EA
Energia, Ambiente e Innovazione

BIMESTRALE DELL'ENEA 4-5/2011
ANNO 57 - LUGLIO/OTTOBRE 2011

Direttore Responsabile
Vincenzo Ferrara

Comitato di Direzione
Pietro Agostini, Vincenzo Artale, Giacobbe Braccio, Marco Casagni, Gian Piero Celata, Carlo Cremisini, Pierino De Felice, Roberta Delfanti, Francesco Di Mario, Roberta Fantoni, Elena Fantuzzi, Massimo Forni, Massimo Iannetta, Carlo Manna, Carmela Marino, Piero Massari, Paride Meloni, Silvio Migliori, Roberto Morabito, Aldo Pizzuto, Vincenzo Porpiglia, Rino Romani, Sergio Sangiorgi, Massimo Sepielli, Leander Tapfer, Ezio Terzini, Marco Vittori Antisari, Gabriele Zanini

Comitato tecnico-scientifico
Osvaldo Aronica, Paola Batistoni, Ilaria Bertini, Vincenzo Di Majo, Stefano Giammartini, Rossella Giorgi, Giorgio Graditi, Massimo Maffucci, Laura Maria Padovani, Luigi Picardi, Paolo Ruti, Emilio Santoro

Direttore editoriale
Diana Savelli

Coordinamento editoriale
Paola Molinas
ENEA
Lungotevere Thaon di Revel, 76 – 00196 Roma
Tel. 06-3627.2907 – paola.molinas@enea.it

Comitato editoriale
Valerio Abbadessa, Flavia Amato Paola Carrabba, Paola Cicchetti, Maria Luisa Cipullo, Antonino Dattola, Barbara Di Giovanni, Laura Di Pietro, Andrea Fidanza, Giuliano Ghisu, Michele Mazzeo, Laura Migliorini, Rita Pascucci, Caterina Vinci

Edizione web
Antonella Andreini, Daniela Bertuzzi, Concetta Manto

Promozione
Paola Crocianelli

Traduzioni
Carla Costigliola

Progetto grafico
Paola Carabotta, Bruno Giovannetti

Segreteria
Antonella Calamita

Per informazioni e contatti: infoeai@enea.it

Stampa
Varigrafica Alto Lazio
Via Cassia, km 36,300 (Zona industriale) - 01036 Nepi (VT)

Registrazione
Tribunale Civile di Roma - Numero 148
del 19 aprile 2010 del Registro Stampa

Pubblicità
Fabiano Group srl
Regione San Giovanni, 40 - 14053 Canelli (AT)
Tel. 0141 827802 - Fax 0141 827830
e-mail: info@fabianogroup.com

Finito di stampare nel mese di novembre 2011

Prodotto realizzato impiegando carta Symbol Freelife riciclata FSC

www.enea.it

N. 4-5/2011

Indice

2 **Editoriale**

WV World view 4

Fc Focus sulle notizie 18

18 **Cambiamenti climatici**
Caos climatico: il killer è entrato in clandestinità
S. Lombardo

21 **Biocombustibili non verdi**
La EEA ha ragione, ma fino ad un certo punto
L. Ciccarese

24 **Smart cities**
***Smart city:* una strada possibile per le città sostenibilil**
M. Annunziato

27 **Materie prime critiche**
Le risorse naturali vanno utilizzate con efficienza
F. Zarlenga

Fc Focus su un esperimento 30

30 **Giardinaggio alternativo**
Progetto pilota per la gestione integrata del verde nel Centro Ricerche ENEA della Casaccia
P. Menegoni, M. Iannetta, M. Barlattani, F. Colucci, C. Trotta, M. Citterio, F. Cipolla

Po Primo piano 34

Energia dal mare

34 **Prospettive di sviluppo dell'energia dal mare per la produzione elettrica in Italia**
G. Sannino, L. Liberti, A. Carillo, A. Bargagli, E. Caiaffa

39 **Energia elettrica dalle maree**
D. Coiro

42 **Conversione di energia ondosa e protezione della costa mediante dispositivi galleggianti di tipo *Wave activated bodies***
B. Zanuttigh, E. Angelelli

Ap Anteprima 45

Verso Durban 2011

45 **Le premesse di Durban**

Verso Rio + 20

49 **Economia verde, la speranza di salvare il pianeta. Intervista al Direttore di EAI**
a cura di C. Pacciani

Sr Studi & ricerche 54

Review & assessment papers

54 **Synthesis of nanoparticles by laser pyrolysis: from research to applications**
E. Borsella, R. D'Amato, F. Fabbri, M. Falconieri, G. Terranova

65 **La fabbrica dei tessuti umani: il futuro bussa alle porte**
L. Teodori, L. Ambrosio

68 **Biodiversity: two decades of International Convention. Where things stand**
L.M. Padovani, P. Carrabba, B. Di Giovanni, F. Mauro

Research papers

73 **Generation and evolution of internal waves in the Strait of Gibraltar: a numerical study**
J.C. Sanchez-Garrido, G. Sannino, L. Liberti

80 **Multifunctional ferrite-albumin nanoparticles in nano medicine**
M. Bellusci, A. La Barbera, F. Padella, D. Secci

Technical papers

88 **Le schede di sicurezza (SDS) e il regolamento REACH**
F. D'Amico

94 **Effects of Nanofluid Flow on Metal Surface**
G.P. Celata, F. D'Annibale, A. Mariani

Rb Rubriche 99

99 dal **Mondo**
100 dall'**Unione Europea**
101 dalle **Istituzioni nazionali**
102 dai **Giornali**
103 **Calendario eventi**

l'editoriale

di Gianni Silvestrini, Direttore Scientifico del Kyoto Club



L'impatto dell'incidente di Fukushima si è avvertito in tutto il pianeta, ma in alcuni paesi si è manifestato con maggiore forza. Oltre al Giappone, che sta radicalmente rivedendo la propria politica energetica, l'effetto è stato particolarmente dirompente in Germania, con l'accelerata fuoriuscita dal nucleare, e nel nostro, che ha definitivamente chiuso questo capitolo.
Da noi, l'esito del referendum impone un ripensamento profondo e la definizione di una strategia di lungo periodo, visto che molte scelte si prolungheranno nei prossimi decenni. Tenendo conto dei vincoli climatici, dei costi complessivi e della sicurezza degli approvvigionamenti dall'estero, un riferimento fondamentale per le strategie del Paese viene dagli obiettivi europei al 2020 su emissioni, rinnovabili ed efficienza. Ma bisogna andare oltre.

La Commissione Europea ha elaborato una *roadmap* al 2050 che prevede una riduzione dei gas climalteranti dell'80% rispetto al 1990 e una decarbonizzazione quasi completa nella produzione elettrica. Alcuni paesi hanno già definito analoghi obiettivi al 2050.
In particolare, la Germania prevede una riduzione delle emissioni climalteranti del 40% entro il 2020 e dell'80-95% verso la metà del secolo. E questo malgrado la chiusura di 20 GW nucleari entro il 2022. La quota di elettricità verde dovrà poi raddoppiare al 35% nel 2020 e coprire la metà dei consumi nel 2030. Analoghi scenari al 2050 devono essere elaborati e approvati anche in Italia. Una sfida estremamente ambiziosa che avrà implicazioni formidabili sulle modalità di consumo e di produzione dell'energia. I cambiamenti necessari saranno favoriti dalla veloce evoluzione delle tecnologie dell'efficienza e delle rinnovabili, ma non potranno essere affrontati con successo senza una revisione degli stili di vita ed una rivisitazione del nostro modello di sviluppo.

I cambiamenti necessari saranno favoriti dalla veloce evoluzione delle tecnologie dell'efficienza e delle rinnovabili, ma non potranno essere affrontati con successo senza una revisione degli stili di vita ed una rivisitazione del nostro modello di sviluppo.

Le riflessioni sul breve e medio periodo devono partire dalla criticità dei nostri conti economici. Proprio per questo va data la priorità ad un serio intervento sulla domanda di energia. Il nostro Paese spende 60 miliardi di €/anno per le importazioni, prevalentemente di petrolio e gas, che salgono a 70 miliardi quando il barile supera i 100 dollari, un valore vicino a quello degli interessi sul debito pubblico. I comparti produttivi della *green economy* devono essere rafforzati, anche in vista di una loro espansione nel mercato mondiale. Ricordiamo che in pochi anni la Germania ha creato 370.000 posti di lavoro nel solo settore delle rinnovabili. Secondo un recente studio del Consiglio Nazionale degli Ingegneri, al 2020 si potrebbero avere in Italia oltre un milione di addetti nei comparti delle rinnovabili, dell'efficienza e della mobilità sostenibile.

L'efficienza energetica e le azioni di risparmio rappresentano le soluzioni più economiche per ridurre le emissioni climalteranti e le importazioni di combustibili. Il nostro Paese ha già ottenuto risultati interessanti in questo campo, ma presenta ancora notevoli margini di miglioramento. Ricordiamo che in Germania si punta a ridurre i consumi primari di energia rispetto al 2008 del 20% entro il 2020 e quelli elettrici del 10%.

Pur essendo diverse le caratteristiche dei due paesi, sembra giunto il momento di mettere in discussione il paradigma di una ineluttabile crescita dei consumi, in particolare di quelli elettrici. Significative possibilità di intervento esistono nel comparto industriale, nell'illuminazione, negli elettrodomestici. Le modeste caratteristiche energetiche del nostro parco edilizio indicano poi che esistono notevoli margini di riduzione dei consumi. Vanno quindi mantenute e rafforzate le misure come i certificati bianchi e le detrazioni fiscali, ma si deve andare oltre con una specifica linea d'azione per il settore pubblico e con l'introduzione di progressive riduzioni dei limiti massimi di consumo delle nuove costruzioni in vista dell'obiettivo europeo *nearly zero energy* del 2019-2021. Nel settore dei trasporti, grazie agli standard UE, si stanno riducendo contemporaneamente sia i consumi specifici che i prezzi degli autoveicoli, ribaltando così le preoccupazioni dei costruttori. Vanno inoltre avviate

politiche fiscali che scoraggino l'acquisto delle auto più energivore, decise azioni sul trasporto pubblico e anche politiche *soft*, come il rilancio della mobilità ciclistica o la diffusione del *car sharing*. La fiscalità va anche utilizzata per indirizzare il trasporto delle merci verso soluzioni meno energivore.

Passando al lato della produzione, osserviamo che il nostro parco elettrico è molto efficiente ma decisamente sovradimensionato, con 104 GW nel 2010 e con previsioni per il 2020 di 110-130 GW, a fronte di una attuale punta di 57 GW. Ogni potenziamento dovrà inoltre essere considerato in relazione alla prevista forte crescita delle rinnovabili e alla necessità di ridurre radicalmente le emissioni di CO_2. Negli ultimi anni si è avuta una decisa accelerazione del numero delle installazioni verdi, circa 300.000, con un buon posizionamento a livello internazionale sul solare e sull'eolico. Le politiche governative in questo settore sono state però schizofreniche. Incentivi troppo alti e continui cambiamenti del quadro normativo si sono accompagnati ad una scarsa attenzione alle attività di ricerca e di promozione industriale. Va sottolineato come la riduzione dei costi nel corso di questo decennio renderà alcune tecnologie economicamente competitive. Negli ultimi dodici mesi i prezzi dei moduli fotovoltaici si sono ridotti del 20-30% e nei prossimi anni si raggiungerà prima la *grid* e poi la *generation parity.*

Non bisogna poi trascurare la domanda di calore e di raffreddamento: la quota di rinnovabili in questo decennio dovrà triplicare per rispettare gli impegni europei e gli obiettivi indicati nel Piano d'Azione per le Rinnovabili. In questo campo gli incentivi necessari saranno minori rispetto a quelli destinati alla produzione di energia elettrica, in quanto le tecnologie sono poco lontane dalla competitività economica.

Sul versante degli approvvigionamenti energetici si potranno avere criticità nelle importazioni di greggio, mentre la comparsa di nuovi paesi esportatori di gas, incluso quello non convenzionale, dovrebbe assicurare disponibilità di metano a costi accessibili. Gli investimenti nelle infrastrutture - centrali elettriche, elettrodotti, rigassificatori, gasdotti - andranno calibrati tenendo anche conto del processo di decarbonizzazione del sistema energetico.

Un serio sforzo andrà effettuato nei confronti del potenziamento della rete elettrica. Si dovranno prevedere politiche di governo della domanda, un forte potenziamento degli accumuli di energia anche decentrati, una trasformazione "intelligente" delle reti. Priorità assolute, considerando che le rinnovabili già nel 2020 soddisferanno poco meno di un terzo dei consumi elettrici, una quota destinata ad innalzarsi significativamente nel lungo periodo.

Il ruolo del metano sarà centrale nella transizione verso le fonti rinnovabili. Le infrastrutture di importazione andranno quindi adeguate per garantire sicurezza degli approvvigionamenti e per attivare una seria concorrenza. Le scelte andranno compiute ragionando in un'ottica europea, ma considerando i vicoli sulla CO_2.

Per finire, va considerato il ruolo centrale che avranno Regioni ed Enti locali nel raggiungimento degli obiettivi nazionali. L'imminente adozione del *burden sharing* sulle rinnovabili contribuirà ad una loro responsabilizzazione nel raggiungere gli obiettivi al 2020, mentre la forte adesione di centinaia di Comuni al Patto dei Sindaci indica una forte spinta dal basso nel percorso di riduzione delle emissioni climalteranti.

World View

Le priorità della *green economy*

Il Segretario Generale della Conferenza delle Nazioni Unite sullo Sviluppo Sostenibile (Rio+20), il cinese Sha Zukang, che è anche Sottosegretario Generale delle Nazioni Unite, ha inviato un messaggio, pubblicato alla metà di settembre scorso, destinato ai decisori politici e ai delegati dei paesi che parteciperanno alla prossima Conferenza di Rio+20. Nel messaggio è stata richiamata l'importanza di questa Conferenza ritenuta un'opportunità unica e irripetibile di incontro di tutti i Paesi del mondo sull'obiettivo comune della *green economy*. La *green economy* che è, infatti, il tema centrale della Conferenza, deve innanzitutto rispondere alle molteplici sfide che bisogna affrontare per superare la crisi mondiale, che è in realtà la somma integrata di crisi fra loro intrecciate: economiche, sociali e ambientali. Esempi di queste crisi intrecciate sono, oltre a quella finanziaria, la crisi dell'energia, quella alimentare e della sicurezza sanitaria, la crisi delle risorse naturali, la scarsità d'acqua ecc. In questo contesto, Sha Zukang indica sette priorità assolute di discussione sulla *green economy*: lavori verdi (*green jobs*) e inclusione sociale, accesso all'energia ed energia sostenibile, sicurezza alimentare e agricoltura sostenibile, gestione sostenibile delle risorse idriche, città sostenibili, oceani e risorse marine e, infine, prevenzione delle catastrofi naturali. Vediamole in maggior dettaglio.

1) Lavoro e occupazione. La disoccupazione e l'emarginazione sociale rimangono problemi irrisolti in tutti i paesi, ma l'economia attuale li ha particolarmente aggravati, con conseguenze che minacciano la sicurezza e la coesione sociale. Con i *green jobs,* la *green economy* può promuovere l'occupazione e contrastare l'emarginazione sociale.
2) Energia: accesso all'energia e sicurezza energetica. La mancanza di accesso all'energia elettrica è la causa principale dell'aggravarsi delle condizioni di povertà di 1,4 miliardi di persone, in gran parte popoli dell'Africa. La mancanza di accesso all'energia di quasi 3 miliardi di persone, che per cuocere e per riscaldarsi utilizzano la biomassa vegetale, è la causa principale di molti danni, talvolta irreversibili, all'ambiente e agli ecosistemi. La *green economy* deve promuovere entro il 2030 l'accesso universale all'energia, l'uso prevalente di fonti rinnovabili e la gestione sostenibile dell'energia.
3) Alimentazione e agricoltura. Nonostante la rivoluzione verde avviata nel 1968, la fame nel mondo non è stata debellata: quasi un miliardo di persone vive in condizioni di fame o di malnutrizione. L'attuale economia ha portato a una serie di contraddizioni, tra cui la produzione di cibo a costi molto elevati, pratiche agricole insostenibili, danni alla biodiversità e alle risorse idriche e grandi sprechi alimentari nei paesi ricchi. La *green economy* deve attuare la



vera rivoluzione verde, garantendo cibo accessibile a tutta l'umanità e proteggendo, nel contempo, il suolo, l'acqua e la biodiversità.

4) Risorse idriche. Eccetto le aree delle alte latitudini e di quelle sub polari, le risorse idriche già scarseggiano in molte parti del mondo e sono destinate a scarseggiare sempre di più in futuro, mentre la domanda mondiale di acqua aumenta molto rapidamente.
Attualmente, circa 1,2 miliardi di persone non ha accesso all'acqua e i conflitti per il controllo delle risorse idriche sono un problema potenziale destinato a esplodere in futuro.
La *green economy* deve fornire opportunità e strumenti per giungere a una gestione integrata e sostenibile delle risorse idriche.

5) Insediamenti umani e urbanizzazione. Tre quarti della popolazione mondiale vive in aree urbanizzate, ma nei paesi in via di sviluppo questa percentuale diventa la quasi totalità, dal momento che le aree urbanizzate sono le uniche ad offrire aspettative di una vita migliore e possibilità di accedere a servizi indisponibili nelle aree rurali.
L'urbanizzazione, se incontrollata, peggiora le condizioni di vita e pone enormi sfide per l'energia, i trasporti, il terziario, che devono trovare soluzioni efficienti e sostenibili. La *green economy* deve gettare le basi per uno sviluppo urbanistico equilibrato, intelligente e sostenibile.

6) Risorse marine. Gli oceani non sono solo la più grande risorsa naturale del pianeta, ma anche la principale risorsa di vita e di sviluppo della maggior parte dei popoli. L'inquinamento, la pesca illegale e lo sfruttamento incontrollato delle risorse marine, soprattutto nelle acque internazionali maggiormente incontrollate, minacciano la vita degli oceani e la loro capacità di fornire risorse e di regolare il sistema climatico e ambientale. La *green economy*, anche in attuazione di Agenda 21 e di altri trattati internazionali, deve costruire un sistema integrato di gestione sostenibile degli oceani.

7) Catastrofi naturali. Le calamità naturali provocano sempre più danni alla vita umana, alle infrastrutture e a beni e servizi, sia perché molti fenomeni estremi sono in intensificazione, sia perché lo sviluppo incontrollato delle attività economiche sul territorio ha aumentato la vulnerabilità dei sistemi umani alle calamità naturali. La *green economy* deve indirizzare la pianificazione e l'uso del territorio e delle risorse, in modo tale da aumentarne la resilienza contro le calamità naturali e promuovere azioni adeguate di prevenzione dei disastri.

Queste sette priorità, se affrontate adeguatamente, rappresentano anche la soluzione ai problemi dei cambiamenti climatici, di perdita della biodiversità e di desertificazione.
I paesi più poveri, che sono più esposti ai maggiori rischi, devono essere aiutati a sviluppare la loro *green economy* attraverso la cooperazione internazionale, basata principalmente sul trasferimento di nuove tecnologie e di *know how*, oltre che sul supporto finanziario.
Per rendere attuabili queste sette priorità, la conferenza di Rio+20 dovrà lanciare, secondo Sha Zukang, iniziative pubbliche e private di finanziamento di progetti di cooperazione, ma dovrà dare anche indicazioni su come risanare i debiti dei paesi più poveri, come rivedere i sistemi fiscali e di tassazione e come rimuovere il regime dei sussidi e delle barriere commerciali, che distorcono i mercati e impediscono rapporti efficienti e costruttivi di cooperazione internazionale.

(Paola Molinas)



La Commissione Europea alle prese con un vaso di Pandora chiamato REACH

Il regolamento REACH della Unione Europea, riguardante "la registrazione, la valutazione, l'autorizzazione e la restrizione delle sostanze chimiche" rappresenta la normativa sulle sostanze chimiche più ambiziosa e vasta del mondo. Adottato nel dicembre 2006, dopo sette anni di intense consultazioni, è stato integrato all'inizio del 2009 con il regolamento di classificazione, etichettatura e imballaggio delle sostanze chimiche: CLP (*Classification Labelling and Packaging*), per allineare la UE con il Sistema Mondiale Armonizzato (*Globally Harmonized System* - GHS) di analoga classificazione, etichettatura ed imballaggio. Lo scopo del sistema REACH e CLP è di garantire un elevato livello di tutela della salute umana e dell'ambiente, facilitando la circolazione delle sostanze nei mercati e rafforzando la competitività e l'innovazione.
Il regolamento REACH si basa sul principio secondo il quale spetta ai fabbricanti, agli importatori e agli utenti finali garantire la fabbricazione, l'immissione sul mercato o l'utilizzo di sostanze che non hanno effetti avversi sulla salute umana o sull'ambiente. Un altro principio alla base del REACH consiste nel fatto che la sperimentazione sugli animali per valutare la pericolosità delle sostanze chimiche deve essere eseguita solo quando effettivamente indispensabile e, a tal fine, fornisce metodi e percorsi alternativi (condivisione dei dati e studi collaborativi, promozione di studi alternativi).
Il cuore del nuovo sistema normativo è l'Agenzia Europea per le sostanze chimiche ECHA, sul cui sito vengono pubblicati e condivisi dati e informazioni, documenti ufficiali e registri derivanti dai processi di REACH. L'obiettivo primario del REACH, ossia la valutazione di oltre 100 mila sostanze chimiche presenti sul mercato, risulta ancora molto lontano. Infatti ad oggi la lista delle "sostanze estremamente problematiche" (*Substances of Very High Concern* – SVHC) comprende soltanto 53 sostanze; si tratta di sostanze accusate di azione cancerogena, mutagena e/o tossica per gli effetti genetici ereditari e/o che presentano caratteristiche di persistenza, bioaccumulabilità e tossicità (PBT).
Dopo cinque anni di applicazione, la Commissione Europea si sta preparando alla revisione di questo controverso regolamento e al riesame dei compiti e delle funzioni dell'Agenzia, in un clima di grande tensione tra le associazioni ambientaliste, l'Agenzia Europea e l'industria chimica. In particolare due organizzazioni ambientaliste - la londinese ClientEarth e la svedese ChemSec - hanno avviato una procedura legale contro l'ECHA per il suo rifiuto alla pubblicazione dei nominativi delle società che immettono le sostanze più pericolose sul mercato dell'Unione Europea. Alla base di questo rifiuto vi sono le preoccupazioni e gli interessi delle industrie chimiche, che mirano a mantenere la privacy sulla composizione dei loro prodotti e lamentano danni economici e ripercussioni su investimenti e innovazione.
Alcune aziende inoltre accusano l'UE di non aver tenuto in debito conto il reale rischio di esposizione per la popolazione, rendendo inconsistenti i benefici per la salute e l'ambiente a fronte di profonde alterazioni nell'economia e nel mercato di materie prime e materiali strategici (come riportato per il caso del cobalto). Le associazioni ambientaliste da parte loro, criticando l'operato dell'UE per il ritardo nella valutazione delle SVHC e soprattutto delle sostanze che alterano la funzionalità del sistema endocrino (*endocrine disruptors*), hanno sviluppato una propria lista, denominata SIN (*Substitute it Now!*), che attualmente comprende 378 sostanze estremamente problematiche.
Per la revisione del regolamento REACH - da effettuare entro il 1 giugno 2012 (art.138) - la Commissione si avvarrà dei due recenti documenti prodotti dall'ECHA riguardanti "Il funzionamento dei regolamenti REACH e CLP" e "L'uso di alternative nella sperimentazione sugli animali", nonché dei risultati degli studi tematici in corso riguardanti: costi, ostacoli burocratici, impatti sull'innovazione dell'industria chimica europea, benefici sulla salute e sull'ambiente, sostanze fabbricate o importate in quantitativi inferiori alle 10 tonnellate, nanotecnologie, oltre alle problematiche di funzionamento ed implementazione del regolamento, di sovrapposizione con altra normativa EU e – come specificatamente previsto dall'art.75 – di riesame dell'Agenzia Europea per le sostanze chimiche.
Date le premesse e la situazione conflittuale esistente, il percorso di revisione e di una nuova messa a punto non sarà affatto facile, perché REACH è diventato un potenziale vaso di Pandora.

(Giovanna Zappa)



La "dichiarazione di Stoccolma" a conclusione della "Settimana mondiale dell'acqua"

Tra il 22 ed il 26 agosto 2011 si è tenuta a Stoccolma la "Settimana mondiale dell'acqua", dedicata al tema dell'acqua nella crescente urbanizzazione mondiale.
Le stime delle Nazioni Unite prevedono che entro il 2050 il 95% della crescita della popolazione mondiale avverrà in aree urbanizzate e che complessivamente la popolazione mondiale vivrà prevalentemente in aree urbane di grandi dimensioni, con una espansione crescente delle attuali aree urbane minori e delle piccole città.
Tutto ciò comporterà enormi problemi di gestione del territorio, di fornitura di servizi, di trasporti e mobilità per i cittadini, ma anche e soprattutto di fornitura ed utilizzazione dell'acqua non solo per gli usi potabili e le attività in ambito urbano, ma anche per i servizi igienici e sanitari.
Gli usi concorrenti, e talvolta conflittuali, dell'acqua nell'agricoltura, nell'industria e per la produzione di energia renderà questa sfida complessa e difficile. I cambiamenti climatici e l'intensificazione di eventi climatici estremi porranno, poi, ulteriori elementi di sfida per la vulnerabilità delle risorse idriche, per la prevenzione di rischi di depauperamento delle disponibilità idriche e nella pianificazione e gestione degli usi dell'acqua.

Le conferenze, i seminari e gli incontri che si sono avuti durante tale settimana, hanno preso in considerazione i vari aspetti della problematica dell'acqua nelle aree urbane, nell'ambito, però, di tre quadri di riferimento:
- i problemi dell'acqua nei sistemi urbani;
- i problemi dell'acqua nei diversi contesti geografici e ambientali internazionali;
- la gestione degli usi dell'acqua e la protezione delle risorse idriche.

La settimana mondiale dell'acqua si è conclusa con l'approvazione della "dichiarazione di Stoccolma" indirizzata ai capi di stato e di governo dei paesi delle Nazioni Unite, ma in particolare alla Conferenza Rio+20 che si terrà nel giugno 2012 a Rio de Janeiro.
In tale dichiarazione si evidenzia che le risorse idriche sono la linfa vitale della *green economy* e che l'acqua, l'energia e l'alimentazione ne sono i capisaldi tra loro interconnessi. Di conseguenza, lo sviluppo sostenibile, che deve tener conto anche della espansione della popolazione mondiale e dell'urbanizzazione, richiederà strategie appropriate ed equilibrate volte all'eradicazione della povertà e ad un miglioramento del benessere di tutti i popoli attraverso strumenti come la *green economy,* che possano rendere compatibili fra loro la crescita della domanda di acqua, di energia e di cibo, senza creare insostenibili pressioni sulle risorse naturali ed ambientali, ed in particolare sulle risorse idriche.
Con questa prospettiva di lungo termine, i firmatari della dichiarazione di Stoccolma chiedono che si pongano subito obiettivi concreti al 2020, come prima azione condivisa in vista dell'attuazione di una adeguata strategia sulle risorse idriche. Tali obiettivi sono:
- l'aumento del 20% dell'efficienza nella produzione alimentare, riducendo perdite e sprechi di cibo e minimizzando i rifiuti della produzione alimentare;
- l'aumento del 20% di efficienza negli usi dell'acqua in agricoltura, attraverso nuove tecnologie e nuovi sistemi nei processi agricoli;
- l'aumento del 20% di efficienza negli usi dell'acqua per produzione di energia, soprattutto nei sistemi di raffreddamento degli impianti di produzione elettrica;
- l'aumento del 20% di riutilizzazione dell'acqua attraverso il riciclo e la depurazione delle acque di rifiuto;
- la riduzione del 20% dell'inquinamento delle acque, attraverso la riduzione delle emissioni di sostanze inquinanti nei corpi idrici.

Al fine di raggiungere operativamente questi obiettivi si richiede anche la realizzazione di adeguate riforme istituzionali, regolamentari e legali per la gestione integrata dell'acqua, dell'energia e della produzione agroalimentare. Tali riforme dovranno essere, inoltre, adeguatamente armonizzate nel contesto internazionale fra i diversi paesi, oltre che compatibili con le varie realtà locali e coerenti con gli obiettivi da raggiungere.

(Paola Molinas)

La spazzatura va gestita meglio: ancora troppa e troppo inquinante

Un nuovo rapporto dell'Agenzia Europea dell'Ambiente, dal titolo *Waste opportunities*, pubblicato alla fine di agosto, analizza la situazione della gestione dei rifiuti urbani in Europa e arriva alla conclusione che esiste un grande potenziale di riduzione, entro il 2020, delle emissioni inquinanti e in particolare delle emissioni europee di anidride carbonica equivalente, semplicemente migliorando i sistemi di gestione e di smaltimento dei rifiuti solidi urbani e riducendo l'uso delle discariche, fino a eliminarle.
Il volume dei rifiuti solidi urbani cresce continuamente nei paesi europei. Da una media annuale pro capite di 465 kg/persona del 1995, si è passati a una media di 524 kg/persona nel 2008 e, di questo passo, arriveremo a 558 kg/persona nell'anno 2020. Questa è una seria minaccia non solo per l'ambiente, ma anche per le azioni di lotta ai cambiamenti climatici che l'Unione Europea sta compiendo.
I rifiuti solidi urbani mandati nelle discariche sono una fonte di emissione, non solo di anidride carbonica, ma soprattutto di metano. É noto, infatti, che i rifiuti organici messi in discarica nella loro fase di biodegradazione e di decomposizione anaerobica producono metano e quantunque, nella gestione delle discariche, il metano venga catturato per essere utilizzato come combustibile, una parte sfugge, comunque, e finisce in atmosfera. E il metano è un gas serra 25 volte più potente dell'anidride carbonica per gli effetti di riscaldamento climatico. Pertanto, dice il rapporto EEA, la strategia da seguire è quella della direttiva UE sulle discariche (direttiva 1999/31/CE), diminuendo, innanzitutto, il volume dei rifiuti urbani che sono prodotti e allo stesso tempo riducendo il volume di quelli che, poi, vanno in discarca, attraverso opportuni processi di riciclaggio che consentono di riutilizzare tutto ciò che è possibile recuperare.
Alcuni risultati sono stati finora ottenuti perché nell'Europa dei 27 (escluso Cipro, per mancanza di dati) più la Svizzera e la Norvegia, tra il 1995 e il 2008 è stato riciclato in media il 17% dei rifiuti urbani ed è contemporaneamente diminuito il ricorso alle discariche, passando dal 68% al 40%. Questo ha permesso di ridurre le emissioni di gas serra dalle discariche di circa 48 milioni di tonnellate di anidride carbonica equivalente. Se si mantiene l'attuale tendenza al maggior riciclo e al minor uso di discariche, la percentuale di riciclaggio al 2020 raggiungerà un valor medio del 49%, mentre l'uso delle discariche scenderà al 28%, risparmiando, così, 44 milioni di tonnellate di emissioni rispetto al 2008. Ma, dice il rapporto EEA, questo non basta: bisogna migliorare i sistemi di gestione e di smaltimento dei rifiuti urbani.
Infatti, secondo gli obiettivi fissati dalla direttiva europea entro il 2020 si dovrebbe raggiungere almeno il 54% del riciclaggio. Questo permetterebbe di evitare emissioni per 62 milioni di tonnellate rispetto al 2008, corrispondenti all'1,23% delle emissioni complessive di gas serra riscontrate nello stesso anno nei paesi in esame. Ma, aggiunge il rapporto EEA, si può fare di più. Se si ottimizza la gestione dei rifiuti eliminando totalmente tutte le discariche, si potrebbe massimizzare il riciclaggio fin ad oltre il 60%, incenerire solo ciò che non è riciclabile, e raggiungere un risultato ancora migliore: quello di eliminare ben 78 milioni di tonnellate di emissioni rispetto al 2008.
"Le conclusioni cui perviene il report dell'EEA" - ha affermato Pasquale De Stefanis, l'esperto ENEA che da tempo segue le questioni riguardanti la gestione dei rifiuti – "quantificano in modo dettagliato il potenziale di riduzione di gas serra dai rifiuti solidi urbani, ma confermano che le migliori politiche di gestione dei rifiuti sono quelle che massimizzano i processi di riciclaggio portando alla eliminazione delle discariche. Tuttavia, non va dimenticato" – aggiunge De Stefanis – "che in questo contesto il recupero energetico derivante dall'incenerimento di ciò che non è recuperabile, può assumere un ruolo rilevante e integrato anche ai fini di altri obiettivi importanti, quali quelli del risparmio energetico e dell'uso razionale delle risorse".

(Giuliano Ghisu)



Insospettabile: l'energia idroelettrica fonte di emissione di gas serra

Considerata da sempre una fonte energetica rinnovabile ad emissioni nulle di gas serra, l'energia idroelettrica ci riserva oggi qualche sorpresa. Un gruppo di ricercatori coordinati dal brasiliano Nathan Barros, in un articolo pubblicato su *Nature Geoscience* (vol. 4, pag. 593-596, 1 settembre 2011), ha analizzato i processi di emissione di anidride carbonica e di metano, un gas serra 25 volte più potente dell'anidride carbonica per gli effetti sul riscaldamento climatico globale, esaminando 85 laghi artificiali costruiti in varie parti del mondo e che rappresentano il 20% dei laghi artificiali mondiali esistenti per la produzione idroelettrica. I risultati hanno rilevato che le emissioni di gas serra nella produzione di energia idroelettrica non sono poi così trascurabili.

Le analisi e le valutazioni di impatto ambientale che sono effettuate prima della costruzione di dighe e laghi artificiali prendono in considerazione, tra le diverse conseguenze a livello locale e regionale: le variazioni del microclima, i danni alle specie di pesci migratori presenti d'acqua dolce, i danni alla biodiversità anche alle zone circostanti il bacino idrico artificiale e l'erosione delle coste marine alla foce del fiume, a causa della perdita di sedimenti trasportati dal corso d'acqua e bloccati dalla diga. Non vengono considerate, invece, le emissioni di gas serra e, in particolare, di metano e di anidride carbonica, che il lago artificiale produce a causa della sommersione della sostanza organica presente nella pre-esistente valle. Infatti, quando si costruisce una diga per ricavare un lago artificiale utile per creare una riserva d'acqua adeguata a far funzionare una centrale idroelettrica, di solito, viene sbarrata una valle entro la quale scorre un corso d'acqua. Con l'allagamento della valle sbarrata, viene ovviamente sommersa la vegetazione e la sostanza organica esistente nel suolo che, portata sottacqua, subisce una serie di processi di degrado.

Il metano è principalmente prodotto da trasformazioni biochimiche anaerobiche della sostanza organica sul fondo del lago artificiale e nei sedimenti, poi diffonde verso l'alto, dove viene, in parte, solubilizzato oppure ossidato e, in parte, emesso in atmosfera come gas. Il metano è rilasciato in atmosfera non solo dal lago, ma anche a valle del bacino idrico, dopo aver attraversato le turbine della centrale il cui movimento favorisce il passaggio del metano, che era rimasto disciolto in acqua, dalla forma solubile alla forma gassosa. L'anidride carbonica viene anch'essa emessa attraverso analoghi processi di degrado della sostanza organica presente sul fondo.

La valutazione finale delle emissioni annuali di gas serra porta a valori attorno a 48 milioni di tonnellate di anidride carbonica e a 3 milioni di tonnellate di metano, un valore, quest'ultimo, pari al 4% delle emissioni mondiali di metano da parte delle acque interne. Ma, come evidenziano gli stessi ricercatori, la situazione reale globale potrebbe essere anche molto diversa e portare a valori di emissione ben superiori sia di anidride carbonica sia di metano, dal momento che tali emissioni dipendono dalla varietà e dalla quantità di vegetazione e sostanza organica sommersa, dalla temperatura dell'acqua, che a sua volta dipende dalla latitudine e dal clima locale e, infine, dall'età dei diversi bacini idrici artificiali.

Laghi di recente costruzione, di grandi dimensioni, più ricchi di vegetazione sul fondo e a temperature più elevate, come sono i nuovi bacini idrici artificiali per la produzione idroelettrica costruiti nei paesi in via di sviluppo alle basse latitudini, rappresentano i maggiori inquinatori globali nel settore dell'energia idroelettrica.

Come ha osservato Sergio La Motta, esperto ENEA di valutazione delle emissioni di gas serra, i risultati di questa ricerca confermano che, non solo è necessario approfondire ulteriormente il problema delle emissioni di gas serra da parte dei laghi artificiali, ma è allo stesso tempo importante definire adeguate metodologie di quantificazione delle emissioni, da includere nelle procedure di valutazione dell'impatto ambientale delle centrali idroelettriche, senza dimenticare che anche gli inventari nazionali delle emissioni di gas serra ne devono tener conto.

(Caterina Vinci)





L'era delle super-turbine eoliche è iniziata

Una delle forme di generazione elettrica più in rapida crescita negli USA è l'eolico, il cui incremento nella potenza installata è stato superiore, negli ultimi 4 anni, a quello registrato per carbone e nucleare messi insieme. Per sostenere tale crescita l'industria dovrà però nei prossimi 10 anni incrementare soprattutto le installazioni *off-shore*, con turbine di maggior diametro, con ridotte esigenze di manutenzione, più potenti, fino a 10 MW, e più leggere.
Le prospettive indicate dal "*Global Wind Energy Outlook 2010*", pubblicato dal Global Wind Energy Council (GWEC), prevedono a breve-medio termine (2015) più che un raddoppio della potenza installata a livello mondiale, con il raggiungimento, a seconda degli scenari, dai 1800 ai 2300 GW entro il 2030, rispetto ai circa 200 GW del 2010, con una riduzione complessiva della CO_2 immessa in atmosfera nel periodo 2003-2030 valutata tra i 28 ed i 34 miliardi di tonnellate. Altrettanto promettenti sono le previsioni della European Wind Energy Association (EWEA), che indicano in Europa un traguardo di 300 GW di potenza installata al 2030, di cui 120 GW con installazioni *off-shore.*
La tecnologia *off-shore* presenta rilevanti vantaggi, come grandi aree disponibili per la realizzazione dell'impianto, velocità del vento più elevate rispetto alle installazioni *on-land*, bassi livelli di turbolenza dei bassi strati atmosferici e possibilità di installare macchine di maggiori dimensioni. A fronte di questi vantaggi le installazioni *off-shore* hanno un costo di investimento superiore di circa il 50÷70% e costi di manutenzione maggiorati del 50% rispetto ad equivalenti installazioni "on-land". Il costo dell'energia prodotta dalle installazioni offshore oscilla tra i 75 ed i 90 €/MWh, contro i 50÷90 €/MWh degli impianti *on-land* (stima IEA).Le attuali installazioni *off-shore* sono realizzate con macchine di potenza intorno ai 2-2,5 MW. La taglia media delle turbine eoliche delle centrali in costruzione è tra i 3 e i 3,6 MW, con taglia massima di 5 MW. Ma, la tendenza all'incremento della potenza delle turbine proseguirà anche nel futuro e probabilmente la nuova taglia media sarà attorno ai 10 MW. Per ridurre i maggiori costi di questi impianti, è necessario migliorarne l'efficienza e le caratteristiche di funzionamento, adottando un sistema ad accoppiamento diretto tra l'albero del rotore e il generatore elettrico. Si elimina, così, il moltiplicatore di giri che nelle turbine convenzionali è interposto tra i due componenti. Giacomo Arsuffi, l'esperto di turbine eoliche dell'ENEA, ci spiega che, così facendo, il guadagno di prestazioni che si ottiene con l'accoppiamento diretto, qualora si utilizzassero le attuali tecnologie anche per le taglie da 10 MW, sarebbe però vanificato dalle perdite dovute all'eccessivo peso del generatore elettrico. Ecco perché la ricerca scientifica ha puntato su generatori elettrici più leggeri e compatti che impiegano elettromagneti con avvolgimenti in materiale superconduttore ad alta temperatura (HTS). Oltre a ridurre il peso del generatore (circa 2/3) e le perdite di energia (circa 1/2), questa tecnologia elimina, tra l'altro, la necessità di ricorrere alle terre rare, materia prima indispensabile per la realizzazione dei magneti permanenti convenzionali, il cui approvvigionamento è diventato problematico.
Le prospettive della tecnologia dei superconduttori HTS sono promettenti al punto da indurre il Dipartimento dell'Energia USA a finanziare progetti di sviluppo di turbine eoliche ad accoppiamento diretto con elettromagnete superconduttore. Anche nell'ambito del VII Programma Quadro di Ricerca dell'Unione Europea sono previsto finanziamenti di progetti di ricerca per l'applicazione dei superconduttori HTS alle turbine eoliche *off-shore* (FP7-ENERGY-2011-2.3.1).
Come ha osservato Giacomo Arsuffi, le notevoli potenzialità dei superconduttori ad alta temperatura applicati alle turbine eoliche trovano, per ora, l'ostacolo maggiore nei costi di realizzazione di questo tipo di superconduttori, costi che, comunque, sono destinati a ridursi con lo sviluppo di questa nuova tecnologia.

(Antonino Dattola)



E il fotovoltaico vola!

