetico e generico: basti pensare che per la cartografia si fa riferimento a CORINE 1:100.000, non considerando che le dimensioni medie dei SIC e delle ZPS in Italia sono dell'ordine del migliaio di ettari.

In conclusione, attraverso questo studio è stata evidenziata una serie di criticità nel recepimento della direttiva:

- si rileva una mancanza di coerenza nella gestione dei siti, dovuta alla difforme applicazione regionale della normativa nazionale;
- le schede del Formulario Natura 2000, che rappresentano l'unico atto amministrativo riconosciuto a livello europeo in materia di stato di conservazione del patrimonio naturale, sono scarsamente citate nella normativa; sarebbero utili invece per stabilire l'importanza biogeografica dei valori naturali e il loro grado di vulnerabilità al fine di determinare la significatività degli impatti;
- l'integrazione degli effetti (effetto cumulativo) non è considerata dalla maggior parte delle Regioni;
- non sembrano essere previsti piani di monitoraggio dell'efficacia delle

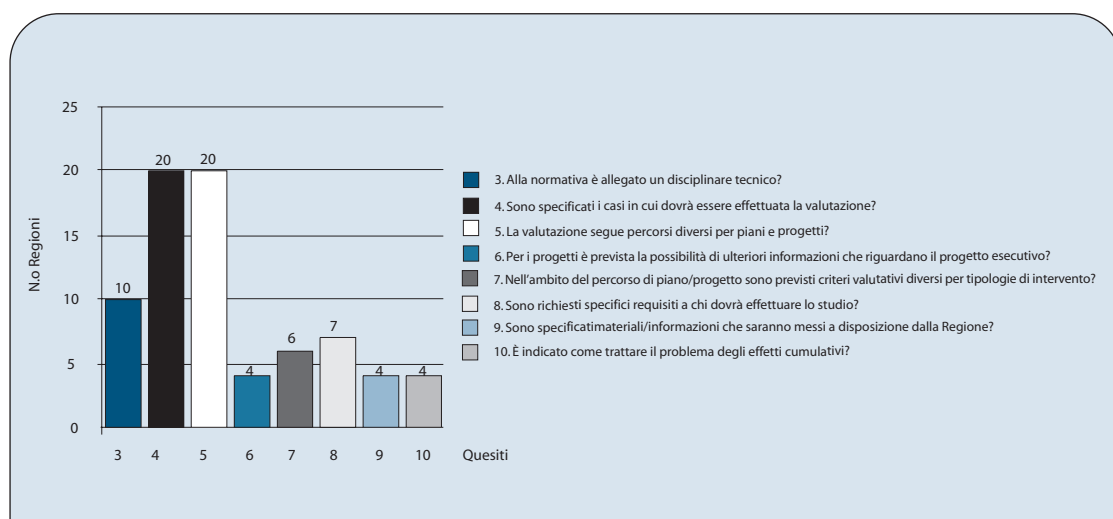


Figura 3
Risposte delle Regioni ai quesiti da 3 a 10 del formulario
Fonte: elaborazione ENEA



- prescrizioni per gli interventi autorizzati;
- nessuna Regione affronta il tema della partecipazione del pubblico;
- poche Regioni includono una guida metodologica per la valutazione e, laddove questa è presente, si rilevano approcci difformi da Regione a Regione.

La rete Natura 2000 copre quasi il 20% della superficie nazionale; in considerazione di ciò si comprende l'importanza di effettuare una valutazione di incidenza adeguata per salvaguardare i siti di importanza comunitaria esistenti nel Paese senza pregiudicare lo sviluppo economico.

Di norma, nei processi autorizzativi si utilizza il buon senso e si fa ricorso al "principio di precauzione"; inoltre, in mancanza di un disciplinare tecnico specifico, si rimanda alle procedure di VIA che, quando si applicano agli ecosistemi, non rispecchiano completamente gli obblighi della direttiva. Talvolta la valutazione di incidenza non viene applicata sulla base della "pubblica utilità" dell'opera.

In ogni caso, una valutazione poco adeguata alla realtà dei fenomeni considerati produce danni al patrimonio che si dovrebbe proteggere: politiche eccessivamente restrittive per lo sviluppo economico generano malcontento nelle comunità locali che solitamente ignorano cosa siano un sito di importanza comunitaria e la rete Natura 2000, e tutto ciò va a detrimento della conservazione nel medio-lungo termine. Nel caso di autorizzazioni eccessivamente permissive, al contrario, si possono generare danni che possono comportare una perdita irreversibile di biodiversità, particolar-

mente gravosa quando si assiste alla scomparsa di specie endemiche e/o al degrado di habitat pregiati.

La mancata valutazione degli effetti cumulativi, oltre ad essere una precisa violazione della norma comunitaria, non garantisce l'efficacia della valutazione. Per fare un esempio, riportato dalle linee guida allegate alla normativa della regione Murcia (Spagna)⁹, la costruzione di un villino all'interno di un habitat comunitario probabilmente non influenza le funzioni e la struttura dell'habitat, ma non si può dire lo stesso se all'interno di quell'habitat vengono costruiti altri cinquanta villini.

È auspicabile che il governo centrale emani in futuro indicazioni più dettagliate per le applicazioni regionali a vantaggio della conservazione della biodiversità sia in Italia che in Europa e che si rispetti la coerenza della rete Natura 2000.

Si è inoltre osservato che la maggior parte delle Regioni non fa distinzioni di importanza degli interventi (procedure semplificate e liste di esclusione) con il rischio di produrre sovraccarichi all'attività amministrativa.

⁹ Consejería de Industria y Medio Ambiente de la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia, 2005, Guía nº 7. Proyectos que puedan afectar a la red natura 2000. Colección "Guías para la elaboración de estudios ambientales de proyectos con incidencia sobre el medio natural" Murcia: Dirección General del Medio Natural, 104 pp.

Calcolo numerico ad alte prestazioni

*Vincenzo Artale, °Giovanni Bracco,
*Giuseppe Buffoni, °Massimo Celino,
°Pietro D'Angelo, °Silvio Migliori,
°Andrea Quintiliani, **Vittorio Rosato,
*Gianmaria Sannino

ENEA

*Dipartimento Ambiente,

Cambiamenti Globali e Sviluppo Sostenibile

°Dipartimento Tecnologie Fisiche e Nuovi Materiali

**Dipartimento Tecnologie Fisiche e Nuovi Materiali e Ylichron S.r.l.

La modellistica numerica è un elemento insostituibile in molte aree della ricerca e delle applicazioni industriali. Essa è in grado di fornire un importante supporto per la progettazione e la prototipazione di nuovi processi e prodotti. L'ENEA vanta una consolidata esperienza nello sviluppo di modelli numerici in vari ambiti applicativi, tra cui il clima e la scienza dei materiali, e nel loro utilizzo su piattaforme di calcolo ad alte prestazioni

High-performance computing

Computer modelling is an irreplaceable element in many areas of research and industrial applications.

It can provide important support for designing and prototyping new processes and products.

ENEA boasts long experience in developing digital models in different applicational environments, including the climate and materials science, and in their use on high-performance computing platforms

artale@casaccia.enea.it



bracco@frascati.enea.it



buffoni@casaccia.enea.it



celino@casaccia.enea.it



dangelo@frascati.enea.it



migliori@enea.it



quintiliani@casaccia.enea.it



rosato@casaccia.enea.it



gianmaria.sannino@casaccia.enea.it



Introduzione

La modellistica numerica è una scienza relativamente giovane. Sebbene i modelli matematici applicati alla astrazione e modellizzazione di sistemi e di fenomeni siano stati in alcuni casi elaborati da molti decenni, solo recentemente, grazie all'avvento di piattaforme di calcolo ad alte prestazioni (i cosiddetti *supercomputers*) hanno avuto modo di mostrare il loro enorme potere esplicativo e predittivo in molti ambiti scientifici. Si pensi, ad esempio, all'equazione di Schroedinger che consente la predizione del comportamento della materia su scala atomica oppure alle equazioni fluidodinamiche che regolano il comportamento di grandi masse di fluido (mare, aria); sebbene note dai primi decenni del secolo scorso, solo da qualche decina di anni le loro potenzialità sono state appieno utilizzate attraverso la simulazione numerica su modelli di sistemi "realistici". Le mo-



derne tecnologie informatiche hanno infatti consentito un enorme sviluppo delle tecniche di modellistica numerica fornendo uno straordinario contributo negli ultimi decenni, sia all'avanzamento della conoscenza, che alla realizzazione di prodotti e processi tecnologicamente avanzati. Questi risultati sono stati resi possibili dagli impressionanti progressi fatti sia nella tecnologia del software (linguaggi di alto livello, compilatori sempre più ottimizzati ecc.), sia nella microelettronica con la conseguente disponibilità di microprocessori sempre più potenti. Questi hanno reso possibile progettare, studiare, riprodurre e visualizzare complessi fenomeni naturali e sistemi ingegneristici con una accuratezza fino a pochi anni fa impensabile. Coniugando l'informatica con le più moderne teorie della chimica, della fisica e della biologia si è aperto un nuovo settore della scienza, basato su tecniche di modellistica numerica, che permette di simulare e studiare processi che sarebbe troppo costoso, o pericoloso, o anche impossibile, affrontare mediante sperimentazione diretta. Numerosi settori (dalla Scienza dei Materiali all'Astrofisica, dalla Biologia Molecolare alla Farmacologia, dalla Meteo-Climatologia alla Fluidodinamica Industriale per citarne alcuni) hanno nelle tecniche di modellistica numerica e simulazione, strumenti efficaci per l'avanzamento della conoscenza scientifica e della pratica ingegneristica. Anche a livello industriale la modellistica è divenuta un fattore primario di competitività per la progettazione e la prototipazione di nuovi processi e prodotti, dai nuovi materiali agli impianti chimici, dai reattori nucleari ai combustori ed ai motori endotermici, dai veicoli terrestri a quelli aerospaziali. Il caso della

Farmacologia è particolarmente rilevante; l'industria farmaceutica sta beneficiando dello sviluppo di tecniche di modellizzazione delle proprietà di nuove molecole prima dell'inizio delle costose fasi di sperimentazione. Dopo le applicazioni militari, che nell'ultimo arco del secolo scorso hanno rappresentato la spinta principale per lo sviluppo degli strumenti di calcolo avanzato, oggi sono proprio i settori tecnologici che forniscono problemi di altissimo livello che creano un volano importante per la ricerca e l'innovazione nel settore degli strumenti di calcolo e degli algoritmi.

Gli attuali sistemi di calcolo ad alte prestazioni (che indichiamo con la sigla HPC - *High Performance Computers*) più diffusi sono installazioni che richiedono rilevanti investimenti e l'utilizzo di personale specializzato di alto livello. L'intrinseca complessità e rapida evoluzione tecnologica di questi strumenti richiede, inoltre, che tale personale interagisca profondamente con gli utenti finali (gli esperti dei vari settori scientifici nei quali tali strumenti vengono utilizzati), per consentire loro un utilizzo efficiente degli strumenti. Si è sviluppata nel tempo una nuova categoria di specialisti in modellistica computazionale; questi sono in genere esperti nei vari domini applicativi con forti competenze nell'informatica avanzata che rendono possibile l'utilizzo di questi strumenti all'interno dei gruppi di ricerca delle varie aree applicative. La formazione e l'utilizzo di questa tipologia di personale è fondamentale in tutti quegli ambiti nei quali la modellistica numerica gioca un ruolo di rilievo. L'ENEA in questo contesto ha una lunga tradizione di utilizzo di strumenti di calcolo avanzati. La rilevanza dell'HPC nel settore della fisica e del cal-

colo dei reattori e degli impianti nucleari ha indotto, sin dagli anni 60, l'ENEA a dotarsi di grandi strumenti per il calcolo (vedi box). Nel corso del tempo le competenze di modellistica numerica sono state sviluppate a tal punto che hanno portato alla realizzazione di diversi progetti di informatica avanzata e di modellistica in molti settori tra i quali ricordiamo il clima e la scienza dei materiali. Infine, vale la pena ricordare il recente progetto "CRESCO" (di cui si parlerà più avanti) che ha permesso di realizzare un salto di qualità nelle dotazioni informatiche e di rete in ENEA.

Tra le tante applicazioni della modellistica numerica che sono presenti nell'Ente, la Climatologia e la Scienza dei Materiali hanno sostenuto la crescita del calcolo al suo interno, fornendo costantemente nuovi *benchmark* e obiettivi scientifici sempre più ambiziosi. I risultati ottenuti in questi settori grazie alla disponibilità di piattaforme ad alte prestazioni sono analizzati allo scopo di delineare una strategia per l'ulteriore sviluppo di queste metodologie all'interno dell'Ente e nell'intero panorama italiano.

Climatologia

L'intera area del Mediterraneo è definita come un elemento particolarmente sensibile (*hot spot*) rispetto ai cambiamenti climatici. Infatti la regione del Mediterraneo rappresenta un "unicum" dinamico sia per la sua capacità di interagire alle medie latitudini con il flusso a larga scala di origine Atlantica, generando fenomeni a scala di bacino (per es. ciclogenesi) rilevanti per gli eventi estremi (precipitazioni intense, acqua alta ecc.), sia per le interazioni con fenomeni climatici remoti come il Monzone Indiano ed

Africano ed El Niño (teleconnessioni). La componente atmosferica del sistema climatico Mediterraneo è determinata da complesse interazioni tra forzanti a larga scala e caratteristiche locali quali l'orografia e il contrasto terra-mare. Da queste interazioni si produce una serie di fenomeni che vanno dalla scala locale a quella sinottica (eventi convettivi intensi, precipitazione topografica e fenomeni di acqua alta) che caratterizzano la variabilità climatica mediterranea ed il suo impatto sulle condizioni al suolo e all'interfaccia aria-mare. La componente marina del sistema climatico mediterraneo interagisce a diverse scale temporali con l'atmosfera manifestando una forte variabilità stagionale ed interannuale.

Risulta quindi cruciale la comprensione delle mutue interazioni tra la regione mediterranea ed il sistema globale, anche per poter delineare gli impatti "locali", come ad esempio cambiamenti della temperatura terrestre, delle precipitazioni e del livello del mare. Tali cambiamenti hanno anche un forte impatto socio-economico, in termini di modifica di attività produttive e di uso delle risorse ambientali e del territorio. A fronte dell'importanza del bacino del Mediterraneo in termini di interazioni tra scale regionali e globali, bisogna sottolineare che non esiste fino ad ora uno studio complessivo del bacino nel suo insieme. Quindi uno dei primi obiettivi è quello di colmare tale lacuna, fornendo un'accurata caratterizzazione del sistema climatico Mediterraneo, nel contesto del clima globale, e della sua variabilità, sia naturale che indotta dalle attività umane, su scale temporali che vanno da quella stagionale a quella decennale. La novità è definire degli obiettivi comuni con i decisio-



ri politici locali, dare delle risposte concrete, sviluppare i modelli per rendere credibili e realistiche, soprattutto a livello locale, le soluzioni proposte. È una sfida tecnologica e scientifica (*Grand Challenge*) perché bisogna mettere insieme diverse competenze e far funzionare in modo interattivo numerosi sistemi complessi (si pensi solo al sistema suolo-atmosfera-oceano-biosfera).

Il clima rappresenta il risultato di complessi processi fisici, chimici, biologici e geologici che interagiscono tra loro su diverse scale temporali e spaziali. Tale complessità rende impossibile la previsione del clima futuro, attraverso l'estrapolazione dell'andamento del clima passato. Gli unici strumenti attualmente a nostra disposizione in grado di prevedere e di valutare l'impatto delle attività umane sul clima sono i modelli numerici climatici.

Un modello climatico è una rappresentazione matematica del sistema climatico terrestre. I modelli attualmente in uso sono costituiti da diversi moduli, ognuno rappresentante una diversa componente del sistema clima-

tico. Tra i principali ricordiamo: quello atmosferico, oceanico, idrologico e di vegetazione, che in genere sono integrati nel modulo atmosferico, ed il modulo dei ghiacci, sia marini che terrestri. I modelli più complessi contengono, in aggiunta ai moduli precedenti, anche dei moduli che tengono conto dei processi chimici quali il ciclo del carbonio, solfati e metano.

I modelli climatici sono costituiti quindi da decine di equazioni, molte delle quali differenziali alle derivate parziali non lineari. Per risolvere un sistema di equazioni così complesso, è necessario trasformare le equazioni nel loro equivalente numerico e risolverle mediante un calcolatore.

La tecnica di discretizzazione consiste nel suddividere l'atmosfera, la superficie terrestre e gli oceani, orizzontalmente e verticalmente, in un certo numero di punti. Questi sono distribuiti in modo da determinare una griglia tridimensionale che avvolge tutta la terra, dal limite superiore dell'atmosfera fino al fondo degli oceani (figura 1).

Un modello numerico calcola le variabili climatiche a intervalli temporali costanti solo in questi punti. Fissata la distanza tra i punti, ossia fissata la risoluzione spaziale, l'intervallo temporale sarà scelto in modo da garantire la stabilità numerica dei modelli. In generale quanto più si aumenta la risoluzione spaziale, ossia si riduce la distanza tra i punti, tanto più piccolo dovrà essere l'intervallo temporale. Tutti i processi fisici, chimici e biologici a piccola scala, cioè quelli che si realizzano su scale inferiori alla risoluzione del modello (ad esempio la formazione delle nubi, la turbolenza ecc.) dovranno necessariamente essere parametrizzati poiché non direttamente rappresentati.