Sorprendente impennata per il settore solare fotovoltaico che, nel 2010, si conferma ancora come uno dei settori più dinamici degli ultimi anni, con una produzione più che doppia rispetto al 2009. É quanto afferma il "PV Status Report 2011" della EU-JRC (Commissione Europea - *Joint Research Centre*) appena pubblicato. In vent'anni, cioè da quando la tecnologia si è affacciata sul mercato, la produzione di moduli è cresciuta di oltre 500 volte, passando da solamente 46 MW nel 1990 a 23,5 GW nell'ultimo anno, migliorando di molto anche l'efficienza e l'affidabilità dei sistemi. Gran parte dei moduli fotovoltaici proviene oggi da paesi orientali come Cina e Taiwan, che insieme coprono quasi il 60% della produzione globale, mentre in Europa è la Germania a vantare il maggior numero di industrie nel settore.
Nel futuro le previsioni di crescita sono ancora più entusiasmanti: entro la fine del 2012 è infatti prevista una capacità produttiva globale superiore ad 80 GW. Questa, con buona probabilità, farà perdurare l'attuale eccesso d'offerta sul mercato fotovoltaico che negli ultimi tre anni ha contribuito a un calo del 50% del costo dei moduli solari.
Nei prossimi anni, quindi, dovrebbe verificarsi un'ulteriore accelerazione del tasso di riduzione del prezzo della tecnologia che consentirà a breve di raggiungere la *grid-parity* (costo di generazione elettrica da fotovoltaico pari a quello delle fonti tradizionali), favorendo il consolidamento dell'industria fotovoltaica a livello globale. Secondo un recente studio dell'EPIA (*European Photovoltaic Industry Association*) infatti, il fotovoltaico potrebbe, entro il 2013, essere già competitivo in Italia, ed entro il 2020 anche in altri paesi europei con un costo dei sistemi che dovrebbe scendere nei prossimi dieci anni del 36-51% in ogni segmento del settore.
Con riferimento al mercato mondiale, nel 2010 si è inoltre registrato un nuovo record di installazioni fotovoltaiche, con 17 e 19 GW di potenza installata, di cui la gran parte su suolo europeo. L'Europa è anche in cima alla classifica dei continenti che dispongono del maggiore parco fotovoltaico, con una potenza cumulata a fine 2010 di oltre 29 GW e pari a circa il 70% della capacità mondiale totale (39 GW).
In termini di nuove installazioni il settore fotovoltaico ha rappresentato il secondo mercato elettrico europeo, subito dopo quello del gas, grazie a 13,5 GW di nuova potenza che corrispondono al 23% del totale installato. Nel 2010 i principali due mercati europei sono stati quello tedesco e quello italiano rispettivamente con 7,4 GW e 2,5 GW di nuova potenza installata. L'Italia è anche il terzo paese in Europa per potenza cumulata (3,7 GW), poco distante dalla Spagna (3,9 GW), mentre la Germania si conferma nuovamente prima con un ampio margine di vantaggio rispetto agli altri. Per il 2011 le previsioni sono altrettanto rosee, si attende, infatti, un livello di installazioni compreso tra 17 e 24 GW.
Il successo di un paese che punta sul settore fotovoltaico, come sulle altre fonti rinnovabili, non dipenderà in futuro solo dal ritmo di crescita delle installazioni, ma anche dalla capacità di saper cogliere in tempo le opportunità industriali di sviluppo tecnologico, soprattutto in un'ottica di esportazione di sistemi e componenti in un mercato che sta diventando sempre più globalizzato.

(Andrea Fidanza, Caterina Vinci)

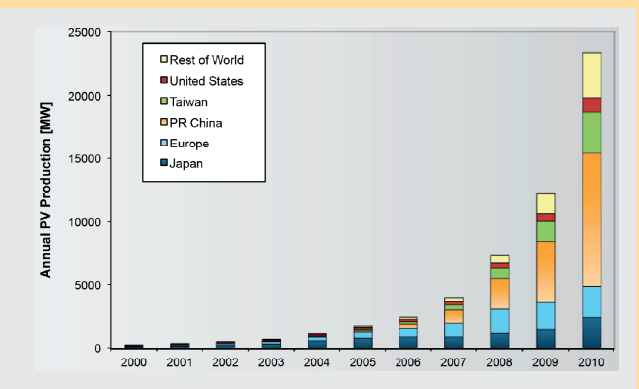


FIGURA 1

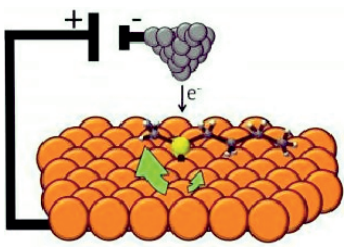
Produzione mondiale di celle e moduli fotovoltaici dal 2000 al 2010

Fonte: JRC 2011

Un motore elettrico grande come una molecola

I ricercatori della Tufts University del Massachusetts hanno realizzato il più piccolo motore elettrico mai costruito al mondo. É costituito da una sola molecola (il metil-butil-solfuro, noto come "thioetere"), depositata su una superficie di rame, la cui velocità di rotazione può essere controllata fornendo un'opportuna corrente elettrica, cioè esattamente come succede nei comuni motori elettrici che conosciamo. Si tratta, infatti, del primo motore elettrico molecolare, le cui dimensioni sono di 1 nanometro (1 milionesimo di millimetro). Per avere idea di queste dimensioni, basta pensare che lo spessore di un capello umano è circa 60 mila volte superiore. La ricerca, che annuncia questa inimmaginabile realizzazione, è stata pubblicata on-line il 4 settembre 2011 su *Nature Nanotechnology* (web: http://www.nature.com / nnano / journal / vaop / ncurrent / full / nnano.2011.142.html).
I motori molecolari non sono una novità. Ne sono stati già costruiti di vario tipo, che funzionano con la luce o con reazioni chimiche, aventi dimensioni più grandi, ma pur sempre infinitesimali: circa 200 nanometri. Le novità di questa ricerca sono, però, due: innanzitutto quella di aver messo a punto, per la prima volta, un motore molecolare funzionante con la corrente elettrica e, secondariamente, di averlo costruito di dimensioni talmente piccole da rappresentare un record infinitesimale mai prima raggiunto.
La molecola di thioetere, che costituisce questo motore, è una molecola asimmetrica, la cui struttura è tale che quando è ruotata di 180° presenta un'immagine speculare che non è uguale a quella di partenza, una caratteristica questa, importante, perché permette di controllarne la sua rotazione. Per provocarne la rotazione, i ricercatori hanno utilizzato una corrente elettrica ponendo un elettrodo sulla superficie di rame dove la molecola è stata depositata e dove è stata agganciata a uno solo degli atomi che la compongono: quello dello zolfo. In questo modo, l'atomo di zolfo diventa il perno attorno al quale far ruotare tutta la molecola. Per l'altro elettrodo, i ricercatori hanno scelto di usare, in posizione opposta, un'altra molecola asimmetrica, in particolare un composto chimico di platino-iridio di pari caratteristiche strutturali, indispensabili per avviare e imprimere la rotazione del thioetere.
Quando passa una corrente elettrica da un elettrodo all'altro, il processo di rotazione della molecola di thioetere può essere seguito passo dopo passo e regolato, aumentando o diminuendo la corrente esattamente come si fa, per esempio, con i normali motori elettrici a corrente continua.
Siccome siamo a livello molecolare e a dimensioni infinitesimali, la velocità di rotazione risente della temperatura (che causa agitazione molecolare) e dalle condizioni ambientali al contorno di questo dispositivo (altre molecole presenti).
Pertanto le migliori condizioni di controllo sulla velocità di rotazione del thioetere mediante corrente elettrica si raggiungono a temperature molto basse (268 °C sotto zero), vicine in pratica allo zero assoluto, e in condizioni di vuoto molto spinto.
Questa è certamente una prima limitazione del suo uso. Una seconda limitazione è costituita dall'elettrodo di platino-iridio, il quale ha dimensioni molto maggiori del motore molecolare che deve far funzionare, un ingombro, questo, che provoca malfunzionamenti del motore quando non è sottovuoto e deve operare realmente in un ambiente complesso di nanomateriali. Ma l'indubbio vantaggio, a parte quello di aver realizzato un motore elettrico molecolare, è quello di poter localizzare questo motore dove si vuole su un piano cristallino e, quindi, di poterlo inserire in altri sistemi nanotecnologici o di integrarlo in molti sistemi nanotecnologici complessi attualmente allo studio.
"*Si tratta di un raffinato lavoro, quasi avveniristico*" ha commentato Piero Morales, esperto di nanotecnologie dell'ENEA "*e rappresenta un'importante pietra miliare nel settore delle nanoscienze e delle tecnologie di nanofabbricazione. I ricercatori di questa Università del Massachusetts hanno dimostrato notevoli capacità di manipolare le più avanzate tecnologie, permettendo di accedere a un settore di indagine scientifica e conoscitiva impensabile fino a pochissimi anni or sono. E le ricadute sono già in atto*" - ha concluso Piero Morales - " *ma lo saranno ancor più in futuro, in tutti i settori dell'innovazione tecnologica con sviluppi davvero imprevedibili*".

(Caterina Vinci)





Non si ferma la deforestazione in Amazzonia

La perdita di foresta nell'Amazzonia brasiliana prosegue ancora a ritmi elevati, nonostante gli impegni assunti dal governo del Brasile nella Conferenza sui cambiamenti climatici di Copenhagen del 2009. L'Istituto nazionale di ricerche spaziali del Brasile (INPE) ha potuto documentare, con immagini da satellite, che fra l'estate del 2010 e l'estate del 2011 la deforestazione in Amazzonia è aumentata del 15% rispetto allo stesso periodo dell'anno precedente, con la perdita, per la precisione, di 2.654 km^2 di foresta pluviale (una superficie grande come la provincia di Modena), trasformati in suolo agricolo per la coltivazione della soia, e in prati e pascoli per l'allevamento dei bovini. Nell'anno precedente, tra l'estate del 2009 e l'estate del 2010, le perdite erano state minori, con 2.295 km^2 di superficie deforestata.
L'anno che ha segnato il livello di deforestazione più alto in Amazzonia, documentato sempre da foto satellitari, è stato quello compreso fra l'estate del 2003 e l'estate del 2004, in cui furono perduti 27 mila km^2 di foresta nel territorio brasiliano (una superficie, questa, pari a quella del Piemonte e della Val d'Aosta messe insieme). Da allora, il ritmo della deforestazione è diminuito, ma rimane ancora abbastanza elevato. L'anno record di deforestazione, invece (ma il dato non è confermato da foto da satellitari), rimane quello compreso fra il 1994 e il 1995, in cui andarono perduti circa 30 mila km^2 di foresta (una superficie pari a quella del Piemonte e della Liguria messe insieme).
Poiché la deforestazione, ma in particolare quella delle foreste pluviali, sta proseguendo già da tempo a ritmi elevati non solo in Brasile ma anche in altri paesi della fascia intertropicale (tra cui Indonesia e Malesia), il 5 agosto 2011 l'UNEP ha pubblicato il rapporto *Sustaining forests - Investing in our common fu*ture, in cui si evidenzia l'importante ruolo delle foreste nella *green economy* e si indicano le strategie migliori per giungere a una loro gestione sostenibile. Nel rapporto sono illustrate, tra l'altro, le politiche innovative e le soluzioni di mercato ottimali che consentono, nello stesso tempo, la protezione delle foreste, la crescita economica e l'aumento del benessere sociale delle popolazioni interessate.
Non va sottovalutato un altro aspetto non meno importante nella lotta contro la deforestazione, e cioè gli incendi che affliggono le foreste di tutto il mondo, problema su cui la FAO ha chiesto ai paesi delle Nazioni Unite, nell'ultima riunione del *Collaborative Partnership on Forest* (CPF) tenuta all'inizio di settembre 2011 a Roma, di porre una maggiore attenzione, attraverso adeguati piani e programmi di prevenzione, ma soprattutto attraverso una gestione responsabile del patrimonio forestale, integrata con una gestione sostenibile del territorio.

(Paola Molinas)

La Terra è andata in rosso il 27 settembre

Il 27 settembre è stato l'*Earth Overshoot Day*, espressione inglese che potremmo tradurre come "il giorno di esaurimento annuale delle risorse ecologiche", cioè il giorno in cui il fabbisogno di risorse da parte dell'umanità per il corrente anno ha superato le capacità di approvvigionamento che ha il pianeta per rigenerazione naturale delle risorse richieste. In pratica, dal 27 settembre in poi, il budget di risorse naturali disponibili è andato "in rosso". Ma, come si fa a calcolare sia la richiesta di risorse da parte dell'umanità, sia la disponibilità di risorse da parte dei sistemi naturali? Il calcolo è basato sul concetto di *footprint* (l'orma) riferita all'impatto umano sul pianeta e riguardante sia l'estrazione delle risorse, sia l'utilizzo dei servizi ambientali. La "New Economics Foundation", una fondazione *think-and-do tank* indipendente britannica, effettua queste valutazioni che poi vengono diffuse dalla Global Footprint Network.
Secondo i calcoli degli esperti, ogni 24 ore nel corrente anno sono consumate mediamente nel mondo 8 tonnellate di risorse naturali ambientali, le quali hanno però bisogno di circa 32 ore per rigenerarsi. Questo significa che in circa nove mesi l'umanità ha consumato risorse che il pianeta può rigenerare in circa 12 mesi. La crescita della popolazione mondiale e il crescente uso non sostenibile delle risorse fa sì che ogni anno



la data del *overshoot day* tende ad anticiparsi. Negli anni 70 eravamo ancora in equilibrio tra richiesta di risorse e capacità di rinnovamento naturale del pianeta. Dagli inizi degli anni 80 è cominciato un andamento decrescente. Nel 1987, infatti, la data del *overshort day* era il 19 dicembre, nel 2000 è stata il 1 novembre, nel 2005 è stata il 20 ottobre, l'anno scorso la data è caduta il 31 agosto, quest'anno, invece, è stata il 27 settembre. Il fatto che quest'anno sia il 27 settembre potrebbe essere un buon segnale per indicare una inversione di tendenza rispetto agli anni passati, ma è ancora presto per dirlo. Ovviamente il consumo delle risorse non è uguale in tutte le regioni del mondo. Il consumo delle risorse naturale del cittadino americano medio è di quasi il doppio del cittadino italiano medio e di circa 10 volte quello del cittadino indiano medio.
L'associazione prudentemente ammette che il calcolo è difficile, il metodo in continuo aggiornamento e il risultato meramente indicativo. Il valore di questo calcolo sta nel messaggio sintetico e comprensibile sul "sovracconsumo", un modo per allertare l'opinione pubblica e indurre cittadini e decisori ad operare contro lo spreco delle risorse e per la sostenibilità ambientale ed ecologica.
Da notare che, tra i partner (finanziatori) del Network, c'è per l'Italia la grande azienda Barilla, che cerca così di incrementare la propria responsabilità sociale di impresa, oltre ad Ambiente Italia, la società di ricerca e consulenza che utilizza l'approccio del *footprint* anche per valutare l'impatto settoriale delle attività umane, come la *carbon footprint,* relativa all'uso di combustibili fossili, e la *water footprint,* relativa ai consumi idrici.

(Laura Maria Padovani)

Effetto tsunami: dopo il disastro di Fukushima l'onda rompe il ghiaccio in Antartide (30 agosto)

Lo tsunami, generato dal terremoto di Tohoku che ha colpito il Giappone l'11 marzo scorso, non è stato soltanto la causa del disastro nucleare di Fukushima, ma anche l'origine del distacco di alcuni iceberg in Antartide. Lo ha scoperto un gruppo di ricercatori americani guidati da Kelly Brunt della NASA, che hanno studiato, utilizzando immagini da satellite, gli effetti della propagazione delle onde di maremoto attraverso l'oceano Pacifico. I risultati di questa ricerca sono stati pubblicati nell'ultimo numero del *Journal of Glaciology* (vol. 57, n. 205, agosto 2011; web: http:// www.igsoc.org / journal / current / 205/).
L'onda di tsunami, viaggiando attraverso il Pacifico a una velocità media di circa 750 km/ora, ha raggiunto il 12 marzo, dopo circa 18 ore, la Baia Sulzbergher nell'Antartide occidentale. Nella Baia defluisce l'omonima piattaforma di ghiaccio galleggiante "Sulzbergher Ice-Shelf", la cui fronte di ghiaccio era rimasta piuttosto stazionaria e intatta da almeno 46 anni. L'onda, di tsunami, quantunque poco consistente come altezza (solo 30 cm), avrebbe innescato una serie di movimenti della massa d'acqua marina sottostante la piattaforma e provocato una serie di oscillazioni e vibrazioni sufficienti a determinare il distacco di iceberg dal fronte della piattaforma di ghiaccio. Si sono formati così due grandi iceberg e numerosi altri piccoli iceberg, pari a una superficie complessiva di circa 125 km^2 (un'estensione pari a circa il doppio dell'isola di Pantelleria). Il maggiore dei due iceberg è lungo circa 10 km e largo 6 km e l'altro lungo circa 7 km e largo 4 km.
Il distacco di iceberg dalle piattaforme di ghiaccio galleggiante in Antartide non è considerato un fenomeno eccezionale, ma è inusuale che sia provocato da un'onda di maremoto.
L'insufficiente banchisa costiera della Baia non era in grado di attenuare gli effetti ondulatori

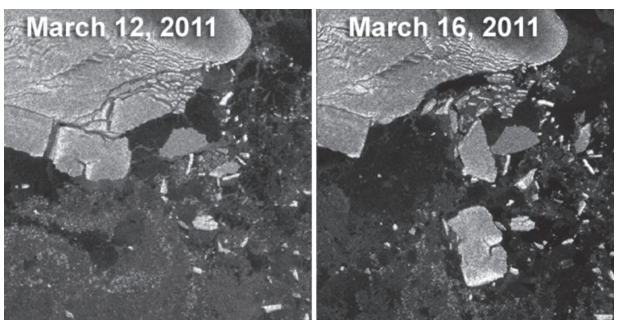
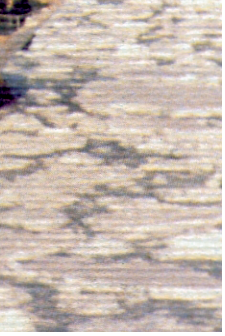


FIGURA 1

Il distacco dei due grandi iceberg e gli altri iceberg minori (12 marzo), che sono andati poi andati alla deriva (16 marzo).
Immagini ESA/Envisat



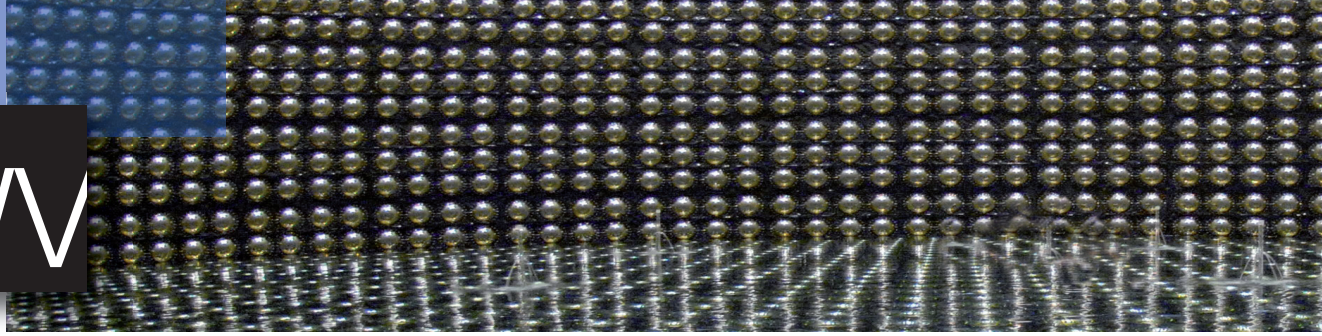
dell'onda dello tsunami. Inoltre, la fronte della piattaforma, che su quel lato aveva uno spessore di circa 80 metri, giaceva in una zona marina la cui profondità non supera i 150 metri. Questi bassi fondali, insieme alla particolare geometria della baia, potrebbero aver amplificato gli effetti ondulatori e di riflessione della colonna d'acqua sottostante la piattaforma di ghiaccio, con la conseguenza di indurre vibrazioni e deformazioni tali da portare a fratture del ghiaccio e al distacco di iceberg.
La documentazione di questo evento è stata possibile grazie al satellite Europeo "Envisat" che, dotato di un radar ad apertura sintetica, è stato capace di penetrare attraverso le nubi e di monitorare in continuo l'intero evento di distacco. I ricercatori della NASA hanno ringraziato l'Agenzia Spaziale Europea per la collaborazione nel fornire queste speciali immagini, senza le quali non sarebbe stato possibile effettuare lo studio di dettaglio della formazione degli iceberg indotti dallo tsunami giapponese.
Massimo Frezzotti, glaciologo dell'ENEA e veterano della ricerca in Antartide, ha così commentato questi studi: "*Il distacco di iceberg è un evento fisiologico in Antartide, dal momento che ogni anno si accumulano sul continente circa 2.000 km cubici di neve e altrettanta ne viene restituita al mare in forma di iceberg o come fusione, alla base delle piattaforme di ghiaccio galleggiante, da parte delle acque oceaniche. Dall'Antartide si staccano iceberg di dimensioni enormi. Il più grande in assoluto, avvistato nel 1956, misurava circa 31.000 km quadrati (335 x 95 km), pari alla superficie del Belgio. Il distacco di questi iceberg è quindi parte di un normale processo glaciologico, con avanzate pluri-decennali del ghiaccio, interrotte da grandi distacchi di iceberg. Il distacco di iceberg*" - ha infine aggiunto Frezzotti - "*è da considerare un evento fisiologico nella dinamica della calotta antartica e se, per assurdo, non si staccassero gli iceberg dall'Antartide il livello del mare si abbasserebbe di circa 6 millimetri l'anno. Il distacco degli iceberg a causa del maremoto, avvenuto a 14.000 chilometri di distanza, è stata un'opportunità per gli scienziati di studiare e conoscere i meccanismi di funzionamento del nostro pianeta, in una delle aree più sensibili ai cambiamenti climatici*".

(*Caterina Vinci*)

Svolta storica del Giappone verso le energie pulite

Nasce JREF, la fondazione nipponica sulle energie rinnovabili

Il Giappone gira pagina riguardo l'energia. È di questi giorni la notizia, ripresa da agenzie e testate nazionali e internazionali, che il neoeletto primo ministro giapponese Yoshihiko Noda – successore di Naoto Kan travolto dalle vicende del disastro di Fukushima – ha dichiarato che il Paese ridurrà progressivamente il ricorso all'energia nucleare e dovrà puntare verso una società in grado di farne a meno, basata su nuove energie.
"Costruire nuovi reattori sarà impossibile prossimamente" e "riduzione a favore delle energie rinnovabili" sono i due capisaldi del suo discorso.
Secondo Noda è necessario rivedere i fondamentali della politica energetica del Paese che inizialmente prevedeva un aumento della quota di elettricità da fonte nucleare fino al 50% entro il 2030, contro il 30% del 2010. Con l'obiettivo finale di un abbandono completo del nucleare, Noda è oggi favorevole a una "riduzione progressiva" della quota nucleare a favore delle "energie rinnovabili, solare e biomassa".
Parlando poi dell'incidente di Fukushima ha affermato che "ci potrebbero volere cinque, dieci anni o anche più per il definitivo smantellamento dei reattori della centrale".
E in questo quadro si inserisce il lancio, dello scorso 12 settembre, della **Japan Renewable Energy Foundation (JREF)**, di cui ha riferito Christine Lins, segreteria del Renewable Energy Global Policy Network for the 21st Century (REN 21) in un articolo pubblicato sul sito del Network (http://www.ren21.net / Home / FeaturedArticle / tabid / 6272 / Default.aspx).
JREF ha avanzato una proposta per una nuova politica per il 2030 centrata sullo sviluppo delle energie rinnovabili in un quadro legislativo stabile, sulla liberalizzazione del mercato elettrico insieme al rafforzamento delle infrastrutture di trasmissione, inclusa la costituzione prima della *super grid* giapponese, una nell'Asia dell'est e infine una in Asia che rappresentino *model cases* in grado di fornire



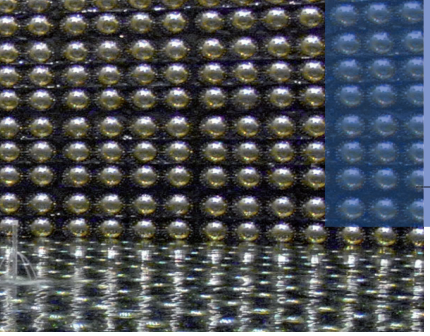
indicazioni su come lo sviluppo delle energie rinnovabili possa migliorare il Giappone.
I vantaggi nell'andare in questa direzione saranno la stabilità, la sicurezza degli approvvigionamenti di energia e lo sviluppo economico del Giappone, insieme alla pace nel Paese. JREF lavorerà affinché questo cambiamento in favore delle energie rinnovabili divenga realtà, focalizzando la sua attività su tre linee principali: innovazione, sviluppo di tecnologie di business e programmi di patrocini e sovvenzioni.
La fondazione della JREF da parte di uno degli uomini più importanti del Giappone, Masayoshi Son, chairman e amministratore delegato della SOFTBANK Corp., è stata accolta positivamente dal Ministro dell'Ambiente giapponese e da molte cariche giapponesi e specialisti del settore energetico internazionali, molti dei quali lavoreranno insieme in REN21.

(*Daniela Bertuzzi*)

Più veloci della luce

Finora nulla poteva viaggiare a una velocità superiore a 299.792.458 metri al secondo: la velocità della luce nel vuoto. Ma, un fascio di neutrini (muonici) sparati dal CERN di Ginevra ha raggiunto i Laboratori INFN del Gran Sasso, a circa 730 km di distanza, viaggiando, non nel vuoto, ma nelle rocce del sottosuolo, a una velocità di 299.799.893 metri al secondo, vale a dire una velocità di circa 26.700 km/orari, superiore a quella della luce nel vuoto.
I neutrini sono particelle con massa praticamente inesistente e nessun ostacolo può fermarli perché non interagiscono con la materia. Le misure che hanno portato a questo risultato, fanno parte di una serie di esperimenti, denominati OPERA (*Oscillation Project with Emulsion-tRacking Apparatus*), che sono iniziati nel 2009 e sono, poi, proseguiti nel 2010 e 2011. I dati delle misure effettuate sui 16 mila neutrini che sono stati intercettati con speciali *detectors*, sono stati poi analizzati con tecniche statistiche molto accurate e rianalizzati più volte per essere sicuri di non aver commesso errori. La conclusione certa, o almeno condivisa dai 174 autori degli esperimenti, è che i neutrini hanno percorso i 730 km di distanza tra il CERN di Ginevra e i Laboratori INFN del Gran Sasso, in un tempo di 60 nanosecondi, inferiore al tempo che avrebbe impiegato la luce per percorrere la stessa distanza nel vuoto.
É un risultato tanto sbalorditivo quanto incredibile perché la velocità della luce, secondo la teoria della relatività, è una barriera invalicabile. Alla velocità della luce il tempo si dilata a tal punto da fermarsi, e la massa delle particelle che viaggiassero a tale velocità diventerebbe infinita. Le prime reazioni alla notizia diffusa il 23 settembre scorso sono state, infatti, di incredulità. Se fosse confermato che la velocità della luce non è un limite invalicabile (almeno per i neutrini), molto di quello che finora si sapeva, e si basava sulla teoria della relatività, sarebbe da riesaminare, e le conseguenze di tale revisione sarebbero enormi anche in altri campi della fisica, come l'astrofisica o la fisica nucleare delle alte energie. Di questo sono ben consapevoli gli autori di questi esperimenti che, infatti, deliberatamente non tentano di dare nessuna interpretazione fenomenologica o spiegazione teorica, ma anzi chiedono alla comunità internazionale dei fisici di condurre nuovi esperimenti sui neutrini per scoprire eventuali effetti sconosciuti che possano dare spiegazioni plausibili a un'anomalia tanto clamorosa della loro velocità.
Dopo il primo impatto di incredulità, gli scienziati di fisica teorica non si sono scomposti, anzi sono rimasti molto cauti nel commentare o nell'esprimere giudizi su questa ricerca, anche perché i termini fondamentali dell'invarianza relativistica (di Lorentz) non sarebbero pericolosamente intaccati qualora fosse confermato il risultato dell'esperimento. Alcuni scienziati hanno, invece, espresso perplessità, ipotizzando che nei dati sussista un qualche errore sistematico nascosto e chiedendo, non solo un riesame approfondito dei dati e delle analisi effettuate, ma anche l'effettuazione di altre ricerche di verifica. Tra i perplessi vi è anche il prof. Carlo Rubbia, premio Nobel 1984 per la fisica che, da Pechino, dove partecipava al "Forum Internazionale dei Premi Nobel" sul tema dell'innovazione e dello sviluppo, ha giudicato, tra l'altro, del tutto sbagliato il fatto che sia stato dato un pubblico annuncio a tutti i media del mondo, ancor prima di giungere a conclusioni certe. E se non vi sono certezze, la teoria della relatività speciale di Einstein continua a rimanere del tutto valida.

(*Emilio Santoro*)



ECRA: un'alleanza europea per la ricerca sul clima

Il 4 ottobre scorso, presso il Parlamento Europeo, è stata ufficialmente lanciata la *European Climate Research Alliance* (ECRA), sotto il patrocinio dell'on. Vittorio Prodi, parlamentare europeo, e alla presenza di parlamentari europei, del Presidente del Commissione Ambiente del Parlamento Europeo (ENVI) Jo Lenen, del Direttore Generale della ricerca Robert-Jan Smits, del Premio Nobel Paul J Crutsen e dei massimi responsabili degli istituti fondatori, tra cui il Commissario ENEA: Giovanni Lelli.

L'ECRA è un'Alleanza che segue l'approccio dalla corrispettiva EERA (*European Energy Research Alliance*) ed è costituita da otto centri di ricerca leader nel settore della ricerca sul clima e i cambiamenti climatici. Alla fondazione di ECRA hanno concorso Germania (capofila), Danimarca, Finlandia, Italia, Norvegia, Olanda, Spagna, Svezia, ed altri paesi, quali Svizzera ed Austria, hanno manifestato il loro interesse a parteciparvi.

Gli Enti di ricerca coinvolti sono rispettivamente: Helmholtz Association of German Research Centres (capofila), Risø DTU - Technical University of Denmark, SYKE- Finnish Environment Institut, ENEA – Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile, NMI - Norwegian Meteorological Institute, KNMI - Royal Netherlands Meteorological Institute, CIEMAT - Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas, SMHI- Swedish Meteorological and Hydrological Institute.

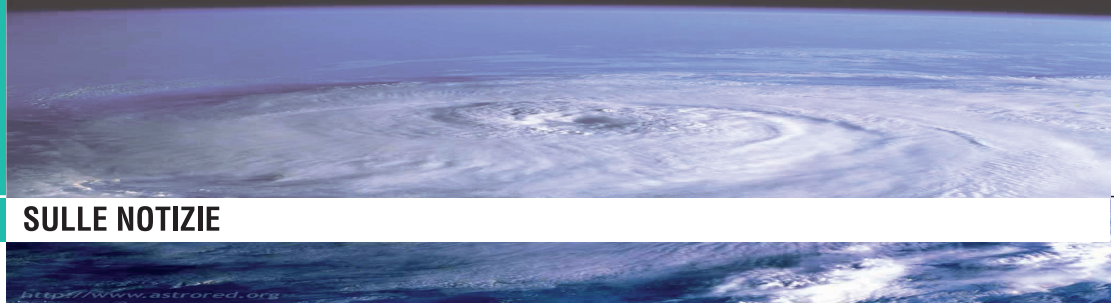
Obiettivo principale di ECRA è quello di sviluppare una rete di istituti di ricerca che rappresentino vari paesi membri e che pongano al centro delle proprie attività le sfide scientifiche sul clima per i prossimi dieci anni. La rete è, infatti, lo strumento principale per rafforzare, espandere e ottimizzare le capacità della ricerca europea sul clima tramite la condivisione delle conoscenze e delle infrastrutture di ricerca nazionali di eccellenza e la realizzazione collaborativa di programmi e infrastrutture pan-europee, in un approccio *bottom-up*. ECRA vuole, in particolare, impegnarsi nell'integrazione durevole, di lungo termine, delle eccellenti (ma spesso frammentate) capacità di ricerca europea, in modo da ottimizzare l'uso delle risorse umane, la capacità osservativa, i modelli (dal globale al regionale), l'interazione tra osservazioni e tecnologie (satelliti, nuove misure ecc.), le attività di campo e le infrastrutture, massimizzando cosi l'impatto dei risultati scientifici e rinforzando lo spazio europeo della ricerca sui cambiamenti climatici.

Non secondario è anche l'obiettivo di dare, attraverso ECRA, voce unica e più autorevole ai ricercatori nel campo del clima e dei cambiamenti climatici, affinché l'Unione Europea da una parte possa utilizzare ECRA come supporto tecnico e conoscitivo per lo sviluppo delle politiche europee sul clima e i cambiamenti climatici e, dall'altra, possa ascoltare le proposte e i pareri degli esperti nel definire i principali temi di ricerca in ambito climatico per l'Europa, attraverso il prossimo programma quadro di ricerca e innovazione *Horizon 2020*.

"*L'ENEA, come membro fondatore di ECRA, compie un ulteriore passo nella prospettiva di un suo posizionamento internazionale, soprattutto a livello europeo, visti i buoni risultati già ottenuti con l'altra analoga alleanza: EERA*" ha affermato il Commissario dell'ENEA, Giovanni Lelli, in occasione della sottoscrizione dell'accordo per la costituzione di ECRA. "*Le eccellenze dell'ENEA nel settore dei cambiamenti climatici potranno contribuire*" - ha aggiunto Lelli - "*a consolidare la ricerca europea in tale ambito, favorendo anche la collaborazione di altri attori Italiani interessati per accrescere l'impatto, a livello europeo, del sistema italiano della ricerca sui cambiamenti climatici*".

(*Valerio Abbadessa*)

ECRA
European Climate Research Alliance
www.ecra-climate.eu



CAMBIAMENTI CLIMATICI

Uragano Irene, conseguenza dei cambiamenti del clima? No, è la conseguenza di un clima di cambiamento iniziato tre anni fa. Una giornalista, esperta di comunicazione ambientale, spiega il perché

Caos climatico: il killer è entrato in clandestinità

Simonetta Lombardo

Dal punto di vista scientifico tutto procede secondo le previsioni e non si può dire che l'allarme sia arrivato tardi. Già nel 1896 il chimico svedese Svante Arrhenius scrisse che ci sarebbe stato un aumento di temperatura di 5 gradi al raddoppio della CO_2 in atmosfera. Un secolo dopo i suoi calcoli sono stati sostanzialmente confermati dall'Ipcc, il panel di oltre 2 mila scienziati coordinato dalle Nazioni Unite. E i segnali climatici confermano la conferma dell'Ipcc. In atmosfera l'anidride carbonica continua ad accumularsi a ritmo crescente: ormai siamo arrivati a una crescita di circa 2 parti per milione l'anno, abbiamo raggiunto un livello del 40% superiore a quello dell'epoca pre-industriale. Il trend di crescita della temperatura è in progressione negli ultimi decenni. La moltiplicazione dei fenomeni meteo estremi, dall'intensificarsi dell'impatto degli uragani ai lunghi periodi di siccità alternati ad alluvioni disastrose, è sotto gli occhi di tutti.
Eppure molti occhi si distraggono. L'ultimo sondaggio online della Nielsen, condotto nell'agosto scorso su 25 mila utenti Internet in 51 paesi, mostra un modesto incremento di attenzione al cambiamento climatico rispetto al 2009 (69% contro 66%), ma una flessione rispetto al 2007, quando il 72% si dichiarava preoccupato dal cambiamento climatico. In Cina, il principale inquinatore mondiale, negli ultimi due anni la percentuale delle persone sensibilizzate al tema è scesa dal 77 al 64%. Negli Stati Uniti è precipitata dal 51 al 48% (era il 62% nel 2007).
Il periodo in cui avviene il crollo di attenzione è significativo: siamo subito dopo il 2007, cioè nel momento in cui la crisi economica si evidenzia come un elemento strutturale e non episodico. E qui che la comunicazione registra un fallimento di portata storica: la diagnosi era chiara, la cura era stata individuata, ma il paziente non è stato convinto. Perché? Come sempre avviene di fronte a fenomeni complessi le cause sono numerose. Proviamo a elencarle.
Il peso delle *lobby*. A partire dal 2008 (un'altra coincidenza di date) gli investimenti globali nelle fonti energetiche rinnovabili hanno superato quelli sulle fonti convenzionali. Il ritmo di crescita dell'eolico nel mondo ha battuto le previsioni di Greenpeace. Nel fotovoltaico a livello globale gli attuali 35 miliardi di euro di investimento raddoppieranno nel 2015. Nuovi mercati si aprono ogni giorno. É una crescita tanto veloce da spiazzare le multinazionali che governano il sistema energetico globale utilizzando i combustibili fossili, cioè i principali responsabili del rischio di catastrofe climatica.
Il pressing di risposta non si è fatto attendere. Già nel 2006 Christine Whitman, responsabile dell'Epa (l'agenzia USA per l'ambiente), ha dovuto cedere rassegnando le dimissioni per la censura ai rapporti annuali curati dai suoi tecnici; James Hansen, il massimo esperto climatico della Nasa, ha accusato il presidente Bush di vo-

Simonetta Lombardo
Giornalista freelance, esperta di comunicazione ambiantale

lergli imporre il bavaglio per impedire all'opinione pubblica di misurare la reale portata della minaccia climatica; e la Royal Society, la più prestigiosa accademia scientifica britannica, ha denunciato all'opinione pubblica la Exxon per aver distribuito 2,9 milioni di dollari alle lobby anti-ambientaliste perché minimizzassero i rischi legati al cambiamento climatico.

Alla vigilia della decisiva conferenza Onu sul clima di Copenaghen del dicembre 2009, è poi arrivato il *climategate*, un'operazione di spionaggio climatico all'Università di East Anglia che ha tentato di screditare gli scienziati che si battono per la difesa dell'atmosfera.

La nuova mappa geopolitica. La definizione dei nuovi equilibri geopolitici nella partita climatica è apparsa evidente proprio al summit di Copenaghen, che rappresentava l'ultimo momento utile per varare in tempo la seconda fase degli accordi di Kyoto, in scadenza al 2012. Nella capitale danese l'asse Cina-India ha coagulato attorno a sé un ampio gruppo di paesi emergenti e ha spinto una presidenza americana, ufficialmente impegnata sul fronte climatico, ma in realtà in forte difficoltà per gli equilibri interni, ad accettare un capovolgimento di rotta: non più impegni vincolanti – che erano stati la vera novità strutturale inserita nella negoziazione climatica dal protocollo di Kyoto – ma misure volontarie adottate dai singoli paesi in un quadro di impegni incentivati da un fondo di aiuti allo sviluppo sostenibile.

Una burocrazia irritante. É stato uno stop agevolato da una gestione chiusa e poco flessibile della conferenza di Copenaghen, che rivela un altro punto di debolezza della macchina messa in moto a Kyoto: il rischio che la contabilizzazione delle emissioni serra alimenti un'ennesima megastruttura burocratica a scarsa efficienza e alto costo.

La macchina della propaganda. "La manipolazione consapevole e intelligente delle opinioni e delle abitudini delle masse svolge un ruolo importante in una società democratica, coloro i quali padroneggiano questo dispositivo sociale costituiscono un potere invisibile che dirige veramente il paese". Lo scriveva Edward Louis Bernays, considerato dalla rivista *Life* uno dei cento americani più influenti del Novecento, nel 1928, alla vigilia dell'altra grande crisi economica.

All'inizio del ventunesimo secolo la macchina della propaganda, dopo aver tentato a lungo la carta negazionista degli eco scettici, ha provato a inserire la questione dei mutamenti climatici nella logica del consumo tradizionale, dell'usa e getta. Invece di recuperare un equilibrio del pianeta che consenta di mantenere le condizioni climatiche favorevoli alla specie umana, le lobby dei fossili lavorano per continuare ad aumentare le emissioni serra progettando sistemi di geoingegneria mirati a catturare l'eccesso di carbonio in circolazione. L'Ipcc ha più volte ricordato che si tratta di progetti dall'esito non solo estremamente dubbio, ma spesso potenzialmente pericoloso: invece di riportare equilibrio negli ecosistemi chiave si inseriscono altri fattori destabilizzanti. Di tutto ciò però nei media c'è traccia scarsa o nulla. Mentre abbondano i paginoni sull'inseminazione di ferro negli oceani per far crescere le alghe, sugli specchi da mandare in orbita per riflettere parte dei raggi solari, sulle foreste di alberi finti.

Nello stesso tempo gli allarmi meteo vengono sovradimensionati, trasformati in sceneggiature hollywoodiane. É il caso di Irene, l'uragano anomalo nella sua traiettoria che ha attraversato New York, di cui paradossalmente pochissimi media hanno sottolineato il carattere di evento legato ai cambiamenti climatici. Così l'esasperazione dei toni impedisce di cogliere la dimensione drammatica del trend climatico in corso e l'attenzione si ferma sul disastro (relativamente) evitato.