Figura 1

Rappresentazione schematica dei punti di griglia che ricoprono la terra, dal limite superiore dell'atmosfera fino al fondo degli oceani

Fonte: CSIRO Atmospheric Research Technical Paper No. 37, 1998)

Più punti di griglia sono utilizzati nel processo di discretizzazione, tanto migliore sarà la rappresentazione dei singoli processi che influenzano il clima e la sua previsione. Si intuisce facilmente che il miglior modello numerico climatico è quello che utilizza il maggior numero di punti nel suddividere l'atmosfera, la superficie terrestre e l'oceano globale. Sfortunatamente il miglior modello numerico è anche il più difficile da realizzare, in quanto più punti si utilizzano, tanti più calcoli dovranno essere eseguiti dal calcolatore, aumentando così il tempo necessario ad eseguire una simulazione climatica. In generale bisogna stabilire un compromesso tra il numero dei punti di griglia e la potenza di calcolo a disposizione.

A titolo d'esempio calcoliamo la potenza di calcolo necessaria per eseguire una simulazione climatica globale per i prossimi 1000 anni mediante un modello climatico avente una risoluzione spaziale adeguata. Per eseguire una simulazione di un anno con solo la componente atmosferica, ad una risoluzione spaziale di 30-Km con 50 livelli verticali, sono necessarie almeno 10^{17} operazioni a virgola mobile (l'operazione tra numeri reali più semplice che può essere eseguita da un calcolatore). Un numero simile di operazioni dovrà essere eseguita dalla componente oceanica avente una risoluzione di 10-Km e 50 livelli verticali. Se si considerano anche tutte le altre componenti del modello climatico, il numero di calcoli da eseguire per simulare lo stato del clima ad un anno di distanza raggiunge un valore approssimato di $5 \cdot 10^{17}$. Una simulazione climatica di 1000 anni necessita quindi di $5 \cdot 10^{20}$ operazioni a virgola mobile. Avendo a disposizione un HPC che raggiunge una velocità di picco

sostenuta di 10 Tflops (1 Tflops= 10^{12} operazioni a virgola mobile per secondo), sono necessari 1,5 anni per completare l'intera simulazione. Per simulazioni paleo climatiche, cioè simulazioni in grado di replicare il clima del passato su scale dei 10000 anni il sistema HPC dovrebbe integrare il modello per 15 anni di seguito. Da questi semplici calcoli si intuisce come la potenza di calcolo sia un fattore determinante per ottenere delle simulazioni climatiche attendibili in tempi ragionevoli.

Una possibile strategia per ovviare alle limitazioni imposte dai calcolatori attuali è quella di studiare l'andamento climatico solo in alcune regioni del nostro pianeta, limitando, di fatto, il numero di calcoli da eseguire. Questa è la strategia attualmente adottata dall'unità di modellistica oceanografica dell'ENEA [1-5] e che intende seguire anche per il futuro. È stato infatti recentemente sviluppato un modello numerico climatico regionale dell'area mediterranea accoppiando due modelli, uno oceanografico e uno atmosferico. Lo sviluppo di questo modello climatico rientra nelle attività svolte per il progetto CIRCE, finanziato dal sesto programma quadro della Commissione Europea e rivolto allo studio dei cambiamenti climatici nell'area mediterranea (www.circe-project.eu).

La componente oceanografica del modello climatico è il MITgcm (MIT general circulation model), sviluppato presso i laboratori del Massachusetts Institute of Technology di Boston. Il modello atmosferico e di vegetazione utilizzato è il RegCM (REGional Climate Model), sviluppato presso l'Abdus Salam International Centre for Theoretical Physics (ICTP) di Trieste. Il MITgcm è stato implementato sul ba-



cino del Mediterraneo a una risoluzione orizzontale di circa 14-Km ($1/8^\circ$) ed una risoluzione verticale variabile tra i 10 e 300 metri.

Il RegCM è stato implementato a una risoluzione orizzontale di circa 30-Km con

18 livelli verticali sigma che ne garantiscono una risoluzione verticale variabile tra 500 e 50 metri. Il dominio computazionale del modello climatico insieme alla rappresentazione della batimetria e topografia è mostrata nella figura 2.

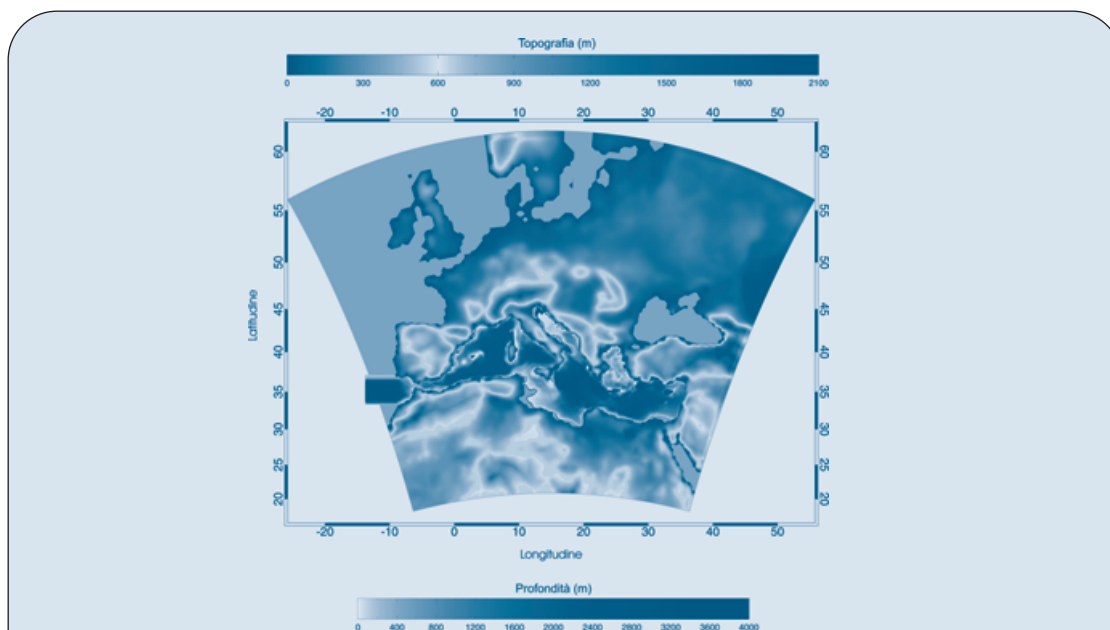


Figura 2

Rappresentazione della profondità del Mar Mediterraneo (in metri) e della topografia della regione mediterranea (in metri) nel modello accoppiato climatico sviluppato dall'unità di modellistica oceanografica dell'ENEA per il progetto europeo CIRCE

Fonte: ENEA

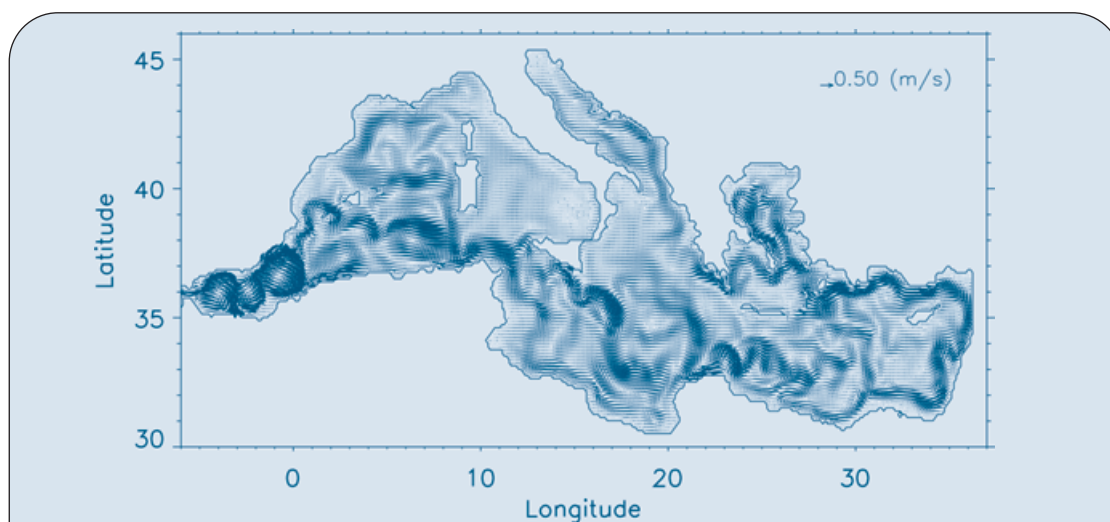


Figura 3

Campo delle correnti superficiali del Mar Mediterraneo per il mese di aprile del 1978 come simulato dal modello climatico sviluppato dall'unità di modellistica oceanografica dell'ENEA per il progetto europeo CIRCE

Fonte: ENEA

L'accoppiamento dei due modelli è stato realizzato mediante un codice chiamato OASIS, sviluppato presso l'European Centre for Research and Advanced Training in Scientific Computation, che consente il trasferimento dei flussi di calore, precipitazioni, evaporazione, vento e temperatura superficiale del mare tra i due modelli. Data la differente risoluzione spaziale dei due modelli, il codice OASIS permette anche l'interpolazione dei diversi campi tra i due modelli.

Attualmente il modello climatico ha superato la fase di test, ossia è stato verificato che il modello è in grado di simulare il clima degli ultimi 40 anni con un buon grado di approssimazione. A titolo d'esempio in figura 3 e figura 4 sono presentate la circolazione superficiale del Mar Mediterraneo ed il campo di precipitazioni per il mese di aprile del 1978 simulati dal modello climatico.

Nei prossimi mesi, come richiesto dal progetto CIRCE, il modello verrà utilizzato per produrre diversi scenari climatici per i prossimi 100 anni seguendo le indicazioni dell'IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change).

Scienza dei Materiali

Uno dei settori dove il calcolo ad alte prestazioni ha avuto un maggiore impatto negli ultimi anni è stato quello della scienza dei materiali. Si tratta di un settore chiave per lo sviluppo economico ed industriale poiché moltissimi ambiti tecnologici hanno la necessità di utilizzare materiali con caratteristiche sempre migliori e prestazioni sempre maggiori. Possiamo ricordare settori come l'energia, l'ambiente, l'elettronica, la meccanica e altri dove la disponibilità di nuovi materiali che sappiano coniugare proprietà specifiche, economicità di processamento ed alte

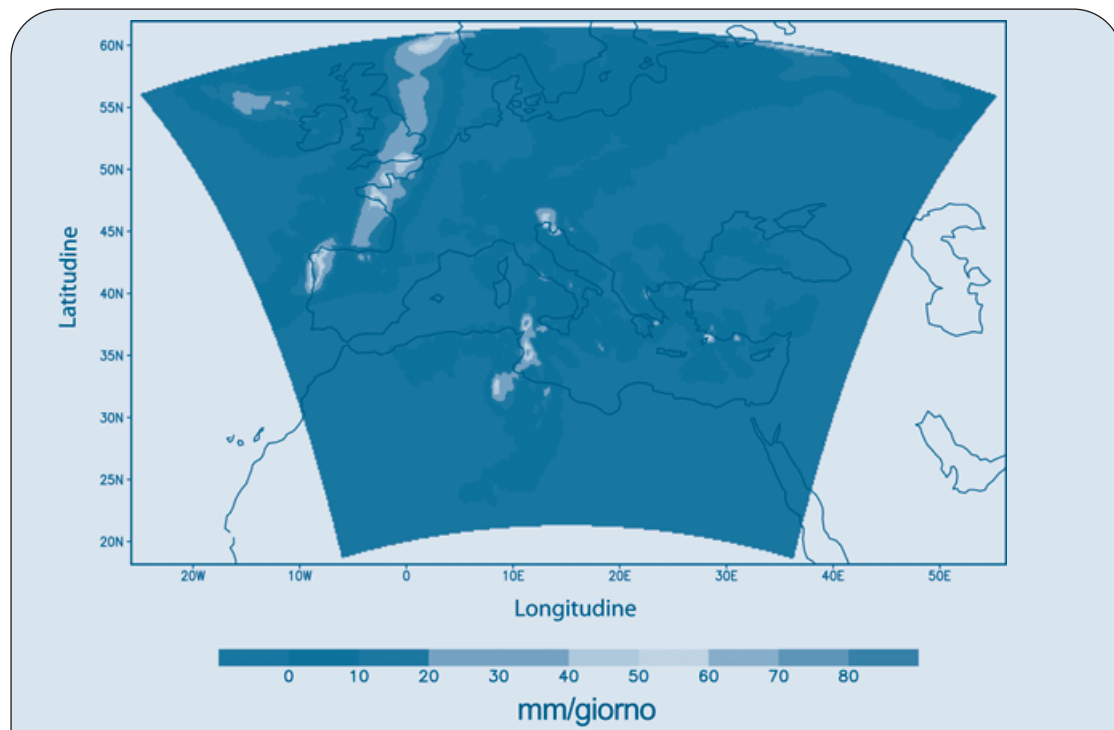


Figura 4
 Campo delle precipitazioni per il mese di aprile del 1978 come simulato dal modello climatico sviluppato dall'unità di modellistica oceanografica dell'ENEA per il progetto europeo CIRCE
 Fonte: ENEA



prestazioni sono divenuti un fattore critico di competitività. I nuovi sistemi di calcolo permettono di riprodurre numericamente i comportamenti dei materiali su scale di tempo e di lunghezza che sono comparabili con quelli reali. Le nuove sfide dell'innovazione tecnologica richiedono di progettare a tavolino i nuovi materiali prevedendone in anticipo le caratteristiche fisiche e chimiche.

La simulazione numerica, utilizzando complessi modelli della fisica della materia condensata, rende possibile risolvere in modo accurato e preciso la dinamica di ogni singolo atomo all'interno di un materiale in presenza di tutti gli altri atomi che compongono il sistema. In questo modo ogni singolo atomo nella simulazione si muove sottoposto alle forze di interazione dovute dagli altri atomi e in determinate condizioni di temperatura e pressione. La simulazione simultanea di tutti gli atomi del sistema determina l'evoluzione nel tempo del materiale nel suo complesso. La forza di questo metodo risiede nella capacità di simulare un materiale e le sue proprietà macroscopiche risolvendo le equazioni del moto di ogni singolo atomo. Questo permette di mettere in relazione fenomeni fisici e chimici macroscopici con caratteristiche strutturali ed elettroniche microscopiche. Naturalmente questo approccio richiede l'utilizzo di complessi codici di calcolo che necessitano di grandi potenze di calcolo per essere correttamente elaborati. La tecnica maggiormente utilizzata è quella della Dinamica Molecolare (DM) in tutte le sue diverse implementazioni che differiscono principalmente da come viene considerata l'interazione tra gli atomi. Esiste una vasta gamma di implementazioni che vanno da quelle totalmente basate sulla meccanica classica a quelle basate su

approcci di tipo quantistico. Se l'interazione tra gli atomi viene descritta utilizzando la meccanica classica, si possono studiare proprietà strutturali e termodinamiche di sistemi con milioni di atomi per tempi fino al nanosecondo [6]. Al contrario, se si utilizza una descrizione più accurata basata sulla meccanica quantistica, che tiene conto esplicitamente del contributo degli elettroni (codice *ab initio* secondo la tecnica di Car-Parrinello [7]), l'analisi può essere svolta su sistemi contenenti poche centinaia di atomi, a causa dell'enorme peso computazionale generato dall'elaborazione di questi modelli [8]. L'approccio della DM ha inoltre l'ulteriore vantaggio di essere trasversale rispetto ai sistemi di interesse nella Scienza dei Materiali perché, una volta scelto il modello teorico e la sua implementazione numerica, la DM risolve le equazioni del moto di un sistema di atomi interagenti, indipendentemente da quale sia il sistema macroscopico che rappresentano. Per questo motivo la DM ha permesso di ottenere risultati scientifici significativi nello studio dei materiali nelle loro diverse fasi termodinamiche (solidi, liquidi, amorfi, superficiali, molecole) e nel loro impiego per diverse applicazioni tecnologiche (per esempio per l'energia, l'ambiente, l'elettronica ecc.).

L'attuale frontiera della Scienza dei materiali è la progettazione di nuovi materiali costituiti dalla combinazione di materiale organico (anche di natura biologica) e inorganico. La richiesta di miniaturizzazione sempre più spinta (che implica bassi volumi di ingombro, alta densità e ridotto consumo) e di elevata specializzazione ha indotto la ricerca dell'area dei materiali a sviluppare prodotti che sappiano riprodurre e selezionare processi caratteristici degli esseri viventi. La conoscenza dei sistemi viven-

ti (attraverso gli enormi progressi fatti dalla biologia molecolare) ha aperto la strada allo sviluppo di nuovi materiali di derivazione biologica (ad esempio

porzioni di proteine con specifiche caratteristiche funzionali) in grado di compiere efficacemente operazioni complesse (ossido-riduzione, trasforma-

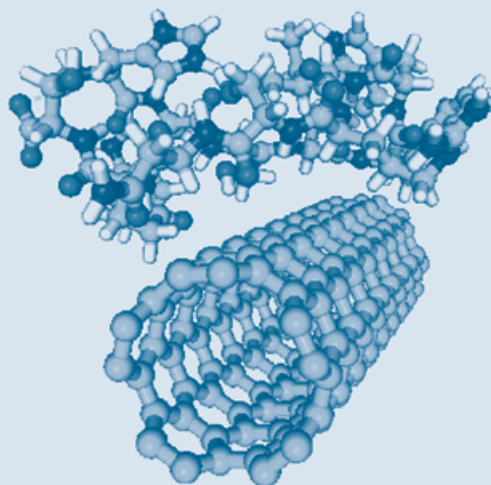


Figura 5

Adesione di una molecola biologica (in questo caso un peptide), molecola in alto, su un nanotubo di carbonio, molecola in basso.