Il nesso economia - ambiente è saltato. É questo forse l'errore determinante. La spinta della crisi ha reso più forte la miopia del sistema decisionale, facendo concentrare l'attenzione sull'immediato e impedendo sia di cogliere il rapporto tra crisi finanziaria, crisi energetica e crisi ambientale, sia di comprendere la forte spinta anticiclica che verrebbe da investimenti mirati al sostegno della *green economy*.
Tuttavia la minaccia del caos climatico ha una portata tale da indurre a credere che un ripensamento di fondo da parte dei paesi che si affacciano alla leadership mondiale non possa essere troppo lontano. Come nota Hansen in "Tempeste", la Cina e l'India patiranno enormi sofferenze se il clima supererà le condizioni dell'olocene: l'India ha più di 100 milioni di persone che vivono ad altitudini di poco superiori al livello del mare e altri 100 milioni che potrebbero fuggire dal Bangladesh inondato; in Cina 300 milioni di persone vivono a non più di 25 metri sul livello del mare.
Politica e scienza appaiono destinate a ricongiungersi presto. Sperando che non sia troppo tardi.

I cittadini europei e l'ambiente

La Commissione Europea ha pubblicato l'estate scorsa un'indagine riguardante gli atteggiamenti dei cittadini europei verso l'ambiente, dalla quale è emersa la presa di coscienza che un uso efficiente delle risorse naturali possa rappresentare una spinta positiva per la crescita economica. I cittadini europei hanno manifestato la convinzione che l'Unione Europea dovrebbe, in questa ottica, investire di più su attività eco-compatibili e di sviluppo, in quanto la percezione diffusa è che non ci sia sufficiente impegno per un uso efficiente delle risorse naturali, soprattutto da parte del mondo produttivo.
Quando si parla di ambiente, in Europa si pensa soprattutto alla protezione della natura (47%), allo stato dell'ambiente (41%) e ai cambiamenti climatici (40%). In Italia, in controtendenza, il termine ambiente non fa pensare alla natura, al clima o ai cambiamenti climatici, ma evoca soprattutto problematiche legate all'inquinamento delle aree urbane (51%), ai disastri ambientali causati dall'uomo (43%), ai disastri naturali (42%), evidentemente in linea con le principali difficoltà ambientali nazionali. Le problematiche ambientali più temute a livello europeo risultano essere i disastri ambientali causati dall'uomo, l'inquinamento dell'acqua e dell'aria, l'impatto degli agenti chimici sulla salute umana e i cambiamenti climatici. Anche in questo caso gli italiani si discostano leggermente, mostrano una particolare sensibilità ambientale in relazione all'aumento dei rifiuti, ai disastri naturali, all'uso dei pesticidi in agricoltura e alla vivibilità in ambiente urbano.
Nonostante l'interesse per la protezione dell'ambiente sia in generale in lieve flessione, cresce, almeno in Italia, la disponibilità a pagare di più per prodotti più eco-compatibili (+ 3% rispetto ad un'analoga indagine del 2007). Dall'indagine emerge anche la percezione diffusa che le decisioni sulla protezione dell'ambiente sono più efficaci se prese a livello europeo piuttosto che nazionale. Questo dato andrebbe approfondito per capire se ci troviamo di fronte ad un diffuso senso di sfiducia rispetto alle capacità nazionali di affrontare concretamente problematiche ambientali o piuttosto ad un aumento di consapevolezza sul carattere transfrontaliero delle stesse.
Ancora, i cittadini europei ritengono che per risolvere i problemi ambientali sia necessario introdurre multe più severe per i trasgressori, aumentando, nel contempo, le attività di informazione e individuando incentivi più elevati per le aziende e i cittadini virtuosi. Gli Italiani si discostano leggermente da questa visione, ritenendo che si debba, piuttosto, garantire una migliore applicazione della normativa ambientale vigente, che evidentemente è ritenuta sufficiente. I cittadini europei dichiarano di aver migliorato il livello personale di informazione raggiunto sulle tematiche ambientali rispetto ad un'analoga indagine condotta nel 2007 (+ 5% a livello europeo, + 13 % a livello italiano, che tuttavia è più basso rispetto alla media europea). Risulta, invece, generalmente aumentato il livello di sfiducia rispetto alle informazioni sulla eco-compatibilità dei prodotti venduti sul mercato.
Da quanto detto, sembra che la visione dell'ambiente da parte degli italiani sia più antropocentrica, rispetto a quella della media degli europei, che vede l'ambiente più come un bene da conservare per sè, piuttosto che come un posto in cui vivere ed operare. Emerge, tuttavia, da parte di tutti i cittadini italiani, ma anche europei, una forte richiesta di informazione e trasparenza, di impegno innanzitutto istituzionale, e secondariamente privato, verso una maggiore sostenibilità ambientale.

(Paola Carrabba)



BIOCOMBUSTIBILI NON VERDI

Il Comitato Scientifico dell'Agenzia Europea dell'Ambiente ha pubblicato il 15 settembre scorso un documento nel quale si afferma che l'uso dei biocombustibili aumenta, invece di diminuire, le emissioni di anidride carbonica in atmosfera, salvo nei casi in cui la coltivazione delle biomasse destinate ad essere biocombustibili avviene su terreni marginali o non vegetati ove non sussiste la possibilità di accumulare carbonio nel suolo. Qui di seguito il parere di un esperto sulla contabilità ambientale del carbonio nel settore agroforestale

Le EEA ha ragione, ma fino ad un certo punto

Lorenzo Ciccarese

Secondo gli studiosi, un'opzione essenziale per ridurre la dipendenza dai combustibili fossili e per mitigare l'effetto serra è rappresentata da un uso più intensivo della bio-energia, vale a dire dell'energia accumulata dalla fotosintesi nella biomassa.

Il concetto alla base di questo presupposto è che esiste una differenza fondamentale tra la produzione di energia da combustibili fossili e da biomassa. Nel primo caso, è rilasciata nell'atmosfera la CO_2 che è rimasta immobilizzata per milioni d'anni nei giacimenti geologici; nel secondo caso, la combustione della biomassa restituisce all'atmosfera la CO_2 assorbita dalle piante in tempi più o meno recenti e, supposto che il ciclo produttivo e l'uso delle risorse siano mantenuti inalterati nel tempo, non causa un aumento complessivo di CO_2.

La bioenergia è, come si dice in questi casi, *carbon neutral*. O quasi. Infatti, per produrre energia è comunque richiesta una *quota* di energia fossile: per i trattori che preparano il suolo, per le motoseghe, per il trasporto del materiale all'impianto di conversione, e così via. Alcune ricerche ritengono che tale quota sia molto bassa, una sola unità di energia fossile consumata per 50 unità di energia prodotta; secondo altre, viceversa, questa quota, specialmente per la produzione di etanolo e biodiesel, è ben superiore: una unità di energia fossile consumata per 5 prodotte. Anche in quest'ultima situazione, comunque, la bioenergia contribuisce a mitigare l'effetto serra.

Basandosi su questo approccio, lo *Special Report on Renewable Energy and Climate Change Mitigation*, pubblicato a metà 2011 dall'*Intergovernmental Panel on Climate Change*, sostiene che il potenziale mondiale al 2050 della bioenergia sia da 10 a 30 volte superiore rispetto all'attuale fornitura di energia primaria, già ora molto significativa (vedi riquadro).

A metà settembre il comitato scientifico dell'*European Environment Agency* (EEA) ha pubblicato un documento destinato a riconsiderare l'analisi dell'IPCC e ad accendere il dibattito sui conclamati benefici della bioenergia nelle strategie di lotta all'effetto serra e sui conflitti tra bioenegia e sicurezza alimentare, uso

Lorenzo Ciccarese
Ispra, Dipartimento Difesa della Natura, Responsabile settore Foreste e Fauna Selvatica

sostenibile del territorio, corretta gestione delle risorse idriche e forestali, qualità dell'aria.

Il parere dell'EEA punta il dito contro il presupposto — accettato anche dalla Direttiva UE 2009/28/EC sulle energie rinnovabili — per cui la combustione della biomassa è *carbon neutral,* indipendentemente dalla sua provenienza. Secondo il comitato scientifico dell'EEA la combustione della biomassa, quando il suo prelievo è accompagnato da una riduzione dello *stock* di carbonio nella biomassa e nel suolo, o quando con il prelievo si compromette il potenziale di un ecosistema di agire come *carbon sink* (bilancio netto positivo tra carbonio assorbito ed emesso), produce accumulo di carbonio atmosferico. Esattamente come il petrolio, il carbone e il gas naturale. Per chiarire il concetto, il documento considera diversi casi specifici.

Il primo è quello d'un ettaro di terreno agricolo abbandonato che viene destinato alla produzione di biomassa per energia, invece che all'afforestazione (creazione di una nuova foresta su suoli precedentemente destinati ad altre forme d'uso). A fine ciclo, quando la biomassa per energia viene bruciata in una centrale elettrica, si verifica un effetto sostitutivo rispetto all'energia fossile. Realmente, la quantità di CO_2 emessa dai camini della centrale alimentata a biomassa non è minore rispetto a quella di una centrale a metano o petrolio. Anzi, a parità di energia prodotta, le emissioni di CO_2 della centrale a biomassa sarebbero superiori a quelle di una centrale a combustibile fossile, poiché la biomassa contiene meno energia per unità di carbonio rispetto al petrolio o al gas naturale e poiché la biomassa è bruciata con un rendimento inferiore a quello dei combustibili fossili. Ma, poiché si tratta di biomassa per usi energetici, il bilancio è considerato *carbon neutral*. In realtà, l'uso di quel terreno per colture energetiche impedisce la realizzazione di una nuova foresta. Questa, nelle fasi di affermazione e quelle successive di maggior vigore e di maturazione, avrebbe continuato ad accumulare carbonio nella biomassa viva e morta e nel suolo (*carbon stock*), fino al cosiddetto *equilibrium*, dopo decenni o secoli, in cui l'accumulo di carbonio è bilanciato dalle perdite dello stesso causate da fenomeni di disturbo naturali e dalla decomposizione del legno degli alberi che muoiono e sono sostituiti da soggetti nuovi.

Un secondo caso è quello di una superficie forestale matura che viene deforestata per una piantagione a fini energetici. In questo caso si verifica non solo la rimozione dello *stock* forestale (e il conseguente rilascio in atmosfera di gas-serra), ma anche l'interruzione della possibilità per quella foresta di aumentare il *carbon stock* (ossia la quantità totale di carbonio immagazzinata nella biomassa viva e morta e nel suolo) e generare ulteriore c*arbon sink*.

In sostanza, secondo il comitato scientifico dell'EEA, la decisione di usare superfici agricole o forestali per bioenergia ha l'effetto di aumentare la massa di carbonio immagazzinata; eppure questo beneficio va a spese d'una minore quantità di carbonio immagazzinato nelle piante e nel suolo. Dunque, la bioenergia riduce le emissioni di CO_2 solo nella misura in cui il primo effetto è maggiore del secondo. Ed è per questo che per valutare se la bioenergia è realmente *carbon neutral* bisogna valutare *dove* e *come* la biomassa viene prodotta e raccolta. Il documento ritiene che dal presupposto sbagliato che la biomassa è sempre e comunque *carbon neutral* derivino problemi di contabilizzazione dei bilanci tra assorbimenti ed emissioni di gas-serra e la tendenza, anche da parte di organismi prestigiosi come l'International Energy Agency, ad enfatizzare il peso della bioenergia nell'offerta futura di energia primaria.

Il comitato scientifico dell'EEA invita l'UE a rivedere i regolamenti UE e i suoi *target* energetici e a favorire l'uso della bioenergia da biomassa solo se essa è realmente *supplementare* (o *addizionale*) rispetto a quella esistente; a incoraggiare la produzione di energia da biomassa da sottoprodotti, da rifiuti e da residui colturali (a meno che questi non siano necessari per sostenere la fertilità del suoli), in grado di ridurre le emissioni di gas serra, senza modificare gli altri servizi ecosistemi, come la fornitura di cibo e fibre; a correggere i meccanismi di calcolo dei bilanci dei gas a effetto serra, che dovrebbero incorporare ogni variazione della quantità di carbonio negli ecosi-

stemi e negli assorbimenti, e nelle emissioni di carbonio che derivano dalla produzione e l'uso di bioenergia.

A parte alcune considerazioni discutibili sulle modalità adottate in sede UNFCCC di contabilizzazione delle emissioni e degli assorbimenti dei gas-serra, il documento compie un'analisi approfondita del complesso tema della bioenergia in relazione alle strategie di mitigazione, e pone puntuali *caveat* all'attenzione dei decisori politici. Va anche detto però che i *caveat* non sono proprio nuovi. Alcuni di essi sono anche contenuti nel volume sulla bioenergia dello *Special Report on Renewable Energy and Climate Change Mitigation* dell'IPCC, stranamente mai menzionato dal documento EEA.

Il documento dell'EEA non fa distinzioni tra colture energetiche erbacee (più problematiche dal punto di vista della sostenibilità ambientale) e arboree e non tiene conto degli avanzamenti tecnici e della tante di storie di successo di queste ultime, di comprese forestali gestite per produrre specifiche quantità di bioenergia e legname e per incrementare gli *stock* di carbonio o di sistemi selvicolturali che prevedono l'attuazione di diradamenti del soprassuolo arboreo per ottimizzare il valore della produzione legnosa e, contemporaneamente, fornire materiale per produrre energia. Numerosi, autorevoli studi dimostrano che è proprio nel suo impiego come fonte energetica in sostituzione di combustibili fossili (e come materiale da costruzione in sostituzione d'altri materiali edili) che il legno fornisce il maggior contributo alla riduzione delle emissioni, ancor più che attraverso la ritenzione di carbonio nei suoi tessuti.

La biomassa, abbreviazione di massa biologica, può essere prodotta da colture erbacee o arboree coltivate specificatamente per la produzione di energia, dai prelievi di legna da ardere dai boschi, dai residui delle operazioni selvicolturali e agricole, dalle segherie, delle industrie del legno e dall'agroindustria. La biomassa può essere utilizzata direttamente per produrre energia termica o convertita in combustibili gassosi (biogas), energia elettrica o liquidi, come il bioetanolo e il biodiesel, derivanti da colture specifiche o dalla cellulosa. significativa: oltre 50 esajoule (EJ = 10^{18} joules) l'anno, per una percentuale pari al 10,2% della fornitura mondiale di energia primaria, la più alta tra le fonti rinnovabili.

È vero che il cambiamento d'uso del suolo verso una coltivazione-energia può avere impatti negativi su sicurezza alimentare, biodiversità, qualità del suolo, paesaggio, disponibilità e qualità dell'acqua, inquinamento di fiumi e laghi, emissione di sostanze tossiche. Tuttavia, quando si opera in aree degradate o in diversi tipi di ambienti agricoli, l'insediamento di coltivazioni a fini energetici e di piantagioni forestali può portare a un aumento della biodiversità e al recupero di servizi ecosistemici. Anche in questo caso di storie di successo ce ne sono tante. Tutte storie da raccontare. Un rapporto del *World Resources Institute* del 2011 afferma che sono oltre 2 miliardi gli ettari (una superficie grande più dell'America del Sud) disponibili sul pianeta per interventi di recupero forestale: mezzo milione di ettari per produzione legnosa, un milione e mezzo di ettari con interventi a mosaico (*mosaic restoration*). Se queste sono le cifre in campo, c'è spazio anche per agroselvicoltura, agricoltura di piccola scala e piantagioni e filari bio-energia, con il carattere di *supplementarietà* (o *addizionalità*) giustamente invocato dal documento EEA.
Infine, il documento dell'EEA non considera il rischio che il mancato sviluppo della bioenergia possa dare impulso ad altre rinnovabili (eolico, fotovoltaico). Le quali, come abbiamo avuto modo di sperimentare anche in Italia, non sono proprio prive di impatti su consumo di suolo e su servizi ecosistemici.



SMART CITIES

Al 31 ottobre 2011 la popolazione mondiale è pari a 7 miliardi di persone, di cui il 51% vive in aree urbane. Secondo le Nazioni Unite, nel 2050 la popolazione mondiale sarà di 9,3 miliardi, di cui circa il 70% vivrà nelle aree urbane. L'urbanizzazione si presenta come uno dei problemi cruciali dello sviluppo sostenibile, che potrà essere affrontato con le smart cities. L'esperto dell'ENEA spiega di cosa si tratta

Smart city: una strada possibile per le città sostenibili

Mauro Annunziato

Secondo una recente indagine della Commissione Europea, circa quattro quinti della energia viene consumata nelle città dove si concentra l'attività insediativa, produttiva e di massimo impatto sull'ambiente. Non c'è dubbio che la crescita delle città sta trasformando l'intero ecosistema umano e rappresenta quindi uno dei nodi cruciali del nostro prossimo futuro, al punto che vale la pena focalizzare l'attenzione su un approccio che si sta diffondendo e può essere definito come "ecosistema urbano". L'ecosistema urbano si presenta come un addensamento geografico di reti di relazioni strutturali (frazioni, quartieri, strade, aree verdi, aree coltivate), materiali (scambi di merci, mobilità, rete idrica ed energetica) ed immateriali (comunicazione, servizi). In questa cornice, la progettazione urbana deve fare molta più attenzione, rispetto al passato, all'intero ciclo di vita dell'insediamento, a partire dall'impatto ambientale della sua stessa realizzazione. Operare un approccio sistemico significa tenere conto dell'interrelazione di una moltitudine di flussi di materia e di energia che sono messi in moto dalle forze sociali e naturali che intervengono. Questo cambio di paradigma non è soltanto una opportunità, ma una necessità dovuta alla alterazione indotta dalla società dei consumi, che ha come motore il profitto immediato piuttosto che lo sviluppo sostenibile, e vede l'ambiente come un bacino di risorse da predare. In questo contesto di crisi urbana, l'equazione sostenibilità-connettività rappresenterà il terreno di grandi opportunità di trasformazione delle città per i prossimi anni, ma occorre cambiare il rapporto stesso tra tecnologia e società.

Uno degli obiettivi primari è che le tecnologie che si vanno sviluppando siano orientate alla soddisfazione dei reali bisogni dell'uomo ed al miglioramento della qualità della vita nello spazio urbano. La rete di relazioni urbane presenta molti livelli di opportunità per lo sviluppo di una tecnologia a misura d'uomo (*human oriented technology*). Nello spazio urbano è possibile creare nuovi modelli di interazione persona-ambiente che potrebbero avere la specifica finalità di creare scambio, coesione, informazione in contesti ibridi tra incontro fisico ed incontro nella rete virtuale (*hybrid city* e *social network* urbani). Molti oggetti urbani attualmente mono-funzione possono divenire multifunzionali. I lampioni della illuminazione pubblica possono diventare intelligenti ed ospitare sistemi multisensoriali (traffico, qualità dell'aria, sicurezza, attività) così come chioschi, fermate e paline dell'autobus, panchine, giardini, manifesti, cassonetti, marciapiedi, alberi (*interactive city*). Perfino gli edifici pubblici possono essere dotati di una "pelle interattiva" per per-

Mauro Annunziato
ENEA, Coordinatore Smart Cities ed Ecoindustria

mettere comunicazione a distanza, dare informazioni, creare punti di incontro o di supporto sociale o di creazione collettiva.
Questo cluster di tecnologie e le sue applicazioni sono oggi identificate con il paradigma della *Smart City*. Con *Smart City* si intende un insieme coordinato di interventi che mirano a rendere la città più sostenibile da un punto di vista energetico-ambientale, sia nelle nostre case quanto nelle strade. Ma la sostenibilità è intesa anche nella qualità dei servizi urbani e nella qualità stessa della vita. Per realizzare questo "collante" tra tante tematiche si fa ampio utilizzo di tecnologie ICT (informazione e telecomunicazione) e soprattutto di "intelligenza" e di capacità di progettazione sistemica, da cui il suffisso "*Smart*". Ciò che differenzia questo approccio rispetto al passato è quello di vedere in una unica cornice tanti aspetti che fino ad oggi erano stati affrontati separatamente. Si pensa alla città come ad un insieme di reti interconnesse, quali la rete dei trasporti, la rete elettrica, la rete degli edifici, la rete della illuminazione, la rete delle relazioni sociali, la rete della pubblica illuminazione, dell'acqua, dei rifiuti e così via molte altre. L'accento è quindi sulla interazione tra rete e rete e tra cittadino e città, con l'obiettivo di fare in modo che la città si adatti sempre più al bisogno del cittadino ed il cittadino si attivi sempre più nella creazione della nuova città sostenibile. In questo senso si parla di *user produced city* o *City 2.0*, termine mutuato dal "web 2.0", dove un patrimonio collettivo significativo è creato sulla base della accumulazione delle interazioni di tante persone.
Tra i possibili percorsi, uno dei più interessanti si focalizza sulla realizzazione di una infrastruttura di interazione urbana attraverso cui il cittadino possa partecipare direttamente all'adattamento progressivo dei servizi urbani ed in definitiva alla rimodellazione del tessuto relazionale urbano seconda una logica di *service on demand*, a partire dalle tematiche energetiche (*energy on demand*) su cui possono generarsi risparmi energetico-ambientali e margini economici per auto-sostenere gli investimenti. L'idea è quella di strutturare una ampia rete sensoristica urbana e di trasmissione, riconducendo tutta la parte di monitoraggio dei dati ad un insieme di contenitori connessi (*smart city server network*) in modo che le successive applicazioni possano colloquiare con questo e disporre di un vasto parco di dati *real time*. Questo è il motore per lo sviluppo di un vasto sistema produttivo, in cui una molteplicità di attori possono sviluppare servizi *smart real time* per la gestione ottimale delle reti urbane e servizi al cittadino a costi molto bassi grazie alla infrastruttura digitale e sensoristica urbana condivisa tra le varie applicazioni.
La realizzazione dei progetti di *smart city* è complessa perché richiede investimenti significativi, che al momento sono difficili da realizzare, sia per la mancanza dei fondi stessi, sia per i limiti imposti dal patto di stabilità. Esistono fondi e bandi europei cui si può avere accesso, ma che pagano soltanto parte dell'investimento. Occorre allora saper scegliere quegli interventi che producono un ritorno economico che possa, negli anni, ripagare l'investimento iniziale. É questa la base per accedere ai fondi privati. Innegabilmente, ora queste possibilità sono legate ad interventi che producono risparmio di energia che si traduce in risparmio economico ed in un certo numero di anni permette il recupero dell'investimento. Un altro aspetto strategico è quello di elaborare progetti di "incubazione" a costi contenuti. In questo senso si possono varare progetti relativi a *smart street*, o *piazze smart*, o *quartieri smart* o *smart village*. Tali progetti pilota servono a valutare sul campo le prestazioni ottenibili, i costi-benefici, la risposta della comunità a mettere a punto un modello che possa essere replicato sull'intera città e funga da coagulatore della filiera produttiva.
ENEA, insieme ad altri partner universitari ed industriali sta sviluppando il progetto "City 2.0", in cui sarà realizzato il prototipo di una infrastruttura urbana basata sul sistema della pubblica illuminazione. I lampioni vengono trasformati in pali intelligenti ed attrezzati con tecnologie di trasmissione del segnale digitale e con apparati sensoriali. In questa rete sono integrati un sistema di monitoraggio del traffico, un sistema di controllo di flotte di veicoli elettrici, un sistema di rilevamento mobile di qualità ambientale, un sistema di comunicazione urbana interattiva tra cittadino e PA centrato sui beni e processi culturali territoriali ed infine una "piattaforma *smart city*", ossia una architettura di sensori, linee di trasmissione e software che apre la strada ad un mercato di servizi *smart* al cittadino ed alla regolazione della città. Tale realizzazione è in fase di costruzione presso il centro ricerche delle Casaccia e sarà applicata nei prossimi due anni a

L'Aquila, dove è prevista la realizzazione di uno *smart ring*, ossia l'anello stradale che circonda il centro storico. Da questa "strada modello" L'Aquila vuole ripartire per costruire un riferimento per l'intera città.
L'enfasi sulla tematica della *smart city* è venuta in particolare dalla Commissione Europea che identifica nella keyword "*Smart Cities*" una delle sette misure prioritarie per affrontare la problematica energetico-ambientale espressa nello Strategic Energy Technology Plan (SETPLAN), il piano che definisce le principali direzioni di sviluppo strategico dell'Europa in tema di Energia. Sotto la spinta del SETPLAN si è formato un consorzio europeo che ha lo scopo di accelerare lo sviluppo delle nuove tecnologie per l'energia attraverso la creazione e l'implementazione di *Joint Research Programmes* allo scopo di rafforzare, espandere ed ottimizzare le capacità di ricerca sui temi dell'energia. Il consorzio European Energy Research Alliance (EERA) raccoglie la rappresentanza di tutti i paesi dell'Unione Europea. Il consorzio si è articolato in un certo numero di gruppi di lavoro tematici, di cui uno è riferito alle *Smart Cities*.
Il programma *EERA Smart Cities*, avviato nel 2010, è organizzato con delle rappresentanze nazionali ognuna delle quali coordina un team di istituzioni nazionali che intendono partecipare ai lavori del programma. ENEA è il delegato italiano e nel network europeo rappresenta una rete italiana composta da molte università e da alcune importanti aziende, molto attive sul fronte della ricerca e sviluppo sulla *smart city*. L'obiettivo del programma è quello di mappare la ricerca europea sulle *smart cities* e proporre un *Joint Programme* coordinato. Il programma nasce dalla consapevolezza che il percorso per la realizzazione di *Smart Cities* è lungo e progressivo ed occorre fare delle scelte di priorità rispetto alle varie tematiche che si possono affrontare. Tale scelta dipende sia dalla criticità dei vari aspetti, sia dalle caratteristiche del territorio. É infatti importante sottolineare che gli aspetti della sostenibilità energetico-ambientale e sociale devono essere occasioni di moltiplicazione delle risorse produttive ed insieme mirare ad uno sviluppo economico sostenibile. Il programma è organizzato in quattro sottoprogrammi, uno dei quali è coordinata da ENEA (*Urban Energy Networks*). Tale sottoprogramma ha l'obiettivo di sviluppare l'integrazione tra diverse reti urbane, sia a livello di *Energy District*, ossia distretti ecosostenibili, sia a livello di interazione tra due o più reti o tra rete e cittadino sulla scala urbana.
La strada per le *smart cities* è certamente lunga e l'approccio multidisciplinare può risultare astratto o semplicemente una lista di giustapposizioni tecnologiche, se non si tiene presente il valore di insieme e di integrazione che tale approccio può dare. Tale valore è invece grande e potrebbe dare luogo ad una nuova spinta verso la coesione sociale e l'identità della città. É un valore notevole dal punto di vista produttivo, in quanto genera un forte indotto e un nuovo mercato di servizi *smart* per la città e per il cittadino. Non è pensabile di affrontare oggi lo sviluppo di una città intelligente ex-novo, ma occorre invece creare modelli architettonici e tecnologici modulari (*smart streets*, *smart square*, *smart village*, *smart town*…), ovvero occorre sviluppare una capacità di design integrato dei *concept* applicativi, dimostrarli su scala reale urbana ed infine modellarne i modelli di business che possano incontrare il consenso e la fiducia dei cittadini garantendo la loro partecipazione e supportare la penetrazione applicativa sul mercato e nelle città. Saranno questi i mattoni intelligenti con cui costruire le città future, o meglio rimodellare in forma più sostenibile le città di oggi.

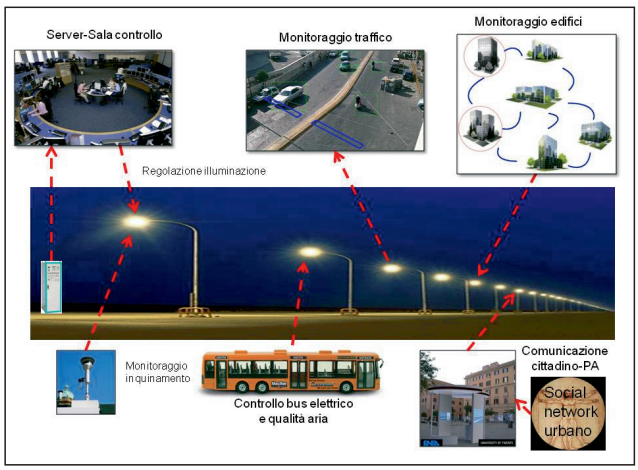


FIGURA 1 La *Smart Street* in fase di realizzazione nel progetto "City 2.0" dell'ENEA

Fonte: ENEA



MATERIE PRIME CRITICHE

Il Parlamento Europeo, con una risoluzione del 13 settembre 2011, chiede che i paesi membri migliorino le politiche per l'uso efficiente delle materie prime. Qui di seguito le considerazioni di un esperto

Le risorse naturali vanno utilizzate con efficienza

Riflessioni di Francesco Zarlenga

La Commissione Europea aveva illustrato la sua strategia sulle materie prime critiche con la comunicazione COMM (2011)25 del 2 febbraio 2011, che era basata su un rapporto redatto nel 2010 da un gruppo di lavoro creato ad hoc e dalla MEMO/10/263, che riguardava la scarsità di materie prime non energetiche (in particolare 41 elementi, tra cui le terre rare). Il Parlamento Europeo, che ha esaminato questa strategia, ha adottato il 13 settembre scorso una risoluzione non vincolante, secondo la quale l'Unione Europea deve migliorare le politiche dei suoi paesi membri sull'accesso e la commercializzazione delle materie prime critiche soprattutto nei confronti dei paesi extraeuropei. Il Parlamento Europeo, in pratica, ha detto che non basta la strategia, ma che è necessario anche individuare, a livello di Unione Europea, idonei meccanismi decisionali, sia per l'approvvigionamento delle materie prime critiche sia per coordinare meglio le politiche e le azioni degli Stati membri.

Questa risoluzione è basata sugli approfondimenti condotti e sui risultati di un rapporto (Rapporto Butikofer) che descrive il quadro, anche in termini di criticità, della situazione esistente e dove sono elencati numerosi strumenti di attuazione per raggiungere gli obiettivi di sicurezza degli approvvigionamenti delle materie prime critiche e di coordinamento delle azioni nazionali in ambito europeo. In particolare, il rapporto evidenzia la necessità di costituire una *task force* europea interdipartimentale (fra le diverse Direzioni Generali UE competenti), finalizzata a trovare soluzioni ottimali sull'approvvigionamento di materie prime, sull'esempio di quanto già fatto dalla Francia e dagli Stati Uniti.

Per raggiungere il suo scopo, la *task force* dovrebbe comprendere le Unità competenti delle diverse Direzioni Generali della Commissione Europea, il Centro Comune di Ricerca, l'Agenzia Europea dell'Ambiente e il Servizio di Azioni Internazionali Esterne alla UE. I compiti da assegnare alla *task force* sarebbero quelli di redigere, controllare e rivedere le politiche, con accordi di partnership, per assicurare coerenza strategica. La *task force*, inoltre, dovrebbe anche promuovere un sistema di *early warning* per allertare la UE dei possibili rischi di distorsione dei mercati e per prevenire possibili conflitti. Poiché l'originale proposta della Commissione non suggeriva la costituzione di una struttura comune di governo sui materiali strategici, molti paesi hanno già adottato politiche mirate, come la Germania, la Finlandia e la Francia, che sono in conflitto con la politica europea.

Il Parlamento Europeo, nella sua risoluzione, ha infine sollecitato un'ambiziosa politica di riciclaggio, soprattutto per quanto riguarda le terre rare, mediante un'*European Innovation Partnership* (EIP), che tuttavia la Germania ha bloccato sul nascere. Riutilizzare efficacemente gli elementi di terre rare esistenti in Euro-

Francesco Zarlenga
ENEA, Unità Tecnica Fonti Rinnovabili

pa, che si perdono nei materiali obsoleti o nei rifiuti, è un'azione prioritaria che può essere rapidamente attuata con la creazione di un network europeo competente sulle terre rare.
Certamente, il rapporto su cui si è basata la risoluzione del Parlamento Europeo, contiene utili raccomandazioni che possono aiutare a definire nuove strategie e soprattutto nuove azioni diplomatiche, sia di tipo strettamente commerciale, sia di nuove relazioni internazionali, ma non va dimenticato che questo settore delle materie prime strategiche deve trovare un coordinamento nel quadro complessivo dell'utilizzo efficiente di tutte le risorse naturali su cui la Commissione Europea ha presentato la settimana successiva (il 20 settembre scorso) un'apposita Comunicazione (vedasi riquadro). Il fatto che la UE sia in fase di definizione di una organizzazione unitaria e coerente nel campo delle materie prime e delle risorse naturali è indubbiamente positivo, anche se appare evidente che i tempi di reazione e di risposta attuativa saranno molto lunghi: questo processo, infatti, è iniziato nel 2008, ma siamo ancora lontani da azioni concrete.
Per quanto riguarda lo specifico settore delle materie prime critiche, va rilevato che, sebbene la UE cooperi già con l'Unione Africana, il Cile, il Giappone e gli Stati Uniti, possono essere possibili nuovi accordi anche con altri paesi come l'Argentina, il Brasile, la Groenlandia e alcuni paesi africani. Tuttavia, gli accordi, passati e futuri, non possono prescindere da vincoli legali che impongano un *audit* delle società quotate in borsa per aumentare la trasparenza delle imprese estrattive, sia da un punto di vista tributario, sia soprattutto per emarginare le produzioni provenienti da aree dove non sono garantiti i diritti umani, o dove le attività di estrazione sono socialmente e ambientalmente insostenibili.
Vanno, d'altra parte, tenuti separati i quattro punti focali del problema, ovvero le politiche, le attività di riciclaggio degli strumenti obsoleti, i nuovi materiali e le attività di ricerca sul territorio di nuove miniere. In genere, nessuno è in grado di curare al meglio i tre aspetti, perché troppo specialistici, con competenze settoriali di alto livello. Soltanto la politica può creare la sintesi delle esigenze, avendo tuttavia ben chiari gli obiettivi e altrettanto chiari gli strumenti per conseguirli. Poiché in tutta Europa le attività produttive, sia minerarie, sia di riciclaggio dei materiali obsoleti, sia di produzione di nuovi materiali sostitutivi, sono di competenza di società private e non degli Stati, appare evidente che l'approccio corretto al problema debba essere centrato sullo sviluppo di politiche internazionali e nazionali che favoriscano sia le imprese che importano, sia le imprese che direttamente curano l'estrazione, sia infine le imprese che cureranno il riciclaggio e la produzione di nuovi materiali. In tutto questo, la ricerca scientifica e l'innovazione tecnologica hanno un ruolo chiave per raggiungere la massima efficienza dei risultati con il minimo utilizzo delle materie prime e delle risorse naturali.
La necessità di *joint ventures* fra la ricerca scientifica e le imprese è un altro problema che deve trovare incentivazioni adeguate e soluzioni ottimali in molti paesi della UE, dove gli esempi del passato, come quelli del riciclaggio dei rifiuti solidi urbani in Italia, sono stati spesso fallimentari. Particolarmente lungimiranti, in questo contesto sono stati soltanto alcuni paesi (Francia, Germania e Finlandia) che hanno già messo in atto una propria *road map* per affrontare il problema delle materie prime critiche.
La posizione italiana è stata riassunta nell'intervista rilasciata a *Energia, Ambiente e Innovazione* (1-2/2011) dall' Ing. Terlizzese, DG della Direzione per le Risorse Minerarie ed Energetiche, Dipartimento Energia del Ministero dello Sviluppo Economico. Tale posizione prevede tre punti chiave:

- rilancio dell'opzione estrattiva a livello europeo, favorendo la ricerca e l'estrazione nel territorio della UE, ma anche proponendo una politica di incentivazione alle imprese estrattive europee per operare nel mercato mondiale, ad esempio con la promozione di *joint venture* con paesi produttori di materie prime strategiche;
- promuovere e favorire il riciclo di apparecchiature elettriche ed elettroniche per il riutilizzo delle materie prime rare in esse contenute e sfruttare pienamente l'*urban mining*;
- incentivare la ricerca scientifica e tecnologica europea per approfondire lo studio della problematica della sostituibilità delle materie prime critiche con altre materie prime che non risentono delle stesse limitazioni, e per individuare nuovi materiali sostitutivi o nuove tecnologie alternative.

Resource Efficient Europe: il piano di azioni UE per l'uso efficiente delle risorse

Lo scorso 20 settembre il Commissario Europeo all'ambiente, Janez Potočnik, ha presentato un piano di azione per disaccoppiare la crescita economica dell'Europa dal consumo di risorse naturali. Il Piano di azione, denominato *Roadmap to a resource efficient Europe*, segue il documento strategico sulle iniziative individuate dalla Commissione Europea per un uso efficiente delle risorse in Europa. Questo documento era stato presentato il 26 gennaio 2011 (*Resource Efficient Europe - Flagship initiative under the Europe 2020 Strategy*).

La "*Roadmap to a resource efficient Europe*" analizza sfide e opportunità nei diversi settori socio-economici per ridurre i consumi di risorse naturali senza penalizzare, anzi migliorando, i processi di sviluppo. Il documento suggerisce alla fine l'adozione di indicatori e obiettivi di efficienza uguali o comparabili per tutti i 27 paesi della UE. Dagli indicatori sono escluse le risorse idriche che saranno già regolamentate, in tal senso, entro il 2012. La proposta di indicatori di efficienza è di carattere sperimentale e non è un vincolo legale, almeno per ora e fino a quando non saranno disponibili i risultati di questa sperimentazione e le valutazioni di impatto derivante dall'introduzione di questi indici. Dopo la sperimentazione e il monitoraggio sull'uso efficiente delle risorse (attraverso un'opportuna misura di "produttività delle risorse"), potrebbe accadere che gli indicatori finali, o quelli da identificare come definitivi, siano diversi o modificati rispetto a quelli proposti. In questo quadro, esistono altri aspetti strettamente connessi da risolvere per migliorare un efficiente uso delle risorse.

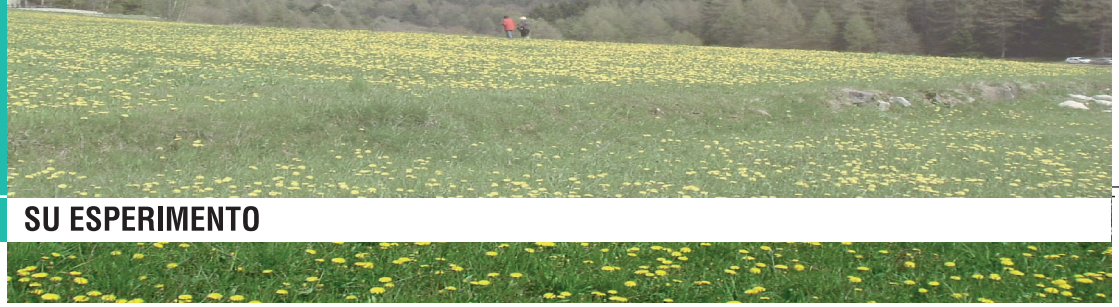
Il primo e più controverso è quello di eliminare il regime di sussidi adesso esistente in molti paesi della UE su certe produzioni o su certi prodotti. Inoltre, appare necessario spostare la tassazione sui processi produttivi, ed in particolare la tassazione del lavoro, a quella sulle risorse impiegate e al loro utilizzo. Questo perché i prezzi finali dei prodotti (a causa dei sussidi e a causa della tassazione sul lavoro) non rispecchiano né il valore naturale delle risorse utilizzate, né l'impatto sulle risorse naturali (il capitale naturale) che i sistemi di produzione (capitale economico) possono avere. In questo modo, è più chiaro sia alle imprese, sia a chi investe in attività economiche, quali sono le pratiche ed i processi che vanno nella direzione della *green economy* (minor uso di risorse naturali ed economicamente più convenienti) rispetto a quelle non ambientalmente sostenibili (maggior uso delle risorse naturali ed economicamente non convenienti).

Il secondo aspetto è come valorizzare, alla pari di una risorsa naturale, una materia prima ottenuta dal riciclaggio dei rifiuti. In questo caso, bisognerà incidere su strategie, metodi e azioni che combinino, da una parte, il processo di *life cycle assessment* dei prodotti e dall'altra i processi di gestione sostenibile dei rifiuti, che portino al loro azzeramento attraverso il riciclaggio e la produzione di materie prime seconde di alta qualità.

Il terzo aspetto riguarda la ricerca scientifica e l'innovazione tecnologica che devono essere promosse e incoraggiate per favorire e accompagnare la transizione dello sviluppo economico da una situazione in cui la produzione materiale è molto alta, e alto è anche l'impiego delle risorse naturali, a una condizione di dematerializzazione della società, in cui non vi è più consumo delle risorse, essendo le stesse rinnovate e rinnovabili.

I settori economici maggiormente coinvolti per raggiungere un uso efficiente delle risorse sono principalmente il settore alimentare (l'alimentazione e la produzione alimentare), quello residenziale (le attività terziarie, gli edifici e le costruzioni), ed infine, la mobilità (autoveicoli e trasporti), che sono complessivamente responsabili, nei paesi industrializzati, del 70-80% degli impatti delle attività umane sulle risorse naturali.

(*Valerio Abbadessa*)



GIARDINAGGIO ALTERNATIVO

Nel giugno 2011 è partito un progetto sperimentale di gestione sostenibile dei 50 ettari di prato e giardini del Centro Ricerche ENEA della Casaccia. Attori principali del progetto sono 5 giovani asinelli, che hanno il compito di tosaerba ecologici e di decespugliatori ad impatto zero. Qui di seguito il primo bilancio di questo esperimento

Progetto pilota per la gestione integrata del verde nel Centro Ricerche ENEA della Casaccia

Patrizia Menegoni, Massimo Iannetta, Marcello Barlattani, Federica Colucci, Claudia Trotta, Marco Citterio, Federico Cipolla

Dal 18 giugno sono presenti nel Centro Ricerche della Casaccia degli ospiti un po' insoliti: cinque asini, due amiatini e tre tolfetani, che pascolano indisturbati in alcune aree verdi. Il loro compito è quello di sfalciare l'erba: brucando l'erba presente nelle aree verdi del Centro, gli asini, in modo naturale, controllano e contengono la crescita dell'erba e di alcuni arbusti. Hanno un contratto a tempo determinato (nel periodo invernale ritorneranno a casa, sui monti della Tolfa) che prevede pasti ricchi in quantità e varietà di specie erbacee, come retribuzione per la loro attività.

In tempi di crisi economica, e in un contesto sociale ed economico in cui il lavoro umano è una risorsa sempre più rara e costosa, anche in Italia, come in alcuni paesi nordeuropei, sono sempre più diffuse iniziative ed esperienze che utilizzano e promuovono l'impiego di erbivori, in particolare ovini, caprini ed equini, per la gestione ecologica ed economicamente sostenibile di aree verdi sia urbane che naturali. Tra le esperienze più recenti, ricordiamo il gregge di 1200 pecore che pascola nei cinque ettari dello stabilimento della Whirpool di Varese, i sette asini che provvedono al taglio dell'erba nell'ospedale di Asti gestiti dai pazienti di un Centro di Salute Mentale, gli asini "netturbini" di Castelbuono, in provincia di Palermo, che provvedono alla raccolta differenziata ed infine l'esperienza promossa nel 2005 dal presidente della Provincia di Treviso, Luca Zaia, che utilizzò sei asini per lo sfalcio di alcune scarpate nei tratti autostradali della Provincia.

Anche alcuni piccoli comuni, Comunità Montane ed altre strutture promuovono con incentivi economici, l'utilizzo di asini per lo sfalcio di terreni marginali e non più utilizzati per attività agricole, ma funzionali alla conservazione del paesaggio e della biodiversità, alla promozione del turismo ed alla tutela della sicurezza dei cittadini, in particolare dagli incendi boschivi.

Patrizia Menegoni[1], Massimo Iannetta[1], Marcello Barlattani[1], Federica Colucci[1]
ENEA, Unità Tecnica Sviluppo Sostenibile ed Innovazione del Sistema Agro-Industriale
Claudio Trotta
Forum Plinianum, International Association for Biodiversity and System Ecology, Roma
Marco Citterio
Direttore del Centro Ricerche ENEA della Casaccia
Federico Cipolla
ENEA, Centro Ricerche Casaccia

In questo contesto, è nato il progetto pilota "Equus-sostenibile", realizzato grazie alla collaborazione tra il laboratorio UTAGRI-ECO (Laboratorio Gestione sostenibile degli agro-sistemi) dell'Unità Tecnica Sviluppo Sostenibile ed Innovazione del Sistema Agro-Industriale e la Direzione del Centro Casaccia. Un esempio di come idee e competenze interne all'ENEA possano dare un contributo, anche economicamente significativo, alla soluzione di problemi gestionali dei Centri di Ricerca ENEA.
"Equus-sostenibile" non è un progetto innovativo, né un progetto di ricerca: è un progetto per la reintroduzione di una buona e "antica" pratica, la cui efficacia però sarà valutata anche con gli strumenti metodologici della ricerca.
Il Centro Ricerche della Casaccia, storicamente un'azienda agricola, ha tutte le caratteristiche per riproporre in chiave moderna le migliori pratiche gestionali e mettere in atto a scala aziendale quelle tecniche-pratiche che sarebbe utile trasferire ad amministrazioni pubbliche, aziende agricole, imprese.
La gestione sostenibile della complessità ambientale comprende aspetti che integrano innovazione tecnologica e buone pratiche gestionali, risultato della presenza dell'uomo sul territorio.

Perché l'asino

Tra i diversi erbivori potenzialmente idonei per questa attività, è stato scelto l'asino per le sue particolari caratteristiche e per le specifiche esigenze del Centro.
L'asino, infatti, si adatta a superfici di limitata estensione ed anche a diverse condizioni climatiche senza esigenze strutturali (tettoie e/o capannoni) per il ricovero, soprattutto nel periodo compreso tra la primavera e l'autunno; è facile da gestire e da organizzazione del pascolamento; ha un peso ridotto e la possibilità di essere utilizzato su superfici a forte pendenza; è docile e consuma una quantità di foraggio elevata in relazione alla sua massa corporea (vantaggio rispetto ai ruminanti, se si desidera un efficace asporto di fitomassa con metodi ecologici).
Gli asini hanno un'ottima resa nel pascolo controllato (confinato con recinzioni elettrificate), perché non disdegnano neppure la vegetazione legnosa fino a 1-2 cm di diametro e, grazie alla loro mole contenuta, non rovinano eccessivamente il suolo anche in caso di forti pendenze.
Gli asini inoltre, nutrendosi anche di piante di scarso valore foraggero (ad esempio *Festuca varia*, *Cardus spp.*, *Molinia spp.*, *Rumex crispus*, *Carex divulsa*) e di varie felci ed arbusti (*Pteridium aquilinum*, *Salix sp*, *Spartium junceum*, *Rubus ulmifolius*, *Laurus nobilis*, *Ruscus aculeatus*, *Ulmus minor*) possono contenere il ricaccio della vegetazione tagliata dall'uomo.

Aree verdi nel CR Casaccia

Nel Centro Ricerche della Casaccia, che ha un' estensione di oltre 50 ettari di cui 30 a prato e quindi pascolabili, sono state individuate, per la fase iniziale del progetto, solo alcune aree da destinare agli asini.
Alcune presentano anche superfici in pendenza, utili per valutare l'efficacia del pascolamento ed il risparmio economico rispetto allo sfalcio meccanico. Le aree adibite al pascolamento degli asini sono state recintate, con recinzioni fisse e mobili elettrificate, per evitare lo sconfinamento degli animali.
Le aree individuate nel CR Casaccia sono evidenziate nella figura 1.



FIGURA 1 Perimetrazione delle aree verdi del CR Casaccia, riportate su immagine satellitare (Geoeye)
Fonte: ENEA

Attualmente, le aree che sono state interessate al pascolamento sono la A1, la A1bis e l'A2 e si sta procedendo in questi giorni alla recinzione dell'area A3.
Nelle aree interessate al progetto sono stati installati fontanili o recipienti mobili collegati alla rete idrica, per garantire la continua disponibilità di acqua per l'abbeveramento.
La superficie attualmente pascolata è pari a 2,5 ettari.

Risultati

Questa prima fase del progetto ha dimostrato come gli asini siano in grado di contenere efficacemente la crescita della maggior parte delle specie erbacce, prevalentemente graminacee, presenti nelle aree verdi del Centro. Si è osservata una completa asportazione, pari ad alcuni millimetri, dal livello del terreno. Infatti gli asini, ed in generale gli equini, riescono, a differenza di altri erbivori, a rasare il cotico erboso ad un livello prossimo a quello del terreno. Tale caratteristica è dovuta all'azione sinergica degli incisivi superiori e inferiori e delle labbra. Le foto delle figure 2 e 3 mostrano chiaramente le differenze tra il "prima" e il "dopo" del pascolamento.



FIGURA 2 Arrivo degli asini il 18 giugno nell'area A1
Fonte: ENEA



FIGURA 3 Dopo soli 15 giorni i risultati dell'attività tosaerba degli asini
Fonte: ENEA

In questa prima fase del progetto, considerando che gli asini sono stati introdotti quando lo sviluppo vegetativo di molte essenze era in uno stato avanzato, e quindi meno appetibile perché più coriaceo, si è osservato che alcune specie, come la cicoria (*Cichorium intybus*) e il romice (*Rumex crispus L.*), sono state completamente defoliate e sul terreno sono rimasti solo gli steli legnosi.
Per il rovo si è osservata solo una parziale defoliazione, mentre sono stati asportati completamente i polloni della mimosa.
Per quanto riguarda gli arbusti, è stata osservata una defoliazione a carico del cerro (*Quercus cerris*,) e dell'alloro (*Laurus nobilis L.*,). Si è osservata anche l'asportazione della corteccia di rami di eucalipto (*Eucalyptus globulus*), accidentalmente caduti a terra.
Gli asini hanno rifiutato alcune essenze, quali, a titolo esemplificativo, l'iperico (*Hypericum perforatum*), la saponaria (*Saponaria officinalis) e* il verbasco *(Verbascum thapsus).*
Risultati soddisfacenti sono stati ottenuti anche sulle scarpate dell'area A1bis e A2, dove si è osservata una graduale e costante asportazione della biomassa vegetale.
Inoltre, si deve rilevare che nell'azione di contenimento delle erbe, esercita un ruolo importante anche il calpestio esercitato dagli asini.

Conclusioni

Dal punto di vista gestionale, i risultati ottenuti in questi primi 4 mesi del progetto sono stati molto soddisfacenti: gli asini si sono adattati alla perfezione all'ambiente loro destinato nel Centro e non sono stati registrati problemi particolari nella loro gestione.
Il cosiddetto "governo della mano" (che consiste in un quotidiano controllo a vista dello stato degli animali, in particolare delle zampe, e della disponibilità

di acqua nei fontanili), effettuato per pochi minuti da un addetto con cadenza giornaliera, si è rivelato sufficiente a garantire una gestione corretta. In realtà, il controllo è stato effettuato anche da decine di persone che hanno gli uffici o i laboratori nelle vicinanze dei siti di pascolo, le quali, transitando quotidianamente in quelle aree, hanno contribuito indirettamente alla gestione, segnalando alla Direzione e al servizio di manutenzione ogni eventuale minimo problema, dall'acqua stagnante nel fontanile, a segnalazioni del tipo: "è ora di spostarli: hanno finito l'erba".
Di fatto, quindi, quella che era una delle principali preoccupazioni all'inizio del progetto, la interazione degli animali con il personale e con gli ospiti che frequentano il Centro, si è rivelata infondata: non solo non sono stati rilevati problemi di sorta, sia nelle zone a recinzione fissa, che nelle zone a recinzione mobile elettrificata, ma di fatto, gli asinelli sono ormai stati adottati come *mascotte* da una buona parte del personale del Centro.
Dal punto di vista della efficienza di "taglio" i risultati sono molto buoni, come detto ed evidenziato in foto, tanto che nelle aree ad essi destinate è stato possibile evitare l'intervento del servizio di manutenzione del verde. Questo nonostante il progetto sia partito con un certo ritardo rispetto al periodo ottimale di inizio del pascolo di questi animali, tipicamente la fine di marzo.
Per il prossimo anno è quindi prevista la anticipazione dell'ingresso nel Centro degli asini, in modo da rendere più efficace il pascolamento e mantenere meglio sotto controllo la vegetazione erbosa, in particolare nelle zone nelle quali questo aspetto riveste la massima importanza ai fini della sicurezza degli impianti.
I risultati ottenuti suggeriscono anche l'opportunità di aumentare il numero di capi e di estendere le aree interessate.

Dal punto di vista economico, il progetto è un successo. L'intervento degli asini che, va ricordato, è stato realizzato a costo zero, ha consentito lo sfalcio di 2,5 ha di terreno del Centro; di questi, un ettaro viene normalmente trattato con falciatrice, mentre 1,5 ha vengono trattati con decespugliatore. Su base annua, il risparmio ottenuto si aggira sui 13.000 €, a fronte di una spesa sostenuta per la realizzazione delle recinzioni fisse e l'acquisto delle recinzioni mobili di circa 9.500 €, il costo delle quali è quindi già stato ripagato, considerando che la maggior parte degli interventi di manutenzione del verde viene effettuata nel periodo estivo.
In conclusione, il progetto si sta senz'altro rivelando un buon esempio di gestione delle zone verdi di aree private, mostrando anche la possibilità di replicabilità negli altri Centri ENEA che presentino le stesse problematiche del Centro Casaccia.
I primi risultati indicano anche che l'estensione delle aree trattate potrebbe portare un potenziale notevole contributo alla sostenibilità economico ambientale della gestione del Centro Casaccia.



ENERGIA DAL MARE

Sviluppare il potenziale dell'energia del mare e sfruttare le opportunità che offre la configurazione geografica dell'Italia bagnata per oltre 8.000 km dal Mediterraneo, è la grande sfida tecnologica che l'Italia deve anche affrontare per rispondere alla sempre più impellente necessità di disporre di energie pulite e rinnovabili.
Rispetto a fonti più mature e consolidate come eolico, solare e biomasse, lo sfruttamento della forza di onde, correnti e maree avviene attualmente solo grazie a pochi prototipi, ma le potenzialità sono molto promettenti, come risulta dal lavoro che ENEA ed altre Istituzioni pubbliche e private stanno effettuando. L'ENEA, in particolare, sta raccogliendo nuovi dati ed informazioni da inserire nei modelli oceanografici del Mediterraneo già sviluppati nei propri laboratori, per elaborare una mappa dei siti che meglio si prestano alla realizzazione di impianti per la produzione di energia dalle correnti, dalle maree e dal moto ondoso.
Molte sono le possibilità di utilizzo in Italia dell'energia dal mare attraverso sia le infrastrutture esistenti, come piattaforme marine e frangiflutti, che sistemi integrati poco invasivi e a basso impatto ambientale

Prospettive di sviluppo dell'energia dal mare per la produzione elettrica in Italia

Gianmaria Sannino, Luca Liberti, Adriana Carillo, Andrea Bargagli, Emanuela Caiaffa

Sebbene l'idea di estrarre energia dal mare risalga alla fine del XVIII secolo, quando i primi brevetti furono depositati, solo recentemente, a causa del riscaldamento globale e all'esaurimento delle riserve fossili, si è riacceso l'interesse nei confronti dell'energia dal mare.
In Europa dal 1986 la Commissione Europea (CE) sostiene l'attività di ricerca e sviluppo sulla conversione dell'energia marina, anche se i primi sostegni effettivi risalgono al 1993, quando la CE ha finanziato una serie di conferenze internazionali di energia del moto ondoso, come ad esempio quella ad Edimburgo (UK), e poi a seguire le conferenze tenutesi a Lisbona (PT) nel 1995, a Patrasso (GR) nel 1998 e ad Aalborg (DK) nel 2000.

L'energia può essere estratta dal mare attraverso tecnologie che utilizzano l'acqua di mare come forza motrice o che sfruttano il suo potenziale chimico o termico. In particolare possono essere individuate sei fonti distinte:

- **Onde**: energia cinetica trasferita dal vento alla superficie degli oceani.
- **Maree**: energia potenziale derivata dall'attrazione gravitazionale luni-solare degli oceani.

Gianmaria Sannino, Adriana Carillo, Andrea Bargagli, Emanuela Caiaffa
ENEA, Unità Tecnica Modellistica Energetica Ambientale
Luca Liberti
ISPRA

- **Correnti di marea**: energia cinetica delle correnti marine derivate dall'innalzamento e abbassamento della colonna d'acqua a causa delle maree.
- **Correnti marine**: energia cinetica delle correnti dovute alla differenza di densità tra masse d'acqua e/o al vento superficiale.
- **Gradienti di temperatura**: energia termica derivata dalla differenza di temperatura tra gli strati superficiali degli oceani riscaldati direttamente dal sole e gli strati profondi più freddi.
- **Gradiente di salinità**: energia osmotica derivata dalla differenza di salinità tra gli oceani e l'acqua dolce presente alla foce dei fiumi.

Alcune di queste risorse, come le correnti marine e il gradiente di salinità, sono distribuite a livello globale, mentre altre forme di energia marina sono presenti in maniera complementare tra di loro. L'energia termica degli oceani, per esempio, è principalmente presente ai tropici (latitudine 0° a 35°), mentre l'energia delle onde si concentra alle medie latitudini (tra 30° a 60°, Figura 1). Inoltre, mentre alcune risorse energetiche marine, come ad esempio quella termica, le correnti di marea, e i gradienti di salinità, possono essere usate per generare elettricità in maniera continua, altre sono soggette ad un'alta variabilità temporale e per questo possono produrre energia solo in maniera discontinua.
Sebbene una valutazione approfondita della risorsa energetica marina sia ancora in fase preliminare, le prime stime a livello globale hanno indicato come potenziale energetico teorico nelle sue diverse forme 7400 EJ/yr (1 Exajoule = 10^{18} joule) (Rogner et al., 2000). Di questi, la quasi totalità (7200 EJ/yr) deriva dal gradiente di temperatura, mentre le altre forme di energia sono così distribuite: 83 EJ/yr dal gradiente di salinità, 79 EJ/yr dalle maree, e 65 EJ/yr dalle onde. Per avere un termine di paragone, il consumo energetico mondiale nel 2006 è stato di circa 470 EJ (IEA, 2006). Recentemente Krewitt et al. (2009) hanno invece indicato come potenziale energetico globale degli oceani 3249 EJ/yr, con una distribuzione, nelle sue diverse forme, sostanzialmente simile alla precedente.

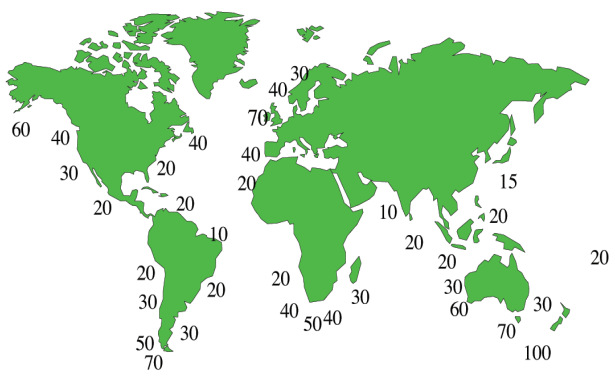


FIGURA 1 Stima dell'energia ondosa a livello globale espresso in kw/m
Fonte: Soerensen and Winstein, 2008

Come si è detto, esistono diverse fonti di energia dal mare ed ognuna di queste richiede una specifica tecnologia per la conversione in energia elettrica. Numerosi progetti di ricerca sono stati indirizzati soprattutto alla conversione di energia dalle onde e dalle correnti di marea e taluni hanno ormai raggiunto la fase di prototipo dimostrativo. Tuttavia, nonostante molti di questi dispositivi abbiano dimostrato la loro applicabilità anche in difficili condizioni operative, come mareggiate oceaniche, non si è ancora arrivati alla loro fase di commercializzazione (una lista si trova nel sito http://www.equimar.org/equimar-project-deliverables.html). Solo un dispositivo di conversione dell'energia ondosa, il PELAMIS, ideato dalla Pelamis Wave Power Ltd, risulta pronto alla commercializzazione (Figura 2). La sola tecnologia in uso che commercializza l'energia prodotta è quella relativa agli sbarramenti di marea, il cui esempio più significativo è rappresentato da una installazione da 240 MW presente dal 1966 a La Rance, nella zona nord-ovest della Francia. Lo scorso agosto è stato inaugurato un altro impianto a sbarramento a Shihwa, in Corea del Sud. I lavori di costruzione di questo impianto sono durati sette anni, e il prossimo dicembre la centrale da 254 MW entrerà definitivamente a regime.

Il Mediterraneo è un mare marginale, e come tale è caratterizzato da una circolazione marina con associati gradienti di temperatura sensibilmente più deboli rispetto a quelli oceanici. Queste caratteristiche limitano le fonti energetiche disponibili nel Mediterraneo alle correnti di marea, alle onde, e alla differenza di salinità.



FIGURA 2 Dispositivo di conversione dell'energia ondosa PELAMIS
Fonte: Pelamis Wave Power Ltd

L'energia del moto ondoso disponibile per la conversione in energia elettrica nel Mediterraneo è relativamente bassa se paragonata a quella che può essere ricavata dagli oceani: le onde, infatti, risentono delle dimensioni ridotte del bacino e sono caratterizzate da altezze significative e periodi minori rispetto a quelle oceaniche.
Le correnti di marea rappresentano la risposta barotropica delle masse d'acqua marina alle fluttuazioni della superficie del mare dovuta alle maree; sono quindi movimenti orizzontali di acqua che risentono fortemente della variazione di profondità del fondo marino, e si intensificano negli stretti e nei canali. Per quanto riguarda i mari che circondano l'Italia, le regioni più interessanti in termini di correnti di marea sono lo stretto di Messina, la laguna di Venezia, il canale di Sicilia e le Bocche di Bonifacio in Sardegna. Uno dei vantaggi più evidenti legati allo sfruttamento dell'energia delle correnti di marea è rappresentato dalla possibilità di valutare in maniera quasi esatta l'energia teorica disponibile annualmente in un sito. Questa fonte di energia rinnovabile è infatti indipendente dalle condizioni atmosferiche e dai cambiamenti climatici ed essendo legata esclusivamente alle fasi lunari è possibile conoscerne, per un dato sito, la velocità alle diverse ore del giorno, per ogni giorno dell'anno, potendo in questo modo predire con matematica certezza l'energia estraibile.

Il possibile sfruttamento di queste potenzialità, tuttavia, è strettamente legato a una conoscenza dettagliata della velocità delle correnti, dell'altezza delle onde e dall'intensità delle maree. Le mappe che descrivono le correnti marine disponibili per il Mar Mediterraneo, e i mari italiani in particolare, sono state realizzate interpolando spazialmente i dati sperimentali ottenuti dalle decine di campagne oceanografiche che si sono succedute negli ultimi quaranta anni. Nonostante la grossa mole di dati utilizzati, il risultato finale non può essere considerato sufficiente ai fini della valutazione del potenziale energetico delle correnti di marea, anche a causa della disomogeneità spaziale e della discontinuità temporale dei dati raccolti.
Un discorso analogo vale per la stima dell'energia associata al moto ondoso dei mari italiani. Ad oggi il potenziale energetico è valutato mediante dati registrati dalle 15 boe della Rete Ondametrica Nazionale (RON), attiva dal 1989 e gestita dal Servizio Mareografico dell'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA). Le boe RON sono distribuite lungo tutta la fascia costiera italiana secondo lo schema riportato in Figura 3. I dati ottenuti dall'analisi delle boe RON, nonostante costituiscano una fonte insostituibile di informazioni, non forniscono una copertura spaziale adeguata per l'individuazione dei siti costieri adatti all'estrazione dell'energia ondosa. Di contro, gli attuali modelli numerici hanno raggiunto un elevato livello di complessità, tale da renderli lo strumento più idoneo alla descrizione dettagliata della circolazione marina e del moto ondoso. Uno dei vantaggi più evidenti legati allo sviluppo di modelli numerici per la simulazione delle correnti marine e del moto ondoso è rappresentato dalla possibilità di valutare in anticipo, e con un discreto grado di affidabilità, l'energia teorica disponibile nel sito in cui si è deciso di installare un dispositivo di conversione. La possibilità di valutare l'energia teorica disponibile nel sito anche per il prossimo futuro, secondo gli scenari climatici per esempio suggeriti dall'IPCC, costituisce un ulteriore vantaggio.
In conseguenza di quanto sopra detto, l'Unità Tecnica UTMEA dell'ENEA, nell'ambito dell'accordo di programma tra Ministero dello Sviluppo Economico ed



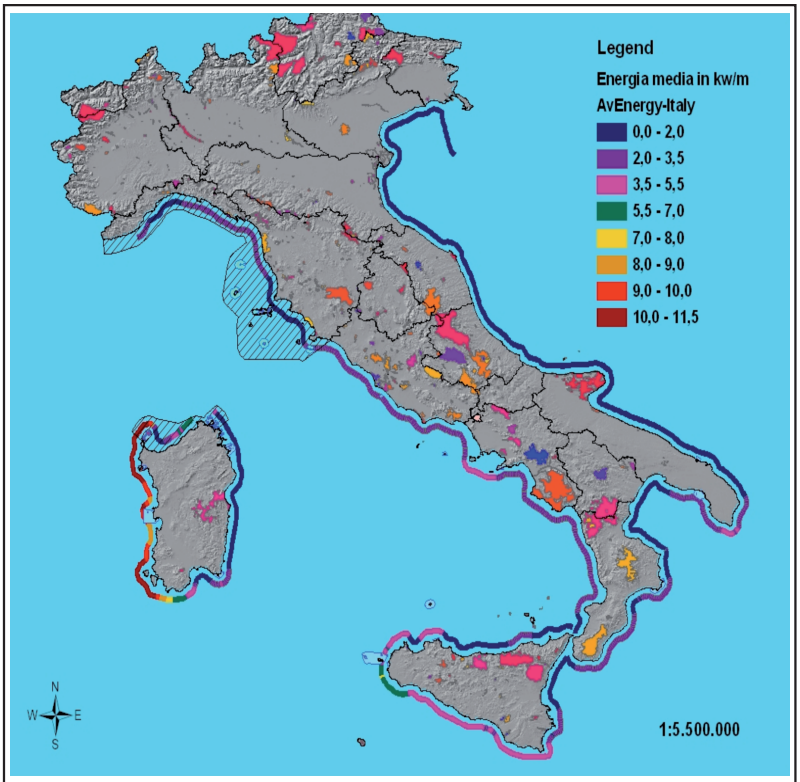


FIGURA 3 Rappresentazione GIS della mappa dell'energia media annuale del moto ondoso disponibile lungo le coste italiane calcolata per il periodo 2001-2010
Fonte: ENEA

ENEA sulla ricerca di sistema elettrico, ha valutato il potenziale energetico del moto ondoso in prossimità delle aree costiere italiane mediante l'uso di strumenti innovativi di modellistica oceanografica.
In Figura 3 è riportata la climatologia stagionale del potenziale energetico ondoso lungo la fascia costiera italiana. I dati si riferiscono agli ultimi dieci anni e sono stati ricavati mediante una simulazione numerica effettuata in ENEA con il modello WAM (*WAve prediction Model,* WAMDI Group 1988). Dalla figura si può notare che le regioni caratterizzate dai valori più elevati sono la Sardegna e la Sicilia. In particolare, l'intera costa occidentale della Sardegna è interessata da valori superiori a 12 kW/m sia in inverno che in autunno, mentre, per quanto riguarda la Sicilia, i siti più significativi si trovano alle due estremità est e ovest della costa meridionale.

Sempre nell'ambito dell'accordo di programma tra Ministero dello Sviluppo Economico ed ENEA sulla ricerca di sistema elettrico, UTMEA ha organizzato lo scorso 16 e 17 giugno il primo workshop italiano dedicato all'energia dal mare. Al workshop *Prospettive di sviluppo dell'energia dal mare per la produzione elettrica in Italia* hanno preso parte i principali esperti italiani operanti nel campo dell'energia dal mare, quali i ricercatori del CNR, dell'Università Mediterranea di Reggio Calabria, delle Università di Bologna, Padova, Napoli, dei Politecnici di Milano e Torino, della società Ponte di Archimede SpA, e rappresentanti del Gestore dei Servizi Energetici (GSE), della Ricerca sul Sistema Energetico (RSE) e di Terna.

Gli interventi hanno fornito un quadro generale delle attività nel settore dell'energia dal mare in Italia. Sono state illustrate sia le attività di ricerca e sperimentazione di nuovi convertitori di energia da onde e correnti, sviluppati appositamente per i mari italiani, sia recenti stime relative alle risorse disponibili. In particolare, durante il workshop sono stati presentati i risultati relativi ad alcuni dispositivi brevettati in Italia. Tra questi ricordiamo KOBOLD, il primo prototipo di turbina marina ad asse verticale ideato per lo sfruttamento delle correnti di marea. Il prototipo, nato dalla collaborazione tra il Dipartimento di Ingegneria Aerospaziale (ADAG) dell'Università Federico II di Napoli e la società Ponte di Archimede SpA, è stato positivamente testato nello Stretto di Messina, dove è operativo da diversi anni. Sempre nel campo dei convertitori delle correnti di marea è stato presentato il prototipo GEM, nato dalla collaborazione tra ADAG e il Parco Scientifico e Tecnologico del Molise. Il prototipo, dopo una fase di sperimentazione in vasca, è pronto per essere installato vicino Venezia.
Per quanto riguarda i convertitori del moto ondoso, è stato presentato il brevetto italiano relativo a una diga a cassoni, denominata REWEC3 (*Reasonant Wave Energy Converter*), per lo sfruttamento dell'energia

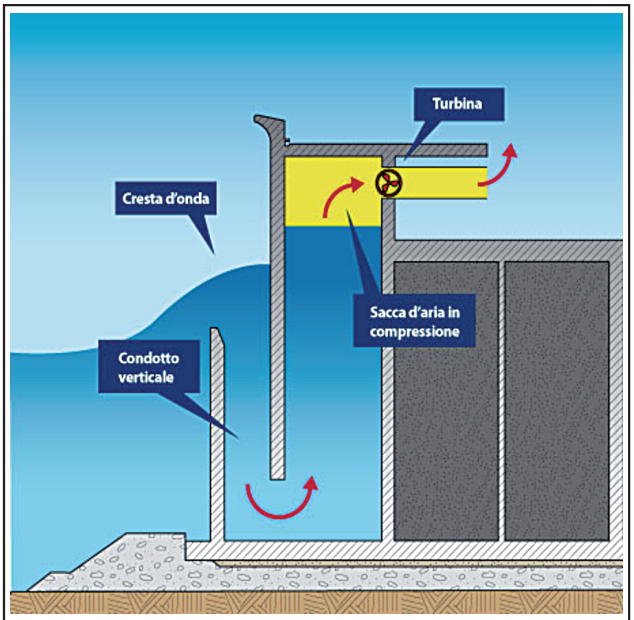


FIGURA 4 Schema semplificato di un sistema di conversione REWEC3
Fonte: Università Mediterranea di Reggio Calabria

ondosa sotto costa. Il cassone Rewec3 (Figura 4), ideato dal Dipartimento di Ingegneria dell'Università Mediterranea di Reggio Calabria (Arena, 2008), è uno dei brevetti italiani più interessanti. É stato ideato per essere integrato in dighe foranee, quindi in strutture preesistenti delle quali già si conosce l'impatto ambientale. Un altro punto di forza del REWEC3 è il costo relativamente basso. Si tratta di apportare modifiche a cassoni già utilizzati per la costruzione di dighe foranee, con un costo aggiuntivo pari al 5% del totale, facilmente ammortizzabile quando inizia la produzione di energia.

Un altro brevetto interessante presentato al workshop è ISWEC (*Inertial Sea Wave Energy Converter*), un dispositivo galleggiante che utilizza gli effetti giroscopici per convertire l'energia (cinetica e potenziale) delle onde marine in energia elettrica (Bracco, 2011). Il sistema è composto da uno scafo galleggiante completamente sigillato al cui interno ruota in sospensione un volano. Il moto del galleggiante perturba lo stato di moto del volano che, reagendo con un moto relativo di precessione, aziona l'albero di un generatore elettrico che produce energia elettrica. ISWEC, sviluppato presso il Politecnico di Torino, è stato concepito espressamente per l'utilizzo delle onde corte e poco potenti tipiche del Mediterraneo. In tali condizioni il sistema esprime il massimo della sua produttività, in quanto la potenza convertibile da ISWEC è proporzionale al quadrato della frequenza dell'onda, per cui inversamente proporzionale alla lunghezza d'onda.

In conclusione, dal workshop è emerso che, sebbene il potenziale energetico dei mari italiani sia minore di quello dei paesi che si affacciano sull'oceano, un'accurata scelta dei siti e dei relativi dispositivi di conversione di energia ondosa e correnti di marea potrebbe dare un contributo significativo al mercato dell'energia elettrica da fonti rinnovabili in Italia.

A livello europeo, l'ENEA ha aderito al programma congiunto di ricerca sull'energia dal mare (*JP Marine Renewable Energy*) proposto dalla EERA (*European Energy Research Alliance*). Il progetto congiunto ha lo scopo di coordinare la ricerca nel settore dell'energia dal mare e sostenere lo sviluppo di questo settore emergente delle energie rinnovabili in Europa.

Bibliografia

[1] Arena, F., Ascanelli, A., Romolo, A. (2008) *On design of the first prototype of a REWEC3 caisson breakwater to produce electrical power from wave energy*, Mediterranean Days of Coastal and Port Engineering, PIANC-AIPCN, Palermo (Italy), October 7-9.

[2] Bracco G., Giorcelli E., Mattiazzo G., *ISWEC: A gyroscopic mechanism for wave power exploitation*, Mechanism and machine theory, pp. 14, 2011, ISSN: 0094-114X, DOI: 10.1016/j.mechmachtheory.2011.05.012

[3] *Dati Rete Ondametrica Nazionale* (RON)- http://www.idromare.it/

[4] IEA, 2006: *World energy outlook 2006*. International Energy Agency, OECD Publication Service, OECD, Paris. www.iea.org

[5] Rogner, H.-H., F. Barthel, M. Cabrera, A. Faaij, M. Giroux, D. Hall, V. Kagramanian, S. Kononov, T. Lefevre, R. Moreira, R. Nötstaller, P. Odell, and M. Taylor (2000). Energy resources. In: *World Energy Assessment. Energy and the Challenge of Sustainability*. United Nations Development Programme, United Nations Department of Economic and Social Affairs, World Energy Council, New York, USA, 508 pp.

[6] Sims, R.E.H., R.N. Schock, A. Adegbululgbe, J. Fenhann, I. Konstantinaviciute, W. Moomaw, H.B. Nimir, B. Schlamadinger, J. Torres-Martínez, C. Turner, Y. Uchiyama, S.J.V. Vuori, N. Wamukonya, and X. Zhang (2007). Energy supply. In *Climate Change 2007: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. B. Metz, O.R. Davidson, P.R. Bosch, R. Dave, and L.A. Meyer (eds.), Cambridge University Press, pp. 251-322.

[7] Soerensen, H.C. and A. Weinstein, *Ocean Energy: Position paper for IPCC, Key Note Paper for the IPCC Scoping Conference on Renewable Energy*, Lübeck, Germany, January 2008.

[8] WAMDI-group: S. Hasselmann, K. Hasselmann, E. Bauer, P.A.E.M. Janssen, G.J. Komen, L.,Bertotti, P. Lionello, A. Guillaume, V.C. Cardone, J.A. Greenwood, M. Reistad, L. Zambresky and J.A. Ewing, 1988. *The WAM model - a third generation ocean wave prediction model*. J. Phys. Ocean. 18, 1.



Energia elettrica dalle maree

Domenico Coiro

L'energia dalle maree deriva dal moto periodico di salita e discesa di grandi masse di acqua che sono attratte dall'azione gravitazionale della luna e del sole. Nei luoghi dove la morfologia del terreno lo consente, come ad esempio negli stretti, il fenomeno delle maree accoppiato con la presenza di canali, causa l'accelerazione della velocità dell'acqua che in alcuni luoghi della terra possono raggiungere anche 15 m/s (10 nodi). Poiché generalmente ci vogliono 6 ore per raggiungere la massima velocità ed altrettante per scendere, ogni giorno si ha l'inversione delle correnti per 4 volte. Ogni 28 giorni c'è la migliore combinazione di allineamento tra terra, sole e luna e quindi si ha la marea più forte, mentre ci sarà un giorno in cui essa è la più debole del mese.

L'energia elettrica pulita può essere generata in due maniere: costruzione di una barriera che viene scavalcata dalle acque quando queste si innalzano per effetto della marea, oppure tramite l'uso di opportuni idrogeneratori simili alle pale eoliche che sfruttano questa volta il moto delle acque che è causato in alcuni punti dalle maree. Gli idrogeneratori possono essere classificati in due tipi: ad asse orizzontale (l'asse intorno a cui avviene la rotazione è parallelo alla direzione della velocità) e ad asse verticale (l'asse di rotazione è perpendicolare alla direzione della velocità). Illustreremo in dettaglio solo l'energia dal moto delle acque, poiché i sistema a barriera, oltre ad avere un costo capitale molto alto, sono fortemente impattanti dal punto di vista ambientale (un esempio di questa tipologia è dato dal sistema da 240 megawatt installato a La Rance in Francia). Gli idrogeneratori, che chiameremo per semplicità turbine marine o semplicemente turbine, possono essere galleggianti ed operare in acque basse in prossimità della costa o in acque profonde, ed essere ancorati al fondo del mare o essere installati a mezz'acqua con opportuni ancoraggi al fondo. Inoltre essi possono essere dotati di diffusore (anello opportunamente sagomato intorno al rotore) oppure esserne sprovvisti. Il principio di conversione dell'energia è simile alle turbine eoliche: l'energia cinetica contenuta nella corrente di acqua è convertita in energia meccanica di rotazione e poi in energia elettrica tramite un opportuno alternatore che funge da generatore. Il grande vantaggio dell'acqua rispetto all'aria è la densità, che è circa 840 volte quella dell'aria. Si pensi che sfruttando un solo metro quadrato di acqua che viaggia a 3 m/s (circa 6 nodi) si ottengono circa 3 kW di potenza elettrica, cioè quanta ne basta per alimentare le nostre case.

Un altro grande vantaggio delle correnti marine è che queste, essendo collegate alle maree, sono perfettamente predicibili e quindi si può stimare con buona approssimazione quanta energia si può produrre ogni anno, al contrario dell'energia eolica, dove il vento è connesso alle condizioni meteoriche ed è quindi estremamente variabile. Inoltre le turbine marine, al contrario di quelle eoliche, non hanno bisogno di particolari sistemi che le proteggano dall'aumento della velocità della corrente. Ovviamente le difficoltà che presenta l'aggressivo ambiente marino, nonché le problematiche connesse con l'ancoraggio dei sistemi nel mare, hanno rallentato lo sviluppo di queste tecnologie fino ad oggi, ma sembra che ultimamente ci sia molto fermento in questo settore. É evidente che la stessa tecnologia sviluppata per le correnti marine può anche essere impiegata per le correnti fluviali o, più in generale, in tutte le situazioni dove c'è acqua in moto.

Attualmente ci sono quattro progetti in fase di sviluppo e a diversi livelli di maturità che vedono coinvolto il nostro gruppo di ricerca ADAG del Dipartimento di Ingegneria Aerospaziale dell'Università degli Studi di Napoli "Federico II".

Domenico Coiro
Università degli Studi di Napoli Fderico II, Dipartimento di Ingegneria Aerospaziale, Gruppo di ricerca ADAG

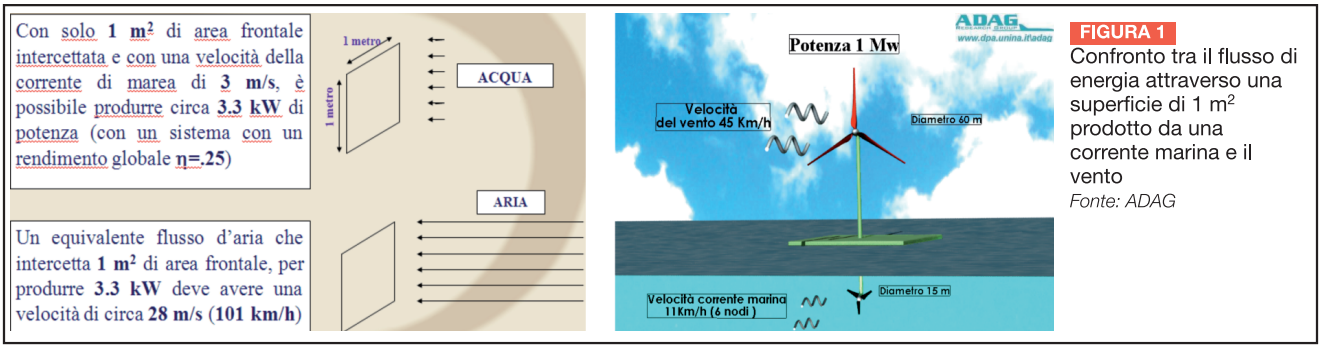


FIGURA 1
Confronto tra il flusso di energia attraverso una superficie di 1 m² prodotto da una corrente marina e il vento
Fonte: ADAG

La turbina Kobold, di proprietà della società Ponte di Archimede International Spa, che è stata brevettata internazionalmente, è una turbina ad asse verticale ancorata ad una boa, che a sua volta è ancorata al fondo del mare. Il rotore di 6 metri di diametro è ad asse verticale ed è costituito da tre pale lunghe 5 metri ancorate all'albero di trasmissione tramite 6 bracci carenati. La boa galleggiante ha un diametro di 10 metri ed è ancorata dal 2000 su di un fondale di circa 20 metri, ad una distanza di 150 metri dalla spiaggia in località Ganzirri, nella città di Messina. Attualmente la turbina è collegata alla rete elettrica nazionale ed è quindi pronta per una fase di pre-industrializzazione. Eroga circa 25 kW di potenza con una velocità di circa 2 m/s.

GEM – L'aquilone del mare, brevettato e sviluppato in collaborazione con l'Ing. Nicola Morrone e con il Parco Scientifico e Tecnologico del Molise, è invece basato su di un corpo cilindrico a cui sono vincolate due turbine ad asse orizzontale. Il corpo ha una forte spinta al galleggiamento ed è vincolato al fondo del mare tramite un cavo che parte da un argano montato a bordo del sistema. Grazie all'argano tutto il sistema si posiziona alla profondità voluta (circa 10 metri) e quando la corrente è presente esso si dispone correttamente in essa così come fa un aquilone quando è tenuto nel vento. Quando bisogna effettuare le operazioni di manutenzione, si aziona di nuovo l'argano e la spinta al galleggiamento posseduta dal GEM fa sì che questo riemerga in superficie facilitando enormemente le operazioni (e quindi i costi) di manutenzione.
Sono state svolte numerose prove numeriche e sperimentali nella vasca navale, ed il sistema ha mostrato solidità e grande stabilità al variare delle condizioni di funzionamento ed in presenza di onde.
Il sistema reale avrà due turbine con diametro di circa 3 metri, per una potenza complessiva di 20 kW, con una velocità della corrente di soli 1,5 m/s. Il primo prototipo è in fase di ultimazione e sarà installato nella Laguna di Venezia nell'autunno 2011.