Le sfere rappresentano gli atomi e le bacchette che uniscono le sfere indicano che i due atomi all'estremità della bacchetta sono in interazione. Le sfere sono atomi di carbonio, di azoto e di ossigeno

Fonte: ENEA/Ylichron S.r.l.

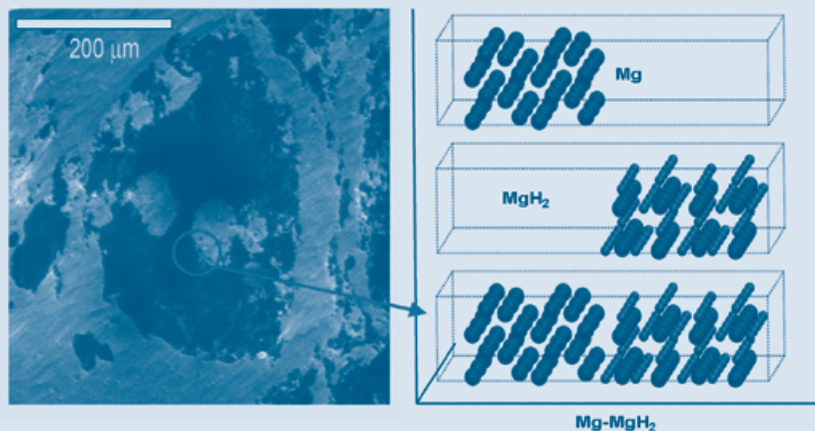


Figura 6

Immagine al microscopio elettronico a scansione di polvere di idruro di magnesio (MgH_2) parzialmente desorbito (a sinistra) [9] e configurazioni iniziali della simulazione di desorbimento di idrogeno all'interfaccia MgH_2 -Mg (a destra) [10].

Nell'immagine di sinistra è possibile individuare la presenza contestuale di cristalli di magnesio (zone chiare) e di idruro di magnesio (zone scure). Nell'immagine di destra le sfere più grandi sono atomi di magnesio, quelle più piccole sono atomi di idrogeno. Il sistema numerico viene preparato studiando prima un cristallo di magnesio da solo (in alto a destra), poi caratterizzando le proprietà dell'idruro di magnesio da solo (al centro a destra) e poi avvicinando opportunamente i due sistemi per creare l'interfaccia desiderata

Fonte: ENEA



zione di un fotone in un elettrone ecc.) utilizzabili sia nella sensoristica che nella elettronica e nella optoelettronica. In questa fase, dove non sono ancora possibili utilizzi su grande scala di questi sistemi, si è aperta una nuova fase di sviluppo nel settore dei nuovi materiali in cui la modellistica numerica è tra le tecniche di elezione. Infatti, a differenza dei materiali "tradizionali" per i quali le proprietà macroscopiche derivano da fattori macroscopici della loro struttura, per i nano-materiali le proprietà e le funzioni sono specificate da tratti strutturali contenuti sulla scala atomica. Questa scala è quella che può essere descritta accuratamente a livello microscopico dagli attuali modelli numerici della Scienza dei Materiali. Le simulazioni numeriche in questo settore possono svolgere un ruolo rilevante per comprendere a fondo l'interazione tra il materiale organico e inorganico, che determina le proprietà di

adesione reciproca. Per affrontare la complessità della descrizione a livello atomico di materiale biologico e delle sue interazioni con materiale inorganico occorre utilizzare diversi strumenti computazionali. Per esempio in figura 5 è riportata la configurazione ottimale dell'adesione di un peptide su un nanotubo di carbonio. Questa configurazione è stata ottenuta studiando prima i singoli componenti (peptide e nanotubo) attraverso simulazioni di DM classica e quantistica. Quindi i due componenti, rigidamente, sono stati messi in contatto attraverso una tecnica di avvicinamento che ha permesso di trovare la configurazione più stabile minimizzando l'energia totale del sistema. Ulteriore minimizzazione dell'energia con la DM è quindi richiesto perché il peptide aggiusti i gradi di libertà interni in presenza del nanotubo. Analisi finale della configurazione atomica ed elettronica viene fatta con il codice

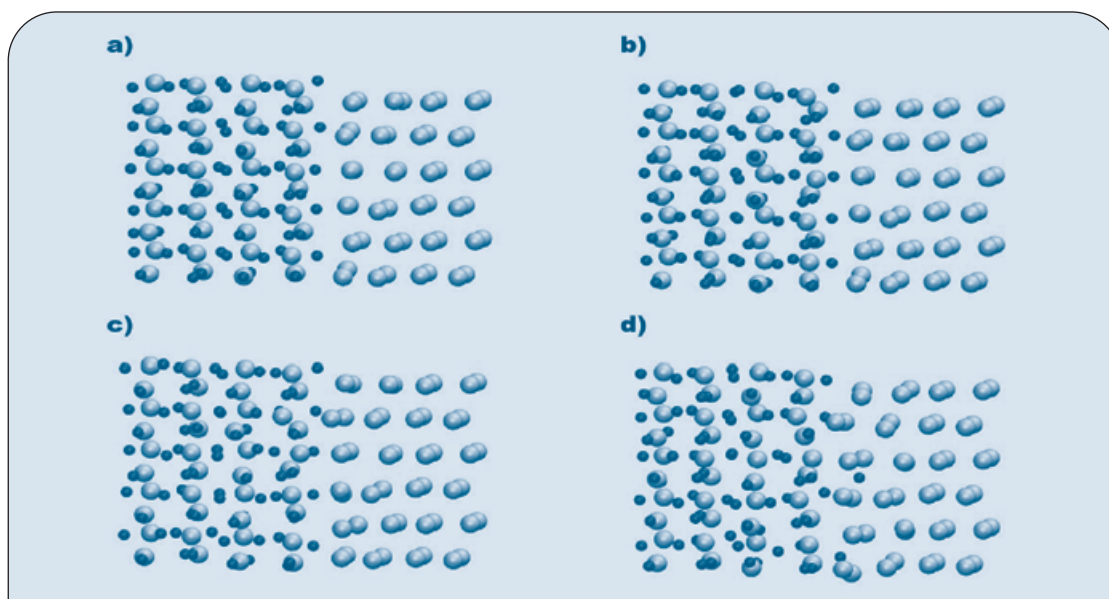


Figura 7

Configurazioni atomiche dell'interfaccia MgH_2 -Mg a differenti temperature: a) 500 K; b) 600 K; c) 700 K; d) 800K.

Le sfere più grandi sono atomi di magnesio, quelle più piccole sono di idrogeno. Si osserva che il fenomeno della diffusione dell'idrogeno comincia alla temperatura di 700 K come accade negli esperimenti reali. Analisi accurata della dinamica atomica permette di individuare meccanismi di diffusione e valutare i livelli di energie in gioco

Fonte: ENEA

quantistico per studiare il tipo di legame che si stabilisce tra peptide e nanotubo.

Un'altra delle applicazioni di rilievo realizzate completamente in ENEA, all'interno del progetto TEPSI (Tecnologie e processi innovativi per affrontare la transizione e preparare il futuro del sistema idrogeno), è lo studio dell'accumulo chimico dell'idrogeno in metalli e leghe metalliche che possono formare idruri (composti che sono in grado di intrappolare idrogeno a pressioni relativamente basse). In questi materiali l'idrogeno penetra nel reticolo cristallino occupando siti interstiziali o inducendo cambiamenti di fase nel materiale ospitante. Questa tecnologia, sebbene molto promettente, presenta ancora una serie di problemi per la realizzazione di sistemi di accumulo veramente competitivi. Tra i tanti materiali adatti ad accumulare idrogeno, ha suscitato molto interesse il magnesio poiché è un materiale leggero, ha un costo contenuto e può immagazzinare una significativa percentuale di idrogeno (fino al 7,6 wt%). Purtroppo la velocità con cui rilascia l'idrogeno è troppo lenta e per attivare questo processo spesso sono necessarie alte temperature di impiego. L'ENEA negli ultimi anni ha affrontato il problema sia da un punto di vista sperimentale che da un punto di vista teorico tramite accurate simulazioni di DM. La figura 6 riporta a sinistra un'immagine SEM (Scanning Electron Microscope) di una polvere di idruro di magnesio parzialmente desorbito dove è possibile visualizzare sia la fase contenente ancora idrogeno (cristalli di MgH_2) che quella che ha perso gli atomi di idrogeno (cristalli di Mg); a destra la configurazione atomica iniziale, progettata al computer, per riprodurre la dinamica atomica dell'idrogeno in presenza di una

interfaccia tra magnesio e idruro di magnesio [9,10]. Lo studio teorico-computazionale consiste nello studiare la dinamica di ogni singolo atomo sia di idrogeno che di magnesio, in interazione con gli altri ioni ed elettroni, a differenti temperature. In figura 7 sono riportate le configurazioni atomiche in differenti condizioni termodinamiche dalla temperatura ambiente fino a 800 K. Queste simulazioni permettono di analizzare e visualizzare i meccanismi di diffusione dell'idrogeno dall'idruro MgH_2 verso l'interfaccia valutando le energie in gioco. La simulazione può essere considerata realistica perché sia l'energia di adesione dell'interfaccia che la temperatura a cui comincia il desorbimento dell'idrogeno sono quantità i cui valori sono dello stesso ordine di grandezza di quelle trovate sperimentalmente.

Infrastruttura GRID-ENEA

Le applicazioni scientifiche, come quelle appena descritte, hanno in comune la richiesta di servizi a supporto del calcolo numerico caratterizzati da altissime prestazioni, efficienza, continuità e capacità di evolvere nel tempo seguendo da un lato lo sviluppo dei codici numerici e delle problematiche scientifiche e dall'altro le migliori soluzioni informatiche disponibili sul mercato. Per raggiungere questi obiettivi i gruppi che realizzano le attività di ricerca computazionale spesso lavorano in stretto contatto con le unità che gestiscono e rendono disponibili le risorse di calcolo. In ENEA questo tipo di attività di collaborazione avviene attraverso l'uso di strumenti informatici resi disponibili attraverso i collegamenti Internet di tipo griglia computazionale (GRID). Infatti, la disponibilità di sistemi di calcolo potenti e distribuiti su vaste



aree geografiche ma connessi tra loro da reti ad alta velocità, su cui possono lavorare insieme ricercatori e sistemisti informatici mettendo in comune codici e competenze, ha portato allo sviluppo delle GRID [11]. L'infrastruttura GRID permette una visione unitaria ad un insieme eterogeneo di risorse informatiche sparse tra siti distanti appartenenti, nel caso più generale, ad istituzioni con finalità ed attività del tutto diverse. La realizzazione concreta di una GRID richiede la definizione di un insieme di strumenti standard, capaci di realizzare in modo uniforme l'accesso alle risorse informatiche disponibili, sia in termini di sistemi di calcolo che di archiviazione di dati. Tali strumenti devono inoltre essere in grado di garantire la sicurezza e di monitorare in ogni istante il funzionamento della infrastruttura.

L'insieme dei sistemi di calcolo ad alte prestazioni disponibili all'interno di ENEA è stato da tempo configurato come infrastruttura ENEA-GRID [12] al fine di ottimizzare l'utilizzo delle risorse all'interno di un ente distribuito sul tutto il territorio nazionale. Le sedi maggiori sono dotate ognuna di un centro di calcolo che gestisce le risorse installate localmente rispondendo alle esigenze di calcolo seriale, di calcolo parallelo, di grafica avanzata e di supporto ad attrezzature sperimentali. ENEA-GRID permette di accedere a tale insieme di risorse eterogenee (AIX/IBM SP, Linux x86/x86_64/IA64, IRIX/SGI, Mac OSX/Apple G5) come ad un unico sistema virtuale con una ampia offerta di servizi avanzati.

I componenti principali che permettono ad ENEA-GRID di fornire all'utente questo unico sistema virtuale sono essenzialmente tre: una interfaccia grafica di accesso, un gestore delle risorse (LSF, Load Sharing Facility), un *file system* distribuito AFS (Andrew File Sy-

stem) attualmente disponibile in ambito *Open Source* sotto il nome di OpenAFS. La scelta dei componenti architetturali di ENEA-GRID ha privilegiato i prodotti consolidati e stabili, in parte proprietari e in parte di libera distribuzione (Open Source), al fine di ottimizzare prestazioni, costi e semplicità di gestione del sistema. Lo sviluppo dell'infrastruttura GRID, attività avviata nel 1998 [13], è avvenuta integrando le risorse di calcolo acquisite da ENEA sia attraverso fondi strutturali che da finanziamenti MUR per le aree di Obiettivo 1. La capacità di calcolo integrata ha quindi seguito lo sviluppo tecnologico arrivando negli ultimi anni al livello di alcuni Tflops. Con l'entrata in funzione del nuovo sistema CRESCO (Centro Computazionale di Ricerca sui Sistemi Complessi), descritto più avanti ed anch'esso inserito in ENEA-GRID, la potenza di calcolo di picco raggiunge circa 25 Tflops, diventando una risorsa di spicco in ambito italiano e significativa anche in quello europeo.

In ambito europeo ENEA-GRID è integrata anche con l'infrastruttura GRID EGEE/EGEE-II (*Enabling Grids for E-science*), a seguito della partecipazione di ENEA come partner promotore ad entrambi i progetti (EGEE 2004-2006 e EGEE-II 2006-2008). Tale attività è focalizzata da ENEA al raggiungimento della interoperabilità tra le infrastrutture GRID nazionali ed internazionali con l'implementazione di un innovativo sistema "Gateway" attualmente in produzione [14].

In questa linea di attività si inserisce il progetto CRESCO, attualmente in corso, che ha come obiettivo la realizzazione presso il Centro Ricerche ENEA di Portici (NA) di un importante polo di calcolo multidisciplinare per lo studio di sistemi complessi di natura biologica e tecnologica collegato con i sistemi di calcolo, ar-

chiviazione e visualizzazione ubicati presso i Centri ENEA di Brindisi e Trisaia (MT) attraverso ENEA-GRID.

Sul versante infrastrutturale il progetto CRESCO ha realizzato una piattaforma di calcolo di potenza di picco di circa 25 Tflops basata su processori multicore di ultima generazione (in totale ~2700 cores). Il sistema di calcolo CRESCO risulta posizionato al posto 125 nella classifica mondiale delle risorse di calcolo più potenti pubblicata a giugno 2007.

Sul piano delle applicazioni e dei contenuti scientifici CRESCO è focalizzato sui seguenti ambiti principali:

- studio dei sistemi biologici dal punto di vista sistemico e studio di sistemi naturali (comunità animali e sociali) secondo il paradigma dei sistemi complessi;
- studio dei sistemi tecnologici complessi e delle loro mutue interazioni, attraverso la realizzazione di strumenti di modellizzazione, simulazione e controllo;
- implementazione di soluzioni innovative in tema di architetture di sistemi di calcolo e di GRID computing.

La realizzazione del progetto CRESCO è avvenuta sulla base dei fondi MUR allocati nel quadro dell'Avviso 2004/1575, nell'ambito del quale sono stati finanziati altri tre progetti realizzati nelle Regioni Obiettivo 1: CYBERSAR (Sardegna), PI2S2 (Sicilia) e SCOPE (Campania). Nel corso del 2007 è stata avviata una iniziativa mirata a realizzare l'interoperabilità tra le infrastrutture dei quattro progetti con l'obiettivo di integrare in un unico sistema virtuale le risorse di calcolo nel rispetto delle caratteristiche specifiche di ognuno dei progetti.

Perché una nuova strategia di calcolo in ENEA

Gran parte delle attività di ricerca, che istituzionalmente sono di interesse

ENEA, ha nelle metodologie computazionali un elemento fortemente abilitante. Per questo motivo l'ENEA è storicamente impegnato nel settore del calcolo scientifico perché funzionale ad aree scientifiche e tecnologiche in costante sviluppo. In molti casi il successo delle attività di ricerca dipende criticamente dalla capacità di continuo rinnovamento e aggiornamento delle risorse informatiche e delle competenze tecnologiche a servizio del calcolo scientifico.

Le attività prodotte negli ultimi anni in ENEA nel settore del calcolo scientifico vengono sottese da una precisa strategia che individua sostanzialmente due assi portanti:

- il presidio e lo sviluppo di nuove metodologie computazionali nei vari ambiti di rilievo. In questa linea si situa il supporto fornito ad una serie di settori applicativi quali la climatologia, la magnetoidrodinamica per applicazioni fusionistiche, la fluidodinamica per la combustione, le simulazioni su scala atomica per le applicazioni nelle nanotecnologie e per lo sviluppo di nuovi materiali. In questi settori l'ENEA dispone di elevate competenze testimoniate da una forte progettualità e da una intensa produzione scientifica;
- l'acquisizione e, ove necessario, lo sviluppo di nuovi modelli per il calcolo ad alte prestazioni. In questa linea si perseguono attività legate all'acquisizione di grandi piattaforme per il calcolo ad alte prestazioni e la loro inclusione sulla ENEA-GRID che rappresenta la punta tecnologica avanzata di tutto il sistema informatico dell'Ente. La GRID rappresenta un modello di calcolo nuovo che consente un utilizzo concomitante di una enorme potenza di calcolo in maniera efficiente.



L'acquisizione della ragguardevole installazione di calcolo effettuata con il progetto CRESCO configura un evidente successo di questa strategia e rappresenta il punto di avvio di nuovi e più ambiziosi progetti per l'utilizzo delle infrastrutture informatiche. La messa in opera di una piattaforma informatica di rilievo consente ad ENEA di incrementare il suo impegno nei settori di punta della ricerca nelle aree precedentemente descritte e di proporsi nei settori della ricerca industriale e precompetitiva (in particolare nelle regioni del Centro-Sud) come partner di elezione per il supporto nella progettazione di nuovi servizi, fungendo come polo attrattore per la diffusione delle competenze nei settori avanzati della informatica applicata.