Il sistema brevettato della FRI-EL SEA POWER è costituito da un pontone galleggiante ancorato al fondo marino, ma che ha la possibilità di ruotare orientandosi autonomamente nella direzione della corren-



FIGURA 2 Turbina KOBOLD
Fonte: ADAG



FIGURA 3 Turbina GEM
Fonte: ADAG

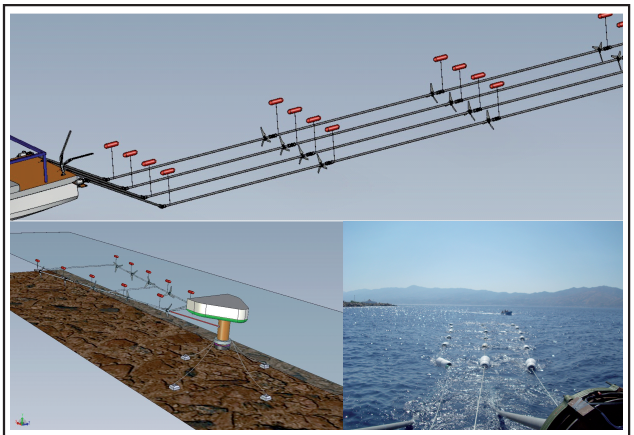


FIGURA 4 Dispositivo brevettato dalla FRI-EL SEA Power
Fonte: ADAG

te. Ad esso sono collegate alcune linee di trasmissione del moto (*i filari*) costituite da alberi rotanti sui quali sono calettate diverse idroturbine ad asse orizzontale, distanziate tra di loro in modo opportuno e tali da minimizzare le perdite dovute all'interferenza delle scie. I filari sono tenuti alla profondità voluta da una serie di galleggianti ad essi collegati e dislocati lungo gli assi. Gli alberi rotanti terminano all'interno del pontone dove sono allocati i generatori elettrici a magneti permanenti che, in presa diretta, convertono l'energia meccanica di rotazione in energia elettrica.
Un sistema a scala ridotta è stato prima testato nella vasca navale del Dipartimento di Ingegneria Navale dell'Università di Napoli "Federico II" e poi in condizione reali nello Stretto di Messina a Punta Pezzo, nel comune di Villa S. Giovanni. La massima capacità del primo sistema provato è di 6 kW, con una corrente di 2,5 m/s, mentre sono state effettuate nell'estate 2009 le prove su di un sistema di 20 kW sempre nello Stretto di Messina, ed è già iniziata la progettazione del pontone con due filari di potenza totale di 500 kW (6 turbine dal diametro di 7 metri), la cui installazione è prevista dopo l'ottenimento delle concessioni di aree dedicate nello Stretto. A tal proposito, tra l'Università degli Studi di Napoli "Federico II" e la Fri-El Seapower è stato costituito il consorzio pubblico/privato senza scopo di lucro SEAPOWER, con lo scopo di realizzare un laboratorio a cielo aperto nello Stretto di Messina, con un'area dedicata a mare in concessione ed un laboratorio installato a terra, dove si potrà dimostrare non solo la validità del sistema della Fri-El, ma si potrà anche offrire il servizio di certificazione di altri prototipi di turbine marine appartenenti anche a ditte provenienti dall'estero. Tale laboratorio sarebbe il fiore all'occhiello della Calabria e sarebbe anche foriero di un indotto nell'area depressa di Villa S. Giovanni, che potrebbe far ben sperare per il futuro. L'iter burocratico di concessione demaniale, lungo e complesso, è quasi giunto alla sua fase terminale e si spera di ottenere la concessione entro la fine dell'anno corrente.

RiverPower è un sistema composto da una o più turbine calate nella corrente d'acqua fluviale in modo da sfruttarne il moto. In funzione del sito si potrà optare tra turbine ad asse verticale sostenute da traverse (in canali artificiali, canali con forte escursione di portata, canali stretti) oppure da turbine ad asse orizzontale collegate ad un pontone emerso (fiumi molto larghi, a valle di impianti idroelettrici pre-esistenti). In ogni caso si avranno le parti elettriche, che necessitano di ispezioni e manutenzione, fuori dal'acqua e facilmente raggiungibili, mentre le turbine resteranno immerse.
Poco costoso da realizzare (non ci sono grandi opere civili), modulare in funzione delle caratteristiche del sito e dell'impegno finanziario da sopportare, semplice da installare e soprattutto da manutenere, il sistema avrà anche il valore aggiunto di potersi inserire (e dunque di rendere sfruttabili) non solo nei corsi d'acqua naturali e artificiali finora interessati, ma anche nelle acque reflue degli impianti idroelettrici già esistenti, e nei depuratori.

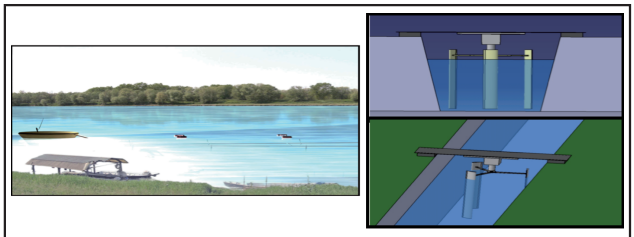


FIGURA 5 Dispositivo RiverPower
Fonte: ADAG



Conversione di energia ondosa e protezione della costa mediante dispositivi galleggianti di tipo *Wave activated bodies*

Barbara Zanuttigh, Elisa Angelelli

Introduzione e motivazione dello studio

L'utilizzo di energie rinnovabili in Italia è ancora piuttosto lontano dal target stabilito dalla Comunità Europea (6,6% sul totale dei consumi finali al 2008, rispetto all'obiettivo del 17% al 2020, dati Europe's Energy Portal, www.energy.eu). In particolare, lo sfruttamento della energia da onda – ad oggi inattivo in Italia - può risultare promettente pensando all'elevata superficie di sviluppo di tale energia, alla sua variazione stagionale simile a quella del consumo di energia elettrica e alla densità di energia maggiore rispetto alle altre fonti rinnovabili.

Inoltre, è presumibile che - per effetto dei cambiamenti climatici - le mareggiate aumenteranno in frequenza e in gravità, associate a fenomeni di innalzamento di livello del mare al quale molte strutture tradizionali di difesa dall'erosione sono particolarmente sensibili. Proteggere le coste dall'erosione e dalle inondazioni, e allo stesso tempo produrre energia, preservando l'ambiente, è quindi una grande sfida per ricercatori e costruttori.

Una tecnologia innovativa e sostenibile, proposta nell'ambito del progetto THESEUS (www.theseusproject.eu), consiste nella installazione di parchi di convertitori di energia ondosa al largo e/o sottocosta per integrare la protezione dei litorali e la produzione di energia. L'idea è di poter integrare in questi parchi ulteriori funzionalità, come maricoltura e energia da vento.

Il dispositivo in esame

Il DEXA (www.dexawave.com) è un convertitore galleggiante di tipo *Wave Activated Body* (WAB, i.e. tipologia che sfrutta il movimento oscillatorio di moduli tra loro connessi al passaggio dell'onda), costituito da due parti rigide, o pontoni, incernierati in mezzeria (Figura 1) ove è presente un sistema di estrazione dell'energia.

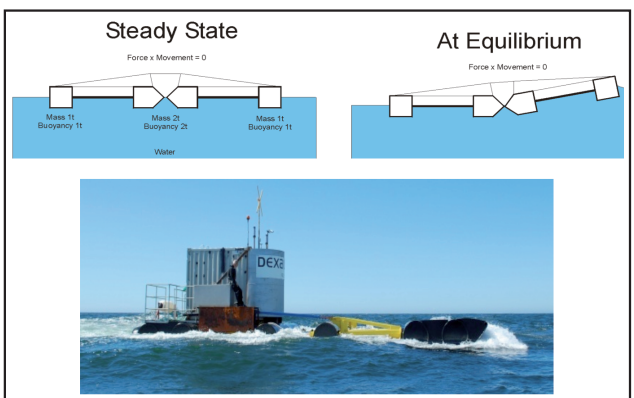


FIGURA 1 *Sopra:* rappresentazione schematica del funzionamento del DEXA
Sotto: installazione del prototipo a largo di Hanstholm (DK)
Fonte: DICAM

Barbara Zanuttigh, Elisa Angelelli
Università di Bologna, Dipartimento di Ingegneria Civile, Ambientale e dei materiali (DICAM)

Il DEXA si ispira al sistema ideato da Sir Cockerell nel 1980 (Wheeler, 2001), secondo cui un pontone galleggiante, spostato dalla situazione di equilibrio, tenta di recuperarla mediante una forza pari al 44% della sua massa totale. L'innovazione del DEXA, rispetto al sistema originario, si basa su di una ridistribuzione della spinta di galleggiamento e della forza peso alle estremità esterne del pontone, ottimizzando quindi la forza disponibile e il consumo di materiale rispetto al caso di pontone compatto.
L'ingombro complessivo del dispositivo secondo preliminare progettazione per il Mare del Nord, è stimato di circa 40 m nella direzione di propagazione dell'onda e 20 m nella direzione ad essa perpendicolare, con una emergenza massima di 2 m sul livello del medio mare. Come materiale costituente il prototipo, il calcestruzzo si considera ottimale, così da garantire una prolungata vita utile, bassi costi di manutenzione e minori problemi di corrosione rispetto all'impiego di metalli o leghe, combinati con un minore impatto ambientale.

Analisi sperimentale e sintesi dei risultati

Il DEXA è stato analizzato mediante numerose prove in vasca presso l'Università di Aalborg, DK (Zanuttigh et al., 2010; Ruol et al., 2010; Martinelli et al., 2011; Zanuttigh et al., 2011; Martinelli et al., 2011) per valutarne l'efficienza di conversione energetica e l'effetto di smorzamento delle onde incidenti. Si sono adottate differenti condizioni climatiche, a rappresentare sia il Mare del Nord sia il Mediterraneo.
Risultati ottenuti su un singolo dispositivo in scala 1:30 hanno dimostrato che un parametro essenziale è la lunghezza del dispositivo adimensionalizzata con la lunghezza d'onda al picco l/L_p (Figura 2). La lunghezza del dispositivo può quindi essere ottimizzata sulla base del clima tipico annuale del sito di installazione. L'efficienza media del dispositivo si attesta intorno al 25% e il coefficiente di trasmissione non scende mai al di sotto del 70%, evidenziando la necessità di una installazione di diversi dispositivi su più linee. Il funzionamento del dispositivo non risulta particolarmente sensibile a variazioni di fondale e di ripidità delle onde, elementi importanti ad assicurarne un buon comportamento anche in presenza di cambiamenti climatici.
Si è svolta recentemente una serie di prove che per la prima volta utilizza più dispositivi insieme (tre su due linee, Figura 3) così da valutare mutue interazioni ed effetti idrodinamici indotti da un modulo dell'ipotetico parco (Zanuttigh et al., 2011). L'analisi preliminare dei risultati suggerisce che una modesta obliquità del dispositivo rispetto all'onda incidente ed un ancoraggio che garantisca più libertà di movimento al dispo-

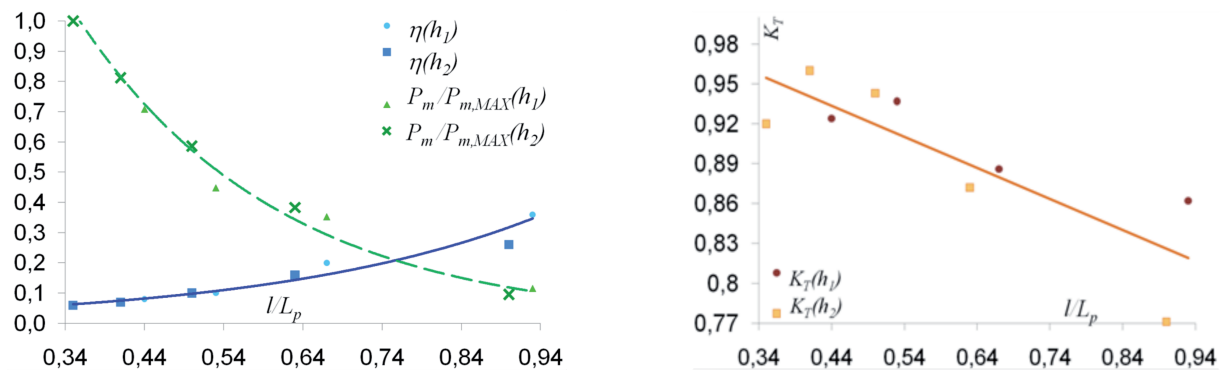


FIGURA 2 Produzione energetica (efficienza e potenza prodotta P_m adimensionalizzata con la massima $P_{m,MAX}$) e trasmissione ondosa (in termini di rapporto tra onda trasmessa e incidente, K_T) in funzione del parametro adimensionale l/L_p

Prove su dispositivo singolo in scala 1:30, clima rappresentativo del Mare del Nord. Due profondità di installazione, $h_1<h_2$.
Fonte: DICAM

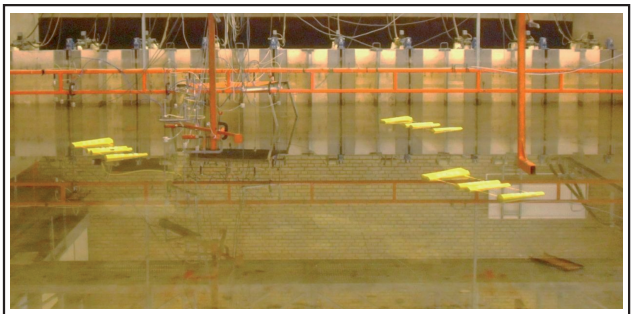


FIGURA 3 Modulo di parco di DEXA nella vasca di Aalborg, tre dispositivi in scala 1:60
Fonte: DICAM

sitivo inducano uno smorzamento più efficace delle onde incidenti. Lo studio delle altezze d'onda nel varco tra due dispositivi suggerisce inoltre di adottare un modulo di parco con dispositivi allineati nella direzione di propagazione dell'onda e posti ad una distanza minima perpendicolarmente all'onda, tale da garantire il moto di dispositivi e ancoraggi e minimizzare lo spazio occupato dal parco.

Applicabilità nel Mediterraneo e conclusioni

Si è considerata nella fase sperimentale una ipotetica installazione del DEXA nel Mar Mediterraneo davanti a Cagliari (dunque in una posizione favorevole ma non ottimale), ad una profondità di 11 m, ove l'energia ondosa annualmente disponibile è di circa 9 kW/m. Un singolo DEXA, largo 18 m e lungo 42 m, sarebbe in grado di fornire una produzione energetica di 0,15 GWh/anno – produzione energetica valutata solo in termini di potenza idraulica, e quindi prescindendo dalle perdite meccaniche e nei cavi di allacciamento. Supponendo una produzione energetica annua desiderata di 15 GWh/installazione/anno (corrispondente al fabbisogno di oltre 5.100 famiglie), si renderebbe necessario il posizionamento di n. 100 dispositivi di tipo DEXA allineati su 4 file, a fronte di uno spazio necessario per installare il parco di circa 1 km lungo costa e 0,3 km perpendicolarmente alla costa (sulla base dei dati sperimentali, si considera una distanza mutua pari alla larghezza di 1,5 dispositivi lungo costa e alla lunghezza di 1,0 dispositivo perpendicolarmente alla costa).

I dispositivi galleggianti di tipo WAB, come DEXA, risultano particolarmente promettenti per installazioni in mari relativamente poco energetici, stante la possibilità di dimensionarli in base al clima effettivo. Inoltre è particolarmente interessante la prospettiva di realizzare installazioni in parchi che occupano una porzione di spazio marino relativamente contenuta rispetto alla produzione energetica, offrendo la possibilità di integrare altre funzioni, e quindi rendere la installazione economicamente competitiva. Tra le funzioni combinate si segnala in particolare la protezione della costa, ma anche acquacultura e itticoltura, stante il modesto impatto ambientale, e altre tipologie di convertitori come le pale eoliche.

Bibliografia

[1] Martinelli, L., Zanuttigh, B. & J.P. Kofoed, 2011. *Method for selection of maximum PTO design power based on statistical analysis of small scale experiments on Wave Energy Converters*. Renewable Energy, 36 (11), 3124-3132.
[2] Ruol, P., Zanuttigh, B., Kofoed, J.P., Martinelli, L. & P. Frigaard, 2010. *Near-shore floating wave Energy converters: benefits for coastal protection*, Proc. ICCE No. 32(2010), Shanghai, China. Paper #: structures 6.1. http://journals.tdl.org/ICCE/.
[3] Wheeler, R.L. (2001). Sir Christopher Sydney Cockerell, C.B.E., R.D.I. 4 June 1910 — 1 June 1999: Elected F.R.S. 1986. Biographical Memoirs of Fellows of the Royal Society 47: 67.
[4] Zanuttigh, B., L. Martinelli, Castagnetti, M., P. Ruol, J.P. Kofoed, P. Frigaard, 2010. *Integration of wave energy converters into coastal protection schemes*, Proc. ICOE2010, Ottobre 2010, Bilbao.
[5] Zanuttigh, B., Angelelli, E., Castagnetti, M., Kofoed, J.P. & L. Clausen, 2011. *The wave field around DEXA devices and implications for coastal protection*. Pubblicato EWTEC 2011, Southampton, 5-9 settembre 2011.

Ringraziamenti

La ricerca è finanziata dal progetto THESEUS, FP7.ENV2009-1, contratto 244104 (www.theseusproject.eu), e dal progetto SDWED (www.sdwed.civil.aau.dk).



Dopo il fallimento della Conferenza di Copenaghen, l'evoluzione del negoziato è tale da non far sperare, per Durban, nel raggiungimento di accordi vincolanti

Le premesse di Durban

Il problema di quale sarebbe stato il destino del protocollo di Kyoto dopo la sua scadenza nel 2011 fu posto fin dal 2005 alla Conferenza di Montreal in Canada (COP-11), nella quale si istituì un apposito gruppo di lavoro denominato AGW-KP, col mandato di predisporre una bozza degli emendamenti al Protocollo di Kyoto che ne estendessero la sua validità fino al 2020, bozza che contenesse anche i nuovi limiti di riduzione delle emissioni da attuare nel successivo periodo tra il 2012 e il 2020. Per superare l'opposizione soprattutto degli USA, contrari al Protocollo di Kyoto (che riguarda solo i paesi industrializzati e contrari), si decise di istituire un altro gruppo di lavoro denominato: gruppo di "dialogo" sulla Convenzione UNFCCC, col mandato di esaminare le modalità per raggiungere l'obiettivo ultimo della UNFCCC, stabilito nell'art. 2, e cioè la stabilizzazione delle concentrazioni atmosferiche di gas serra a un livello tale da non portare a pericolose interferenze delle attività umane sul sistema climatico globale.

Alla Conferenza di Bali in Indonesia (COP-13) del 2007 si concordò, sulla base dei risultati del gruppo di "dialogo" di definire una strategia di medio-lungo periodo per giungere all'obiettivo della UNFCCC. Questa strategia, detta "*road map* di Bali", è fondata su quattro pilastri: la mitigazione (la riduzione delle emissioni per minimizzare le cause antropogeniche dei cambiamenti climatici), l'adattamento (la prevenzione nei paesi più poveri delle conseguenze negative o dei danni causati dai cambiamenti climatici), le tecnologie (il trasferimento di nuove tecnologie ai paesi più poveri per aiutarli ad uno sviluppo pulito e sostenibile), i finanziamenti (il trasferimento di risorse finanziare per aiutare i paesi più poveri nelle loro azioni di mitigazione e di adattamento).

Per tradurre la *road map* di Bali in una serie di strategie specifiche e di azioni operative da attuarsi consensualmente, fu istituito il gruppo di lavoro AGW-LCA, col mandato di predisporre un trattato di lungo periodo basato sui quattro pilastri precedenti, la cui natura degli impegni (vincolante o meno) e di forma giuridica (legale o volontaria), sarebbe stata discussa e decisa nella successiva Conferenza di Copenaghen in Danimarca (COP-15) del 2009, contestualmente alla discussione sul seguito che avrebbe dovuto avere il Protocollo di Kyoto dopo il 2012, compresa la possibilità che il Protocollo di Kyoto (emendato) potesse confluire o integrarsi con tale trattato di lungo periodo.

Come noto, la conferenza di Copenaghen del 2009 terminò con un clamoroso fallimento, nonostante l'accordo. L'*accordo di Copenaghen*, infatti, era stato stipulato tra USA e Cina su base praticamente bilaterale e con modalità estranee alle procedure negoziali delle nazioni Unite. Quantunque fosse stato ritenuto un buon accordo, accettabile dalla maggior parte dei Paesi, non fu approvato dall'Assemblea UNFCCC, che si limitò solo a "prenderne atto". Quindi, la *road map* di Bali non fu portata a termine, così come le altre decisioni attese, compresa quella di stabilire che fine avrebbe fatto il Protocollo di Kyoto dopo il 2012.

Nella Conferenza di Cancún in Messico (COP-16) del 2010, si è cercato, con l'*accordo di Cancún*, di recuperare i contenuti di quello di Copenaghen entro il processo negoziale multilaterale. A Cancún, in particolare, è stato approvato l'obiettivo di mantenere il surriscaldamento del pianeta al di sotto di 2 °C rispetto all'epoca preindustriale, e di considerare nel 2015 una revisione di questo obiettivo per portarlo a 1,5 °C. Inoltre, le dichiarazioni sugli impegni di riduzione delle emissioni formulate da molti paesi a valle del-

l'accordo di Copenaghen (quantunque incoerenti con l'obiettivo dei 2 °C), sono state ritenute valide anche nell'ambito dell'accordo di Cancún. Infine, sono stati istituiti alcuni processi e comitati, quali il *Quadro di riferimento per l'adattamento*, presieduto da un Comitato per l'adattamento, e il *Meccanismo di trasferimento tecnologico*, presieduto dal Comitato tecnologico esecutivo e assistito da una rete di Centri per le tecnologie climatiche. É stato, poi, formalmente creato il *Green Climate Fund*, previsto dall'accordo di Copenaghen, che dovrà reperire finanziamenti per 30 miliardi di dollari per anno nel periodo 2010-2012 e per 100 miliardi di dollari nel periodo 2012 2020 e che, nonostante le promesse dei paesi industrializzati a Copenaghen nel 2009, è ancora largamente deficitario.

L'accordo di Cancún ha costruito gran parte degli strumenti per attuare operativamente obiettivi, strategie e impegni che saranno definiti nel trattato di lungo periodo predisposto dal gruppo AGW-LCA e nel trattato di emendamento e proroga del Protocollo di Kyoto predisposto dal gruppo AGW-KP. Tuttavia, rimangono del tutto indefiniti obiettivi e impegni sia dei Paesi industrializzati sia di quelli in via di sviluppo, sono ancora oscure le strategie di attuazione delle azioni, sia sul medio che lungo termine, così come rimane imprecisata la natura del (se sarà unico) o dei trattati (nel caso che le due bozze rimanessero separate), sia in termini formali (protocolli o meno), sia in termini giuridici (legalmente vincolanti o meno).

Dopo altri quattro incontri negoziali intersessionali, che si sono tenuti nel 2011 per preparare i documenti e trovare compromessi sulle questioni irrisolte, nessuno dei problemi di fondo che sussistevano a Cancún e che hanno comunque bisogno di un *input* politico, ha trovato possibili soluzioni consensuali e, pertanto, le premesse perché a Durban si giunga ai risultati concreti in termini di accordi su obiettivi condivisi e vincolanti, non appaiono sussistere. Per non portare la Conferenza a un fallimento che in questo momento nessuno vuole, probabilmente a Durban si esamineranno prospettive alternative, quali, per esempio, quelle di accordi su obiettivi volontari periodicamente verificabili, oppure accordi su obiettivi individuati su base geografica regionale, oppure per gruppi di Paesi, oppure per settori di attività produttive o altre soluzioni. Il consenso sarà più facilmente raggiungibile se obiettivi e azioni attuative saranno accompagnati o supportati da meccanismi che li rendano economicamente convenienti o, meglio ancora, tali da rilanciare i mercati e l'economia mondiale in fase di crisi.

Attualmente, la possibilità di accordi vincolanti appare un'eventualità remota, soprattutto perché i maggiori attori coinvolti USA e Cina, ciascuno per le proprie ragioni, non sembrano disponibili a seguire questa strada. La posizione della Cina, già reiterata nelle passate Conferenze, appare ancora più netta dopo il *position paper* presentato all'ultima Assemblea Generale delle Nazioni Unite (di cui uno stralcio è nel riquadro allegato), mentre gli USA, già poco favorevoli a prefissare obiettivi vincolanti (sia di breve che di lungo termine), hanno problemi politici interni per la forte opposizione del Senato e del Congresso.

Non sono disponibili a ripetere un'esperienza tipo il protocollo di Kyoto neanche la Russia, il Giappone, l'Australia e il Canada, mentre l'Europa, che ha basato gran parte delle sue opportunità di diminuzione della sua dipendenza dai combustibili fossili, di aumento dell'uso efficiente dell'energia e di promozione dell'innovazione tecnologica su un sistema di vincoli alle emissioni e sul commercio dei crediti alle emissioni (direttiva ETS), potrebbe trovarsi in difficoltà sui mercati internazionali rispetto agli altri partner extra europei, se una filosofia analoga a quella del protocollo di Kyoto non fosse adottata a livello internazionale.

Sul versante opposto, i Paesi più poveri, e la maggior parte dei Paesi in via di sviluppo che vogliono uscire dalle loro condizioni di sottosviluppo, chiedono garanzie sugli impegni dei Paesi ricchi per prevenire pericolosi cambiamenti del clima e per ridurne le conseguenze più dannose. Ma, vogliono soprattutto garanzie di poter contare su aiuti finanziari certi e di poter accedere alle nuove tecnologie, compreso il *know how* scientifico e tecnologico più avanzato, per uscire dalle condizioni di povertà e di emarginazione nelle quali tendono a sprofondare sempre di più. Un problema questo che è scaricato sul negoziato dei cambiamenti climatici, ma che in realtà rientrerebbe, per i riflessi sulle questioni di crescita sociali e di sviluppo economico, oltre che climatico-ambientali, nel più ampio quadro dei problemi di sviluppo sostenibile e delle azioni sullo sviluppo sostenibile, rimaste inattuate in altri ambiti, come la Convenzione sulla biodiversità, La Convenzione sulla lotta alla desertifi-

cazione, i piani e programmi di Agenda 21, la realizzazione degli *Obiettivi del millennio*. Il negoziato sul clima può certamente aiutare a risolverli, ma ora sono stati posti alla base e fanno parte delle priorità della *green economy* di cui si discuterà alla Conferenza Rio+20 del giugno 2012.

Dunque, aspettarsi che a Durban si arrivi a decisioni che possano risolvere tutti i nodi di complessi problemi che sono al tappeto, appare del tutto utopistico. Sicuramente ci saranno progressi nel negoziato attuale soprattutto sulle questioni più controverse come i meccanismi di verifica e controllo, oppure le regole del nuovo *carbon market*. Probabilmente si arriverà a risultati positivi sull'avvio di eventuali nuove iniziative per esplorare soluzioni alternative a trattati legalmente vincolanti e per stabilire efficaci sinergie per la transizione mondiale verso la *green economy*. Ma, più di questo non sembra logico aspettarsi.

(V.F.)

Position Paper cinese

Il governo cinese ha presentato il 13 settembre scorso alla 66/ma Sessione dell'Assemblea Generale delle Nazioni Unite il *Position Paper* della Cina sulle questioni internazionali cruciali, comprese le questioni legate alla prossima Conferenza UNFCCC di Durban (Sud Africa) della fine di novembre 2011 e alla Conferenza Rio+20 (Brasile) del giugno 2012. Qui di seguito uno stralcio della posizione della Cina che si riferisce a questi due eventi.

Cambiamenti Climatici: verso Durban 2011

La Cina riafferma la sua posizione già espressa in precedenza a Cancún (COP-16) e a Copenaghen (COP-15), che si può così sintetizzare: se i Paesi industrializzati non si impegneranno dopo il 2012 con obblighi legalmente vincolanti per una seconda fase del Protocollo di Kyoto, è inutile chiedere alla Cina di impegnarsi nella riduzione delle proprie emissioni. Il perché di questa posizione viene così spiegato.

La Cina, che sui cambiamenti ha sempre giocato un ruolo costruttivo nei negoziati delle Nazioni Unite e nella cooperazione internazionale, ritiene che qualsiasi soluzione del negoziato in corso debba basarsi sul principio dell'equità e sul principio della "responsabilità comune ma differenziata" nel contesto dello sviluppo sostenibile. Inoltre, i risultati da raggiungere si potranno considerare soddisfacenti ed equilibrati, se sarà posta la stessa attenzione, sia per le azioni di mitigazione (riduzione delle emissioni antropogeniche che possono causare cambiamenti climatici), sia per le azioni di adattamento (prevenzione delle conseguenze negative e dei danni derivanti dai cambiamenti del clima). Ma, le azioni di mitigazione e quelle di adattamento andranno individuate sulla base delle migliori conoscenze scientifiche e di innovazione tecnologica e, inoltre, dovranno promuovere una cooperazione internazionale, la più ampia possibile e con il maggior consenso possibile.

Pertanto, la Cina, nel riconoscere che nell'ultima Conferenza di Cancún è stato trovato un accordo generale abbastanza bilanciato, non potrà accettare, nella prossima Conferenza di Durban, alcuna soluzione su impegni cinesi di riduzione delle emissioni, se non si applicherà il principio della "responsabilità comune ma differenziata" ovvero, in altre parole, se non saranno accettati, preliminarmente, impegni legalmente vincolanti di riduzione delle emissioni da parte dei Paesi industrializzati nella

seconda fase dell'attuale Protocollo di Kyoto che va dal 2012 al 2020.

A conclusione di questa posizione, la Cina fa sapere che, indipendentemente dai negoziati e dagli accordi internazionali in corso, ha già adottato una serie di misure incisive nella lotta contro i cambiamenti climatici, misure che hanno portato a buoni risultati. Inoltre, nel prossimo piano quinquennale cinese (2011-2015) è già stato programmato uno sviluppo socio-economico basato sui concetti e i presupposti della *green economy* e del *low carbon development* per il conseguimento di uno sviluppo "verde e a basse emissioni di anidride carbonica".

Green economy: Verso Rio+20

Per quanto riguarda la Conferenza di Rio+20 che si terrà a giugno del 2012 e che sarà centrata sulla *green economy* e la *governance* della *green economy*, la Cina chiede, in pratica, di partire col piede giusto nella costruzione del quadro complessivo e, quindi, pone quattro condizioni di base, che possono considerarsi come "pregiudiziali" se si vogliono raggiungere risultati soddisfacenti:

- stabilire i principi e gli obiettivi generali dello sviluppo sostenibile e i fattori di coordinamento fra le tre componenti dello sviluppo sostenibile: economia, società e ambiente;
- inserire, tra i principi generali sullo sviluppo sostenibile, i 27 principi approvati a Rio de Janeiro nel 1992 e contenuti nella "Dichiarazione d Rio sull'ambiente e lo sviluppo" introducendo, però, anche il principio delle "responsabilità comune ma differenziata" (che manca);
- stabilire il principio della "diversità dei modelli di sviluppo" e il rispetto del diritto dei popoli di scegliere autonomamente i loro percorsi di sviluppo socio-economico, insieme ad adeguate garanzie per adottare in libertà e sicurezza le loro scelte;
- introdurre il principio della "partecipazione e l'acquisizione del consenso".

Secondo la Cina, la Conferenza di Rio+20 dovrà essere orientata a identificare le azioni da intraprendere sulla *green economy* e lo sviluppo sostenibile, ma dovrà essere nello stesso tempo focalizzata sulla costruzione del consenso. La Cina chiede che, in quella sede, siano ascoltate le ragioni e i diversi punti di vista dei Paesi in via di sviluppo, affinché le differenze siano messe al centro del dibattito per favorire l'ampliamento del consenso.

Infine, la Cina rileva che, se l'eradicazione della povertà è la priorità della *green economy*, sarà necessario contrastare quanto prima le barriere protezionistiche poste nei commerci internazionali, le quali non solo impediscono lo sviluppo della *green economy*, ma bloccano anche la cooperazione allo sviluppo della *green economy* nei Paesi più poveri. Inoltre, in base ai principi dello sviluppo sostenibile, i Paesi industrializzati hanno il dovere di guidare, a livello internazionale, la lotta a modelli di sviluppo basati su consumi insostenibili e hanno, altresì, il dovere di aiutare i Paesi più poveri con il trasferimento di risorse finanziarie, di nuove tecnologie e di *know-how*, favorendo il loro più ampio accesso ai mercati internazionali.



VERSO RIO + 20

Economia verde, la speranza di salvare il Pianeta

Intervista al direttore di EAI

a cura di Cristina Pacciani, Capo Ufficio Stampa ISPRA

Chiuso un Summit sull'ambiente, se ne organizza un altro.
Questo vien da pensare, visti i risultati ottenuti a 20 anni dalla prima Conferenza delle Nazioni Unite di Rio de Janeiro; 172 i Governi che vi parteciparono, 108 i Capi di Stato o di Governo, tanti gli impegni presi. Si pose l'assunto che la salvaguardia dell'ambiente non è solo una delle fissazioni di movimenti ambientalisti o del mondo della scienza o della ricerca; l'ambiente è un'occasione di crescita e di sviluppo, sostenibile per di più. Un ambiente tutelato è garanzia di sopravvivenza per molte popolazioni e per ottenere questo mal si sopportano frontiere politiche o economiche. Quanto di tutto ciò è stato mantenuto? Continuiamo a sfruttare il Pianeta e le risorse che ci mette a disposizione, non "digeriamo" volentieri l'abbattimento delle barriere etniche, religiose e politiche. L'economia non sempre cammina sottobraccio all'ambiente, spesso li vediamo viaggiare separati.
Continuare di questo passo, *cui prodest*? E soprattutto, di chi è la colpa? Come è possibile conferire un valore aggiunto ai futuri appuntamenti, fondamentali per discutere di ambiente e di sviluppo sostenibile, ed evitare che rimangano soltanto un'occasione di incontro per parlare senza agire?

Lo chiediamo a Vincenzo Ferrara, che ha accettato la sfida di portare alla ribalta il prossimo Summit "Rio+20" e uno dei suoi temi centrali, quello della *green economy*.

Sono passati venti anni dal primo Summit di Rio, nel quale furono assunti diversi impegni che avrebbero dovuto contribuire a una svolta per lo sviluppo sostenibile. Di che si trattava?

A Rio de Janeiro nel 1992 fu approvata innanzitutto la "Dichiarazione di Rio" in cui sono contenuti i 27 principi generali dello sviluppo sostenibile, tra cui, oltre a quelli riguardanti la protezione dell'ambiente e degli ecosistemi, sono quelli di natura socio-economica come l'eradicazione della povertà, la lotta contro le discriminazioni di qualsiasi tipo, l'eliminazione delle distorsioni dei sistemi economici che penalizzano lo sviluppo dei paesi più poveri ecc. Poi, furono sottoscritti impegni riguardanti i cambiamenti climatici e la diversità biologica e raggiunto un accordo per la protezione delle foreste. Infine, fu approvato il piano di azioni per lo sviluppo economico sostenibile del 21° secolo, denominato "Agenda 21". L'Agenza 21 era, in realtà, l'accordo più importante per pianificare lo sviluppo sostenibile, sia in termini ambientali, sia in termini economici e sociali. Nel 1997, l'Agenda 21 fu rivista per ridefinire gli obiettivi in relazione ai nuovi problemi che erano sorti con la globalizzazione dell'economia. Un nuovo riesame dell'Agenda 21, soprattutto con riferimento ai problemi sociali, fu fatto, poi, nel 2002 con il Summit di Johannesburg, in cui furono stabiliti gli otto obiettivi prioritari dello sviluppo sostenibile da raggiungere nel corso del 21° secolo. Questi otto obiettivi sono meglio noti come gli "obiettivi del

millennio" e riguardano l'eradicazione della povertà, l'accesso all'istruzione primaria, l'eliminazione delle discriminazioni di genere, la protezione della maternità e la riduzione della mortalità infantile, la lotta contro le epidemie e l'AIDS, l'accesso all'acqua e la sicurezza sanitaria, l'accesso e l'uso sostenibile delle risorse naturali e, infine, la cooperazione fra i popoli.

Quale di essi è stato mantenuto e quale disatteso?

Rispetto agli impegni assunti a Rio nel 1992, comprese le successive ridefinizioni dell'Agenda 21, i risultati concreti raggiunti, a 20 anni di distanza, sono abbastanza deludenti, nonostante una grande attività negoziale nel frattempo condotta, e nonostante solenni promesse e ripetute dichiarazioni di buona volontà. Gli impegni sul clima sono stati quelli che hanno trovato maggiore attuazione, attraverso il protocollo di Kyoto (sottoscritto nel 1997), ma ora, dopo il fallimento della Conferenza di Copenaghen e la prossima scadenza (nel 2012) del Protocollo di Kyoto, siamo purtroppo giunti a un punto morto senza chiare prospettive per il futuro. La lotta per ridurre la perdita di biodiversità è rimasta sulla carta, anzi le perdite di biodiversità globale hanno subito un'accelerazione. Sono stati attuati (ma solo in parte) gli impegni sulla biosicurezza a seguito del protocollo di Cartagena, e forse, con il recente protocollo di Nagoya (2010) sarà possibile in futuro attuare la protezione della biodiversità genetica, e l'accesso e l'uso sostenibile delle risorse genetiche. La protezione delle foreste e la lotta alla deforestazione non sono state attuate come obiettivo, ma come strumento per conseguire gli obiettivi dei cambiamenti climatici. Anche la successiva Convenzione per combattere la desertificazione, pur avendo un carattere multi-regionale, non ha raggiunto concreti risultati in nessuna delle regioni dove è stata attuata: la desertificazione, infatti, è in aumento in tutto il mondo, ed ha innescato altre conseguenze più gravi, come quella delle migrazioni di interi popoli delle aree aride per sfuggire alla siccità e alla mancanza di cibo.

Sugli altri obiettivi di Rio 1992, cioè quelli socio-economici dell'Agenda 21, le cose sono andate anche peggio. Le condizioni di povertà nei paesi africani sub-sahariani e in molti paesi del sud dell'Asia (esclusa l'India), sono peggiorate. L'obiettivo di dimezzare la povertà mondiale entro il 2015 rimarrà sulla carta. La fame e la malnutrizione sono aumentate, oltre che per problemi di siccità e desertificazione, per le difficoltà di avviare un'agricoltura economicamente sostenibile a causa dell'aumento dei costi delle materie prime agricole, dell'aumento della vulnerabilità dei territori ai disastri naturali e, infine, del peggioramento delle condizioni di vita e di salute soprattutto delle donne, che nei paesi in via di sviluppo sono quelle che più si dedicano all'agricoltura.

Molti progressi che si sarebbero potuti ottenere, non sono stati raggiunti per la mancanza di supporto finanziario, di adeguato trasferimento di tecnologie e di *know how*, nonché di scarso coordinamento nella cooperazione internazionale o tra le istituzioni internazionali. A ciò si devono aggiungere gli alti livelli di corruzione esistenti in molti paesi in via di sviluppo, spesso non democratici, che hanno portato allo spreco delle scarse risorse finanziarie disponibili, oltre che a difficoltà di attuazione di progetti di collaborazione. Infine, il regime dei sussidi su certe produzioni, lo sfruttamento del lavoro minorile, la mancanza di standard sanitari e di qualità dell'ambiente, hanno creato degrado ambientale e sociale, *dumping* ambientali e sociali e condizioni di concorrenza drogate fra i diversi paesi, tanto che, in molti casi, si sono prodotte situazioni di insostenibilità dello sviluppo: si è andati, cioè, in direzione opposta agli obiettivi di Rio 1992.
Nel frattempo sono sorti nuovi problemi: la crisi finanziaria globale, la sicurezza energetica, il crescente degrado degli ecosistemi, il depauperamento delle risorse naturali e in particolare della disponibilità di acqua, l'eccessiva urbanizzazione e l'uso insostenibile del territorio, le instabilità politiche, fino a nuovi e più numerosi conflitti armati.

Il prossimo anno a Rio si sarà costretti a ribadire i vecchi propositi o saranno affrontate nuove tematiche?
Quale sarà l'ordine del giorno?

Gli obiettivi della Conferenza sono, da una parte, quelli di verificare quali e quanti progressi sono stati fatti verso lo sviluppo sostenibile mondiale e, dall'altra parte, quelli di riaffermare gli obiettivi dello svi-

luppo sostenibile, ma soprattutto di impegnarsi con urgenza e molto più concretamente per raggiungerli, alla luce delle nuove sfide emergenti non solo ambientali, ma soprattutto economiche e sociali.
I temi in discussione riguardano, invece, gli strumenti da preparare per rendere effettivo e reale il processo di sviluppo sostenibile. E tali strumenti sono in pratica due:

- la *green economy* che deve permettere lo sviluppo sostenibile e contestualmente deve favorire l'eradicazione della povertà;
- la *governance* della *green economy*, cioè il quadro istituzionale internazionale e nazionale che possa garantire un processo di sviluppo sostenibile mondiale che sia duraturo ed equo per tutti i popoli.

Il problema maggiore da risolvere sarà quello di chiarire cos'è la *green economy* e come farla funzionare. Infatti, quantunque tutti (paesi ricchi e paesi poveri) siano d'accordo sul fatto che la *green economy* è lo strumento più adatto per attuare efficacemente lo sviluppo sostenibile, non vi è, tuttavia, una definizione condivisa di cosa sia la *green economy*. É opinione comune, nell'attuale fase preparatoria di Rio+20, che non sia indispensabile individuare una definizione precisa, ma piuttosto stabilire un insieme di politiche e di metodi di *green economy* che portino a un aumento della prosperità dei popoli senza intaccare il capitale naturale del pianeta, indipendentemente da misuratori di crescita economica come il PIL. Sarà necessario superare il concetto di PIL e degli attuali sistemi finanziari ed economici, perché non sono in grado di combattere la povertà, ma anzi portano spesso a distorsioni dei mercati e a maggiori ineguaglianze fra i popoli. E tutto ciò dovrebbe essere supportato da adeguati sistemi legislativi e sistemi fiscali che si integrino armonicamente fra i vari paesi senza creare barriere e condizioni di *dumping*.

Quali le sfide della *green economy*?

Alcune azioni virtuose di *green economy* sono state già applicate non solo in campo ambientale con l'efficienza energetica, le fonti rinnovabili e l'uso di fonti energetiche a basso impatto ambientale, ma anche in campo economico e sociale come il *green procurement*, il *life cycle assessment*, la responsabilità sociale delle imprese ecc. Ma, queste azioni virtuose hanno fatto emergere anche conflitti nel contesto economico attuale dove si misura solo il profitto economico. La produzione di un prodotto "verde", valutato solo sulla base dei costi di produzione senza tener conto dei benefici ambientali e sociali, è più onerosa rispetto alla produzione dello stesso prodotto, che non contabilizza i costi e i danni causati all'ambiente o alle condizioni di lavoro o al benessere sociale. Di conseguenza, il valore di un prodotto non può più essere espresso attraverso il suo prezzo monetario, così come il livello di prosperità di un popolo non è più esprimibile dal PIL. E questa è la prima sfida della *green economy*.
La seconda sfida riguarda la *governance* globale e nazionale della *green economy*, cioè la parte organizzativa istituzionale e legale. L'architettura istituzionale a livello internazionale coordinata con l'architettura istituzionale a livello nazionale rappresenta la soluzione migliore attraverso cui può essere facilitata la transizione dall'economia attuale alla *green economy*. E questa è una sfida ancora più difficile della precedente.

L'impegno per il nostro Paese? Ce la possiamo fare?

Il nostro Paese è impegnato su due fronti: uno nei riguardi dell'Unione Europea, dove la Commissione UE ha già elaborato un documento di base, e l'altro nei riguardi delle Nazioni Unite dove è in corso la fase preparatoria della Conferenza e dove l'Italia è presente nel Bureau del Comitato preparatorio in rappresentanza del gruppo regionale dell'Europa occidentale. Il Ministero Ambiente ha dedicato un'apposita pagina web informativa sull'argomento, ma, ovviamente non basta né per informare i cittadini né per sollecitare un dibattito e un approfondimento sulle questioni della *green economy* e dello sviluppo sostenibile. Inoltre, l'impegno, sia nella fase preparatoria, sia durante la prossima Conferenza di Rio+20, non può essere lasciato solo ai rappresentanti ministeriali, ma deve raccordarsi con un processo di partecipazione consapevole di tutti gli *stakeholder* (cioè con tutte le parti interessate), compresi innanzitutto gli enti di ricerca, i quali, con il loro contributo di ricerca scientifica e tecnologica, sono gli attori prioritari e indispensabili, perché rappresentano la vera cerniera tra gli obiettivi

politici o teorici di sviluppo sostenibile da raggiungere e la fattibilità di azioni concretezza e di modalità attuative tecnico-scientifiche, di innovazione tecnologica e di know how attraverso cui raggiungerli effettivamente.

- **A suo avviso, c'è sufficiente sensibilità intorno a questo importante appuntamento? Non parlo solo a livello politico, ma soprattutto a quello tecnico scientifico.**

Credo che non ci sia sufficiente sensibilità non solo negli Enti di ricerca e nel mondo scientifico, ma anche negli altri soggetti interessati e nei comuni cittadini, perché l'informazione su questo importante appuntamento non circola in Italia e tanto meno circola la conoscenza su quanto sta accadendo in fase preparatoria e su quanto potrà accadere nella prossima Conferenza. Gli Enti di ricerca e i ricercatori potrebbero colmare queste carenze, perché sono quelli che hanno il maggiore *know how* scientifico e tecnologico per informare e rendere consapevoli cittadini e istituzioni, ma che hanno anche le maggiori capacità per superare le solite enunciazioni di principio inattuate e inattuabili e proporre, viceversa, soluzioni fattibili ed adatte alle sfide che pone lo sviluppo sostenibile. Scienziati e ricercatori devono affrontare questi problemi cruciali per il futuro dell'umanità, proporre soluzioni e comunicare con il pubblico, senza chiudersi nei loro laboratori.

- **Il suo personale augurio per la Conferenza di Rio**

Mi auguro che questa conferenza delle Nazioni Unite, per l'importanza che ha per i nostri figli e le future generazioni, possa ottenere un ampio supporto da parte di tutti i cittadini, supporto che è tanto più forte ed efficace, quanto maggiore è la conoscenza e la consapevolezza dei problemi che si stanno discutendo in fase preparatoria e si discuteranno nella prossima Conferenza di Rio+20. Gli impegni che si prendono in sede Nazioni Unite, come ci insegna l'esperienza del passato, tendono a non essere attuati a livello nazionale e locale, se i cittadini non ne comprendono il significato e se non capiscono qual è il contesto e quali sono le implicazioni, per loro stessi e i loro figli, di quegli impegni: in altre parole, se manca una concreta partecipazione al processo negoziale e alla formazione delle decisioni.

Verso Rio+20: la posizione del Parlamento Europeo

Il 29 settembre scorso il Parlamento Europeo ha approvato, sulla base della Comunicazione della Commissione Europea del 20 giugno 2011 (COM (2011) 363 final), una risoluzione sulla posizione comune che l'Unione Europea dovrà assumere nella prossima conferenza di Rio+20 (documento del Parlamento Europeo B/-0522/2011). Il Parlamento Europeo si aspetta che la Conferenza di Rio+20 approvi un documento politico che individui la strategia da seguire per giungere allo sviluppo sostenibile mondiale e rappresenti l'inizio del percorso della fase di transizione verso la *green economy*. Su questo punto, il Parlamento Europeo fa sue le tre linee di azione proposte dalla Commissione UE (favorire la transizione, investire nella gestione sostenibile delle risorse e del capitale naturale, stabilire le regole di mercato e le condizioni di funzionamento) e chiede che sia predisposta una *green economy roadmap*, nella quale siano fissati obiettivi, intermedi e finali, che siano concreti e misurabili, tra cui, in primo luogo, quelli riguardanti l'aumento dell'efficienza energetica e la crescita progressiva dell'uso delle energie rinnovabili.

Tali obiettivi, secondo il Parlamento Europeo, dovrebbero diventare anche legalmente vincolanti, come è stato fatto con il Protocollo di Kyoto, perché, come l'esperienza dimostra a distanza di 20 anni, nella Conferenza mondiale sull'ambiente e lo sviluppo tenuta a Rio de Janeiro nel 1992 (UNCED 1992) furono presi impegni per lo sviluppo sostenibile rimasti largamente inattuati. La *green economy*, che deve essere anche lo strumento per l'eradicazione della povertà nel mondo, non va vista, infatti, come un costo o un freno allo sviluppo, ma come un'opportunità per tutti i popoli di uno sviluppo integrato, che coniughi armonicamente la sostenibilità economica con la sostenibilità ambientale e la sostenibilità sociale, che comprende anche la prosperità umana.

I *green jobs* come strumento di sostenibilità sociale

Marco Gisotti – Direttore del mensile Modus vivendi-Ecolavoro

Green economy is our only future, ovvero "l'economia verde è il nostro solo futuro", è il titolo della Dichiarazione di Bandung adottata alla fine della Conferenza di Tunza, svoltasi in Indonesia dal 27 settembre al I ottobre scorsi, in cui 1.400 fra bambini e ragazzi, tutti fra i 10 e i 24 anni, provenienti da 120 paesi di tutto il mondo, si sono incontrati sotto l'egida dell'UNEP e di altre importanti sigle internazionali (ILO, UNICEF, UNFPA, FAO, WMO, UNESCO E UN/DESA), in vista della Conferenza mondiale sull'ambiente che si svolgerà a Rio de Janeiro nel giugno del 2012, vent'anni dopo quella storica del 1992.
La dichiarazione di Bandung identifica l'accesso ai lavori verdi come cruciale per una transizione sostenibile verso la *green economy*: «*Nei prossimi dieci anni* – si legge nel documento – *la popolazione mondiale supererà i 7 miliardi e avremo bisogno di dare lavoro a oltre un miliardo di giovani: lavori che consentano di vivere una vita produttiva che valga la pena di essere vissuta, ma anche che contribuiscano a raggiungere una piena economia verde*».
Se si considera che circa il 40% dei non occupati del Pianeta, quasi 80 milioni di persone, ha un'età compresa proprio fra i 14 e i 24 anni, si comprende perché il Programma per l'ambiente delle Nazioni Unite abbia dato nei giorni passati molta enfasi a questa Conferenza.
D'altronde è stato lo stesso Sha Zukang, segretario generale della Conferenza Onu sullo sviluppo sostenibile, ad aver messo appaiati al primo punto dell'agenda degli impegni di Rio+20 il lavoro verde e l'inclusione sociale: «*Rio +20 sarà un vertice sulla vita delle persone e sui loro mezzi di sostentamento* – ha spiegato in una nota ufficiale –. *Si tratta di un vertice sulle misure necessarie per creare più posti di lavoro, migliori e verdi. A Rio, i governi avranno bisogno di condividere lezioni su quali politiche relative alla "green economy" potranno essere d'aiuto alla creazione di lavori verdi*».

Secondo il Rapporto "*Green Jobs: Towards decent work in a sustainable, low-carbon world*" dell'UNEP si definiscono lavori verdi quelle «attività lavorative nel settore agricolo, manifatturiero, amministrativo, dei servizi e nelle attività di ricerca e sviluppo che contribuiscono sostanzialmente nell'opera di salvaguardia o ripristino della qualità ambientale. Questi includono attività che aiutano a tutelare e proteggere gli ecosistemi e la biodiversità; a ridurre il consumo di energia, risorse e acqua tramite il ricorso a strategie ad alta efficienza; a minimizzare o evitare la creazione di qualsiasi forma di spreco o inquinamento (…)».
In Italia il dibattito sui *green jobs* è stato finora limitato alla creazione di posti di lavoro da parte delle imprese del settore delle energie rinnovabili, presso le quali si stima che siano circa 150.000 le persone a vario titolo impiegate, con possibilità secondo uno studio IRES di crescita fino a 250.000 entro la fine del decennio. Secondo l'ISFOL, complessivamente i lavoratori verdi nel nostro Paese supererebbero appena le 300.000 unità, ma il numero potrebbe essere molto più alto soprattutto se analizzassimo i dati forniti delle associazioni di categoria e di quelle datoriali.
Si scopre così che non c'è comparto che non sia attraversato, sia pure in tempi di crisi, da una riconversione sostenibile, con numeri decisamente importanti sotto il profilo occupazionale: 116.000 nel trasporto pubblico, 410.000 nel settore delle foreste, 103.000 nei rifiuti e 76.000 nel riciclaggio, 80.000 nelle aree protette, 13.000 nella chimica verde, 50.000 nell'agricoltura biologica, 27.000 nel settore delle bonifiche ambientali, 50.000 nell'ecoturismo.
Complessivamente si stima che siano operativi oggi in Italia fra gli 800.000 e i 950.000 lavoratori verdi, con prospettive di crescita nei prossimi anni. Secondo lo studio *GreenItaly* di Unioncamere e Fondazione Symbola, il 39,5% di tutte le professioni censite dall'ISTAT sono oggi oggetto di una riconversione verde e il 90% delle imprese italiane ritiene urgente o necessaria l'assunzione di lavoratori con competenze ambientali[1].

In chiusura dei lavori di Bandung, Achim Steiner, sottosegretario generale e direttore esecutivo dell'UNEP, ha dichiarato che «*i giovani riuniti a Bandung sono il miglior antidoto a un mondo che continua a giustificare la disoccupazione di massa, la povertà e la distruzione dell'ambiente nel nome del progresso economico. E sono anche la parte migliore attraverso cui sperare che Rio+20 sia un evento di trasformazione*».

1 Tessa Gelisio e Marco Gisotti, *Guida ai green jobs*, Edizioni ambiente, Milano, 2009.



Synthesis of nanoparticles by laser pyrolysis: from research to applications

Nanoparticles (NPs) are the building blocks for realizing a wide range of nanostructured materials and devices, hence their synthesis plays a key role in the development of nanosciences and nanotechnologies. The technique of laser pyrolysis of gas- or vapour-phase precursors appears as a very flexible tool for the synthesis of a variety of NPs that can be used for promising structural and functional applications. An overview of the ENEA activity in this field is given

Elisabetta Borsella, Rosaria D'Amato, Fabio Fabbri, Mauro Falconieri, Gaetano Terranova

Sintesi di nanoparicelle mediante pirolisi laser: dalla ricerca alle applicazioni

Le nanoparticelle (NP) sono il punto di partenza per numerosi processi di fabbricazione di materiali e dispositivi su scala nanometrica, per cui la loro sintesi è un elemento critico nello sviluppo delle nanoscienze e delle nanotecnologie. La tecnica di pirolisi laser di reagenti in fase gassosa o vapore, sviluppata all'ENEA, è un metodo estremamente versatile per la sintesi di un ampio spettro di NP utilizzabili in promettenti applicazioni strutturali e funzionali, che verranno qui passate in rassegna

Elisabetta Borsella, Rosaria D'Amato, Gaetano Terranova
ENEA, Unità Tecnica Sviluppo di Applicazioni delle Radiazioni
Fabio Fabbri
ENEA, Unità Tecnica Fusione
Mauro Falconieri
ENEA, Unità Tecnica Tecnologie dei Materiali

Introduction

Nanoparticles are particles having one dimension that is less than 100 nanometers in size. To put this size in perspective, a human hair is approximately 80.000 nm wide and a red blood cell is approximately 7.000 nm wide. Atoms are smaller than 1 nm whereas molecules range from sub-nm (water molecule) to a few nm (proteins, hemoglobin) or larger. In the 90's, scientific evidence was found that several conventional materials showed improved mechanical and tribological properties when formed from nanoparticles or when nanoparticles are added as second phase [1]. Later on, it was demonstrated that materials on the nanoscale may possess properties (optical/electronic/magnetic) that are dramatically and even entirely different from the bulk [2]. After this discovery, the development of nanosciences and nanotechnologies has created a whole new "nanoworld". Nanoparticles can be regarded as the fundamental building blocks of nanotechnology since they are the starting point of several "bottom up" approaches for fabricating nanomaterials used, or being evaluated for use, in many fields ranging from catalysis to photonics and optoelectronics, from energy production to thermal management. Moreover, biological systems are considered as the ideal playground for nanoparticle applications. In fact, due to their very small size, nanoparticles are able to gain access and even operate within cells. Promising applications in bio-medicine span from drug delivery to cancer therapy by hyperthermia and to bio-imaging.
Nowadays, nanoparticles of a wide range of chemical compositions and phases can be prepared by a variety of methods; however the production of large amounts of pure, non-agglomerated NPs, with desired size and narrow size distribution, still results to be an extremely difficult task [3].

At the ENEA Research Centre of Frascati a technology has been developed for the CO_2 laser pyrolysis of gas- and vapour-phase reactants, a scalable synthesis route for preparing NPs with controllable morphology and in quantities sufficient to be tested for structural and functional applications. The present review focuses on the properties and applications of the nanoparticles produced by this technique .

Laser Pyrolysis for Nanopowder Production

Process Modelling

The CO_2 laser pyrolysis technique is usually classified as a vapour-phase synthesis process for the production of nanoparticles. In this class of synthesis routes, nanoparticle formation starts abruptly when a sufficient degree of supersaturation of condensable products is reached in the vapour phase [4]. Once nucleation occurs, fast particle growth takes place by coalescence/coagulation rather than further nucleation. At sufficiently high temperatures, particle coalescence (sintering) is faster than coagulation and spherical particles are formed. At lower temperatures, coalescence slows down and partially sintered, non-spherical particles and/or loose agglomerates of particles are formed [4]. It follows that to prepare small, spherical particles it is necessary to create a high degree of supersaturation for inducing the formation of a high density of nuclei and then quickly quench the particle growth either by removing the source of supersaturation or by slowing down the kinetics.

In the process of CO_2 laser pyrolysis, the condensable products result from laser induced chemical reactions at the crossing point of the laser beam with the molecular flow of gas or vapour–phase precursors (Fig. 1).

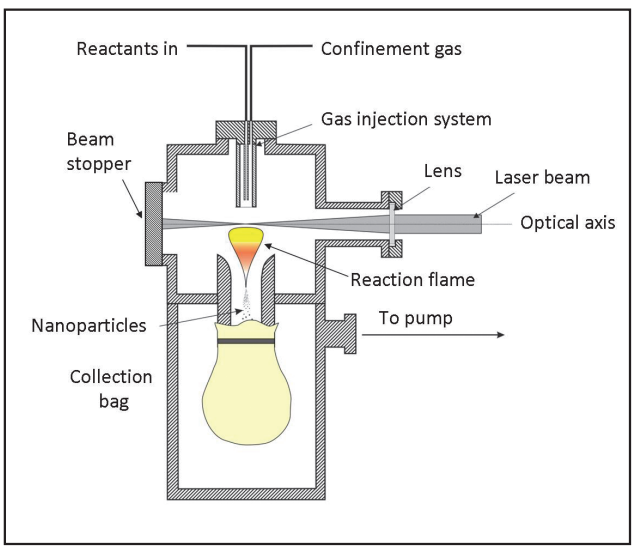


FIGURA 1 Schematic of the set-up for laser synthesis of nanoparticles from gas-phase reactants
Source: ENEA

The pre-requisite for energy coupling into the system, leading to molecular decomposition, is that at least one of the precursors absorbs through a resonant vibrational mode the infrared (IR) CO_2 laser radiation tuned at about 10μm [5]. Alternatively, an inert photosensitizer is added to the vapour phase mixture. The high power of the CO_2 laser induces the sequential absorption of several IR photons in the same molecule, followed by collision assisted energy pooling leading to a rapid increase in the average temperature in the gas through V-T (vibration-translation) energy transfer processes, often accompanied by the appearance of a flame in the interaction volume [5]. If the molecules are excited above the dissociation threshold, molecular decomposition, eventually followed by chemical reactions, occurs with the formation of condensable and/or volatile products.
Compared with other vapour-phase synthesis methods [3, 4], it is fairly evident that laser pyrolysis permits highly localized and fast heating (leading to rapid nucleation) in a volume that can be limited to a few hundred mm^3, followed by fast quenching of the particle growth (in a few ms). As a result, nanoparticles with average size ranging from 5 to 30 nm and narrow size distribution are formed in the hot region. Unavoidable agglomeration, however, occurs when the nanoparticles leave the high temperature region since coalescence becomes much slower than coagulation.

Experimental Methods

The ENEA set-up for the production of nanopowders by CO_2 laser pyrolysis is shown in Fig. 1 and Fig. 2. The cw CO_2 laser beam (λ=10.6μm) is focused by a cylindrical lens at the centre of the reaction chamber where it orthogonally intersects the reactant gas flow. The maximum laser power is 1.2 kW and the laser beam intensity in the focal region can be varied in the range 2-4 kW/cm^2. Reactant gases enter the chamber through the inner tube of a coaxial stainless steel nozzle. An inert gas (helium or argon) flows through the outer tube with the purpose of confining and cooling the particles. The pressure in the reaction chamber is kept constant by a throttle valve and measured by a capacitance gauge. Typical cell pressures are in the range 300-700 Torr.
In the laser pyrolysis process, the reactants are most often in the gas-phase, however in some cases, liquid precursors are either the only choice or the most advantageous from an economical point of view. The use of liquid precursors is made possible by bubbling the inert gas, or one of the gas-phase reactants, through a heated jar containing the liquid precursor to carry out its vapour into the chamber.
After leaving the hot reaction zone, the produced particles are driven by the gas flow through a chimney into a removable bag, located in a tank between the reaction chamber and the vacuum pump.

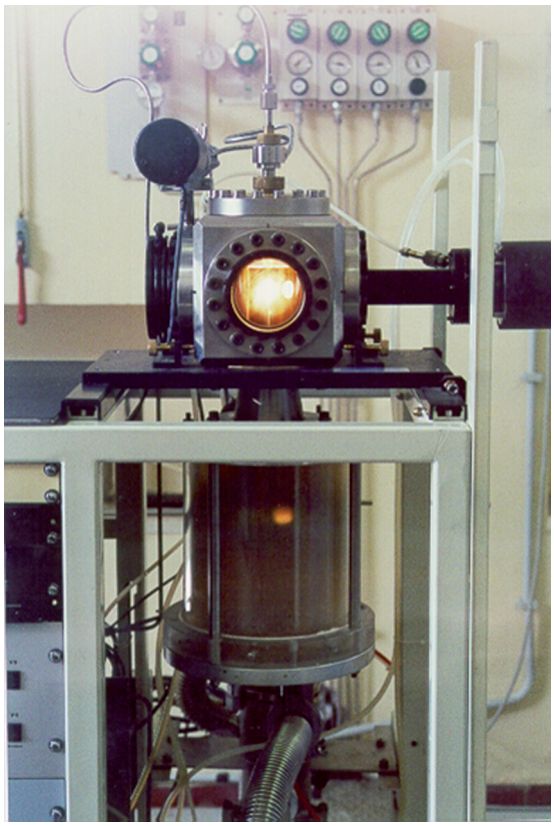


FIGURA 2 Picture of the set-up for laser synthesis of nanoparticles from gas-phase reactants
Source: ENEA

Nano-powders preparation and properties

The technique of laser pyrolysis of gas-phase reactants has been applied at ENEA to the synthesis of a large variety of oxide (TiO_2, SiO_2, Al_2O_3, Fe_2O_3) and non-oxide (Si, SiC, Si_3N_3, Si/C/N, Si/Ti/C, MoS_2)

nanopowders. Results have been published in a series of papers fully referenced in [6] and more recently in [5].

As reviewed in [5-6], Si and Si-based nanoparticles were the first to be produced by laser pyrolysis and probably the most widely investigated for two main reasons: (i) silane gas, a common precursor for Si radical formation, has a very high absorptivity for the emission line of an untuned, multimodal CO_2 laser (at 10.6μm); (ii) the enormous importance of Si and Si-based nanoparticles for a multitude of applications, as discussed in detail in the following paragraphs. In Fig. 3, TEM images of typical crystalline Si nanoparticles are reported [7].

Silicon carbide (SiC) and silicon nitride (Si_3N_4) are formed by addition to silane of small hydrocarbons or ammonia, respectively [5-6]. Compound nanoparticle formation takes place through collision and coalescence between radicals formed in the flame after reactant dissociation. Typical productivity values range between 80 and 100g/hr.

The flexibility of the laser pyrolysis technique has also made possible to synthesize ternary composite nanopowders like Si/C/N and Si/Ti/C with a different, controllable composition, by acting on the ratio between the reactant flows in the gas mixture. Moreover, nanopowders can be doped by controlled addition of a small amount of a dopant precursor to the gas mixture. For example B-doped SiC nanoparticles are obtained by addition of a low percentage of diborane to silane and acetylene gas mixture in the reaction chamber.

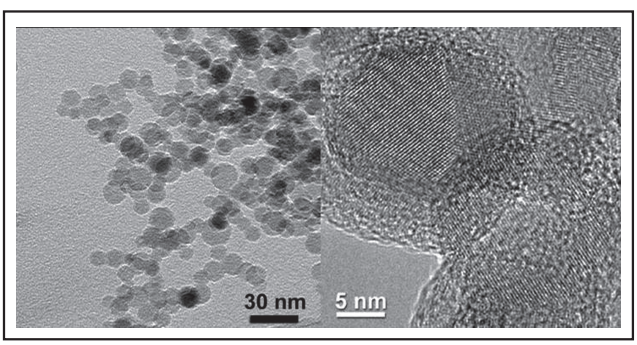


FIGURA 3 TEM image of Si nanoparticles prepared by laser pyrolysis of SiH_4
Source: courtesy of Prof. G. Mattei, Univ. of Padova, Project SINERGIA

Formation of oxide nanoparticles by laser synthesis requires the addition of an inert photo-sensitizer to the reactants in order to couple the laser energy into the system and reach the activation energy for molecular decomposition. Ethylene gas (C_2H_4) or sulfur exafluoride (SF_6) are the most widely employed sensitizers due to their resonant absorption at about 10 μm and to the relatively high dissociation energy (7.2 eV for C_2H_4 and 3.95 eV for SF_6). Metallic oxides prepared at ENEA by laser synthesis include Al_2O_3 [6], Fe_2O_3, TiO_2, and SiO_2. Silica formation needs a precursor other than silane, since its reaction with oxygen is spontaneous and explosive. Nano-silica can be prepared either by laser pyrolysis of an aerosol of tetraethoxysilane-TEOS, an IR absorbing liquid precursor, or by a two-step process, i.e., through wet chemical oxidation of Si nanopowders produced by pyrolysis of pure silane.

A problem often encountered when sensitizers are needed for the reaction, is the presence of contaminants in the final products, deriving from unwanted partial dissociation of the sensitizer. Annealing of nanoparticles can be used to remove contaminants with volatile oxides (as carbon), trying to keep a moderate heating temperature to avoid grain growth.

The mean nanoparticle size can be varied by acting on the process parameters like the residence time of the particles in the flame, the total pressure in the reaction chamber and the reaction temperature T. This explains the great flexibility of laser pyrolysis with respect to other synthesis techniques. However, as in other vapour-phase synthesis methods, one of the major obstacles to the widespread use of pyrolytic nanoparticles is the formation of chained agglomerates of small particles, rather than spherical particles (Fig. 3).

High-power ultrasonic treatment and/or ball milling are effective in reducing the nano-aggregate mean size by disaggregation of soft-agglomerates, whereas partially sintered aggregates can only be eliminated by centrifugation or filtration, with significant material loss. Stabilization of nanoparticles dispersed in liquids is usually achieved by using surfactants, that is, surface active agents adsorbed on the nanoparticle surface. Repulsive inter-particle forces are required to overcome the attractive Van deer Waals forces be-

tween particles. The two most common methods used are based on either electrostatic repulsion or steric forces [2, 4].

Structural nanomaterials based on nanoparticles prepared by Laser Pyrolysis

The class of nanophase ceramic materials has drawn wide and considerable interest in high-temperature structural applications mainly as a consequence of the impressive mechanical performances reported for these materials by Niihara and his co-workers [1].
It was soon recognized that conventional processing routes are not often efficient to fabricate structural materials from nanophase constituents. It came out that pressureless sintering of nanosized powders results either in nano-grained but partially dense materials at low sintering T or in fully dense materials with micron-sized grains at higher T. In fact, the larger the agglomerate size in the starting nanopowders, the higher the sintering temperature needed to eliminate the large inter-agglomerate pores, with consequent loss of the nanostructure in the sintered material as a result of the unavoidable grain growth [2]. This trend was confirmed for pyrolytic nanopowders [8]. A high degree of densification (up to 98% of the T.D-Theoretical Density) was achieved only at temperatures above 2100 °C by pressureless sintering of laser synthesized SiC nanopowders in a resistively heated graphite furnace [8]. SEM analysis of the specimen sintered at 2150 °C showed the presence of elongated grains (with size in the μm range) embedded into a matrix of nano-sized equiaxed grains.
Fully dense SiC ceramics with sub-micrometric grain size were produced at CNR-ISTEC by hot pressing of ENEA pyrolytic SiC nanopowders through liquid phase sintering [9]. The mechanical properties of these specimen were found to be affected by the scarce homogeneity of the starting powders and by the grain boundary phases [9].
Better results were expected by using pyrolytic nanopowders as second phase in structural ceramic nanocomposites, i.e., in multi-phase materials in which the first phase (called *matrix*) has a micrometric or sub-micrometric grain structure and a second phase (on the nanoscale) is dispersed into the matrix to improve the mechanical (and eventually thermo-mechanical) properties as compared with the matrix phase alone. The systems most intensively investigated were Al_2O_3/SiC and Si_3N_4/SiC (or Si/C/N), were the particulate reinforcement is the last mentioned phase.
In particular, an extensive study on Al_2O_3/SiC nanocomposites was performed by D. Sciti et al. [10] using both commercial alumina powders and SiC nanopowders prepared by laser pyrolysis as raw materials (either at ENEA or at CEA-Saclay, France). In the hot-pressed specimen, TEM analysis of the microstructure showed the presence of SiC agglomerated nanoparticles predominantly located along the matrix grain boundaries, often in triple junctions, while only very small particles are entrapped inside the alumina grains. As a result, a change in the fracture path from intergranular, as in pure alumina, to transgranular was observed in the nanocomposites (Fig. 4). Concerning the mechanical properties, all nanocomposites showed a slightly increased hardness over monolithic alumina and a lower Young modulus. However, an increase of 49% was observed in the flexural strength and up to 40% in the fracture toughness, over monolithic alumina. This last result is likely related to the change in fracture mode from intergranular to transgranular, which implies a reinforcement of the grain boundaries [10].
In summary, in several studies it was found that the

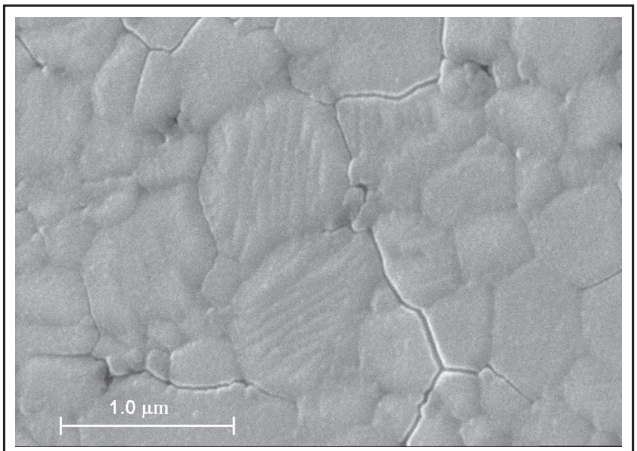


FIGURA 4 Thermal etched surface of Al_2O_3/SiC nanocomposite showing microcracking along grain boundaries
Source: courtesy of Dr. A. Bellosi, ISTEC-CNR, Project NANOMAT [10]

predominant effect of adding nanoparticles is the creation of obstacles to the grain boundary movement during sintering and the formation of defects where nanoparticles agglomerate. The size and volume of the flaws was found to be inversely proportional to the particle size. These processing flaws act as critical defects under mechanical stress, thus limiting the positive effects that should derive from the very fine microstructure of nanocomposites. Thus, the manufacturing of nanostructured ceramics with improved mechanical properties demands for a complete revision of the processing procedures concerning both powder treatments and sintering, in order to fully exploit the potentialities of these materials [10]. These conclusions are valid for all nanopowders tending to agglomerate, like those prepared from vapour-phase synthesis [4].

Inherent brittleness of the ceramics has prevented their widespread use in several applications. Consequently, significant scientific effort has been targeted to make ceramics more flaw-tolerant through design of their microstructures. An advanced class of materials designed to improve toughness of conventional ceramics are the Ceramic Matrix Composites (CMC), that is a class of materials consisting of a ceramic matrix reinforced by either continuous (long) fibers or discontinuous (short) fibers. Matrix material for long-fiber (continuous fiber) composites may be silicon carbide, alumina (alumina-silica) or carbon. Most CMC are reinforced by silicon carbide fibers due to their high strength and elasticity or by carbon fibers.

Silicon carbide matrix composites are fabricated by chemical vapor infiltration or liquid phase infiltration of a matrix material into a preform prepared from silicon carbide fibers. The infiltration–pyrolysis cycle needs to be repeated several times until the desired density is achieved. It was found that a significant reduction in the number of cycles needed for densification can be obtained by using pyrolytic SiC nanopowders as filler of the polycarbosilane precursor [11]. A refinement of the microstructure was also observed as well as an improvement of the mechanical properties: flexural strength increased from 150 MPa (without SiC nanopowders) to 370 MPa (with SiC nanopowders as filler) [6, 11].

Pyrolytic SiC nanopowders were also used for preparing fiber reinforced CMC by electrophoretic infiltration of two-dimensional woven carbon fiber fabrics [12]. To produce the composites, the infiltrated fabrics were sintered by hot pressing (Fig.5). After sintering, the composite filled with laser synthesized SiC nanopowders showed lower density than the fiber fabric infiltrated with commercial SiC powders, but better mechanical properties. A further improvement is expected at higher densification.

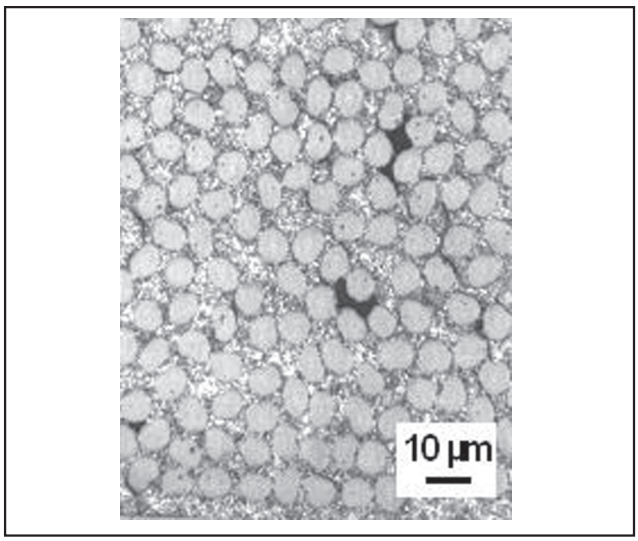


FIGURA 5 Optical micrographs showing the electrophoretic infiltration of carbon fibre mats with SiC powders
Source: courtesy of Dr. R. Dittrich, TU Bergakademie Freiberg, Project NANOMAT [12]

Functional Nanomaterials based on nanoparticles prepared by Laser Pyrolysis

The results obtained so far in the fabrication of structural nanocomposites from laser synthesized nanopowders urged the scientific community to develop new processing and forming techniques on the one hand, and to address more attention to the development of nanocomposites for applications where the sensitivity to defect population is not so critical (abrasion resistance, polymer reinforcement by addition of nanoparticles, etc.) or specific functions are required (optical, magnetic, electrical, thermal, etc..) on the other.

In the following paragraphs, we will review the main results obtained in recent years in the development of

nanocomposites from ENEA laser synthesized nanopowders for applications in several fields ranging from manufacturing protective layers to optoelectronics & photonics, bioimaging and heat management.

Protective layers containing laser synthesized nanoparticles.

There is a considerable demand for protective coatings with improved resistance to highly aggressive environments in order to drastically extend the safe service life of industrial objects.

Nanocomposite films can be fabricated through electrochemical deposition of the matrix material from a solution containing suspended nanoparticles of various chemical composition, such as oxides, carbides, nitrides and metal powders. This technique has been applied successfully to produce nanocomposite coatings containing SiC nanoparticles prepared at ENEA by laser pyrolysis [13]. Two different types of coatings were prepared: nickel-SiC and bronze-SiC nanocomposites. The mean size of SiC nanoparticles was of about 20 nm. The result of co-deposition of nickel with SiC nanoparticles was the formation of a more uniform deposit with smaller, rounder nickel grains conferring better mechanical and anticorrosive properties to the coating.

The promising results achieved on lab scale led to a scaling-up of the electrodeposition process for the realization of corrosion and wear resistant Ni/SiC nanocomposite coatings on ship propeller models and real-scale propeller profiles as well as on train axles [13]. An image of the profile coated with the Ni/SiC nanocomposite is shown in Fig. 6. The prototype parts were tested under working conditions. An increased microhardness and comparable erosion-corrosion resistance were found with respect to the small scale specimens [13]. It was found that the ship propeller and profile coatings withstood the severe erosion-corrosion attack without worsening the cavitation [13]. These activities were performed at the Univ. of Trento, in the framework of the Italian RINNOVA Project led by PROCOMP consortium .



FIGURA 6 Real-scale propeller profile coated with nanocomposite Ni deposit containing SiC NPs prepared at ENEA by laser pyrolysis
Source: results of PROCOMP-RINNOVA Project at the Univ. of Trento, Italy [13]

Applications of Si and Si-based nanoparticles in photonics and opto-electronics

Research on nanomaterials was further stimulated by the discovery of their novel properties as compared to bulk materials, which open up possibilities for a variety of applications, beyond the field of structural and mechanical applications. In particular, a great interest was drawn by the new optical and electronic properties which appear on the nanoscale. For example, in semiconductor nanoparticles, when the size is comparable to the Bohr exciton radius, the energies of bulk electron states are shifted and transition selection rules change. This "quantum confinement" effect results in the possibility to tune the optoelectronic properties of the semiconductors by changing the particle size [2] as described by the quantum mechanical model of the "particle in a box". Therefore, great effort was devoted to the development of semiconductor "quantum dots" (QD) for applications in optoelectronic devices [2]. In this framework, the discovery of room temperature visible photoluminescence emission from nanostructured, porous Si (p-Si) [14], raised great scientific and technological interest. As a matter of fact, bulk silicon is a most successful electronic material, but its application in optoelectronics is strongly limited by its lack of photoluminescence (PL) emission, which is due to the combination of indirect bandgap optical properties and long carriers diffusion length. Therefore, a luminescent emitter based on silicon was expected to pave the way for all-silicon optoelectronics and photonics due to its intrinsic compatibility with existing silicon based electronic technologies [15].

One of the first attempts to merge the world of optoelectronics and photonics with silicon technologies was related to doping Si with Er atoms. In this way the Er emission at the 1.54 μm telecommunication wavelength could be attained in a silicon-based material.

However, realization of this scheme with bulk Si suffered from limited performances, because of intrinsic loss mechanisms due to the electronic properties of Si. On the other hand, replacement of bulk material with nanostructured Si was expected to overcome many of these drawbacks, producing a novel device scheme where Si nanoparticles act as sensitizers of nearby Er ion emission, i.e., transfer to the ion the energy absorbed after optical excitation (Fig. 7). Silicon nanocrystals (Si-nc) produced by bottom-up methods gradually emerged in this landscape and were shown to efficiently sensitize Er ions, as the effective excitation cross section of Er in presence of Si-nc in a silica matrix is more than two orders of magnitude higher than direct excitation by resonant photon absorption [15-16]. Moreover, exploiting this mechanism, the very expensive pump sources for excitation of Er ions at about 980 nm could be replaced by low-cost broad band lamps for excitation of Si-nc.

Si-nc and Er co-doped glasses were intensively investigated in the course of the FP5 EC Project SINERGIA with the aim to produce broadly pumpable waveguide amplifiers for the 1.54μm telecommunication wavelength [16]. In this project a sol-gel waveguide formulation was also experimented, based on the synthesis of Si nanopowders by laser pyrolysis of SiH_4 followed by the sol gel synthesis of a Si-nc and Er co-doped nanocomposite glass material [16]. A preliminary formulation of the sol-gel glass using pure Si-nc nanopowders showed the necessity of a high temperature (1400 °C) thermal treatment to produce a fully densified material. This treatment caused the complete oxidation of the Si-nc which disappeared nullifying the possibility of a sensitization action. Therefore, a solution based on the incorporation of compound nanopowders that can withstand high temperature processing was conceived. To this purpose, Si-based nanopowders were synthesized [17] and integrated into an Er doped silica glass by standard dispersion procedure and sol–gel processing. Photoluminescence (PL) measurements on a glass sample containing 5at.% of Si-based nanopowders and 0.5 at.% of Er revealed that Er ions emit at 1.54μm not only by direct pumping, but also under out-of-resonance excitation. It was also observed that the PL intensity ratio between out-of-resonance and in-resonance excitation conditions increases with the Si-based nanopowders content, confirming the activation of the energy transfer mechanism [16-17]. Thus, the functionality of silicon and silicon-based nanoparticles as antennas or sensitizers of otherwise poorly addressable luminescent centres was clearly assessed.

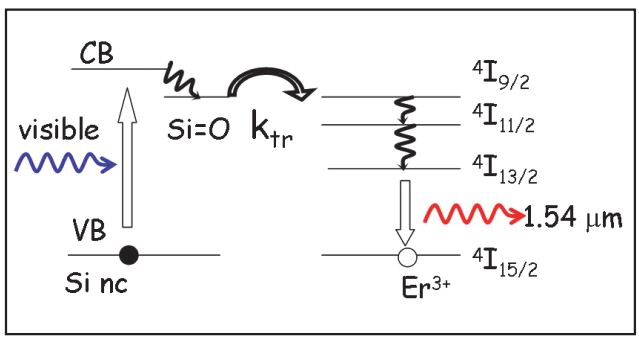


FIGURA 7 Schematic of the Si-nc sensitization of Er emission at 1.54μm

Another option for a new generation of optoelectronic devices that could be fabricated with minimal disturbance to conventional silicon technology is represented by exploitation of luminescent Si nanocrystals. However, the basic mechanisms of the luminescence emission process are still unclear and the experimentally determined optical properties of Si-nc depend on the synthesis techniques and are strongly influenced by surface effects due to the presence of atoms and/or radicals at or near the surface [15]. Consequently, the possibility of using Si-nc luminescence for new technologies rests on the control of the crystallite size and the structural and chemical properties of the surface, targets still to be fully achieved.