Una strategia di sviluppo sul calcolo, in grado di raccogliere le grandi sfide che la società moderna impone, alimenta un circolo virtuoso con importanti ricadute applicative. Le nazioni avanzate tecnologicamente si dotano di strumenti che permettono di affrontare e comprendere le richieste che provengono continuamente dalla scienza e dal mondo produttivo. Pertanto è necessario concepire in anticipo le infrastrutture che possono integrare la velocità dello sviluppo tecnologico con la elaborazione della conoscenza e la gestione di eventuali rischi come quelli ambientali. Il paradigma può essere rappresentato, per esempio, dai modelli che simulano i settori dove le attività umane hanno impatto e interagiscono direttamente con il clima ed i suoi cambiamenti: ai settori più tradizionali (oceano, atmosfera, biosfera, criosfera) si possono affiancare quelli, ormai maturi e di crescente interesse, come ecologia, piante, biologia, suolo. L'obiettivo più ambizioso è modellare la

realtà che osserviamo e misuriamo ed interconnetterla. Queste infrastrutture di calcolo, che possono prevedere una connessione interattiva di numerosi modelli numerici, sono la nuova grande sfida della modellistica moderna e delle scienze ambientali in generale. In ENEA, così come in molti altri laboratori climatici si stanno già sviluppando i primi nuclei di questo tipo di modelli. Quello che accomuna le strategie dei laboratori computazionali è la costruzione di grandi infrastrutture di calcolo che sono in grado di supportare diverse tipologie di modelli e la loro interazione. Più in generale, le nuove grandi sfide della scienza riguardano la connessione e l'interazione di diversi settori fino ad oggi considerati al limite delle capacità computazionali: ciclo biogeochimico, biodiversità e funzionamento dell'ecosistema, variabilità climatica, ciclo idrologico, regolamentazione sull'uso delle risorse, dinamica dell'uso del territorio, nuovi materiali, biologia molecolare, cellule e micro-organismi. Chiaramente è impossibile realizzare un unico modello che rappresenti una complessità di questo tipo. Tuttavia l'ENEA ha già le competenze e le risorse specifiche per affrontare ogni singolo settore. Grazie alla disponibilità di tecnologie informatiche ad alte prestazioni è possibile collegarli permettendo loro di comunicare e di sostenersi facendo migrare informazioni e conoscenze dai sistemi nanometrici a quelli macroscopici, di diretto impatto nella vita di ognuno di noi, e viceversa. L'ENEA quindi nel rispetto ed in continuazione con la sua tradizione scientifica, ha la possibilità di sviluppare metodologie sintetiche ed efficaci, che rendono comprensibili alla società ed al mondo politico l'utilità della tecnologia e della scienza nella soluzione dei problemi complessi.

Il calcolo in ENEA nei primi anni Sessanta

Fin dalla sua istituzione (1960) il CNEN si pose il problema di disporre di adeguati mezzi di calcolo per lo sviluppo delle applicazioni nucleari. Questa era una esigenza sentita sia dalla ricerca fondamentale (fisica delle particelle elementari e alte energie) sia dalla ricerca applicata (fisica dei reattori nucleari a fissione) per affrontare e sviluppare programmi di ricerca complessi, con possibili future applicazioni nella produzione di energia.

Un obiettivo scientifico prioritario era l'elaborazione di grossi "codici nucleari" relativi al calcolo della criticità o della ricerca applicata alla vita un reattore nucleare, o alla dinamica di un incidente del nocciolo di un reattore. I modelli matematici di questi codici sono basati sulle equazioni del trasporto dei neutroni (equazioni integrodifferenziali), o sulle equazioni alle derivate parziali della teoria della diffusione a pochi gruppi di energia dei neutroni (sistemi di equazioni alle derivate parziali, sia ellittiche che paraboliche), o sulla simulazione diretta della vita dei neutroni (metodi Monte Carlo).

Fu dunque decisa la costituzione di un centro di calcolo a Bologna (luglio 1960) e l'acquisto di un calcolatore IBM 704. Ben presto esigenze di velocità di calcolo e di maggior capacità di memoria portarono alla installazione di un sistema IBM 7094 (febbraio 1964), e successivamente un calcolatore IBM 7040 (gennaio 1966), creando così il sistema accoppiato 7094-7040, con caratteristiche notevoli di capacità di calcolo e unico in Europa. Mentre in Casaccia erano installati i calcolatori IBM 1620, per il servizio di calcolo locale per le attività del centro, e IBM 1440, per le elaborazioni amministrative del CNEN. Si vuole qui ricordare che il CNEN prima ed ENEA poi hanno sempre collaborato con il mondo scientifico nazionale, allora presso il centro di calcolo di Bologna era ospite il CNAF (Centro Nazionale Analisi Fotogrammi) dell'INFN, Istituto svolgente attività di ricerca fondamentale nell'ambito del CNEN.

Il problema del collegamento diretto tra il centro di calcolo di Bologna e gli altri centri del CNEN, problema sorto fin dalla creazione del centro di Bologna, si pose con urgenza crescente con il passare degli anni in seguito alla maggiore consistenza che acquistavano i gruppi di ricerca e di progetto interessati ad elaborazioni di vasta mole. Un primo tentativo per automatizzare il trasferimento dei dati fra i centri di Bologna e Casaccia fu compiuto nel 1963 installando nei due centri una coppia di Data Transcriber IBM, collegati mediante una linea telefonica. Successivamente venne presa in esame la possibilità di utilizzare per la trasmissione dei dati la linea di ponte radio del CNEN, che connetteva, nel tratto nord, la sede del CNEN di Roma con quella del Brasimone. Grazie a questo collegamento via ponte radio (in funzione dal 1966) fu possibile utilizzare direttamente dalla Casaccia i mezzi di calcolo installati a Bologna, mediante speciali unità di trasmissione e ricezione (in Casaccia inizialmente un terminale off-line IBM 7702 e un sistema IBM 1440, successivamente un terminale on-line IBM 2701 e un sistema IBM 360/30).

Agli inizi degli anni 60 i primi programmi di calcolo della criticità di un reattore, basati sulla teoria della diffusione, erano implementati sulla UNIVAC-SS della Remington (con una memoria a tamburo di 5KB che utilizzava come mezzo di introduzione dei dati il nastro perforato) della Università di Milano (dove aveva allora sede un ufficio del CNRN), e poi presso il CETIS del CCR EURATOM di Ispra (dove era installato un sistema IBM 7090 con una memoria di 32KB). Poi furono sviluppati presso il Laboratorio Fisica e Calcolo Reattori della Casaccia, e portarono ad un sistema di programmi integrati per il calcolo dei reattori termici (PWR e BWR); in particolare furono utilizzati per calcoli relativi ai reattori allora attivi del Garigliano e di Trino Vercellese. Questo sistema di codici fu adottato successivamente dall'ENEL: fu costruito e implementato il codice AUTOBUS in ambito ENEL-CISE-CNEN; in particolare venne utilizzato per calcoli relativi ai reattori di Caorso e Alto Lazio. Si elaborarono poi codici per i reattori veloci. Quando i calcolatori delle nuove generazioni furono sul mercato nacque (1969) il CINECA, il Consorzio Universitario del Nord-Est per il Calcolo Automatico, allora il più grande centro per la ricerca pubblica e privata esistente in Italia e uno dei maggiori a livello mondiale. Questo tipo di attività si evolse successivamente in più ed articolate attività scientifiche fino ad arrivare ai moderni computer paralleli di cui parliamo in questo numero.



Bibliografia

- [1] V. Artale, D. Iudicone, R. Santoleri, V. Rupolo, S. Marullo, F. D'Ortenzio: "The role of surface fluxes in OGCM using satellite SST. Validation and sensitivity to forcing frequency of the Mediterranean thermohaline circulation", *J. Geophys. Res. C*, Vol. 107, no. C8, 2002.
- [2] G. Sannino, V. Artale and P. Lanucara: "An hybrid OpenMp/MPI parallelization of the Princeton Ocean Model", *Parallel Computing, Advances and current issues, Proceedings of the International Conference ParCo 2001*, Imperial College Press, 222-229, Ed. Joubert, Murli, Peters, Vanneschi.
- [3] G. Sannino, A. Bargagli and V. Artale: "Numerical modeling of the mean exchange through the Strait of Gibraltar", *Journal of Geophysical Research*, Vol. 107, NO. C8, 3094 (2002).
- [4] G. Sannino, A. Bargagli and V. Artale: "Numerical modeling of the semidiurnal tidal exchange through the Strait of Gibraltar", *Journal of Geophysical Research*, Vol. 109, C05011 (2004).
- [5] G. Sannino, A. Carillo and V. Artale: "Three-layer view of transports and hydraulics in the Strait of Gibraltar: a three-dimensional model study", *Journal of Geophysical Research*, 112, C03, 010 (2007).
- [6] M. Celino, V. Rosato, A. Di Cicco, A. Trapananti, C. Massobrio: "Role of defective icosahedra in undercooled copper", *Phys. Rev. B* 75, 174210 (2007).
- [7] R. Car, M. Parrinello: "Unified Approach for Molecular Dynamics and Density-Functional Theory", *Phys. Rev. Lett.* 55, 2471 (1985).
- [8] M. Matsubara, M. Celino, P. S. Salmon, C. Massobrio: "Atomic scale modelling of materials: a prerequisite for any multi-scale approach to structural and dynamical properties", *Solid State Phenomena* 139, 141-150 (2008).
- [9] M. Vittori Antisari, A. Montone, N. Abazovic, A. Aurora, M. Drvendzija, R. Mancini, D. Mirabile Gattia, L. Pilloni, "Development of SEM metallography for the study of the Mg-MgH₂ phase transformation", *Mater. Res. Soc. Symp. Proc.* Vol. 1042E, 1042-S03-22 (2008).
- [10] S. Giusepponi, M. Celino, F. Cleri, A. Montone: "Hydrogen storage in MgH₂ matrices: an ab-initio study of Mg-MgH₂ interface", *Solid State Phenomena* 139, 23-28 (2008). Progetto TEPSI (Tecnologie e processi innovativi per affrontare la transizione e preparare il futuro del sistema idrogeno). FISR, DM 1757/Ric. 28.7.2005.
- [11] I. Foster and C. Kesselmann eds. "The Grid: blueprint for a new computing infrastructure" Morgan Kaufmann, 1999.
- [12] www.afs.enea.it/project/eneagrid/
- [13] S. Migliori *et al.*: "ENEA Computing Factory", *Proceedings of the International Conference on Parallel and Distributed Processing Techniques and Applications, PDPTA 1999*, June 28 July 1, 1999, Las Vegas, Nevada, USA. Vol. 6, 3037-3040.
- [14] G. Bracco, S. Migliori, A. Quintiliani, C. Sciò, A. Santoro: "The ENEA gateway approach to provide EGEE/gLite access to non-standard architectures", *EGEE'07 Conference Budapest (Hungary)* 1-5/10/2007.

Si ringraziano i colleghi: R. Guadagni, F. Simoni, A. Perozziello, A. De Gaetano, S. Pecoraro, D. Giammattei, M. De Rosa, M. Caiazzo, A. Palumbo, G. Elmo, S. Pierattini, M. Impara, G. Furini, C. Zini, A. Santoro, F. Cleri, A. Montone, M. Gusso, S. Giusepponi, P. Palazzari, A. Marongiu che hanno contribuito in passato o partecipano tuttora alle attività descritte nell'articolo.

Le Norme Tecniche

A cura di Roberto Luciani* e Stefano Sibilio**

Il mondo imprenditoriale, le istituzioni pubbliche e private, le associazioni, ma anche la stessa società civile, sono interessati, ciascuno per la propria parte, al buon funzionamento del mercato, cui sempre di più chiedono materie prime di qualità, rapporti contrattuali chiari, costi e prezzi accessibili, prodotti e servizi adeguati alle proprie esigenze, compatibilmente con uno sviluppo globale che garantisca organizzazione, sicurezza e soprattutto sostenibilità.

Per questa ragione si sono sviluppate le Norme che, secondo la Direttiva Europea 98/34/CE del 22 giugno 1998, sono la specifica tecnica approvata da un organismo riconosciuto a svolgere attività normativa per applicazione ripetuta o continua, la cui osservanza non sia obbligatoria e che appartenga ad una delle seguenti categorie: norma internazionale (ISO); norma europea (EN); norma nazionale (UNI).

Le norme, quindi definiscono le caratteristiche (dimensionali, prestazionali, ambientali, di sicurezza, di organizzazione ecc.) di un prodotto, processo o servizio, secondo lo stato dell'arte e sono il risultato del lavoro di migliaia di esperti in Italia e nel mondo.

Le norme tecniche nascono e si sviluppano come il frutto della mediazione tra tutte le parti economiche e sociali che, trovando un accordo su base consensuale, regolamentano volontariamente aspetti tecnici e procedurali relativi a prodotti, servizi e processi. In questo modo vengono prodotti documenti tecnici di applicazione volontaria (a volte resi obbligatori da appositi riferimenti in disposizioni legislative) in grado di fornire al mercato dei riferimenti ufficiali.

Il ricorso alle Norme concorre a ridurre i costi, a sviluppare l'economia, a migliorare la comunicazione, a fornire un supporto al legislatore, a tutelare la sicurezza dei lavoratori e dell'ambiente.

Il processo di normazione segue un iter di approvazione riconosciuto e trasparente che consente la partecipazione dei diversi soggetti all'avvio dello studio del progetto di norma; alla stesura e all'approvazione del testo del progetto; all'inchiesta pubblica; alla ratifica di pubblicazione.

La partecipazione al processo è volontaria, sono gli stessi interessati che supportano la normazione considerandola una forma di investimento strategico. I contenuti delle norme sono definiti da gruppi di esperti, guidati dai funzionari degli enti di normazione, attraverso il lavoro di commissioni tecniche che sono organizzate per argomenti.

Sono coperti praticamente tutti i settori del mercato industriale e non, dalla meccanica alla chimica, dalle costruzioni ai materiali, dall'aerospaziale all'informatica, fino alla manutenzione, ai servizi, alla sanità, all'agro-alimentare, alla metrologia e numerosi altri domini di conoscenza. È escluso il settore elettrico ed elettrotecnico storicamente unico mondo separato dal network UNI-CEN-ISO, ma con esso a stretto contatto attraverso il network parallelo CEI-CENELEC-IEC.

Queste reti di enti di normazione sono diffuse a livello globale con strutture sovranazionali che ne garantiscono il dialogo costante. Mentre l'adozione, come norme nazionali, di norme ISO è facoltativa e dà luogo in Italia ad una norma riconoscibile dalla sigla UNI ISO, quella delle norme europee è obbligatoria e dà luogo alle norme di tipo UNI EN (o UNI EN ISO quando il CEN lavora in stretto accordo con l'ISO). La partecipazione ai lavori CEN/ISO, in rappresentanza dell'Italia, la votazione dei documenti o la successiva adozione delle norme internazionali, sono garantite dalle stesse commissioni tecniche UNI, settore per settore.

Nell'attività di normazione è poi importante tener conto che si possono considerare norme ufficiali soltanto le specifiche elaborate ed emesse da un organismo ufficiale di normazione. In Europa tali organismi sono elencati nella "Direttiva Procedura d'Informazione", mentre a livello mondiale si deve fare riferimento all'elenco dei Membri ISO. Altre specifiche emesse da altri organismi non ufficiali non si possono considerare norme tecniche in quanto non garantiscono il rispetto dei fondamenti della normazione (consensualità, democraticità, trasparenza e volontarietà).

Oltre alle Norme Tecniche, il mondo della normazione emette anche Specifiche Tecniche (TS), che individuano uno "stato dell'arte" non ancora consolidato e perciò vengono sottoposte a verifica di validità (sperimentazione), e Rapporti Tecnici (TR), che sono documenti a carattere informativo e descrittivo.

Le norme che maggiormente hanno trovato diffusione sul mercato negli ultimi decenni sono certamente quelle sui sistemi di gestione, in particolare la UNI EN ISO 9001 sui sistemi di gestione per la qualità ma anche la UNI EN ISO 14001 sui sistemi di gestione ambientale.

La larga diffusione di tali norme è strettamente connessa con la certificazione che viene rilasciata da organismi di certificazione accreditati alle imprese che le adottano. Non bisogna però confondere l'attività di normazione con quella di certificazione: la norma definisce i requisiti da rispettare e la certificazione attesta che i requisiti della norma sono rispettati; esistono pertanto certificazioni di prodotto, in cui è il prodotto o il servizio ad essere conforme ad una norma che fissa dei requisiti per quello specifico prodotto, oppure certificazioni di sistemi di gestione a fronte delle citate ISO 9001 o 14001 che attesta la conformità del sistema gestionale aziendale ai requisiti delle norme. La valutazione di conformità ad una norma può essere di prima parte se è eseguita da chi fornisce l'oggetto da valutare (per esempio l'auto-dichiarazione del produttore), di seconda parte se è eseguita dall'utilizzatore dell'oggetto (il caso del cliente che controlla il fornitore), di terza parte se è eseguita da un

organismo esterno alla catena fornitore – cliente (si parla di certificazione indipendente).

Pertanto la certificazione è solo una delle possibili forme di riconoscimento della conformità ad una norma, ma nel caso dei sistemi di gestione è anche quella più praticata e diffusa sul mercato.

ENEA è stato tra i soci storici di UNI e la sua partecipazione ai lavori, che si è storicamente concentrata nel settore energetico e nucleare, negli ultimi anni ha trovato ampi spazi soprattutto nel settore ambientale, attraverso la definizione di metodi di prova per la determinazione di inquinanti nelle emissioni gassose, per la caratterizzazione dei rifiuti, per il trattamento di reflui e di emissioni, per la gestione ambientale secondo le citate ISO 14000, gestendo per diversi anni anche il coordinamento dei gruppi sui sistemi di gestione e sulla gestione ambientale dei prodotti.