In the debate on the Si-nc PL emission mechanism, consensus was reached by the scientific community that both localized defects at the Si/SiO_2 interface, and the quantum confinement of photogenerated carriers play a major role. Experimental assessment of the role of interfacial oxide-related defects has long been based on the comparison of PL emission from strongly different systems containing nanostructured oxidised silicon [2,15], and consequently published results were not free from ambiguities. On the other hand, in a recent paper [18] we have reported on the spectroscopic properties of the same sample as-prepared by

laser synthesis (Si-nc) and after chemical oxidation (amorphous silica nanoparticles, a-SiO_2), providing unambiguous direct comparison of their luminescence properties. The similarity of the spectral and time dependent features of the red PL emission band in both systems strongly suggests that this emission is due to the same kind of states, likely non-bridging oxygen centres (NBO) .

Development of Si and Si-based nanoparticles for bio-imaging

Although strongly influenced by material properties and surface effects, Si-nc luminescence has some interesting characteristics for application in the field of fluorescence bio-imaging which were investigated in the framework of the EC FP6 Project BONSAI [19-20]. As a matter of fact, the rapid progress of bio-medical sciences has stimulated the development of new advanced imaging techniques, which are traditionally based on organic fluorophores. Recently, semiconductor quantum dot (QD) fluorophores have become of interest for this application because of their narrow and tuneable emission, wide band excitation capability, and resistance to photo-bleaching. Emission tunability allows for multicolour detection of different entities in cells, as QDs can be surface functionalised to link with selected receptors. However, commonly investigated QDs contain cadmium, which is toxic and harmful for biological entities. On the other hand, luminescent Si-nc are based on Si which is an intrinsically inert, non-toxic material, and is, in principle, more suitable for in-vivo studies. Other appealing characteristics of Si-nc photoluminescence are its long decay time (of the order of several tens of microseconds) which provides the possibility of using gating techniques for rejection of the short-lived biological background fluorescence, and the red-near infrared band falling in the transparency window of living tissues [19]. Moreover, we demonstrated [21] the possibility of two-photon luminescence excitation which is very interesting for advanced imaging techniques.

In order to exploit their potential for bio-medical applications, Si-NPs should remain highly luminescent and well dispersed in water and biological fluids over a wide range of pH and salt concentrations. This is a particularly hard task since the ionic strength in physiological fluids is high enough to decrease the electrostatic repulsion between NPs, which normally prevents aggregation. Therefore a great effort was spent on this issue in the BONSAI project [19]. Disaggregation of dried powders to well-dispersed Si nanoparticles in water using both acid etching and alkali etching procedures resulted problematic. Yet, successful results were achieved by a combined alkali-etching procedure terminated by addition of H_2O_2. It was also found that the use of HF/HNO_3 mixture as etching agent can make the Si NPs photoluminescent with various emission colors depending on the etching time (Fig. 8), however, the stability of the emission needs to be enhanced [19]. To prevent the formation of large aggregates, NPs can be coated with a biocompatible polymer in order to improve biodistribution. Consequently, the second step was the fabrication of colloidally stable and biocompatible Si NPs by grafting hydrophilic polymer chains, such as poly(ethylene glycol) PEG, on the Si NPs. First, disaggregated Si NPs were coated with functional silanes terminated with amine or epoxy groups, and then conjugated with PEG. It was found that the PEGylated Si NPs remained stable in water for weeks.

Negligible cytotoxicity of PEGylated Si-NPs was observed by vitality tests on epithelial cell lines known to be fairly sensible to noxious agents, i.e., A30 cells (located at the air/blood barrier) [19-20].

Although promising results were obtained in the functionalization of Si pyrolytic NPs and first in-vivo bio-imaging tests were done on guinea pigs, preparation of Si-NPs to be routinely used as bio-markers is still a challenging task. Recent reviews on the state of the art and perspectives in this field can be found in [19-20]. In particular, it comes out that the main advantage ex-

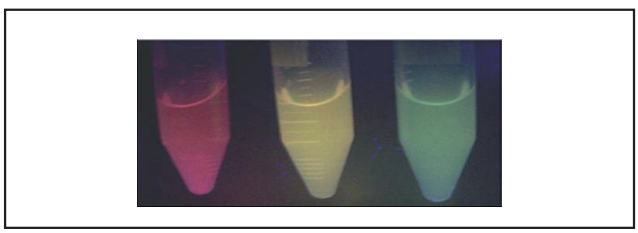


FIGURA 8 Functionalised Si-nc suspensions emitting at different colours
Source: results of the BONSAI Project [19]

pected by replacing conventional organic fluorophores with Si-NPs, i.e., the tuneability of the PL emission wavelength by pumping at one selected wavelength, appears far to be reached. The PL emission spectrum of Si nanoparticles is, in fact, very broad and seems to be determined more by the surface termination and/or the presence of defects at the surface [7,15,18-20] than by quantum effects, i.e., by the crystalline size of the nanoparticles.

Therefore, using the past experience on Er sensitization by Si-nc, a different approach was experimented to get tuneable and stable photoluminescence from Si-based NPs, that is, binding a rare-earth ion to the NP surface. Si-nc can be effectively excited at all the photon energies above the band gap and subsequently transfer their energy to the linked rare-earth ion which decays emitting photons at their characteristic transition energies. In principle, it should be possible to get different well-defined emission wavelengths, over a narrow spectral range, by linking the Si NPs to different rare earth ions and by using the same excitation wavelength, thus allowing for multicolour labelling of cells. This approach was first tried on Yb ions, to exploit the aptitude of this ion to form complexes with amino groups which are easily linked to the surface of pyrolytic Si-nc [22]. A sharp PL emission peak at about 980 nm, due to the presence of Yb ions, was observed under excitation of the surface functionalized Si-nc at 532 nm, a wavelength where Yb ions do not absorb. This demonstrates that the excitation of rare earth ions takes place through the desired energy transfer from Si NPs [22]. The procedure is based on a wet-chemistry approach which does not require high temperature annealing for luminescence emission activation and could be extended to other lanthanide ions in order to produce Si-based NPs emitting at different wavelengths in a rainbow of colours.

Development of nanofluids for enhanced heat exchange

Nanofluids are a new class of high performance nanotechnology-based coolants engineered by dispersing and stably suspending in base fluids a limited amount of nanoparticles (metallic or nonmetallic) with typical size of the order of 10-250 nm. A firm assessment of the enhancement in nano-fluid heat transfer with respect to conventional coolants and a deep comprehension of the mechanisms behind it would pave the way to industrial development of nanofluids for a variety of applications ranging from cooling of electronic components, transformer oil and heat-exchange devices to improving heat transfer efficiency of chillers, domestic refrigerators-freezers and more [23]. To this respect, nanopowders for the preparation of selected nanofluids are produced at ENEA by CO_2 laser pyrolysis in the framework of the EC FP7 Project NanoHex, having the objective of developing high performance nanofluid coolants for Data Centres and Power Electronic Components. An enhancement in the thermal conductivity (with respect to distilled water) was observed in all the nanofluids based on ENEA pyrolytic NPs (TiO_2, SiO_2 and SiC) in water. Thermal conductivity of nanofluids was determined either with conventional methodologies (at the University of Birmingham-UK and the Royal Institute of Technology-SW) or with an optical, laser-induced grating set-up which provides the possibility for *in situ* monitoring of coolant performances [24]. Measurements of the heat transfer coefficient of water-based nanofluids containing pyrolitic nanoparticles are currently in progress in the course of the EC FP7 NanoHex Project [25]. Starting from the obtained results, perspectives for exploitation of nanofluids based on pyrolytic NPs will be evaluated.

Conclusions and Perspectives

The laser pyrolysis method for the synthesis of nanoparticles has proven to be a very flexible and versatile technique which permits to cope with several challenges in different sectors of nanotechnology. Applications in the field of structural nanoceramics, wear resistant coatings and functional nanomaterials for optoelectronics, photonics and bio-imaging were reviewed. Actual plans include feasibility studies for new, challenging applications such as the development of doped and pure TiO_2 nanoparticles for photovoltaics and photo-catalysis, of nanoparticles containing zero-valent iron for contaminated soil and groundwater remediation and the realization of protective nanocomposite coatings for cultural heritage preservation. Increasing attention will be paid to initiatives aimed at assessing the risk to human or ecological health in the widespread use of nanoparticles.

Acknowledgments

We wish to thank all the ENEA scientists who have contributed in the course of the last years to the development of the research activities here reviewed. We thank Dr. R. Fantoni for her valuable contribution to the understanding of the process of infrared multiple-photon excitation of polyatomic molecules and the following formation of gas-phase intermediates; Dr. S. Botti, Dr. L. Caneve, Dr. M. Carpanese, and Dr. S. Martelli (now at CSM-Pomezia) for their fruitful contribution in different phases of the experimental activity for laser synthesis of nanoparticles; Dr. R. Giorgi, Dr. T. Dikonimos-Makris, and Dr. G. Zappa for cooperation in the investigation of microstructural properties of composite nanopowders; Dr. C. Alvani, Dr. C. A. Nannetti, and Dr. A. Donato for having developed processes for the fabrication of nanocomposite materials starting from pyrolytic nanopowders; Dr. R. Pilloni, and Dr. E. Serra for characterization of nanopowders with electron microscopy; Dr. F. D'Annibale, and Dr. A. Mariani for the determination of the heat transfer coefficient in nanofluids containing laser synthesized nanoparticles; Dr. S. Gagliardi for recent results on the possibility to exploit nano-titania for photovoltaic cells. The past technical support of R. Belardinelli, P. Cardoni, R. Ciardi, M. Di Fino, and R. Giovagnoli is also gratefully acknowledged.

We wish to mention the valuable long lasting cooperation with N. Herlin (CEA-Saclay, France) and with the researchers of INFLPR-Bucharest : R. Alexandrescu, I. Mojan, L. Gavrila-Florescu, and E. Popovici (in the framework of a bilateral Italy-Romania agreement promoted by the Ministry of Foreign Affairs).

Funding for our research in this field came from EC funded Projects: BRITE-EURAM Project "Development of nanocomposite materials for cutting tool applications", FP4-NANOMAT Network, BRITE Project CERAPOL-NANO, FP5-IST-SINERGIA Project, FP6-Life-Science-BONSAI Project and FP7-Large-Scale –Collaborative-HENIX (NanoHex) Project. We thank all the partners involved in these Projects for their precious contribution to the development of our activities. Financial support from Italian Industrial Research Projects (RINNOVA and TECVIM) is also acknowledged.

References

[1] K. Niihara (1991), *New Design concept of Structural Ceramics*, J. Ceram. Soc. Jpn, Vol. 99, 945-952.
[2] Edelstein A.S. and Cammarata R.C. eds., (1996) *Nanomaterials: Synthesis, Properties and Applications*, IOP publishing Ltd., (Bristol and Philadelphia).
[3] O. Masala and R. Seshadri (2004), *Synthesis Routes for Large Volume of Nanoparticles*, Annu. Rev. Mater. Res. Vol. 34 pp. 41-81.
[4] M. T. Swihart (2003), *Vapor-phase synthesis of nanoparticles*, Current Opinion in Colloid & Interface Science, Vol. 8, 127-133.
[5] E. Borsella, S. Botti, L. Caneve, L. De Dominicis, R. Fantoni (2008), *IR multiple-photon excitation of polyatomic molecules: a route towards nanostructures*, Phys. Scr., Vol. 78, 058112 (9pp.).
[6] E. Borsella, S. Botti, S. Martelli (1997), *Nanopowders from gas-phase laser driven reactions: characteristics and applications*, Mat. Sci. Forum Vols. 235-238, Trans. Tech. Publications (Switzerland), pp. 261-266.
[7] R. D'Amato, M. Falconieri, F. Fabbri, V. Bello, E. Borsella (2010), *Preparation of luminescent Si nanoparticles by tailoring the size, crystallinity and surface composition*, J. Nanopart. Res., 12, 1845-1858.
[8] A. Donato, E. Borsella, S. Botti, S. Martelli, C.A. Nannetti, M.R. Mancini, I. Morjan (1996), *Thermal shock tests of -SiC pellets prepared from laser synthesized nanoscale SiC powders*, J. Nucl. Mat., Vol.233-237, 814-817.
[9] D. Sciti and A. Bellosi (2000), *Effects of additives on the densification, microstructure and properties of liquid-phase sintered silicon carbide*, J. Mater. Sci. 35, 3849-3855
[10] D. Scitti, J. Vicens, and A. Bellosi (2002), *Microstructure and properties of alumina-SiC nanocomposites prepared from ultrafine powders*, J. Mater. Sci. Vol. 37, 3747-3758.
[11] A. Donato, C.A. Nannetti, A. Ortona, E. Borsella, S. Botti, S. Casadio, G. D'Alessandro, A. Licciulli, S. Martelli, A. Masci (1996) *Compositi a Matrice Ceramica e Processo di Produzione degli Stessi mediante Infiltrazione Liquida con Precursori Ceramici Polimerici e l'Uso di Nanopolveri*, Patent RM96A000220.
[12] E. Müller, R. Dittrich, E. Borsella (2005), "A new possibility for preparing C/SiC" *in: "Verbundwerkstoffe und Werkstoffverbunde*, pp.121-126, Ed.:M.Schlimmer, Werkstoff-Informationsgesellschaft mbH Frankfurt/M (Germany).
[13] M. Lekka, C. Zanella, A. Klorikovska, P.L. Bonora (2010), *Scaling-up of the electrodeposition process of nano-composite coating for corrosion and wear protection*, Electrochimica Acta 55, 7876-7883.
[14] L.T. Canham (1990), *Silicon quantum wire array fabrication by electrochemical and chemical dissolution of wafers*, Vol. 57, Appl. Phys. Lett., 1046-1048.
[15] L. Pavesi and R. Turan eds. (2010), *Silicon Nanocrystals: Fundamentals, Synthesis and Applications*, Wiley-VCH Verlag GmbH & co. KgaA, Weinheim-Germany.
[16] E. Borsella (2004), *Si nanocrystals and erbium co-doped glasses for optical amplifiers*, Solid State Phenomena, Vol.99-100, 3-11.
[17] F. Costa, L. Gini, E. Borsella, M. Falconieri, G. Mattei, E. Trave (2006), *Materiale Composito Trasparente Fotoluminescente e Metodi per la Sua Produzione*, Patent N° NO2006A000002.
[18] E. Borsella, R. D'Amato, F. Fabbri, M. Falconieri, E. Trave, V. Bello, G. Mattei, Y. Nie, and D. Wang (2011), *On the role of non-bridging oxygen centres in the red luminescence emission from silicon nanocrystals*, Phys. Status Solidi C, 1– 5/ DOI 10.1002/pssc.201000553.
[19] E. Borsella, M. Falconieri, N. Herlin, V.Loschenov, G. Miserocchi, Y. Nie, I. Rivolta, A. Ryabova, D. Wang in [15], *Biomedical and sensor applications of silicon nanoparticles*, pp. 507-536.
[20] E. Borsella ed. (2010), *Breakthrough in nanoparticles for bio-imaging*, AIP Conference Proceedings, Vol. 1275, American Institute of Physics, Melville, NewYork (USA).
[21] M. Falconieri, R. D'Amato; F. Fabbri, M. Carpanese and E. Borsella (2009); *Two-photon excitation of luminescence in pyrolytic silicon nanocrystals*, Physica E, Vol.41, 951-954.
[22] R. D'Amato, M. Falconieri, E. Borsella in [21], *Synthesis and photoluminescence of Ytterbium doped silicon nanocrystals*, 75-79.
[23] R. Saidur, K.Y. Leong, H.A. Mohammed (2011), *A review on applications and challenges of nanofluids*, Renew. Sust. Energ. Rev., Vol. 15, 1646-1648.
[24] F. Rondino, M. Falconieri, E. Borsella, R. D'Amato, (2011), *Measurements of thermal diffusivity by Forced Rayleigh Light Scattering*, Proc. ECONOS 2011, May, 23-25, Twente, The Netherlands.
[25] D'Annibale F., Ghidini L., Mariani A., Saraceno L., Borsella E., D'Amato R., Cao J., Schoolderman C. (2011), *Heat Transfer Coefficient of Water-based SiC and TiO_2 Nanofluids*, Proceed. Conference Nanotechltaly 2011, Venice Nov. 23-25, 2011.



La fabbrica dei tessuti umani: il futuro bussa alle porte

La medicina rigenerativa si propone di sviluppare terapie innovative ed avanzate mirate alla ricostruzione dei tessuti (tissue factory) e di organi irrimediabilmente danneggiati da malattie, traumi o dal "semplice" invecchiamento, offrendo una nuova filosofia di approccio alla malattia: la rigenerazione biologica da parte del corpo del paziente del tessuto/organo deteriorato, anziché la sua sostituzione con una protesi o un trapianto. Questo nuovissimo settore delle biotecnologie rivoluzionerà la medicina, aprendo la strada a nuove possibilità di cura e a una migliore qualità della vita dei pazienti

Laura Teodori, Luigi Ambrosio

L'ingegneria tissutale rappresenta la nuova frontiera in ambito biomedico. Questa nuova scienza ad elevato contenuto tecnologico ha lo scopo di riparare i tessuti e gli organi danneggiati da malattie, traumi o semplice invecchiamento e quindi di ripristinare quelle funzioni perse degli organismi viventi. É una scienza fortemente multidisciplinare in cui si uniscono conoscenze di ingegneria, biologia cellulare/molecolare, matematica, scienze dei materiali, chimica e altre ancora, allo scopo di sviluppare, produrre e commercializzare sostituti biologici che consentano di migliorare il funzionamento, curare o riparare tessuti biologici o addirittura sostituire tessuti distrutti (ad esempio, muscoli, ossa, cartilagini, vasi sanguigni ecc.). L'obiettivo a lungo termine sarà quello di riuscire a coltivare tessuti complessi o addirittura organi interi.

Questo nuovissimo settore delle biotecnologie rivoluzionerà la medicina, aprendo la strada a nuove possibilità di cura e a una migliore qualità della vita dei pazienti. Una nuova branca della medicina è così nata: la medicina rigenerativa. Le applicazioni cliniche dei risultati di questi studi sono incommensurabili. Nella medicina dei trapianti, ad esempio, in futuro, potrebbero volerci solo poche settimane perché il paziente ottenga il suo stesso organo di ricambio. Tuttavia, la medicina rigenerativa offre una nuova filosofia di approccio alla malattia: la rigenerazione biologica da parte del corpo del paziente del tessuto/organo deteriorato, anziché la sua sostituzione con una protesi o un trapianto.

Ogni malattia che dia luogo a una degenerazione dei tessuti è una potenziale candidata. La grande sfida è oggi rappresentata dalla terapia delle malattie cardiache, di quelle neurodegenerative (Alzheimer e Parkinson), delle ustioni, dei traumi, della distrofia muscolare, del diabete ecc., per le quali gli approcci tradizionali sono risultati insufficienti. Alcune applicazioni terapeutiche sono già realtà, come ad esempio nel caso degli epiteli, della cornea, della pelle. Sono in arrivo nuovi prodotti le cui applicazioni possono consentire il trattamento di patologie finora non curabili in maniera soddisfacente, come le malattie cardiovascolari (realizzazione di valvole cardiache con tecniche di ingegneria tissutale, innesto di vasi sanguigni, rigenera-

Laura Teodori
ENEA, Unità Tecnica Sviluppo di Applicazioni delle Radiazioni, Laboratorio di Diagnostica e Metrologia; Segretario dell'International Society for the Advancement of Cytometry, Bethesda, MD USA

Luigi Ambrosio
CNR, Direttore dell'Istituto per i Materiali Compositi e Biomedici; Presidente dell'European Society for Biomaterials; Fellow of the American Institute for Medical and Biological Engineering; Fellow of Biomaterial Science and Engineering

zione del tessuto muscolare cardiaco), le malattie neurodegenerative (ad es. il morbo di Alzheimer e il morbo di Parkinson), le lesioni delle fibre nervose e del midollo spinale.
Protagoniste di questa nuova rivoluzione scientifica sono le cellule staminali che costituiscono le "armi" della medicina rigenerativa. Le cellule staminali sono le cellule progenitrici di tutti gli organi e i tessuti degli esseri viventi. Sono cellule indifferenziate che non hanno ancora assunto una specifica tipologia e funzione, ma che, in determinate condizioni, possono specializzarsi e svilupparsi in tessuti e organi. Le cellule staminali stanno già lasciando il laboratorio di ricerca per raggiungere il letto del malato, nonostante la conoscenza dei programmi di controllo che ne guidano il destino sia ancora incompleta. È necessario, quindi, che prima che le terapie basate sulle cellule staminali possano entrare nella pratica clinica, alcuni aspetti critici debbano essere ulteriormente indagati, come la sicurezza a lungo termine, la tollerabilità, l'efficacia ed il potenziale cancerogeno.

Se, da una parte, l'ingegneria tissutale si avvale di cellule staminali o progenitori cellulari che vengono espansi e differenziati secondo il fenotipo desiderato, dall'altra, si avvale di *scaffold* (contenitori) di materiale, forma e architettura ad hoc che forniscono il supporto 2D o 3D in grado di ospitare e promuovere l'accrescimento e il differenziamento delle cellule staminali. Lo *scaffold* deve rispondere a caratteristiche meccaniche del tessuto che si vuole rigenerare, deve essere in grado di riorganizzarsi e promuovere la rigenerazione, essere riassorbito e sostituito dai nuovi tessuti.
La sfida dell'ingegneria tissutale è quindi duplice: da un lato si tratta di individuare un supporto adatto che contenga le cellule e nel quale le cellule siano in grado di orientarsi per formare strutture stratificate e, dall'altro lato, si tratta di studiare e di riprodurre le condizioni che consentano alle cellule di crescere, moltiplicarsi e differenziarsi nei diversi tipi di tessuti. Il materiale bioartificiale dello *scaffold* rappresenta quindi una struttura temporanea che fa da *homing* alle cellule, ne promuove la rigenerazione, la giusta direzione e l'orientamento. I requisiti per un *scaffold* sono numerosi, come essere bio-compatibili e citocompatibili, fornire adeguate proprietà meccaniche e adeguato tempo di degradazione. Viste le grandi difficoltà tecniche, il fabbisogno di ricerca nel settore dell'ingegneria tissutale rimane notevole. Molte conoscenze non sono ancora disponibili, e molte discipline biomediche e non, sono attivamente coinvolte in questa ricerca: l'ingegneria cellulare relativa al fenomeno rigenerativo di cellule staminali, cellule precursori e cellule differenziate; la biochimica, in relazione a fattori organici quali le proteine ed i geni che agiscono sull'induzione della differenziazione e sulla crescita di queste cellule; l'ingegneria di materiali per uso medico, che progetta e sintetizza il materiale per gli *scaffold* o il sistema per il rilascio controllato del fattore di crescita. Quindi, con un approccio interdisciplinare, la ricerca si propone di perfezionare questa nuova tecnologia ad elevato contenuto innovativo fino a farne un metodo terapeutico riconosciuto. É evidente, quindi, che al di là dei notevoli progressi e del grande impatto che la medicina rigenerativa avrà nella terapia di malattie gravi, questa nuova frontiera rappresenterà anche un notevole business, e le aziende si sono già messe sulla linea di partenza per poter presto produrre e commercializzare parti del corpo su scala industriale. Molti sono gli interessi economici che ruotano intorno a questa ultima frontiera della medicina. Enormi investimenti sono stati messi in campo per produrre e commercializzare i prodotti di queste nuove tec-

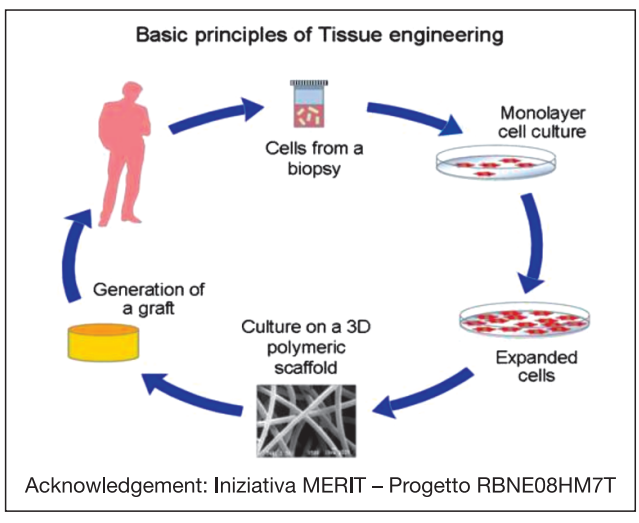


FIGURA 1 Basic principales of tissue engineering
Fonte: immagine tratta dalla rete

nologie su scala industriale. I progressi compiuti nella ricerca sull'ingegneria tissutale hanno già portato alla creazione di un nuovo settore commerciale delle biotecnologie in Europa. E la comunità europea ha stimato che nei prossimi 15 anni l'ingegneria dei tessuti e la medicina rigenerativa in generale muoveranno un giro d'affari di circa 300 miliardi di euro. Il National Institute of Health, l'agenzia governativa americana per la ricerca biomedica, che finanzia circa il 30% della ricerca biomedica americana (l'altra proviene quasi interamente dai privati), ha stimato che il business «*from Stem Cells to the Market Place*» quadruplicherà in 15 anni, ed è destinato a crescere in modo esponenziale. Per ora è ancora un settore giovane ma in piena espansione caratterizzato dalla presenza di imprese nuove e di piccole dimensioni, specializzate nella ricerca ad alto contenuto tecnologico. Un nuovo settore commerciale nel campo delle tecnologie si è quindi aperto in Europa e nel mondo. Saranno tuttavia necessarie: i) una opportuna standardizzazione delle procedure e ii) una regolamentazione sulle condizioni di immissione in commercio dei prodotti, con la necessità di un quadro normativo comunitario che regoli la circolazione dei prodotti e l'espansione del mercato. Per quanto riguarda il primo punto, sono molto attivi gli studi che riguardano la progettazione di ambienti ad hoc, dove tutte le operazioni di "popolamento" dello *scaffold* in modo strutturalmente e fisiologicamente appropriato possano avvenire in modo controllato e standardizzato. Tali sistemi sono possibili solo in bioreattori opportunamente progettati.

Bibliografia

[1] Review Article: *Critical issues in tissue engineering: biomaterials, cell sources, angiogenesis, and drug delivery systems*. Naderi H, Matin MM, Bahrami AR. J Biomater Appl. 2011 Sep 16.

[2] *A multi-functional scaffold for tissue regeneration: The need to engineer a tissue analogue*. F Causa, P A. Netti, L Ambrosio, *Biomaterials* 28 (2007) 5093–5099.

[3] *Bone Tissue Engineering Bioreactors - A Role in the Clinic*? Salter EK, Goh BC, Hung BP, Hutton DL, Ghone NV, Grayson WL. Tissue Eng Part B Rev. 2011.

[4] *Biomaterials to enhance stem cell function in the heart*. Segers VF, Lee RT. Circ Res. 2011 Sep 30;109(8):910-22.

[5] *The pro-myogenic environment provided by whole organ scale acellular scaffolds from skeletal muscle*. Perniconi B, Costa A, Aulino P, Teodori L, Adamo S, Coletti D. Biomaterials. 2011 ov;32(31):7870-82.

[6] *Static magnetic fields enhance skeletal muscle differentiation in vitro by improving myoblast alignment*. Coletti D, Teodori L, Albertini MC, Rocchi M, Pristerà A, Fini M, Molinaro M, Adamo S. Cytometry A. 2007 Oct;71(10):846-56.

[7] *Manipulating co-continuous polymer blends to create PCL scaffolds with fully interconnected and anisotropic pore architecture*. Guarino V, Guaccio A, Ambrosio L. J Appl Biomater Biomech. 2011 Jan-Apr;9(1):34-9. doi: 10.5301/JABB.2011.6473.

[8] *Optimizing PANi doped electroactive substrates as patches for the regeneration of cardiac muscle*. Borriello A, Guarino V, Schiavo L, Alvarez-Perez MA, Ambrosio L. J Mater Sci Mater Med. 2011 Apr; 22(4):1053-62.

[9] *The pro-myogenic environment provided by whole organ scale acellular scaffolds from skeletal muscle*. Perniconi B, Costa A, Aulino P, Teodori L, Adamo S, Coletti D. Biomaterials. 2011 Nov;32(31):7870-82.



Biodiversity: two decades of International Convention

Where things stand

The Convention on Biological Diversity, opened for signature at the Earth Summit in Rio de Janeiro on 1992, represents a significant step forward for human kind from an intellectual, cultural, ethic, and scientific point of view, although its path has often been marked by difficulties, both at national and international levels. This article aims at describing where things stand, after almost two decades of the treaty entry into force, pending Rio +20

Laura Maria Padovani, Paola Carrabba, Barbara Di Giovanni e Francesco Mauro

Biodiversità: due decenni di Convenzione Internazionale. Il punto della situazione

La Convenzione sulla Diversità Biologica, presentata al Summit della Terra di Rio de Janeiro nel 1992, rappresenta per il genere umano un significativo passo avanti dal punto di vista intellettuale, culturale, etico e scientifico, anche se il suo percorso è stato spesso segnato da difficoltà, sia a livello nazionale che internazionale. Questo articolo intende fare il punto della situazione dopo quasi due decenni dalla entrata in vigore del trattato, in attesa di Rio +20

Along with the Framework Convention on Climate Change (FCCC) and the Convention to Combat Desertification (CCD), the Convention on Biological Diversity (CBD) is one of the three international legally-binding instruments originated at the Earth Summit (the United Nations Conference on Environment and Development) in Rio de Janeiro, in 1992. Conversely, the other documents approved on that occasion, e.g., Agenda 21 – which pursues sustainable development – are political, expressing mere declarations of intent.

The CBD was signed in Rio by 156 countries and entered into force in 1993, after being ratified by 30 parties. The European Commission ratified the Convention in 1993 whereas Italy in 1994; both parties participated with diplomatic and scientific delegations in the preparatory meetings of the CBD prior to the Rio Sum-

Laura Maria Padovani, Paola Carrabba, Barbara Di Giovanni
ENEA, Unità Tecnica Sviluppo Sostenibile ed Innovazione del Sistema Agro-industriale
Francesco Mauro
Università degli Studi "Guglielmo Marconi", Roma

mit. As of today, in 2011, 193 parties have joined the CBD, with the notable absence of the United States that signed but did not ratify the Convention.

The three CBD objectives are quite ambitious:

- the conservation of biological diversity;
- the sustainable use of the biological diversity components; and
- the fair and equitable sharing of the benefits arising from the use of genetic resources.

The Convention's overall objective is to plan and encourage actions leading to a sustainable future.

Biodiversity refers to all levels of life on the planet, namely:

- the genetic diversity within and between species;
- the inter-species diversity; and
- the diversity of ecosystems and landscapes.

Considering that man is an integral part of ecosystems, some authors include human cultural diversity in this context.

The Convention covers also biotechnology in its transboundary aspects through the Cartagena Protocol on Biosafety (with 160 Parties in 2011).

The CBD governing body is the Conference of the Parties (COP). This ultimate authority of all governments or international Parties that have ratified the treaty meets every two years to review progress, set priorities, and commit to work plans.

The Convention on Biological Diversity represents a significant step forward from an intellectual, cultural, ethic, and scientific point of view:

1) it clarifies that biodiversity is not limited to the number and size of species but extends its paradigm to the molecular and genetic level as well as to ecosystems and landscapes with their biotic and abiotic components;
2) besides conservation, it also embraces the objectives of sustainable use and equitable sharing, so that biodiversity itself becomes a factor of development of human communities within a context of environmental, social and economic sustainability;
3) it brings a set of issues until recently considered only by the scientific and NGO communities to the attention of public opinion and policy makers;
4) several sensitive issues are dealt with in the text of the convention: the exchange of information (through the so called "*Clearing-House Mechanism*"), inequities and rights of indigenous peoples and local communities, traditional knowledge and practices, technology transfer, protected areas, social-economic aspects (poverty, women, exploitation), etc.;
5) the so-called "*ecosystem approach*" has been elaborated and promoted, although there was a great difficulty in applying its principles at the local level, as the most appropriate level of implementation;
6) special attention has been paid to particular sectors: agri-biodiversity, dry and sub-humid lands biodiversity, island biodiversity, nature-related tourism, etc.;
7) studies and projects have been fostered not only concerning high levels of biodiversity (for instance, in tropical countries) but also areas where biodiversity is scarce though relatively unique (small islands, mountains, the Mediterranean region, etc.).

At the same time, almost two decades of life of the Convention have, not surprisingly, been characterized by difficulties. The main reason is certainly due to its ambitious goals. In particular:

a) to conjugate conservation with use (even if sustainable) is *per se* not an easy task, both intellectually and practically;
b) the need to pinpoint quantitative or, at least, accurately described targets of the CBD actions is difficult to fulfil;
c) developing countries, particularly those rich in biodiversity (mega-diversity countries), often unsustainably use their biodiversity (e.g., by exploiting forests for fuel and construction material) also because of economic problems. By so doing, they are unable to tackle conservation problems and to trigger sustainable management;
d) the problem of funding (from North to South and from developed to developing countries) is politically unsolved.

Besides the above difficulties, two problems related to communication and the political context have also affected the implementation of CBD. First, greater importance, among the three Rio Conventions, has been attributed by governments, business and public opinion to climate and energy and, therefore, to the FCCC. There is, in fact, a more obvious interconnection of

economic development and the geopolitical situation with climate change, whereas the same connection is less emphasized, though not less evident, with regard to biological diversity.

The second problem is related to the great amount of time and attention dedicated to the preparation and approval of the Cartagena Protocol on Biosafety that captured the effort of Parties.

In 2002, ten years after Rio, seemingly the Convention succeeded in establishing itself and in sensitizing public opinion (as well as the scientific and communication communities) to the importance of biodiversity, although the actions to achieve concrete goals resulted not incisive enough and relatively insufficient. In fact, in the same year, the Convention Parties thought it worthwhile to commit themselves "*to achieve by 2010 a significant reduction of the current rate of biodiversity loss at the global, regional and national level, as a contribution to poverty alleviation and to the benefit of all life on Earth*" (CBD Secretariat, 2010). This target was endorsed by the World Summit on Sustainable Development (Rio +10) and by the United Nations General Assembly, and was then incorporated as a new target under the Millennium Development Goals.

A notable effort has been made to assess the progress toward the 2010 target. An important instrument of analysis, the Global Biodiversity Outlook, has been developed, drawing on a range of information sources, including national reports, biodiversity indicators, scientific literature, and a study assessing biodiversity scenarios.

The conclusion of the Global Biodiversity Outlook 3, published in 2010, is blunt and unmistakable: "*the target agreed by the world's governments in 2002 to achieve by 2010 a significant reduction of the current rate of biodiversity loss … has not been met*" (CBD Secretariat, 2010). Unfortunately, "*there are multiple indications of continuing decline in biodiversity in all three of its main components - genes, species, and ecosystems*" (CBD Secretariat, 2010). The Global Biodiversity Outlook reported that, among all:

- amphibians face the greatest risk of extinction and nearly a quarter of plant species are estimated to be threatened with it;
- the number of vertebrate species diminished by "*nearly a third, on average, between 1970 and 2006, and continues to fall globally, with especially severe declines in the tropics and among freshwater species*" (CBD Secretariat, 2010);
- "*natural habitats in most parts of the world continue to decline in extent and integrity*" (CBD Secretariat, 2010), in particular freshwater wetlands, sea ice habitats, salt marshes, coral reefs, seagrass beds, and shellfish reefs, whereas the rate of loss of tropical forests and mangroves has being slowing down;
- the loss of biodiversity and ecosystem services is also due to the extensive fragmentation and degradation of forests, rivers and other ecosystems;
- "*crop and livestock genetic diversity continues to decline in agricultural systems*" (CBD Secretariat, 2010);
- "*the five principal pressures directly driving biodiversity loss (habitat change, overexploitation, pollution, invasive alien species, and climate change) are either constant or increasing in intensity*" (CBD Secretariat, 2010).

The loss of biodiversity is an issue of profound concern *per se* and in relation to the functioning of ecosystems which provide a wide range of services to human societies. "*Its continued loss has major implications for current and future human well-being. The provision of food, fibre, medicines and fresh water, pollination of crops, filtration of pollutants, and protection from natural disasters are among those ecosystem services potentially threatened by declines and changes in biodiversity. Cultural services, such as spiritual and religious values, opportunities for knowledge and education, as well as recreational and aesthetic values, are also declining*" (CBD Secretariat, 2010).

Certainly, the Convention has promoted important actions (protected areas on land and in coastal waters, conservation of particular species, initiatives against pollution and alien species invasions) but they have not been sufficient to offset the pressures on biodiversity in most places. "*Most future scenarios project continuing high levels of extinctions and loss of habitats throughout this century*" (due to clearing of tropical forests, climate change, alien species, overfishing, etc.) "*with associated decline of some ecosystem services important to the human well-being*" (CBD Secretariat, 2010).

These difficulties were evident to most of the delegations preparing for the 10th Conference of the Parties

(COP) scheduled in the Fall of 2010 in Nagoya, Japan.
All the more so because COPs are surely the legitimate governing body of the Convention but are also well known for being subject to diplomatic delays and minimum common denominator compromises in the anxious search of unanimity, according to the rules of the UN, and the need of keeping regional equilibriums in balance. Nevertheless, the previous COPs have attained many results, *inter alia*:

- the establishment of the Clearing-House Mechanism (CHM -http://www.cbd.int/chm/) and the Subsidiary Body on Scientific Technical and Technological Advice (SBSSTA), as well as the designation of GEF (Global Environment Facility) as the interim financial mechanism, by COP 1;
- the starting up of *ad hoc* working groups on: biosafety, traditional knowledge, and access and benefit sharing from COP 2 to 5;
- the Cartagena Protocol on Biosafety (focused on trans-boundary movements of living modified organisms that may have an adverse effect on biodiversity), signed in Montreal (CBD Secretariat, 2000);
- the "*ecosystem approach*", one of the most important scientific and intellectual contribution of the Convention, presented and accepted in COP 5 (http://www.cbd.int/decision/cop/?id=7148);
- finally, while COP 6 to 9 concentrated on issues related to specific sectors (coastal, agricultural, dry land, mountain biodiversity, etc.), only COP 6 adopted a Strategic Plan aiming at the 2010 main objective of a significant reduction in biodiversity loss.

In an atmosphere of both expectation and skepticism, the COP in Nagoya has produced, as main result, the Nagoya Protocol on Access to genetic resources and fair and equitable Sharing of Benefit arising from their utilization (ABS) (CBD Secretariat, 2011 *a*). After a very long negotiation to establish an international regime for access to and benefit-sharing of genetic resources and the associated traditional knowledge, the Protocol defines procedures for Prior Informed Consent (PIC), Mutually Agreed Terms (MAT), certification, monitoring, etc. The core issue of the negotiation has been whether derivatives can be included in the definition of genetic resources and how to monitor the utilization of genetic resources. However, the requirement of disclosure has not been adopted in the Protocol, the monitoring is also limited and, furthermore, the version is not very clear as to benefit-sharing of the genetic resources collected in the industrial countries' gene banks and accessed in the past.
In line with an approach typical of the international instruments, the Protocol underlines the importance of legal certainty in this difficult field although, as in the case of the Cartagena Protocol, it will take a long time and a strong effort to implement it and even more to enforce it.
The COP also approved the Strategic Plan 2011-2020 "*Living in Harmony with Nature*," in which "*by 2050, biodiversity is valued, conserved, restored, and wisely used, maintaining ecosystem services, sustaining a healthy planet, and delivering benefits essential for all people*." The mission implies effective and urgent actions to halt biodiversity loss by reducing pressures on biodiversity, in order "*to ensure that by 2020 ecosystems are resilient and continue to provide essential services, thereby securing the planet's variety of life, and contributing to human wellbeing and poverty eradication*" (CBD Secretariat, 2011 *b*). Special attention is dedicated to: coral reefs, forests, aquatic plants, agro-biodiversity, ecosystems (and their relation to climate change and the CO2 cycle).
So, at Nagoya, an effort has been made to re-launch a concrete target; and the Protocol meets, at least in part, the requests of the biodiversity-rich developing countries. Yet, the strategic plan looks like a repetition of the previous unsuccessful edition. Perhaps, a less all-comprehensive but more precise plan, with clear, concrete, and possibly pre-negotiated objectives, could be an approach to be explored. Also: so far the Convention has focused on its first objective: "*conservation*" (with good results in some countries, including Italy, in terms of protected areas); and on the third one: "*benefit-sharing*" (CBD Secretariat, 2011 *a*);
At this stage, two consequences can be noted:

1) the CBD guidelines have not been implemented at the local level (with the exception of conservation in protected areas) despite the development of the "*ecosystem approach*" principle and its very practical nature. Therefore, the sustainable development's slogan: "*think globally, act locally*" is still a mere statement and not a practical action;
2) while acknowledging a general interest in conserv-

ing biodiversity, the public perceives itself as a separate entity, with an inability to understand the importance of personal commitment to reach the common goal of biodiversity conservation. In addition, the lack of information has not allowed the general public to fully understand the importance of biodiversity both for human health and the economy. This need is more pronounced here than in other major global issues, such as climate change. Furthermore, it is not always comprehensible how the activities carried out to minimize the impacts on biodiversity are also important for other issues and how the substantial investments required to conserve biodiversity should produce significant environmental, economic and social benefits in return.