NORME DELLA SERIE ISO 14000 - GESTIONE AMBIENTALE

Sistemi di gestione ambientale, audit e indicatori di prestazione

Riferimento	Titolo
UNI EN ISO 14001	<i>Sistemi di gestione ambientale</i> - Requisiti e guida per l'uso
UNI TR 11157	<i>Sistemi di gestione ambientale</i> - Modifiche introdotte dalla UNI EN ISO 14001:2004 rispetto all'edizione precedente
UNI ISO 14004	<i>Sistemi di gestione ambientale</i> - Linee guida generali su principi, sistemi e tecniche di supporto
UNI ISO 14050	<i>Gestione ambientale</i> – Vocabolario
UNI EN ISO 19011	Linee guida per gli audit dei sistemi di gestione per la qualità e/o di gestione ambientale
UNI EN ISO 14031	<i>Gestione ambientale</i> - Valutazione della prestazione ambientale - Linee guida
ISO/TR 14032	<i>Gestione ambientale</i> - Esempi di valutazione della prestazione ambientale
ISO 14015	<i>Gestione ambientale</i> – Valutazione ambientale di siti ed organizzazioni
UNI ISO 14063	<i>Gestione ambientale</i> – Comunicazione ambientale – Linee guida ed esempi

Gas ad effetto serra

Riferimento	Titolo
UNI ISO 14064-1	<i>Gas ad effetto serra</i> - Specifiche e guida, al livello dell'organizzazione, per la quantificazione e la rendicontazione delle emissioni di gas ad effetto serra e della loro rimozione
UNI ISO 14064-2	<i>Gas ad effetto serra</i> - Specifiche e guida, al livello di progetto, per la quantificazione, il monitoraggio e la rendicontazione delle emissioni di gas ad effetto serra o dell'aumento della loro rimozione
UNI ISO 14064-3	<i>Gas ad effetto serra</i> - Specifiche e guida per la validazione e la verifica delle asserzioni relative ai gas ad effetto serra
UNI ISO 14065	<i>Gas ad effetto serra</i> – Requisiti per gli organismi di validazione e verifica dei gas ad effetto serra per l'uso nell'accreditamento o altre forme di riconoscimento

Asserzioni ambientali, valutazione del ciclo di vita e altri documenti relativi al prodotto

Riferimento	Titolo
UNI EN ISO 14020	<i>Etichette e dichiarazioni ambientali</i> - Principi generali
UNI EN ISO 14021	<i>Etichette e dichiarazioni ambientali</i> – Asserzioni ambientali auto-dichiarate (Etichettatura ambientale di Tipo II)
UNI EN ISO 14024	<i>Etichette e dichiarazioni ambientali</i> – Etichettatura ambientale di Tipo I – Principi e procedure
UNI ISO 14025	<i>Etichette e dichiarazioni ambientali</i> – Dichiarazioni ambientali di Tipo III – Principi e procedure
UNI EN ISO 14040	<i>Gestione ambientale - Valutazione del ciclo di vita</i> - Principi e quadro di riferimento
UNI EN ISO 14044	<i>Gestione ambientale - Valutazione del ciclo di vita</i> - Requisiti e linee guida
ISO/TR 14047	<i>Gestione ambientale - Valutazione del ciclo di vita</i> - Esempi di applicazione della ISO 14042
UNI ISO/TS 14048	<i>Gestione ambientale - Valutazione del ciclo di vita</i> - Formato della documentazione dei dati
ISO/TR 14049	<i>Gestione ambientale - Valutazione del ciclo di vita</i> - Esempi di applicazione della ISO 14041 per la definizione dell'obiettivo e campo di applicazione e l'analisi dell'inventario
UNI ISO/TR 14062	<i>Gestione ambientale</i> – Integrazione degli aspetti ambientali nella progettazione e nello sviluppo del prodotto
ISO Guide 64	Guida per l'inclusione degli aspetti ambientali nelle norme di prodotto

Legenda:

ISO = Norma internazionale, EN = Norma europea, UNI = Norma nazionale, TS = Specifica tecnica, TR = Rapporto tecnico
L'elenco completo delle norme UNI è disponibile attraverso il catalogo on-line all'indirizzo: www.uni.com

* ENEA, Dipartimento Ambiente, Clima globale e Sostenibilità, ** UNI

Il G8 in Giappone

A Toyako in Giappone, l'8 luglio, gli Otto Grandi si erano inizialmente accordati per esercitare la leadership a livello mondiale sul taglio delle emissioni di gas serra "almeno del 50% entro il 2050" e aprire all'ipotesi di un "ambizioso" piano di medio termine. Tutto questo chiamando in causa anche le economie emergenti perché facciano la loro parte e demandando la definizione del piano allo United Nations Framework Convention on Climate Change (Unfccc), la cornice negoziale dell'Onu sul clima che coinvol-

ge 200 paesi.

I leader del G5, le cinque principali economie emergenti (Cina, India, Messico, Brasile e Sudafrica), non nascondendo la delusione per i risultati della riunione, esortavano le nazioni sviluppate a prendere ulteriori iniziative per ridurre le loro emissioni di gas serra del 25-40% rispetto ai livelli del 1990 entro il 2020.

In mancanza di questo impegno, nella successiva riunione comune del MEM (Major Economies Meeting, formato dal G8, più il G5, più Indonesia, Corea del Sud e Australia), i 16 paesi che insieme rappresentano circa l'80 per cento delle emissioni di gas serra di tutto il mondo sono arrivati ad un accordo che non prevede né cifre né scadenze e che rimanda tutto al negoziato sul clima di Copenhagen del novembre 2009 che dovrà disegnare gli scenari post-Kyoto per la lotta al CO₂.

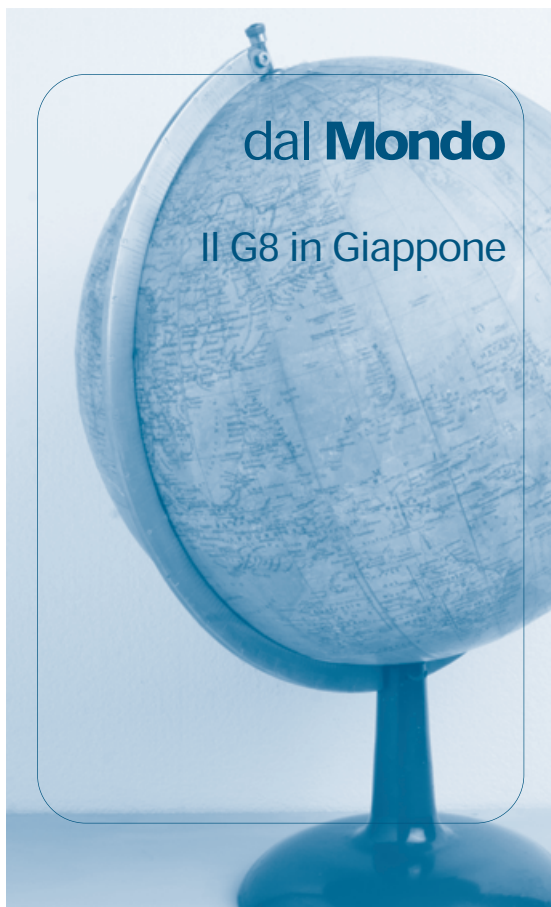
In sostanza, i leader del G8 puntavano alla condivisione del dimezzamento entro il 2050 delle emissioni nell'ambito dell'obiettivo dell'ONU sui cambiamenti climatici, ma gli altri non hanno aderito. Anche perché, sottolineano i Paesi emergenti, la possibilità di raggiungere questi obiettivi di lungo termine dipende anche da «tecnologie economiche, nuove, innovative e più avanzate». Quindi, chiedono una forte «cooperazione tecnologica con il trasferimento di conoscenze avanzate». Naturalmente nel documento si riconosce che uno sforzo di queste dimensioni per abbattere le emissioni «richiederà una più grande mobilitazione di risorse finanziarie

sia nazionali che internazionali». Così, nell'affermare che le nuove tecnologie hanno un ruolo «cruciale» nella sicurezza energetica e nella lotta al cambiamento climatico, i 16 paesi del MEM intendono promuovere l'utilizzo di tali tecnologie, in particolare quelle rinnovabili, quelle pulite e a bassa emissione di carbone e per chi sia interessato, all'uso dell'energia nucleare.

Inoltre, nella loro dichiarazione finale, i leader del G8 concordano sulla necessità di concentrarsi contro i rialzi dei prezzi alimentari, del petrolio e dell'inflazione, e hanno dato mandato agli organismi internazionali, come la Banca mondiale e il Fondo monetario internazionale, di esaminare le cause dell'aumento dei prezzi del petrolio.

Infine hanno rivolto un appello affinché si trovi un migliore equilibrio fra la domanda e l'offerta di greggio e la «necessità» di un incremento nelle capacità di produzione e raffinazione". A questo scopo il G8 propone di tenere un «Forum» sull'energia allo scopo di concentrarsi sull'efficienza energetica e le nuove tecnologie: un evento che il Giappone si è offerto di ospitare entro quest'anno.

È opportuno riportare il commento sulla dichiarazione finale dei G8 fatta dal Nobel Rajendra Pachauri, presidente dell'IPCC: "È una seria omissione non aver fatto menzione all'*Action Plan* di Bali che sollecita decisi tagli alle grosse emissioni entro il 2020".



dal Mondo

Il G8 in Giappone

Ridurre le emissioni degli aerei

Nella seduta dell'8 luglio, il Parlamento europeo ha approvato un pacchetto di emendamenti che modifica la direttiva 2003/87/CE per includere nel sistema comunitario di scambio di quote di emissione quelle prodotte da tutti i voli in arrivo e in partenza da un aeroporto comunitario.

La nuova direttiva stabilisce che, a partire dal 2012, vengano incluse nel sistema comunitario le emissioni prodotte da tutti i voli in arrivo e in partenza da un aereo-

porto UE, con alcune deroghe per i voli militari, antincendio e di ricerca o effettuati da piccoli aerei o su rotte poco frequentate. L'85% delle quote sarà assegnato gratuitamente e il restante sarà posto all'asta, i cui proventi dovranno finanziare misure ambientali.

Le emissioni, inoltre, dovranno essere ridotte del 5% a partire dal 2013.

Queste misure vogliono costituire una sollecitazione affinché la Comunità ed i suoi Stati membri pervengano a un accordo sulle misure globali per ridurre le emissioni di gas ad effetto serra provenienti dal settore dell'aviazione e, in tale contesto, il sistema comunitario potrebbe servire come modello da applicare su scala mondiale per lo scambio di quote di emissioni.

È anche specificato che, se un paese terzo adotta misure con effetti ambientali almeno equivalenti a quelli della direttiva in termini di riduzione dell'impatto climatico dei voli verso la Comunità, la Commissione dovrà valutare le opzioni disponibili per provvedere a un'interazione ottimale tra il sistema comunitario e le misure del paese in questione.

Si sottolinea, infine, che un pacchetto globale di misure dovrebbe comprendere anche misure operative e tecnologiche e che la ricerca in materia di nuove tecnologie, compresi i metodi per migliorare l'efficienza del carburante degli aeromobili, può ridurre significativamente le emissioni dell'aviazione.

Ecotecnologie per le imprese

Una relazione per sollecitare una politica europea sulle tecnologie energetiche e l'adeguatezza della sua base finanziaria che permetta di conseguire gli obiettivi dell'UE in materia di energia e cambiamento climatico entro il 2020, è stata adottata dal Parlamento europeo il 9 luglio.

Rilevando la necessità di ridurre il costo dell'energia verde, la relazione chiede un migliore trasferimento di tecnologie alle imprese e invita il settore privato a investire di più nella ricerca, e sostiene inoltre le proposte *Iniziative industriali europee* (EII) su energia eolica, solare e bioenergia, nonché per la cattura del carbonio e la fissione nucleare, e chiede più risorse per l'efficienza energetica e le fonti rinnovabili.

Il Parlamento sottolinea la necessità di sviluppare e applicare tecnologie energetiche innovative, a basso costo e a basse emissioni di carbonio, l'efficienza energetica e l'energia rinnovabile, "essenziali per ridurre il costo per l'abbattimento delle emissioni e creare nuovi mercati per l'industria dell'Ue, garantendo un impegno globale per affrontare il cambiamento climatico". Rileva inoltre che tecnologie a basse emissioni possono contribuire al raggiungimento di un «nuovo accordo internazionale sul cambiamento climatico atto a sostituire il regime del Protocollo di Kyoto».

I deputati si rammaricano tuttavia per il fatto che il

dall'Unione
Europea

Ridurre le emissioni
degli aerei

Ecotecnologie
per le imprese

L'Europa di carta

Piano strategico europeo per le tecnologie energetiche (SET Plan) si concentri soprattutto sulle misure orientate all'offerta e trascuri quelle idonee a ridurre la domanda di energia, come i risparmi di energia e l'efficienza energetica. Chiedono quindi che l'efficienza energetica occupi un posto di maggior rilievo nel Piano, «dato che si tratta del settore che vanta le più grandi potenzialità per riduzioni delle emissioni efficaci sotto il profilo dei costi nel medio periodo».

Sottolineano poi che nuove tecnologie possono facilitare la diversificazione delle fonti energetiche, ridurre la domanda di energia e fornire metodi meno inquinanti e più sicuri a sostegno della sicurezza degli approvvigionamenti energetici.

L'Europa di carta

Il "Centro Studi per il Progetto europeo", analizzando quanto l'opinione pubblica di vari paesi esprime in merito al progresso del progetto europeo, si propone di mettere in luce il paziente lavoro di una Europa che si va costruendo a fatica, e con molta lentezza rispetto alle aspirazioni dei suoi padri fondatori alla fine della Seconda guerra mondiale.

Il sito del Centro Studi, liberamente consultabile all'indirizzo www.europressresearch.eu, presenta ogni quindici giorni una mappa analitica di quanto pubblicato in tema di Europa dalla stampa dei paesi indicati, e ogni due mesi una valutazione sui trend dell'opinione pubblica in ciascuno di quei paesi per quanto riguarda la questione europea.

A ciò si aggiungono puntuali "focus" sulle più importanti questioni che vengono via via dibattute in Europa e non solo.

Ogni anno una sintesi argomentata di questo lavoro confluisce in un volume, quest'anno intitolato "L'Europa di carta. Stampa e opinione pubblica in Europa nel 2007", dove in forma sintetica, ma con puntualità e rigore, si compie un'analisi dell'apporto che il dibattito intellettuale e politico svolto attraverso la stampa di ciascun paese offre all'evoluzione della coscienza civile europea ed alla crescita di una fondata e condivisa "comune identità europea".

L'analisi conclude che il 2007 è stato a suo modo un anno importante per l'Europa: si è lavorato per superare l'impasse della bocciatura del progetto di costituzione europea, approdando infine al cosiddetto mini-trattato di Lisbona, che ha comunque disegnato un nuovo scenario di *governance* per l'Unione allargata a 27 paesi.

Soprattutto la prospettiva di un Presidente dell'Unione Europea eletto per un mandato di due anni e mezzo e di un Alto Rappresentante per la politica estera sono sembrate innovazioni che potrebbero segnare una svolta significativa nello sviluppo di un nuovo soggetto politico sul piano internazionale.

La sintesi argomentata di quest'anno ripercorre l'andamento del dibattito sulle questioni europee comparso nel corso del 2007 sulla stampa di Italia, Francia, Germania, Spagna, Gran Bretagna, Austria, Belgio, e per la prima volta di Danimarca,

Svezia, Norvegia e Russia. In un'epoca di globalizzazione come l'attuale, si è voluto allargare l'orizzonte di indagine alla Russia che costituisce un importante e complicato 'confine' della storia europea. Non solo per la storia di quei paesi che, ora europei, ne facevano integralmente parte, ma anche perché importante mercato per i prodotti europei e fornitore essenziale per gli approvvigionamenti energetici.

Si rafforza la presenza ENEA in ITER

L'Agenzia europea *Fusion for Energy*, che ha sede a Barcellona, ha nominato Paola Battistoni, ricercatrice ENEA, Industrial Liaison Officer di ITER per l'Italia.

ITER è un reattore a fusione sperimentale alla cui realizzazione collaborano Europa, Giappone, Stati Uniti, Russia, Corea, Cina e India. La realizzazione di ITER è iniziata nel 2007 con la preparazione del sito europeo di Cadarache in Francia, e proprio in questi me-

si i sette partner stanno avviando la costruzione del reattore.

ITER sarà una delle maggiori imprese scientifiche internazionali dei prossimi anni e rappresenterà un passo decisivo sulla via della realizzazione dell'energia da fusione. La partecipazione a quest'impresa mondiale costituirà un'importante occasione di crescita per il nostro sistema produttivo.

Fusion for Energy, ha il compito di realizzare e fornire il contributo europeo, che include alcuni dei componenti più importanti del reattore e dei relativi impianti, e gli edifici che li ospitano. A questo scopo, *Fusion for Energy* emetterà in Europa gare per servizi e forniture per un valore totale di circa 2 miliardi di euro nei prossimi 10 anni.

In Italia, grazie anche all'intensa attività di ricerca svolta sulla fusione, in primo luogo in ENEA, sono cresciute competenze industriali su tecnologie specifiche che permettono oggi al nostro Paese di poter partecipare alla costruzione di ITER, in particolare nei settori dei magneti superconduttori, dei componenti esposti ad elevati flussi di calore, dei componenti meccanici di grandi dimensioni ad elevata precisione, dei sistemi per controllo e telemanipolazione, dei sistemi di riscaldamento ausiliari e diagnostici, e dell'elettronica di potenza. Una cospicua parte delle attività del progetto vedrà coinvolti anche i settori più tradizionali, come ad esempio l'edilizia e la relativa impiantistica.

L'Industrial Liaison Officer

dovrà promuovere la partecipazione dell'industria italiana alla realizzazione di ITER con una molteplicità di azioni, dalla diffusione delle informazioni sulle gare, alla fornitura di supporto tecnico alla comprensione delle specifiche tecniche, al coordinamento e opportuno collegamento tra le imprese italiane e *Fusion for Energy*.

SVIMEZ: Mezzogiorno periferia dell'Europa

Un Mezzogiorno che non riesce a tenere il lento passo dell'economia settentrionale, e che da sei anni consecutivi cresce meno del Centro-Nord; un'area periferica, "un non-sistema infrastrutturale socialmente statico", dove cresce il rischio di povertà e dove i disoccupati scompaiono dalle statistiche. È questa la fotografia che emerge dal *Rapporto sull'economia del Mezzogiorno 2008*, "triste fotografia, in bianco e nero" come l'ha definita Nino Novacco, presidente SVIMEZ, alla presentazione del Rapporto a Roma il 18 luglio.

Nel 2007 il Sud è cresciuto dello 0,7%, un punto di meno rispetto al Centro-Nord e in calo di 0,4 punti percentuali rispetto allo scorso anno.

Il quadro diventa sconsolante se confrontato con le dinamiche economiche degli altri paesi europei. Dal 2000 al 2007 il tasso di crescita dell'economia meridionale è stato del 2%, un dato molto lontano da quello spagnolo

dall'Italia

Si rafforza
la presenza ENEA
in ITER

SVIMEZ: Mezzogiorno
periferia dell'Europa

Presentato il Rapporto
Energia e Ambiente

(+4,9%), irlandese (+5,5%) e greco (+6,2%). In questi paesi sono state proprio le aree deboli, per molti anni ai margini delle direttrici economiche europee, a rilanciare i processi di crescita interni, come ha dimostrato il sorpasso spagnolo.

Come negli scorsi anni, continua il calo dei disoccupati, ma non tutti i disoccupati hanno trovato un nuovo lavoro. Una quota consistente ha smesso di cercare un'occupazione.

Negli ultimi dieci anni, dal 1997 al 2007, oltre 600 mila persone hanno abbandonato il Mezzogiorno per trasferire la residenza al Centro-Nord. I nuovi emigranti, soprattutto giovani con un titolo di studio medio-alto e che svolgono mansioni di livello elevato, sono la conferma dell'incapacità del sistema produttivo meridionale di assorbire manodopera qualificata; alti costi delle abitazioni e contratti a termine spingono a trasferire definitivamente la residenza.

Anche sul fronte degli investimenti diretti esteri (che in Italia rappresentano appena l'1,8% del PIL contro valori medi nell'Ue del 3,7%) nel 2006 sono stati concentrati per appena lo 0,66% al Mezzogiorno, contro il 99,34% del Centro-Nord.

Tra i vincoli che penalizzano gli investimenti esteri nell'area sono da annoverare la carenza di infrastrutture, la scarsità di servizi alle imprese (aggravata da una burocrazia inefficiente) e la criminalità organizzata.

Il Mezzogiorno risulta, perciò, ancora troppo poco competitivo. In base a tre indicatori individuati dalla SVIMEZ (benessere economico, situazione di partecipazione ed equilibrio del mercato del lavoro,

livello di sviluppo delle risorse umane e della ricerca scientifica) è stato costruito un indice di competitività che conferma in modo evidente la debolezza del Mezzogiorno.

E le aree urbane, "in altre aree europee veri motori dello sviluppo, luogo dove si concentrano le funzioni direzionali e innovative, i mercati e le risorse più qualificate", diventano invece al Sud "luoghi di disagio e di svantaggio, dove le donne sono escluse dal mondo del lavoro, le emergenze ambientali e le sperequazioni sociali sono più forti".

Sul fronte della ricerca pesa la scarsità di laureati nelle discipline scientifiche: dal 10,4% di laureati sulla popolazione adulta in Sardegna ai 10,8% della Sicilia. Per trovare in Europa il successivo valore più basso dovremo andare in Extremadura, Spagna, con il 21%.

Non va meglio neanche riguardo alla spesa per ricerca e sviluppo in percentuale del PIL: rispetto a un valore medio Ue dell'1,8%, a parte l'1,2% della Campania, tutte le regioni meridionali sono sotto il punto percentuale, fino allo 0,4% del PIL della Calabria.

"In un contesto sempre più globalizzato servono politiche industriali di reale sviluppo del Sud" ha detto il direttore SVIMEZ Riccardo Padovani "ma servono soprattutto attori che sappiano utilizzare le risorse per poter attrarre capitali esteri e costruire poli di eccellenza. Speriamo che la nuova agenzia nazionale per attrarre investimenti e sviluppo di impresa (l'ex Società Sviluppo Italia) operi in modo effica-

ce con compiti più definiti rispetto alla precedente veste".

Presentato il Rapporto Energia e Ambiente

Il 31 luglio è stato presentato a Roma dall'ENEA il Rapporto Energia e Ambiente 2007 giunto alla sua IX edizione. Erano presenti, tra gli altri, i sottosegretari Giuseppe Pizza (Ricerca), Roberto Menia (Ambiente) e Ugo Martinat (Sviluppo economico), i Presidenti di Commissione del Senato Guido Possa (Istruzione) e Cesare Corsi (Industria).

Il Presidente dell'ENEA Luigi Paganetto, nell'introdurre i lavori della giornata, ha messo in evidenza l'insufficienza degli investimenti italiani in Ricerca e Sviluppo nel settore energetico-ambientale, se confrontati con i principali paesi europei. Un pesante handicap se si vuole partecipare con successo alla gara tecnologica che si è aperta in Europa su fonti rinnovabili, efficienza energetica e nucleare per realizzare l'innovazione tecnologica necessaria al raggiungimento degli obiettivi di riduzione della CO₂ e dei consumi energetici indicati dalla Commissione Europea. Il rapporto, ha affermato il professor Paganetto, rileva come in Europa già siano diffusamente presenti ricadute positive sulla competitività industriale e aumenti significativi dell'occupazione derivanti dallo sviluppo di tecnologie per la produzione di energia da fonti rinnovabili e come, al contrario, nel nostro Paese

non si siano ancora consolidate le condizioni per un decollo in questo settore.

Riportiamo di seguito una breve sintesi del Rapporto.

La risposta dell'Unione Europea alle sfide in materia di energia e ambiente appare oggi orientata a cogliere le opportunità derivanti dall'investimento in nuove tecnologie, con l'obiettivo di far fronte ai vincoli della dipendenza energetica e della sostenibilità ambientale, ma anche di assicurare la necessaria competitività per la crescita dei propri sistemi economici. Sono queste le linee della strategia che i paesi europei hanno inteso delineare varando, alla fine del 2007, un "Piano strategico per le tecnologie energetiche", il SET-Plan, un piano ambizioso in cui sviluppo e diffusione delle nuove tecnologie vengono individuate non solo come risposta alle sfide dell'energia e del clima ma come opportunità strategica di rilancio dell'industria europea.

Il Rapporto infatti sottolinea come alle questioni dell'approvvigionamento, della sicurezza, del costo dell'energia, si possa rispondere efficacemente rendendo più equilibrato l'apporto delle diverse fonti, mentre alle sfide del cambiamento climatico e dell'espansione dei consumi, sia necessario rispondere non solo con l'efficienza energetica e con la promozione delle tecnologie a emissione zero, ma soprattutto con l'accelerazione del cambiamento tecnologico.

Ciò significa un forte impegno nella ricerca che oggi mostra in Italia investimenti inadeguati soprattutto se confrontati con i maggiori paesi europei. Il ruolo pubblico per il decollo dei nuovi settori energetici è stato fondamentale in tutti i paesi europei che cominciano oggi a

ricavarsi un primo importante spazio competitivo e l'Italia appare in questo senso dissonante.

Nel nostro Paese, infatti, nel periodo 2000-2005 si è registrata una contrazione nella spesa pubblica in R&S energetica, fattore rilevante, oltre che per la sua valenza specifica, anche per il valore di indicatore di riferimento dell'orientamento strategico della politica energetica, ambientale e industriale.

La dimensione e la qualità dell'investimento per la Ricerca e lo Sviluppo sono infatti le condizioni perché la tecnologia progredisca e l'innovazione si affermi. L'industria nazionale e il sistema pubblico e privato della ricerca sono chiamati in quest'ottica ad un importante impegno, che assicuri investimenti certi in questo settore, per il quale le indicazioni europee sono chiare e pressanti.

Gli obiettivi UE di riduzione dei consumi, di aumento delle energie rinnovabili e di riduzione dei gas serra sono certamente difficili da raggiungere. Non c'è dubbio però che senza un impegno in R&S decisamente più elevato del passato che dia luogo ad un percorso d'innovazione e di cambiamento accelerato delle tecnologie energetico-ambientali, tali obiettivi risultano pressoché irraggiungibili.

Molti paesi europei hanno preso sul serio questa sfida e gli altri, compreso il nostro, rischiano di esser trascinati in un processo di cui pagheranno i costi senza averne i benefici. Questi ultimi non saranno soltanto la CO₂ evitata, ma anche il possesso di tecnologie che aumenteranno la competitività di paesi leader

come Germania e UK che da tempo, ormai, si sono collocati in questa prospettiva. Chi non avrà investito in R&S e nelle nuove tecnologie si troverà, con ogni probabilità, ad incentivare, pagandone i relativi costi, come già succede oggi, l'energia da fonti rinnovabili e allo stesso tempo ad importare la relativa tecnologia dai paesi leader nonché a pagare il conto, piuttosto salato, del mancato rispetto degli impegni assunti a livello internazionale per la riduzione della CO₂.

Nella convinzione, invece, della virtuosità del percorso indicato dalla Commissione Europea e delle potenzialità d'innovazione indicate in maniera esplicita con il riferimento ad una "nuova rivoluzione industriale" che ne potrebbe scaturire, nel Rapporto si è voluto evitare di procedere per mere enunciazioni di principio non sostenute da dati quantitativi. Si è provato perciò a realizzare, pur nella consapevolezza della opinabilità dell'esercizio, alcune simulazioni delle compatibilità che devono essere rispettate per raggiungere nel nostro Paese gli obiettivi UE, utilizzando un modello della "famiglia" Markal.

Le conclusioni, come accade per ogni esercizio di simulazione, hanno una validità limitata alle ipotesi adottate e ai legami funzionali previsti dal modello, che, in questo caso è progettato per individuare la soluzione tecnologica meno costosa per raggiungere gli obiettivi programmati di riduzione delle emissioni. Le ipotesi adottate sono quelle previste negli scenari IEA 2008, sia per quel che riguarda l'evoluzione del prezzo del petrolio che per l'evoluzione

cronache

e il costo delle diverse tecnologie energetiche. L'evoluzione dei consumi di energia per il nostro Paese è stimata tenendo conto delle proiezioni demografiche elaborate dall'ISTAT. Per il trend di crescita del PIL, oltre ai dati del recente DPEF, sono stati adottati trend di crescita in linea con gli andamenti di lungo periodo della nostra economia. Gli scenari considerati, in analogia con quelli IEA, sono quello ACT che prevede un'accelerazione tecnologica limitata alle tecnologie esistenti o già in fase di sviluppo avanzato; quello BLUE che prevede lo sviluppo di nuove tecnologie e una riduzione del 50% delle emissioni; quello ACT+ che è la combinazione dei due precedenti scenari, il primo per il medio e il secondo per il lungo periodo.

Gli effetti dell'accelerazione tecnologica sulla riduzione delle emissioni nel medio (2020) e nel lungo (2040) periodo sono presentati nella figura 1 che mostra il contributo previsto dagli scenari di accelerazione tecnologica rispetto allo scenario di riferimento, mentre in figura 2 è descritta la dinamica dei relativi investimenti.

Questi i principali risultati delle analisi di scenario:

a) Pur adottando la scelta del-

l'Agenzia Internazionale dell'Energia di attribuire rilievo all'impiego del carbone a ragione sia della dimensione delle riserve accertate che per la loro accessibilità in molte parti del mondo, i tempi necessari per la disponibilità della tecnologia "zero emission" consentono di prefigurarne la relativa produzione di energia solo a partire dal 2025, con una quota sul totale che arriva al 9% nel 2040.

b) Il nucleare contribuisce senz'altro a modificare il mix energetico e dunque a rispondere al tema dell'approvvigionamento. Peraltro, pur partendo dalle indicazioni del Governo rispetto a tempi ed impegno sul nucleare e proiettando in avanti lo stesso impegno, la quota del nucleare con tecnologia di terza generazione (considerato che l'operatività della quarta è attesa non prima di 25-35 anni) arriva a contribuire alla riduzione complessiva delle emissioni per il 6% nel 2020 e il 10% nel 2040.

c) Risulta confermata l'importanza decisiva dell'investimento nelle tecnologie per l'efficienza energetica e, in

particolare, in quelle per l'efficienza negli usi finali dell'energia, perché da tale investimento dipende, secondo la simulazione, il 45% della riduzione delle emissioni. Gli effetti sono assai differenziati per i diversi settori. Il residenziale e i servizi hanno i migliori risultati (14 e 11%, rispettivamente) seguiti dall'industria al 9%. È importante rilevare che, secondo la simulazione, gli investimenti in tecnologie per l'efficienza negli usi finali dell'energia determinano già nel 2020 una riduzione nella bolletta energetica dell'ordine di 5 miliardi di euro per anno.

d) Il settore dei trasporti incide in modo significativo sui consumi energetici (30% circa) e sulle relative emissioni di gas serra e risponde assai poco (6%) agli interventi tecnologici per ridurre consumi ed emissioni sui motori a combustione esistenti. D'altra parte, secondo le indicazioni che provengono dalla Commissione Europea, l'introduzione di motori alimentati a celle a combustibile e idrogeno non sembrano produrre effetti significativi prima del 2030. C'è da chie-

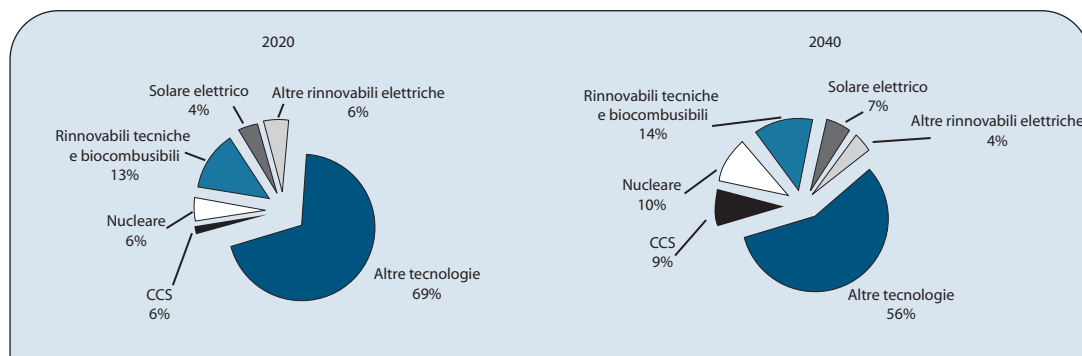


Figura 1
Contributo di nucleare, CCS e rinnovabili alla riduzione delle emissioni negli scenari di accelerazione tecnologica (rispetto allo scenario di riferimento)
Fonte: elaborazione ENEA

dersi quale potrebbe essere il contributo di una massiccia introduzione di auto "ibride" o addirittura elettriche, per una traiettoria virtuosa del sistema dei trasporti che rimane oggi un problema centrale per qualsiasi paese. Infatti i consumi di petrolio risultano sostanzialmente incompressibili e in crescita costante nonché, per il nostro Paese, ragione importante di dipendenza dall'estero.

- e) Solare, biomasse, biocombustibili e le altre rinnovabili raggiungono nelle simulazioni gli obiettivi assegnati dall'Europa. Gli investimenti sul solare fotovoltaico e termodinamico, già ingenti al 2020 (circa 15 miliardi di euro), superano i 20 miliardi di euro in ognuno dei due decenni successivi (figura 2).
- f) Gli scenari di accelerazione tecnologica consentono di spostare la traiettoria del sistema energetico italiano verso una riduzione delle emissioni che si avvicina all'obiettivo del 50% di riduzione al 2050 (scenari ACT+ e BLUE).

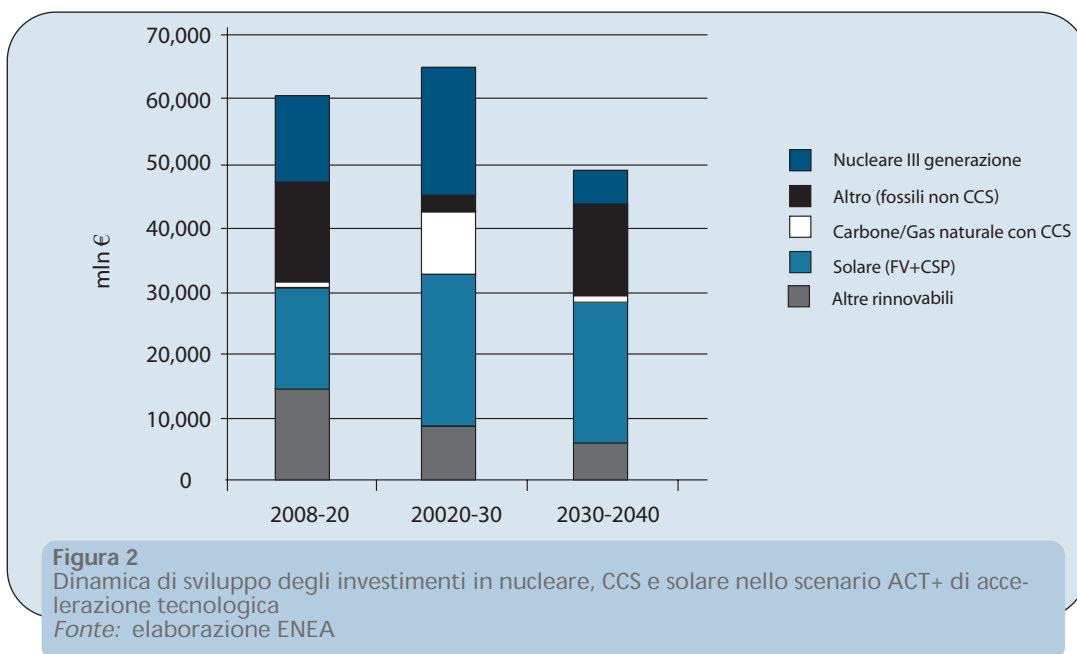
g) È importante notare che in nessuno degli scenari di accelerazione la riduzione dei consumi di energia primaria raggiunge l'obiettivo del 20% che, peraltro, anche se auspicato dalla Commissione Europea, non è al momento vincolante.

Con lo sviluppo delle tecnologie per la produzione di energia da fonti rinnovabili il positivo impatto sull'ambiente si accompagna all'intercettazione di mercati ad elevati tassi di crescita. La dinamica delle esportazioni mondiali di beni legati alle tecnologie per fonti rinnovabili di energia mostra infatti incrementi superiori a quelli della media dei settori manifatturieri. Tali tendenze risultano ulteriormente rafforzate dai dati più recenti sull'espansione del mercato mondiale delle rinnovabili anche in ragione della vertiginosa ascesa dei prezzi petroliferi che rende sempre più attrattivo l'investimento in questo settore.

Il 2007, con 148 miliardi di dollari di nuovi investimenti, mo-

stra infatti un incremento di quasi il 60% rispetto al 2006. D'altra parte il 23% della nuova capacità energetica installata a livello mondiale (31 GW) è attribuibile a fonti rinnovabili e, sempre a livello mondiale, le imprese operanti nel settore delle rinnovabili hanno rappresentato il 19% di tutto il capitale finanziario addizionale che si è riversato sul settore energetico.

Nei paesi europei in cui la produzione di tecnologie per le rinnovabili si è andata consolidando, la dinamica espansiva dell'occupazione e del fatturato è emersa in tutta evidenza nel periodo 2000-2005, spesso in contrapposizione alla contrazione dell'attività produttiva che ha diffusamente investito il comparto manifatturiero. Da questo contesto l'Italia sembra tuttavia distaccarsi, manifestando un'evidente debolezza competitiva rispetto alle performance europee e presentando, almeno per ora, deboli presupposti per la costruzione di una nuova capacità competitiva in quest'ambito.



Indagine conoscitiva del Senato sulla fusione nucleare

Promossa dalle Commissioni 7^a e 10^a riunite, il 10 luglio, si è svolta al Senato l'audizione del Presidente dell'ENEA, Luigi Paganetto, nell'ambito dell'indagine conoscitiva sulle ricerche italiane relative alla fusione nucleare.

Nell'evidenziare la centralità della fusione nucleare, che rappresenta la risposta per fronteggiare le sfide energetiche del millennio, il professor Paganetto ha illustrato la *roadmap*, elaborata dalla co-

munità scientifica, che individua quale passaggio fondamentale la macchina ITER, il cui progetto coinvolge, oltre all'Europa, anche gli altri paesi tecnologicamente avanzati. Il progetto, che ha un contributo europeo pari al 50%, è partito nel 1992 e recentemente è stato assegnato all'Europa il sito in cui è iniziata la costruzione della macchina.

La durata della sperimentazione è prevista in 10 anni e il passo successivo è la realizzazione di DEMO, il reattore prototipo mediante cui verificare la possibilità di produrre in maniera continua l'energia a livello industriale.

Considerata l'importanza di accelerare la realizzazione di impianti sperimentali per la produzione di energia elettrica da fusione è in corso una valutazione circa la possibilità di mettere a punto un impianto dimostrativo cosiddetto "early-DEMO".

Paganetto ha ricordato che nel progetto l'ENEA rappresenta l'Associazione italiana per la fusione, in qualità di coordinatore nazionale, cui fanno capo anche il consorzio RF, il CNR di Milano e altri *partner*, per un totale di oltre 500 ricercatori impegnati. In particolare ha illustrato le attività sulla fusione, come ad esempio lo sviluppo delle tecnologie del relativo reattore, nonché la collaborazione con Ansaldo Ricerche in relazione alla costruzione della componente tecnologica necessaria per la macchina ITER oltre alle numerose collaborazioni con l'industria sul tema della superconduttività rispetto al quale auspica la conclusione

di un accordo per consentire la partecipazione ad una iniziativa internazionale. Ha quindi illustrato il programma IGNITOR sullo studio sperimentale della reazione di fusione del plasma, l'accordo di cooperazione internazionale denominato *Broader approach*, di integrazione a ITER, e il programma FAST per anticipare gli scenari operativi di ITER e DEMO, una infrastruttura di ricerca ad alto livello di innovazione.

La speranza è che si possa innescare un circuito virtuoso tra gli enti e il tessuto industriale che convergono su un progetto specifico, e che il Parlamento sostenga l'iniziativa.

Ricerca e formazione sulle scienze marine

Da lungo tempo il Centro ENEA di S.Teresa (Lerici) è coinvolto in iniziative di formazione a livello nazionale ed internazionale su tematiche legate all'ambiente marino.

Molti studenti stranieri sono ospiti presso i suoi laboratori, nell'ambito di programmi di formazione ENEA, ICTP-TRIL (Training and Research in Italian Laboratories) e IAEA. Nell'ambito di convenzioni con le Università italiane, i laboratori sono aperti a studenti di corsi di laurea e dottorato. Corsi di perfezionamento e specializzazione post-universitari, con la partecipazione di docenti provenienti da prestigiose istituzioni nazionali ed inter-



nazionali, si sono tenuti per diversi anni durante la stagione estiva.

Dal prossimo anno si intende dare continuità a queste attività con la costituzione, in collaborazione con istituzioni nazionali ed internazionali, di una Summer School che affronti, ad anni alterni, tematiche relative alle interazioni mare-atmosfera-clima ed alle strategie e metodologie per la conservazione e gestione delle risorse e della biodiversità. Nel corso estivo del 2009 si affronterà proprio quest'ultima tematica.

L'iniziativa è stata illustrata il 17 luglio presso il Centro di S.Teresa in un workshop che ha fornito una panoramica delle attività scientifiche che, inquadrata nell'ambito internazionale, vengono svolte nel Mar Ligure da ENEA e dagli altri Enti di ricerca presenti nel territorio spezzino.

Il workshop ha costituito inoltre l'occasione per inaugurare il "Museo del Centro Ricerche Ambiente Marino" allestito presso il Centro ENEA.

Incontrarsi su energia e ambiente

Con la manifestazione "ON/OFF - Incontrarsi su energia e ambiente", una tre giorni che si è tenuta a Frascati dal 30 giugno al 2 luglio 2008, l'ENEA ha voluto promuovere un efficace sistema di comunicazione tra mondo della ricerca, università, imprese e società civile, per diffondere e condividere una corretta informazione scientifica e un modello sostenibile di sviluppo.

Nella cittadina dell'area tuscolana, che vede concentrati i maggior numero di Enti di ricerca italiani, l'evento ha inteso porre in primo piano non solo i temi della ricerca e dell'energia ma anche le ricadute economiche, sociali ed ambientali ad essi collegate, allo scopo di avvicinare il grande pubblico alle questioni più urgenti e sensibili della nostra società.

Nell'ambito della manifestazione, oltre alle visite ai laboratori del Centro Ricerche ENEA, mostre, concerti e seminari economici su finanza, investimenti e politiche globali (nell'ambito del XX Villa Mondragone International Economics Seminar), si sono svolti incontri e riflessioni con il pubblico nella piazza principale di Frascati. Il tema su chi rimane indietro quando si coniuga energia e sviluppo, quello legato alla scelta nucleare libera da pregiudizi, il conflitto tra spinta ai biocarburanti e sviluppo alimentare, sono stati i temi dibattuti con passione e, per quanto possibile, chiarezza da esperti, manager, politici e consumatori. Così come è avvenuto nell'incontro a più voci su quanto costa l'energia e chi effettivamente la paga, al quale hanno partecipato Tullio Faneli (Autorità per l'Energia elettrica e il Gas), Paolo Landi (Adiconsum), Bruno Tabacchi, Jean Pierre Tallon, Salvatore Zecchini.

Trattamento dei reflui caseari

Presso il Burrificio Tre Rondini di Eboli (SA), è entrato

in funzione da poche settimane il primo prototipo di impianto che valorizza i reflui caseari mediante la produzione *in situ* di un concentrato destinato all'alimentazione zootecnica. Si tratta della prima applicazione industriale di una tecnologia ENEA (brevetto n.RM2003A000114) che, attraverso il processo di concentrazione del siero, consente anche un notevole recupero di energia sotto forma di acqua calda.

Questa tecnologia, particolarmente adatta ai caseifici di piccole e medie dimensioni diffusi soprattutto nel Sud Italia, è stata recentemente concessa per la valorizzazione commerciale in licenza alla Società Tecnobios srl di Campagna (SA).

Mentre nel Nord Italia gli ingenti quantitativi di siero, derivanti dalla produzione di parmigiano, provolone e gorgonzola, sono destinati ai numerosi allevamenti zootecnici, soprattutto di suini, nel meridione il siero e la scotta sono utilizzati solo in parte in questo modo per la scarsa presenza e/o la ridotta dimensione del settore zootecnico, con conseguenti problemi per lo smaltimento. Spesso l'onere dello smaltimento di questi reflui grava attualmente solo sui caseifici ed è stimato da 4 a 6 euro per metro cubo di siero.

La tecnologia ENEA, per la sua facilità di impiego e di inserimento nei caseifici di piccole e medie dimensioni, viene incontro alle esigenze di innovazione, competitività e sostenibilità ambientale di un settore produttivo di grande importanza economica e sociale.

I 40 anni del Club di Roma

La popolazione umana all'inizio del 1900 ammontava a 1,6 miliardi e le previsioni affermano che raggiungerà 9,1 miliardi entro il 2050. Globalmente vi sono oltre 2 miliardi di persone che presentano livelli di utilizzo di energia e di risorse con stili di vita consumistici. I sistemi naturali presentano evidenti segnali di profonda sofferenza di questo impatto e l'impronta ecologica dell'umanità sta ogni anno sorpassando la biocapacità produttiva della natura. In questa situazione diventa molto importante interrogar-

si sul futuro della società umana sul nostro pianeta e sulle possibilità di indirizzare i nostri modelli di sviluppo socio-economico su percorsi di sostenibilità rispetto agli attuali.

Quest'anno cade il centenario della nascita di Aurelio Peccei, il fondatore del Club di Roma, la struttura internazionale che ha avviato il dibattito mondiale sui limiti della crescita umana, materiale e quantitativa, in un mondo dai limiti biofisici definiti. Il primo rapporto voluto dal Club, fu il famosissimo "The Limits to Growth", realizzato dal prestigioso MIT (Massachusetts Institute of Technology) che ancora oggi costituisce un punto di riferimento ineludibile per chiunque si occupi dei problemi del nostro futuro.

Il 2008 è anche il 40° anniversario del Club di Roma, nato a seguito di una riunione, convocata nel 1968 da Peccei presso l'Accademia dei Lincei, tra esperti internazionali accomunati dalla preoccupazione per il nostro futuro.

Nell'occasione, e per fare il punto sulle migliori conoscenze che abbiamo sin qui acquisito sul funzionamento del nostro pianeta e sulla relazione tra specie umana e sistemi naturali, una grande conferenza pubblica ha riunito diverse centinaia di partecipanti all'Auditorium di Roma, il 16 e 17 giugno. La conferenza, dal tema "Strategie per un pianeta sostenibile", ha analizzato le questioni critiche mondiali e studiato i loro collegamenti e implicazioni per il futuro, sulla base dei contributi di eminenti figure del mondo

della scienza, della politica, di quello accademico, delle imprese e della società civile.

Le questioni di fronte alla comunità mondiale sono sempre più urgenti, ma l'umanità non ha mai avuto maggiore capacità e risorse per affrontare le sfide future. Queste capacità di conoscenze, abilità, organizzazione, tecnologia e impegno possono essere mobilitate in pratica per risolvere i problemi che ci minacciano e per creare un mondo migliore per le generazioni future.

Città e fonti d'energia

La crescita dei consumi energetici che si registra soprattutto nelle città, le spese sempre più alte a cui le amministrazioni locali sono costrette per il funzionamento delle infrastrutture, impongono la ricerca di un nuovo approccio nella pianificazione e nella gestione dell'assetto urbano. Lo ha ricordato il Vicepresidente dell'ENEA, Cristina Battaglia, introducendo i lavori del workshop "La città e la forma dell'energia", che si è svolto a Roma il 3 luglio.

L'ENEA intende promuovere attraverso le proprie attività una visione integrata e sinergica tra efficienza energetica, nuove tecnologie e cultura progettuale.

Come già accaduto in alcune realtà del Nord Europa, anche nel nostro Paese è destinata ad affermarsi un'idea di città influenzata dall'utilizzo delle fonti rinnovabili e dall'integrazione delle

Eventi

I 40 anni del Club di Roma

Città e fonti d'energia

Gestione sostenibile
dei rifiuti

Comprare Verde

Protezione
delle infrastrutture
critiche

nuove infrastrutture energetiche nel tessuto cittadino. In questa prospettiva, gli obiettivi di abbattimento delle emissioni e di riduzione dei consumi possono contribuire in maniera significativa a cambiare il volto dei centri abitati.

Le energie rinnovabili stanno progressivamente entrando nello specifico urbano ma il processo in Italia è tuttavia troppo lento rispetto agli impegni energetico-ambientali assunti in sede comunitaria.

Per dare carattere di pervasività all'uso delle energie rinnovabili è perciò necessario che il loro apporto diventi strutturale, contribuendo a ridisegnare la forma della città per mutarla da spazio passivo, attraversato dall'infrastruttura energetica, a campo attivo, diventando essa stessa infrastruttura energetica.

Tra gli intervenuti al convegno, l'architetto Paolo Soleri (ved. *Energia Ambiente e Innovazione*, N. 3/2008, pagg.14-21), ha illustrato le sue città, o meglio le sue *arcologie*, agglomerati a totale sviluppo tridimensionale, in cui prevalgono i principi di compattezza, miniaturizzazione, densità, risparmio del territorio, uso delle fonti di energia rinnovabile e riciclo. E tra gli esempi di queste città-laboratorio ci sono: Arcosanti, su un altopiano desertico dell'Arizona; Mesa City, che non si mimetizza nel paesaggio, ma instaura un confronto con la natura; Hyperbuilding (2000), città-edificio alto 1000 metri, che si propone di preservare il territorio integrando tecnologie attive e passive per la produzione di energia e per la regolazione del microclima interno.

Gestione sostenibile dei rifiuti

La gestione dei rifiuti riveste un ruolo significativo nella definizione di una strategia ambientale sostenibile. I modelli di gestione integrata dei rifiuti pongono come proprio obiettivo non solo la prevenzione e la riduzione dell'impatto ambientale connesso al ciclo di gestione, ma anche il miglioramento complessivo del sistema "uomo-ambiente" ed un uso più sostenibile delle risorse.

La riduzione della produzione dei rifiuti e della loro pericolosità costituisce un elemento fondamentale della politica integrata di tali prodotti, ma urgono in ogni caso azioni che incoraggino il riciclaggio e il recupero dei rifiuti.

Le tecnologie per la gestione sostenibile dei rifiuti sono state al centro del Workshop ENEA, il 18 giugno scorso, in un momento quanto mai opportuno per focalizzare l'attenzione del mondo della ricerca e dell'impresa su questa tematica.

Per assicurare un elevato livello di protezione dell'ambiente, la gestione sostenibile dei rifiuti deve prevedere l'adozione di una serie di azioni che incoraggino il riciclaggio dei rifiuti e il recupero di energia dalla loro termodistruzione.

L'ENEA, con il progetto *Tecnologie per la gestione sostenibile dei rifiuti*, si pone l'obiettivo strategico della diffusione di tecnologie innovative per il recupero di

materia ed energia da rifiuti e della validazione tecnico-economica delle sinergie ottenibili dall'integrazione dei trattamenti di differenti flussi di rifiuti urbani e speciali. Le attività sperimentali allo studio in ENEA riguardano i principali processi di termovalorizzazione (combustione, pirolisi e gassificazione), oltre che una serie di processi di stabilizzazione dei rifiuti e di trattamento di reflui civili e industriali.

Le ricerche sviluppate sui processi termici hanno già prodotto ottimi risultati.

L'impiego del *syngas* presenta notevoli prospettive applicative, a livello di trattamento combinato di differenti tipologie di rifiuti, di produzione distribuita e combinata di energia elettrica e calore, di sistemi avanzati di produzione dell'energia (celle a combustibile).

Un ulteriore obiettivo è la dimostrazione della sostenibilità dei sottoprodotti del processo di trattamento termico, quali il residuo solido detto "char" che può essere valorizzato come fonte di carbonio per la produzione di materiali ad alto valore aggiunto. E, in questo campo, particolare attenzione viene rivolta al "char" da pneumatico che, oltre al carbonio, possiede già parte della silice necessaria alla sintesi di materiali ceramici.

Comprare Verde

Alla Fiera di Cremona il 9 e 10 ottobre 2008 CompraVerde-BuyGreen, Forum Internazionale degli Acquisti Verdi, darà spazio e visibilità a politiche, progetti, beni e

servizi di Green Procurement pubblico e privato (2a edizione).

"Comprare Verde" significa operare scelte di acquisto di beni e servizi valutando l'impatto ambientale da questi generato nel corso del loro intero ciclo di vita, e preferendo prodotti sostenibili ed eco-compatibili. Un'attenzione sempre più centrale nella politica ambientale europea e nazionale, che vede negli "acquisti verdi" uno strumento strategico per il consumo e la produzione sostenibili. In tal senso gli enti pubblici sono di fatto tra i principali soggetti coinvolti; e a questo sollecita il Piano d'Azione Nazionale per il Green Public Procurement, di recente approvazione in Italia. Ma anche il sistema economico è oggi chiamato a scelte rispettose dell'ambiente.

Articolato in un programma culturale di alto livello e in una qualificata area espositiva, CompraVerde-BuyGreen è promosso da Provincia di Cremona, Coordinamento Nazionale delle Agende 21 Locali Italiane, CONSIP, Regione Lombardia, insieme a Ecosistemi-SDI Group e Adescoop-Agenzia dell'Economia Sociale sc.

Per informazioni:

www.forumcompraverde.it,
segreteria@forumcompraverde.it,
rel.istituzionali@forumcompraverde.it.

Protezione delle infrastrutture critiche

Lo scorso 5 giugno è stata varata la Direttiva Europea sull'identificazione e designazione delle Infrastrutture Criti-

che Europee e sulla valutazione della necessità di migliorarne la protezione, in vista della preparazione di una strategia globale per la protezione delle Infrastrutture Critiche.

Con questa definizione si intendono tutti quei servizi essenziali per il benessere della popolazione, la sicurezza nazionale, il buon funzionamento del Paese e la sua crescita economica, ossia il sistema elettrico ed energetico, le varie reti di comunicazione, le reti e le infrastrutture di trasporto persone e merci (aereo, navale, ferroviario e stradale), il sistema sanitario, i circuiti economico-finanziari, le reti a supporto del Governo, delle Regioni ed enti locali, quelle per la gestione delle emergenze. La migliorata qualità dei servizi erogati, tuttavia ha indotto nuove ed impreviste vulnerabilità, legate all'estremizzazione dei fenomeni climatici, alla tormentata situazione socio-politica mondiale e alle minacce terroristiche.

Un'azione efficace di protezione delle Infrastrutture richiede, soprattutto, un'intensa attività di studio e analisi dei fenomeni di interdipendenza tra le infrastrutture stesse, attività possibile solo se si possiedono validi strumenti di modellistica, analisi e simulazione e dei laboratori di prova.

Lo studio di fattibilità di una piattaforma di simulazione delle Infrastrutture Critiche utilizzabile in tutti i Paesi dell'Unione Europea costituisce l'obiettivo del Progetto DIESIS (*Design of an Interoperable European federated Simulation network for Critical InfraStructures*), finan-

ziato nell'ambito del VII Programma Quadro.

ENEA prende parte all'iniziativa, in partnership con ICL (Imperial College London), Fraunhofer IAIS (Institute for Intelligent Analysis and Information Systems), TNO (Netherlands Organisation for Applied Scientific Research) e CRIAI (Consorzio Campano di Ricerca per l'Informatica e l'Automazione Industriale).

Il progetto DIESIS intende gettare le basi per la realizzazione di una e-Infrastruttura denominata EISAC (*European Infrastructures Simulation and Analysis Centre*), una piattaforma per la simulazione, in grado di fornire ipotesi non approssimative sugli scenari di un sistema complesso come quello delle infrastrutture critiche.

Il progetto DIESIS, che avrà una durata biennale, verrà attuato gradualmente attraverso il raggiungimento di vari obiettivi quali l'analisi dei requisiti, lo sviluppo di regole formali, la progettazione di una architettura ICT distribuita, la implementazione di un prototipo e la valutazione del suo impatto organizzativo e gestionale. La partecipazione al progetto DIESIS rafforza la posizione di leadership nazionale dell'ENEA nelle iniziative di ricerca nel campo della Protezione delle Infrastrutture Critiche.

Il rebus energetico

Alberto Clò
Il Mulino, marzo 2008,
232 pagine, euro 15

Un rebus. Alberto Clò, professore di Economia industriale ed Economia dei servizi pubblici all'Università di Bologna, direttore della rivista "Energia", già Ministro dell'Industria e del Commercio Estero negli anni 1995-1996, usa questo termine per descrivere nel suo ultimo libro il mercato mondiale dell'energia, un mercato di complicatissima interpretazione in quanto determinato da una mol-

teplicità di fattori che hanno raggiunto un punto di criticità nello stesso arco temporale, facendo di quella energetica una questione squisitamente politica, attinente sia alla sicurezza nazionale che alle relazioni internazionali, con inevitabili tensioni tra paesi consumatori e paesi produttori. Il prezzo del petrolio, la guerra dei gasdotti, la fame di energia delle economie asiatiche, gli stili di vita dei paesi ricchi, le emissioni di gas serra, il cambiamento climatico: la soluzione del rebus non è affatto semplice, ma è tuttavia possibile, interpretando in maniera corretta tutti gli elementi, nessuno escluso, che compongono il quadro, ovvero le riserve, le scorte, gli investimenti, ma anche i fattori geopolitici, gli orientamenti dell'opinione pubblica e le scelte dei governi. Il problema più serio è che questo rebus va comunque decifrato nel minor tempo possibile per evitare al pianeta problemi ancora più gravi di quelli che è costretto attualmente a sopportare. Nei prossimi anni, infatti, la crisi energetica rischia di aggravarsi con un costo sempre più insostenibile per l'economia mondiale. La crisi è determinata da un lato da un continuo aumento della domanda, causato dal persistente incremento dei consumi da parte delle potenze emergenti, Cina ed India su tutte, dall'altro da un vuoto di investimenti. Per di più, la crisi energetica è sopraggiunta nel momento in cui i sistemi occidentali (ed europei in particolare) si trovano a metà strada nella loro transizione dallo Stato al mercato, col rischio di som-

mare le inefficienze dell'uno a quelle dell'altro.

Negli Stati Uniti, ricorda l'autore, l'ultima centrale nucleare risale al 1978, l'ultima raffineria al 1976 e le 500 centrali a carbone che alimentano la metà della produzione elettrica hanno un'età media di 35 anni. E l'Europa non sta certamente meglio. Per fronteggiare questa emergenza è necessario dunque puntare sugli investimenti in tutte le filiere energetiche, adeguando così l'offerta mondiale di energia e bloccando la tendenza all'aumento dei prezzi, attualmente una delle principali cause dell'instabilità dell'economia mondiale. Secondo l'autore, consapevole del fatto che non esistono soluzioni semplici a problemi complessi, è necessario sgomberare il campo da tanti luoghi comuni: che le risorse fossili siano prossime ad esaurirsi, che quelle rinnovabili siano la panacea d'ogni male, che la ripresa del nucleare sia a portata di mano, che risparmiare energia sia più virtuoso che produrla, per arrivare a quei compromessi che consentono di compiere passi in avanti significativi.

Piano B 3.0

Mobilitarsi per salvare la civiltà

Lester R. Brown
Edizioni Ambiente, giugno 2008, 350 pagine, euro 18

L'assunto del volume si può così sintetizzare: è necessario per l'intera umanità pensare seriamente a un vero e proprio Piano B, cioè a per-

Lecture

Il rebus energetico

Piano B 3.0

Città ed energia

cronache

corsi socio-economici molto diversi da quelli sin qui perseguiti e alle modalità per attuarli concretamente.

Il primo rapporto al Club di Roma nel 1972 aveva chiaramente indicato l'insostenibilità del nostro modello di crescita economica: l'umanità non può continuare a proliferare all'attuale ritmo accelerato nei cinque settori fondamentali (popolazione, industrializzazione, inquinamento, produzione di alimenti, consumo delle risorse naturali), altrimenti è destinata a raggiungere i limiti naturali della crescita entro i prossimi cento anni. E il risultato più probabile sarà un improvviso, incontrollabile declino del livello di popolazione e del sistema industriale.

È possibile, ricorda Gianfranco Bologna nell'introduzione, modificare questa linea di sviluppo e determinare una condizione di stabilità ecologica ed economica in grado di protrarsi nel futuro. La condizione di equilibrio globale potrebbe essere definita in modo tale che vengano soddisfatti i bisogni materiali degli abitanti della Terra e che ognuno abbia le stesse opportunità di realizzare compiutamente il proprio sviluppo umano.

Il Piano B di Lester Brown, 36 anni dopo la pubblicazione del primo rapporto al Club di Roma, va in questa direzione. Dopo due anni dalla pubblicazione del Piano B 2.0 questo aggiornato Piano B 3.0 ha modificato il sottotitolo, passando da "Una strategia di pronto soccorso per la Terra" al più semplice "Mobilitarsi per salvare la civiltà".

È questa la sfida da affrontare di fronte a un mondo che sta velocemente cambiando.

"Quando il Piano B 2.0 fu pubblicato, due anni fa, i dati sulla fusione dei ghiacci polari erano preoccupanti. Ora sono terrificanti. Due anni fa sapevamo che esistevano un certo numero di stati sull'orlo della bancarotta. Ora sappiamo che quel numero sta aumentando di anno in anno. Gli Stati che falliscono sono il segno di una civiltà allo sbando". E si può aggiungere che due anni fa il petrolio costava 50 dollari al barile, ora ha toccato 1.140 dollari.

Continuare a costruire distillerie di etanolo per trasformare i cereali in combustibile per le auto rende il loro prezzo equivalente a quello del petrolio: negli Stati Uniti i prezzi del mais sono quasi raddoppiati, i prezzi del grano sono più che raddoppiati.

Il carico dei problemi irrisolti aumenta, compresa la costante e rapida crescita della popolazione, l'estensione delle aree con carenza idrica, la deforestazione, l'erosione del suolo e la desertificazione: i governi più deboli crollano sotto questo peso crescente.

Il modello economico occidentale – basato sui combustibili fossili, centrato sull'automobile e sull'usa e getta – non potrà certo funzionare per la Cina. Se non funziona per la Cina, non funzionerà per l'India e per altri 3 miliardi di persone dei paesi in via di sviluppo che stanno anch'essi inseguendo il "sogno americano".

In un'economia mondiale sempre più integrata, nella quale tutti dipendiamo dallo stesso grano, petrolio, acciaio, questo modello non funzionerà neanche per i paesi industrializzati. La no-

stra sfida generazionale consiste nel costruire una nuova economia, prevalentemente alimentata da fonti energetiche rinnovabili, con un sistema di trasporti estremamente differenziato e che riusi e ricicli tutto.

Ci sono quattro obiettivi prioritari nel Piano B 3.0: stabilizzare il clima, stabilizzare la popolazione, estirpare la povertà e ripristinare gli ecosistemi terrestri.

Al centro dei meccanismi di stabilizzazione del clima vi è un piano dettagliato per ridurre le emissioni di anidride carbonica dell'80% entro il 2020 al fine di ridurre ai minimi termini l'innalzamento della temperatura globale. L'iniziativa sul clima ha tre componenti: aumentare l'efficienza energetica, sviluppare le fonti rinnovabili di energia ed espandere la copertura forestale terrestre, mettendo al bando la deforestazione e piantando nello stesso tempo milioni di alberi per sequestrare la CO₂. Il Piano B 2.0 parlava dell'enorme potenzialità delle fonti energetiche rinnovabili, specialmente dell'energia eolica. Da allora ci sono state proposte di progetti per generare elettricità da fonti come questa in una scala mai vista per le centrali basate su fonti fossili. "Per esempio lo stato del Texas sta coordinando un vasto progetto di espansione di generatori eolici per una potenza fino a 23.000 megawatt di energia elettrica di nuova produzione, una quantità pari a quella prodotta da 23 centrali a carbone. Due anni fa, il concetto di automobili ibride plug-in con motore a benzina ed elettrico era poco più di un'i-

dea. Oggi cinque produttori leader di automobili si stanno orientando verso il mercato delle ibride, con i primi modelli di auto a plug-in previsti per il 2010.”

Disponiamo, perciò, delle tecnologie per ristrutturare l'economia energetica mondiale e per stabilizzare il clima: la sfida ora è costruire la volontà politica per attuarle.

Ma salvare la civiltà non è uno sport da spettatori – incalza Lester Brown - e ciascuno di noi ha un suo ruolo chiave da giocare.

In passato, preoccuparsi per i nostri figli significava fornire loro la migliore istruzione e le migliori cure mediche possibili; oggi se non agiamo velocemente, il mondo dei nostri figli declinerà economicamente e si disintegrerà politicamente. Occorre, perciò, agire: “raccolgiate un gruppo di amici con orientamenti simili al vostro e incontratevi con i politici che vi dovrebbero rappresentare. Discutete di perché abbiamo bisogno di alzare le tasse ambientali e di ridurre le tasse sui redditi da lavoro.” Occorre, continua l'autore, inserire nei programmi di assistenza internazionale, la sconfitta della povertà, la pianificazione familiare, la riforestazione e lo sviluppo delle energie rinnovabili, insistere sull'aumento di risorse destinate a questi scopi e sul taglio di quelle destinate al settore militare.

Conclude l'autore: “Qualcuno deve imparare a prendere la parola per conto dei nostri figli e nipoti, perché è il loro mondo che è in pericolo. In sintesi dobbiamo persuadere i nostri rappresentanti politici

e i nostri leader a supportare i cambiamenti delineati dal Piano B. ...Abbiate la pazienza di educarvi sulle tematiche ambientali”.

Città ed energia

La valenza energetica dell'organizzazione insediativa

Paolo De Pascali
FrancoAngeli, 2008,
pagine 360, euro 28,00

L'attenzione che le vicende petrolifere richiamano sul mondo dell'energia non è certamente eccessiva, in considerazione dei “numeri” e dei fatti o misfatti, non sempre comprensibili, che si accompagnano a quelle vicende. Perché, restando sostanzialmente immutati i costi di estrazione e di produzione, i prezzi possono raddoppiare o triplicare nel giro di pochi mesi? Dove vanno quei miliardi di dollari che improvvisamente ci vengono sottratti con quella ascesa dei prezzi? Ci sono ancora le sette “sorelle” e perché un paese così strano come l'Arabia Saudita ha un ruolo centrale in queste vicende?

Questi ed altri, tutti interrogativi non banali ma che involontariamente concorrono a far dimenticare che l'energia non è solo questo e che se quell'attenzione è dovuta, esiste pur tuttavia uno squilibrio di attenzione verso quanto sta prima e quanto sta a valle. In particolare verso quella concentrazione di energia rappresentata dalla città intesa come luogo ma

anche come metafora dello sviluppo dell'umanità. Come luogo nel quale si concentra dal 50% al 70% dei consumi energetici, ma dove si esercita la convivenza, la socializzazione e l'espressione delle capacità intellettuali delle persone e degli aggregati.

Questo è invece l'oggetto del libro di Paolo De Pascali. Scorrano, in una forma tra il racconto e lo studio, le relazioni tra l'organizzazione fisica e quella funzionale degli insediamenti, tra le mode consumistiche e le soluzioni tecnologiche, tra la storia dei mulini ad acqua e dei mulini a vento e le microcogenerazioni, tra le necessità di definire macrocategorie economiche connesse alla configurazione urbana e le programmazioni e le *governance* locali, dal caso di Brescia alle esperienze danesi.

“La città dunque come luogo in cui si originano i comportamenti derivati dall'evoluzione dei bisogni, trovando poi applicazione diffusa all'interno e all'esterno per emulazione e per imposizione mediatica di modelli culturali d'accesso alla vita sociale o al riconoscimento sociale: “Prevalgono naturalmente le tematiche settoriali dell'edilizia, dei trasporti e l'intreccio con l'urbanistica ma il ricorso agli andamenti storici e, là dove più opportuno, ai dati numerici e statistici nonché a un denominatore comune, quale quello rappresentato dal fattore energia, fanno di questo libro un opportuno contrappeso alle diverse cronache quotidiane che caratterizzano quel fattore.

(Sergio Ferrari)

Errata corrige

Nel n. 3/2008 della rivista, figura 9 a pag. 58, il valore massimo riportato sull'asse delle ordinate non è 6.000, come erroneamente indicato nell'articolo, ma 2.500.



COMPRAVerde BUY GREEN

Forum Internazionale degli Acquisti Verdi

9-10 ottobre 2008
fiera di cremona

seconda edizione - ingresso libero

mostra-convegno dedicata a politiche, progetti, beni e servizi
di Green Procurement pubblico e privato

> il luogo di incontro e di scambio tra gli attori strategici, le istituzioni e gli operatori più accreditati

> un programma convegnistico e seminariale di alto livello, che mette a confronto
le più importanti realtà italiane ed europee sulle politiche e le prassi relative agli Acquisti Verdi

> vasta area espositiva organizzata in maniera coerente
con le indicazioni del Piano d'Azione Nazionale per il GPP

RELAZIONI ISTITUZIONALI
E PROGRAMMA CULTURALE



Ecosistemi-SDI Group
Largo de' Ginnasi, 2 - 00186 Roma
tel. +39 06 68301407 - fax +39 06 68301416
rel.istituzionali@forumcompraverde.it

ORGANIZZAZIONE
EVENTO



Adescoop Agenzia dell'Economia Sociale s.c.
Via Boscovich, 12 - 35136 Padova
tel. +39 049 8726599 - fax +39 049 8726568
segreteria@forumcompraverde.it

www.forumcompraverde.it