Perhaps, the time is ripe to pursue the second item of the CBD, "*sustainable use*", and to use an integrated approach.

In conclusion, sustainability and conservation of biological diversity will be finally advocated by public opinion, stakeholders, decision makers only if perceived as the decisive factors of development, and only when the actual value of biodiversity-related environmental services will be recognized.

Bibliography

[1] Batjargal, Z., Bridgewater, P., di Castri, F., Hammer, M.B., Henne, G., Kabwaza, M.P., Maltby, E., Martin, R.B., Mauro, F., Prins, H.H.T., Ruggiero, M., Schei, P.J., Seyani, J.H., Vogel, J., & Vokhiwa, Z.M., 1998. Report on the Workshop on the Ecosystem Approach, Lilongwe. UNEP/CBD/COP/4/Inf.9.

[2] di Castri, F., & Younès, T. (eds.), 1996. Biodiversity, Science and Development: A New Partnership. CABI Publishing, Cambridge, Mass..

[3] International Institute for Sustainable Development, 2010. Summary of the tenth Conference of the Parties to the Convention on Biological Diversity: 18-29 October 2010. Earth Negotiations Bulletin, Vol. 9, No. 544: 1-30 (http://www.iisd.ca/download/pdf/enb09544e.pdf)

[4] Leveque, C. & J. Mounolou, 2002. Biodiversity. John Wiley, New York.

[5] Padovani, L.M., Carrabba, P., Di Giovanni, B., & Mauro, F., 2010. Biodiversity: Development and Sustainable Use of Living Resources. eBookMall, New York. (http://ebooks.ebookmall.com/title/biodiversity-development-and-sustainable-use-of-living-resources-padovani-carrabba-di-giovanni-mauro-ebook.htm)

[6] Secretariat of the Convention on Biological Diversity, 2000. Cartagena Protocol on Biosafety to the Convention on Biological Diversity. Text and Annexes. Montreal (Canada) ISBN: 92-807-1924-6 (http://www.cbd.int/doc/legal/cartagena-protocol-en.pdf)

[7] Secretariat of the Convention on Biological Diversity, 2010. Global Biodiversity Outlook 3. Montréal (Canada) ISBN-92-9225-220-8. (http://www.cbd.int/doc/publications/gbo/gbo3-final-en.pdf)

[8] Secretariat of the Convention on Biological Diversity, 2011 (a). Nagoya Protocol on Access to Genetic Resources and the Fair and Equitable Sharing of Benefits Arising from their Utilization to the Convention on Biological Diversity : text and annex. Montreal (Canada) ISBN: 92-9225-306-9. (http://www.cbd.int/abs/doc/protocol/nagoya-protocol-en.pdf)

[9] Secretariat of the Convention on Biological Diversity, 2011 (b). Strategic Plan for Biodiversity 2011-2020 and the Aichi Targets "Living in Harmony with Nature". Montreal (Canada) (http://www.cbd.int/doc/strategic-plan/2011-2020/Aichi-Targets-EN.pdf)

biodiversity-chm.eea.europa.eu/
en.wikipedia.org/wiki/Biodiversity
www.cbd.int
www.cbd.int/chm/
www.conservation.org/documentaries/Pages/megadiversity.aspx



Generation and evolution of internal waves in the Strait of Gibraltar

A numerical study

The generation and evolution of large amplitude internal waves (LAIWs) in the Strait of Gibraltar is investigated in the framework of a three-dimensional, fully nonlinear, non-hydrostatic numerical model. The model reproduces the mean exchange through the Strait, and it is forced by a realistic tidal barotropic flow for a duration of one tropical month. Modelling efforts focused on the sensitivity of the generation process to the fortnightly tidal signal (neap-spring tides), so far not analyzed, and on the influence of transversal variations of the barotropic flow over Camarinal Sill (CS). Results reveal two distinct kinds of baroclinic response at CS depending on the intensity of tidal forcing. Under moderate forcing, two internal hydraulic jumps are observed in the Strait, one located upstream, which eventually disintegrates in a series of solitary waves propagating to the Alboran Sea, the second one located at the lee side of the sill where flow bifurcation and strong water mixing occur. When the intensity of barotropic tidal flow intensity exceeds a certain threshold, the upstream hydraulic jump is swept downstream where it merges with the one located at the lee side

Jose Carlos Sanchez-Garrido, Gianmaria Sannino, Luca Liberti

Generazione ed evoluzione delle onde interne nello Stretto di Gibilterra. Uno studio numerico

La generazione e l'evoluzione di onde interne di grande ampiezza nello Stretto di Gibilterra è stata analizzata attraverso un modello tridimensionale, non lineare e non idrostatico. Il modello riproduce lo scambio medio attraverso lo stretto ed è forzato con un flusso mareale barotropico realistico per la durata di un mese tropico. Lo strumento modellistico è stato utilizzato per lo studio della sensibilità del processo di generazione alla modulazione del segnale mareale, ad oggi non analizzata, e alla studio del ruolo delle variazioni trasversali del flusso baritropico sopra la sella di Camarinal. I risultati evidenziano la presenza di due tipi di risposta baroclinica a CS che si realizzano a seconda dell'intensità della forzante mareale. Per cicli mareali di intensità moderata si registra la presenza di due risalti idraulici interni nello stretto: uno posto a monte, che finisce per disintegrarsi in una serie di onde solitarie che si propagano nel mare di Alboran, l'altro posto sulla parete di valle della sella dove il flusso si biforca e si realizza un forte mescolamento. Quando l'intensità del flusso barotropico supera un valore di soglia, il risalto collocato a monte viene spinto verso valle dove si unisce col risalto di valle

Jose Carlos Sanchez-Garrido
Dpto Fisica Aplicada II, University of Malaga, Malaga, Spain
Gianmaria Sannino
ENEA, Unità Tecnica Modellistica Energetica Ambientale
Luca Liberti
ISPRA

Introduction

The Strait of Gibraltar (hereinafter SoG) is a very particular place of the World Ocean connecting the Mediterranean Sea and the Atlantic Ocean through a complex bottom topography including a system of sills and narrows (Figure 1a). This circumstance has converted this spot in the focal point of intensive research, mostly involving its mean circulation, traditionally considered an excellent geophysical example of a two-layer exchange flow (Farmer and Armi, 1988; Bryden and Kinder, 1991). The exchange fluctuates at very different time scales, exhibiting tidal, meteorological, seasonal, and interannual variability (Candela et al., 1989). Among all these scales the tidal band is by far the most energetic one. In fact, strong barotropic tidal currents are responsible for the generation of large amplitude internal waves (LAIWs) at Camarinal Sill (CS), the mean sill of the Strait (Richez, 1994).

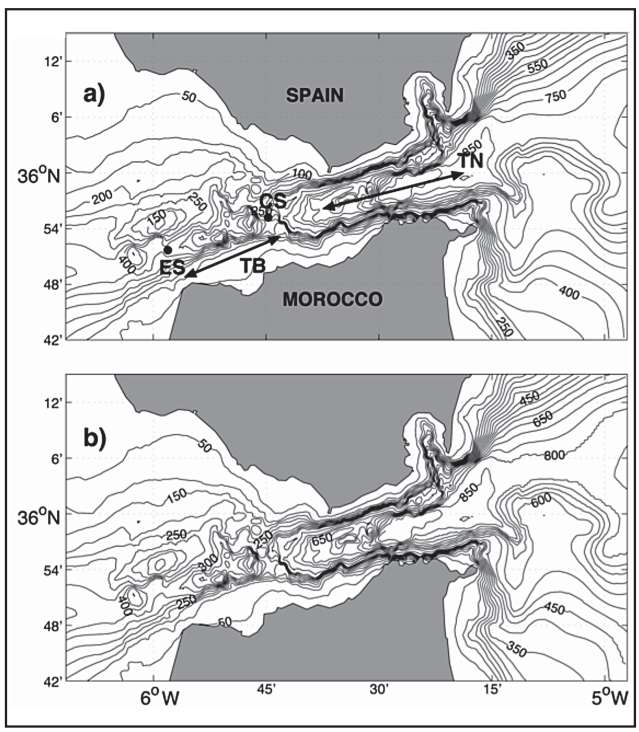


FIGURE 1 Bathymetry of the Strait of Gibraltar and location of Camarinal Sill CS, Espartel Sill ES, Tangier Basin TB and Tarifa Narrows TN

Upper panel: a) shows real bathymetry contours.
Lower panel: b) shows contours of the model bathymetry.

Source: images processed by the authors

In addition to observations, numerical models have turned out to be a very powerful tool for describing and interpreting the hydrodynamics of the SoG. Wang (1989) was probably the first author to numerically investigate the mean and tidal circulation in the Strait, followed later by the more recent works of Izquierdo et al. (2001), and Sannino et al. (2002, 2004, 2007), focusing more specifically on internal hydraulics processes.

As LAIWs have spatial scale of the order of 1 km and are highly non-linear and dispersive, a fine grid resolution together with the rejection of the hydrostatic assumption for the pressure field are crucial factors for modeling their generation and propagation. Although the generation mechanism of LAIWs in the SoG is generally understood, there are still some elements which deserve to be explored. Among the main features still not deeply investigated are the sensitivity of the generation process to the neap-spring cycle and the role of transversal (cross Strait) effects that take place during the propagation of the LAIWs in the Strait due to the three-dimensional variability of the bottom topography and lateral boundaries (Vlasenko et al. (2009)).

In this paper we numerically investigate the generation and evolution of LAIWs in the SoG without imposing any of the main simplifications used in previous numerical studies: the model is three-dimensional, fully nonlinear and non-hydrostatic. It is forced by a realistic barotropic tide covering the neap-spring cycle, and takes into account the underlying two-way exchange flow which represents the mean circulation of the Strait.

Model Setup

The simulation described in this paper was performed using the Massachusetts Institute of Technology general circulation model (MITgcm) The MITgcm solves the fully nonlinear, non-hydrostatic incompressible Navier-Stokes equations under the Boussinesq approximation with a spatial finite-volume discretization on a curvilinear computational grid. The model, described by Marshall et al. (1997a, b), implements the non-linear implicit free surface solution and partial step topography.

The model domain was discretized by a non-uniform curvilinear orthogonal grid of 1440x210 points extend-

ing in longitude from 6.3°W to 4.78°W. Spatial resolution along the axis of the Strait ranges between 46-63 m in the CS area and mesh size is always less than 70 m at the center of the domain. Across the Strait resolution is in the range 175-220 m near CS and less than 340 m in the middle of the Strait. Along the vertical axis, in order to capture the gradients at the pycnocline, the water column is discretized by 53 z-levels with a thickness of 7.5 m in the upper 300 m, increasing towards the bottom to a maximum of 105 m for the last 13 levels. Seafloor elevation in the model was calculated by merging the ETOPO2 bathymetry (U.S. Department of Commerce and NOAA/NGDC, 2001) with a high resolution bathymetry nautical chart (Figure 1b).

Temperature and salinity in the model domain were initialized using the climatologic Medar-MedAtlas Database (MEDAR Group, 2002) for the month of April. The average two-way exchange, which does not include tidal forcing, was obtained by laterally driving the model with the mean baroclinic velocities and tracers extracted from the intermediate resolution model developed by Sannino et al. (2009). At the open boundaries wave reflections are minimized by introducing a Newtonian relaxation term in the tracer equations and adopting the flow relaxation scheme proposed by Carter and Merrifield (2007) for the velocity field.

The model was initially brought to a quasi-steady two-way exchange by running for 11 days a simulation without tidal forcing. Tidal forcing due to the main diurnal (O1, K1) and semi-diurnal (M2, S2) components was subsequently introduced by prescribing barotropic tidal currents extracted from the intermediate resolution model at the open boundaries. A stable time periodic configuration was reached by running the simulation for 8 more days. Starting from this state the actual numerical experiment was carried out by running the model for a full tropical month (about 30 days).

Due to the great computational effort required, the model has been run on the CRESCO supercomputer installed at ENEA, C.R. Portici.

Models Results

The numerical experiment allowed us to distinguish between three types of tidal cycles in terms of the characteristics of the baroclinic response at CS, which depends upon the strength of the barotropic tidal forcing. The intensity of the tidal forcing can be quantified by the maximum barotropic tidal velocity during the tidal cycle (Umax) over Camarinal crest (Figure 1), or equivalently by the maximum value of the internal Froude number, where c is the propagation velocity of the first baroclinic mode, provided by the boundary value problem (Baines, 1998):

$$[(U(z)-c)\eta_z]_z+N^2(z)\eta = 0$$

$$\eta(-H) = \eta(0) = 0$$

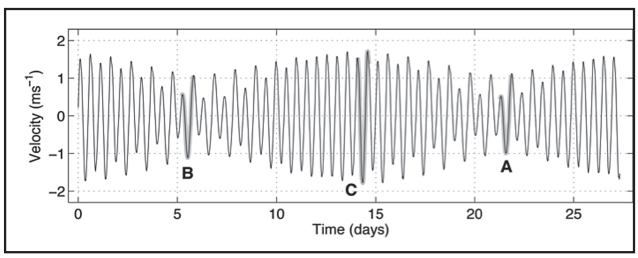


FIGURE 2 Barotropic tidal velocity over Camarinal Sill obtained during the numerical simulation.
Tidal cycles discussed in the paper are indicated in thick gray line.
Source: images processed by the authors

Here U(z) is the background velocity profile, N(z) the buoyancy frequency, and the vertical isopycnal displacement. Resolution of the equation taking profiles corresponding to the steady two-way exchange flow at Camarinal gives a propagation velocity for the first baroclinic mode ms^{-1} (the higher eingevalue).

Results reveal that the baroclinic response consists in the generation of a long-wavelength internal wave (internal tide). For Froude numbers above this limit, LAIWs developing at CS take the form of internal bores and solitary waves. Here we focus on this upper range, which in turn can be split into two regimes depending on the characteristics of the generated internal waves. In analyzing the overall generation process of LAIWs we consider the wave fields along the central axis of the Strait.

Moderate Forcing

We consider tidal cycles of moderate forcing those in which 1.1<Fr< 1.75. Let us analyze the baroclinic response at the lower bound of this range. Figure 3 shows the evolution of density and velocity fields in

the surroundings of Camarinal area at different times during tidal cycle A (Figure 2, Fr = 1.16). In panel 3a tidal outflow is increasing and approaching its maximum value during the tidal cycle (see velocity indicated at the low right corner of the panel), as a result an internal bore develops at the eastern edge of Camarinal crest, where the barotropic flow undergoes a strong spatial acceleration and the flow becomes critical. Downstream another hydraulic transition occurs at the western flank of the sills, as proved by the presence of an internal hydraulic jump surrounded by areas of intense water mixing. Such areas are highlighted in Figure 3 as gray contours enclosing regions of the water column where the Richardson number

$$\frac{Ri = N^2}{(u_z+v_z)^2} < 0{,}25$$

and shear instability may develop. Near the hydraulic jump instabilities arise as a result of a flow bifurcation where Mediterranean water spatially accelerates downslope Camarinal. Further away, shear instabilities occur all over Tanger basin at the interface between Atlantic and Mediterranean waters due to the strong shear current. Vertical expansion of the isopycnals observed in Tanger Basin attests that intense water mixing and entrainment take place in the area. This is even more evident 40 minutes later, when tidal currents reach their maximum value (Figure 3b). At this stage the Mediterranean layer undergoes an important temporal acceleration (compare arrows in panels 3a-b), as a consequence the shear current becomes stronger and the dynamic in the basin more turbulent. Multiple unsteady perturbations of the density field attest this fact. Among these perturbations a single coherent structure representing a second mode baroclinic wave can be identified at the lee side of CS (Figures 3b-c). This wave could be recognized 4 hours before, although not very clearly, in the configuration depicted in panel 3a (see counter-phase isopycnal displacements around x = -5 km). This structure is trapped at the lee side of the Camarinal where barotropic flow is weaker than the one over the top of the sill. At this particular location it encounters critical conditions due to its lower phase speed, estimated in 0.56 ms−1, and grows more and more in amplitude as it gains energy from the background barotropic flow. A similar scenario is found by Vazquez et al. (2006).

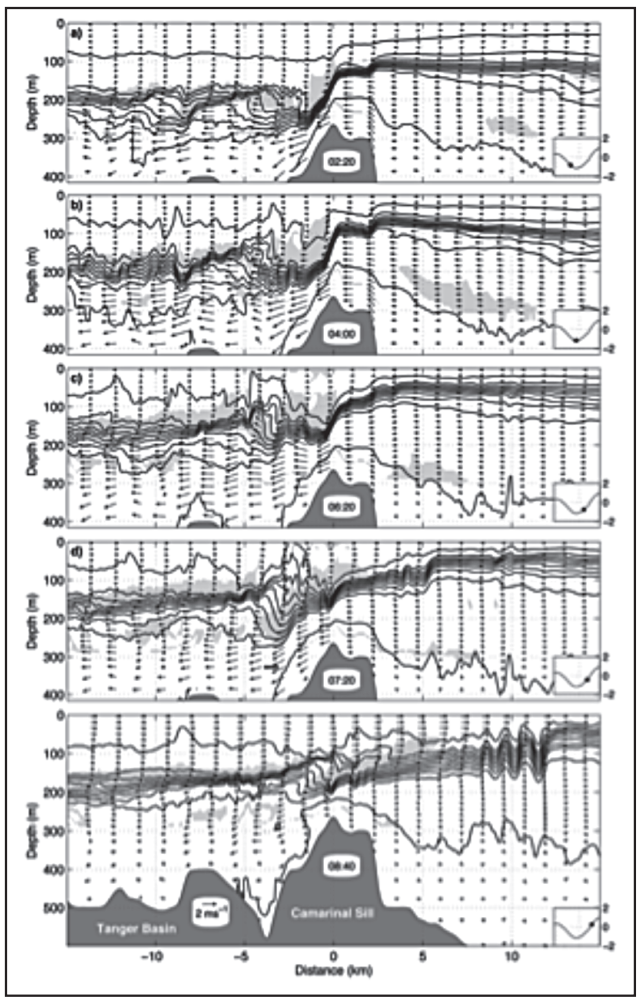


FIGURE 3 Evolution of the potential density field along central axis of the Strait during tidal cycle A (see Figures 2)

Isopynals shown are = 26.80, 27.05,..., 28.80, 29.02. Time origin is taken at the beginning of the tidal outflow. Arrows indicate the current velocity. Gray contours are zones in which the Richardson number Ri < 1/4, where shear instabilities may develop. The value of barotropic tidal current velocity (depth-averaged velocity) over Camarinal Sill is shown at the low right corner of panels.

Source: images processed by the authors

The first-mode baroclinic bore formed upstream starts propagating immediately after barotropic current relaxes over the sill (Figure 3c). When doing so, it disintegrates into a series of internal solitary waves due to nonlinear and dispersive effects (Figures 3c-e). The second mode begins its propagation about one hour

later (Figure 3d) falling behind the leading first-mode wave packet due to its lower velocity. It is worth to mention that the second baroclinic mode propagates in a very sheared (unstable, see Figure 3e) area sustaining strong viscous dissipation along its way. Further on, the second baroclinic mode stops being the dominant wave structure (Figure 3d) and vanishes in the eastern part of the Strait.

Immediately after its release, the upstream internal bore starts self-disintegrating into a series of solitary waves (Figure 3d). During this intermediate stage of the bore evolution both nonlinear and dispersive effects are amplified, determining a steepening of the leading edge of the bore, and the formation of a wiggling wave tail. The balance between the competing nonlinear and dispersive effects leads to the formation of a rank ordered solitary wave packet with amplitudes ranging between 30 and 70 meters (See Figure 3e). When this wave packet is 10 km away from CS, the second mode baroclinic bore is progressing just over Camarinal, considerably weakened in hardly 1.5 hours (compare panel 3d-3e). In fact, at a later stage this second mode bore almost vanishes in Tarifa narrows. This fact is attributed to the strong shear it encounters along its way (see panel 3e), which activates instabilities and viscous damping.

Strong Forcing

The generation characteristics of LAIWs under strong barotropic forcing, in the limit Fr > 1.75, are examined in this section. Forcing of this strength is found in some tidal cycles during spring tides, as in cycle C (Figure 2). In this extreme limit the upstream internal bore does not remain over the sill as in the previous case. Instead, as barotropic current increases, the internal bore is swept down at the lee side of CS (Figure 4a-b), where it merges with the second hydraulic jump located downstream (Figure 4c). At the same time an additional hydraulic jump forms over the secondary sill west of Camarinal (400 m depth, x=-7 km), where several unsteady LAIWs are trapped (Figure 4c-d). Immediately after its formation the leading bore (hydraulic jump) gradually disintegrates into a couple of large amplitude solitary waves, a process which takes place after its definitive release to the Alboran Sea (Figure 4c-e). On the other hand, the system of short waves trapped downstream the secondary sill, very un-

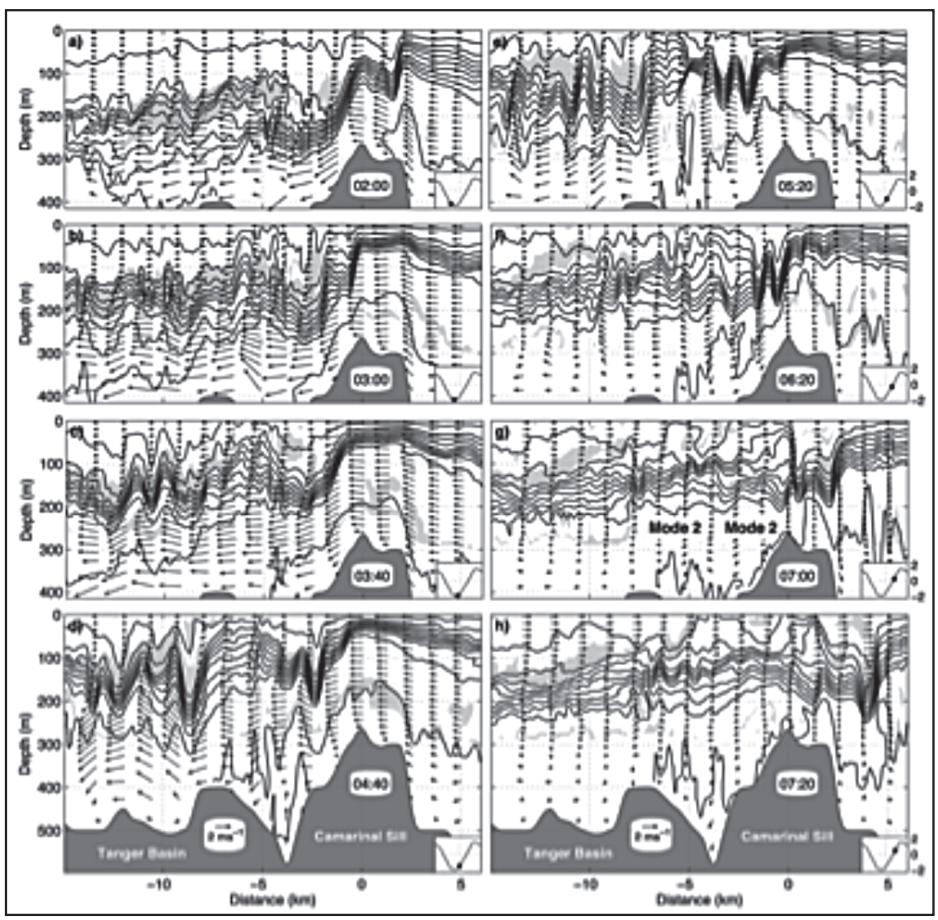


FIGURE 4 Same as Figure 3 for the tidal cycle C (Figure 2)
Source: images processed by the authors

steady, progressively degrades as the barotropic current slackens. In fact, only a weak track of these waves can be found at the time the leading waves pass over Camarinal crest (Figure 4f-g), and tidal flow reverses. This behavior is explained by the characteristic of the area where this system of waves develops, very sheared and unstable. On the contrary, where the leading hydraulic jump is located the velocity field looks quite barotropic and stable with the exception of vertical shear induced by positive strong surface currents associated to internal waves.

Stable waves eventually arise in the basin when tidal currents fade and shear relax, as the second mode baroclinic wave shown in Figure 4f at x = −6 km. This perturbation consolidates in the subsequent hour as a coherent structure slowly progressing eastwards (Figure 4g). This is not the only second mode wave at that time in the basin, a similar structure is generated in the front as a result of the interaction between the leading first mode LAIW and the bottom topography of CS (see Figures 4f-h). Such process of energy cascade from first to secondary internal modes driven by wave-topography interactions is discussed in detail in Vlasenko and Hutter (2001), and evidence of it has been reported in some other places of the World Ocean Vlasenko and Alpers (2005).

After passing CS the leading system of waves evolves into a rank ordered packet of solitary waves with amplitudes ranging between 90 and 160 m (Figure 5) shaped by nonlinear dispersion (larger waves propagate faster), unexpectedly losing its regular structure in the course of time. This process was recently described by Vlasenko et al. (2009), who explained it in terms of transversal effects: LAIWs interact with the lateral boundaries where they partially break while some energy is reflected and in turn absorbed by the waves propagating behind which grow in amplitude.

The very last remark concerns the formation of the hydraulic jump at the eastern flank of CS with a maximum ebb tide (Figures 5b-d). In agreement with satellite observations, the simulation does not reveal any LAIW formation from this pycnocline depression in any of the tidal cycles. Excluding the bathymetric effects, the underlying two-way exchange flow is the main responsible for this asymmetry in the generation of LAIWs with the ebb and flood tide. This is more evident when analyzing the numerical results of Vazquez et al. (2006), who did not include the mean flow of the Strait of Gibraltar in their model and found westwards propagating solitary waves. During the ebb tide the tidal flow cancels the mean velocity of the lower layer at CS, and increases the velocity of the upper layer. This leads to a very sheared velocity profile with the generation of areas of shear instability over CS and Tanger basin which likely inhibit the formation of stable propagating waves.

Conclusions

Generation and evolution of LAIWs in the Strait of Gibraltar is numerically investigated by means of a high resolution, three-dimensional, fully nonlinear, non-hydrostatic model. Results of the one-month numerical experiment allowed us to distinguish between

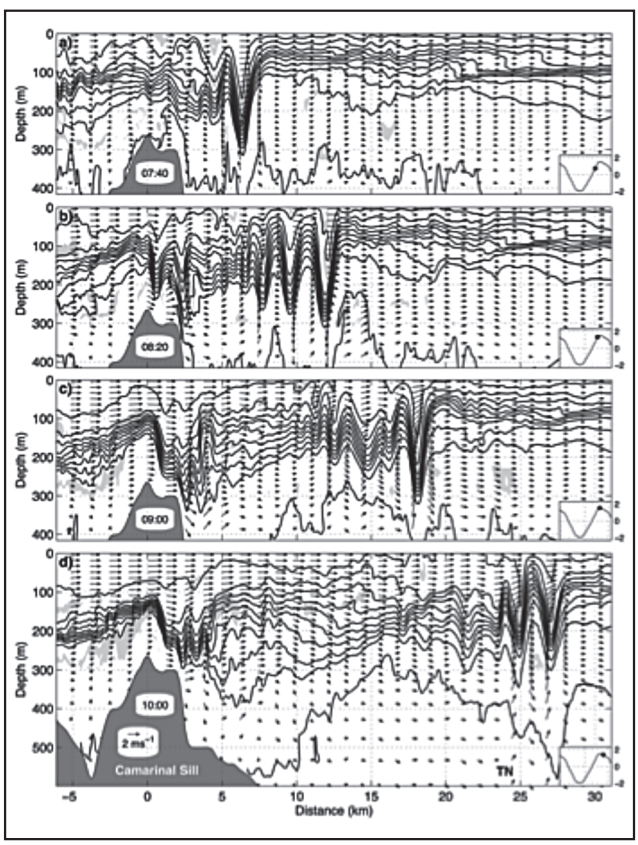


FIGURE 5 Temporal extension of Figure 4
Source: images processed by the authors

two types of tidal cycles depending on the nature of the internal wave field generated in CS area and related to the strength of the barotropic forcing over Camarinal crest.

Under moderated forcing (1.1 < Fr < 1.75, Figures 3) the scenario is fairly similar to that described in Vazquez et al. (2006). An internal bore is generated over CS just where the barotropic flow undergoes a strong spatial acceleration. The bore remains trapped by the flow, progressively growing in amplitude until the background current slackens and it finally disintegrates into a series of solitary waves propagating in the Alboran Sea. Downstream the flow bifurcates in a stagnant surface layer and fast downslope undercurrent, where another hydraulic jump is formed surrounded by a region where shear instabilities and mixing take place. At the same time, further downstream a second mode LAIW evolves and is released later than the first mode internal bore due to its lower phase velocity.

Under strong forcing (approximately beyond Fr > 1.75, Figures 4-5) the upstream internal bore is swept downstream where it merges with the hydraulic jump located at the lee side of the sill. The unstable region is shifted further downstream of Tanger basin, beyond secondary bathymetric features where another hydraulic transition occurs and very unsteady LAIWs remain trapped. In the course of time the hydraulic jump located at the lee side of the sill evolves into solitary waves eventually travelling eastwards when the background flow slackens. LAIWs trapped downstream, however, vanish at this stage when they cannot extract any more energy from the barotropic flow because of shear instabilities, and only secondary modes generated in the basin in a subsequent stage can finally propagate to the Alboran Sea. Generation of secondary waves as a result of the interaction of solitary waves with CS when those pass over the sill also occurs.

Bibliografia

[1] Baines, P.G., (1998), *Topographic Effects in Stratified Flows*. Cambridge University Press.

[2] Bryden, H.L., and T.H. Kinder (1991), *Steady two-layer exchange through the Strait of Gibraltar*. Deep-Sea Res I, 38, S1, S445-S463.

[3] Candela, J., C. Winant, and H.L. Bryden, (1989), *Meteorologically forced subinertial flows through the Strait of Gibraltar*. J. Geophys. Res. 94, 12667-12674.

[4] Carter, G.S. and M.A. Merrield, (2007), *Open boundary conditions for regional tidal simulations*. Ocean Modelling, 18, 194-209.

[5] Farmer, D.M. and L. Armi, (1988), *The flow of Mediterranean Water through the Strait of Gibraltar*, and Armi, L. and D.M. Farmer, (1988), *The flow of Atlantic Water through the Strait of Gibraltar*, Prog. Oceanogr., 21(1), 1-105.

[6] Izquierdo, A., L. Tejedor, D. Sein, J. Backhaus, P. Brandt, A. Rubino, and B. Kagan (2001). *Control variability and internal bore evolution in the Strait of Gibraltar: a 2-D two-layer model study*. Estuarine Coastal Shelf Sci., 53, 637-651.

[7] Marshall, J., C. Hill, L. Perelman, and A. Adcroft, (1997) *Hydrostatic, quasihydrostatic, and nonhydrostatic ocean modeling*. J. Geophysical Res., 102(C3), 5733-5752.

[8] Marshall, J., A. Adcroft, C. Hill, L. Perelman, and C. Heisey, (1997) *A finite-volume, incompressible Navier Stokes model for studies of the ocean on parallel computers*. J. Geophysical Res., 102(C3), 5753-5766.

[9] Richez, C., (1994). *Airborne synthetic aperture radar tracking of internal waves in the Strait of Gibraltar*. Prog. Oceanogr. 33, 93-159.

[10] Sannino, G., Bargagli, A., Artale, V., 2002. *Numerical modeling of the mean exchange through the strait of Gibraltar*. J. Geophys. Res. 107 (8), 9 1-24.

[11] Sannino, G., Bargagli, A., Artale, V., 2004. *Numerical modeling of the semidiurnal tidal exchange through the strait of Gibraltar*. J. Geophys. Res. 109, C05011, doi:10.1029/2003JC002057.

[12] Sannino, G., Carillo, A., Artale, V., 2007. *Three-layer view of transports and hydraulics in the strait of Gibraltar: A three-dimensional model study*. J. Geophys. Res. 112, C03010, doi:10.1029/2006JC003717.

[13] Sannino, G., Pratt, L., Carillo, A., 2009. *Hydraulic Criticality of the Exchange Flow through the Strait of Gibraltar*. J. Phys. Oceanogr. 39 (11), 2779-2799.

[14] Vazquez, A., N. Stashchuk, V. Vlasenko, M. Bruno, A. Izquierdo, and P. C. Gallacher (2006), *Evidence of multimodal structure of the baroclinic tide in the Strait of Gibraltar*, Geophys. Res. Lett., 33, L17605, doi:10.1029/2006GL026806.

[15] Vazquez, A., M. Bruno, A. Izquierdo, D. Macias, and A. Ruiz-Canavate (2008). *Meteorologically forced subinertial flows and internal wave generation at the main sill of the Strait of Gibraltar*, Deep Sea Res. I, 55, 1277-1283.

[16] Vlasenko, V.I. and K. Hutter (2001), *Generation of second mode solitary waves by the interaction of a first mode soliton with a sill*, Nonlin. Processes Geophys., 8, 223-239.

[17] Vlasenko, V., and W. Alpers (2005), *Generation of secondary internal waves by the interaction of an internal solitary wave with an underwater bank*, J. Geophys. Res., 110, C02019, doi:10.1029/2004JC002467.

[18] Vlasenko, V., J.C. Sanchez Garrido, N. Stashchuk, J. Garcia Lafuente, and M. Losada (2009), *Three-Dimensional Evolution of Large-Amplitude Internal Waves in the Strait of Gibraltar*. J. Phys. Oceanogr., 39, 22302246.

[19] Wang, D., (1989), *Model of mean and tidal flows in the Strait of Gibraltar*, Deep-Sea Res. 36, 1535–1548.



Multifunctional ferrite-albumin nanopaticles in nanomedicine

Magnetic nanoparticles attract wide attention in modern medicine and pharmacology owing to their potential usefulness as contrast agents in magnetic resonance imaging, magnetic carriers for drug targeting and heat generator mediators in hyperthermia treatment. Many different methods are used for their synthesis but, often, the approaches adopted do not permit to obtain nanoparticles with the properties required for biomedical applications. In this work, nanoparticles with a narrow size distribution and an elevated fraction of the magnetic component (about 40 wt%) were obtained by synthesizing and entrapping superparamagnetic manganese ferrite in an albumin matrix. For the purpose reverse micelle systems were used as synthesizing media both for precipitation of inorganic nanoparticles and polymeric coating. After physico-chemical characterization a model drug was loaded on the nanocomposite powder and the biological activity of the nanotechnological system was evaluated

Mariangela Bellusci, Aurelio La Barbera, Franco Padella, Daniela Secci

Nanoparticelle multifunzionali a base di ferrite-albumina in nanomedicina

Le nanoparticelle magnetiche hanno attratto l'attenzione della medicina moderna e della farmacologia grazie alle loro potenziali applicazioni come agenti di contrasto nella risonanza magnetica, come veicolanti di farmaci su siti specifici e come mediatori per lo sviluppo di calore nell'ipertermia. La sintesi di tali sistemi può essere realizzata mediante diversi metodi ma, spesso, gli approcci utilizzati non permettono di ottenere nanoparticelle aventi le proprietà necessarie per un'applicazione biomedica. In questo lavoro, nanoparticelle aventi una stretta distribuzione dimensionale ed un elevato contenuto di componente magnetica (circa 40% in peso) sono state sviluppate mediante sintesi e intrappolamento in albumina di ferrite di manganese superparamagnetica. A tale scopo sono stati utilizzati sistemi di micelle inverse quali nanoreattori di sintesi sia per la precipitazione delle nanoparticelle inorganiche che per il successivo coating polimerico. Dopo la caratterizzazione chimico-fisica dei sistemi sviluppati un farmaco modello è stato caricato sul nanocomposito e ne è stata valutata la sua attività biologica

Mariangela Bellusci, Aurelio La Barbera, Franco Padella
ENEA, Unità Tecnica Tecnologia dei Materiali, Laboratorio di Chimica e Tecnologia dei materiali
Daniela Secci
Università degli Studi di Roma "La Sapienza", Dipartimento di Studi di Chimica e Tecnologia delle Sostanze Biologicamente Attive

INTRODUCTION

Theranostic nanomedicine, defined as an integrated nanotherapeutic system which can diagnose, deliver targeted therapy and monitor the response to therapy, is an important ongoing challenge of future medicine and cancer treatment.

A successful development of theranostic nanomedicine requires significant S&T advances of nanostructured and nanocomposite materials. Ideal nanomaterials should be non-toxic, small in size, provide high drug-loading, be efficient in targeting with minimal nonspecific uptake, improving responsive release of the therapeutic agent with ultra-sensitive imaging.

Magnetic mixed metal-oxide nanoparticles and, in particular, superparamagnetic iron-oxide nanoparticles (SPION), that are the only clinically FDA approved metal oxide nanoparticles, have a crucial role in developing theranostic nanomedicine [1-11]. These particles, in fact, in superparamagnetic conditions and in the form of injectable stable suspensions (ferrofluids) can be driven and fixed to a target site by an external magnetic field thus allowing site-specific drug release. Moreover, magnetically-driven or by antibody conjugation mediation, nanoparticles can selectively deposit heat to a target site (hyperthermia) through an alternating magnetic field. Finally, superparamagnetic nanoparticles can be used as contrast agents in magnetic resonance imaging [6, 7], due to their effects on proton relaxation time.

The superparamagnetic property is strictly required for these applications.

Superparamagnetism is a property that a nanoparticle assembly can show when the powder is below a critical nanometric size for a given chemical composition. Superparamagnetic particles consist of a single magnetic domain with a magnetization behaviour similar to that of atomic paramagnets, except that they have higher magnetic susceptibility values. Hence they do not exhibit residual magnetization when the external field is removed. The absence of residual magnetization avoids unwanted agglomeration phenomena and then the possible embolization of capillary vessels.

Superparamagnetic nanoparticles in powder and suspension forms are already commercially available, yet in-house synthesis is necessary to design, engineer and control the material for its specific application.

In the work reported in this paper, with the aim of obtaining a biocompatible system having a narrow size distribution and an elevated fraction of magnetic component, superparamagnetic manganese ferrite ($MnFe_2O_4$) nanoparticles were synthesized and entrapped into an albumin matrix. The powder so obtained, showing a narrow size distribution, was characterized in terms of its physicochemical properties. Finally, focusing the attention on treatments of medical device-related infections, an antibiotic was linked to the nanocomposite and the biological activity was tested.

EXPERIMENTAL

$MnFe_2O_4$ particles synthesis and treatments

Manganese ferrite nanoparticles were obtained by coprecipitation from Fe^{3+} and Mn^{2+}, in a water-in-toluene micellar system. A 0.4 M solution of the surfactant agent, sodium dodecylbenzenesulfonate (NaDBS, from Aldrich, technical grade) was prepared by solving an appropriate quantity of the organic salt in water. The solution starting metallic salts (0.4 M in Fe^{3+} and 0.2 M in Mn^{2+}) was prepared by dissolving $Fe(NO_3)_3 \cdot 9H_2O$ (Riedel-de Haël, ACS grade) and $Mn(NO_3)_2 \cdot 4H_2O$ (Fluka, purity ≥ 97%) in water. A volume of the metal ions solution was mixed with an equivalent volume of the surfactant solution and a toluene excess. The obtained liquid mixture was stabilized in a microemulsion phase by a prolonged stirring action (24h).

A 1M NaOH aqueous solution, in stoichiometric quantity to produce $MnFe_2O_4$ from metal ions, was added to the microemulsion so that the final water to toluene volume ratio was 1:20. The suspension obtained was stirred for 2 h. To avoid Mn^{2+} oxidation, degassed solvents were utilised and nitrogen atmosphere was applied. The powder suspension was digested under inert gas flow, by keeping it at 100 °C for 90 minutes. The precipitated phase was collected by centrifugation and successively washed with 1:1 water/ethanol solution that acts as a solvent mixture for the surfactant. After vacuum drying (40 °C), a fine dark brown powder was obtained (the sample is called D90m hereafter). The sample was heated at 600 °C (C600 hereafter), selecting the temperature on the basis of the sample thermogravimetric analysis [12].

Nanocomposite preparation

Manganese ferrite nanoparticles (C600 sample) were entrapped into an albumin matrix (Bovine Serum Albumine, BSA hereafter) by cross-linking albumin with glutaraldehyde inside an emulsion system. The emulsion consisted of the water/cyclohexane/sorbitan monoleate system optimized for BSA nanoparticles preparation. In detail, surfactant concentration was fixed at 5% (w/w), BSA concentration at 5% (w/w), glutaraldehyde at 25% (w/w), water to oil ratio at 1/10 (v/v); the mixture was then stirred by using a homogenizer at 22000 rpm.

Figure 1 reports a schematic representation of nanocomposite preparation.

In the first step of the developed preparation route, in order to obtain hydrophilized ferrite nanoparticles, a dispersion of ferrite in an albumin aqueous solution was prepared by using a 1:4 w/w ferrite/albumin ratio (as shown in Figure 1). The mixture was sonicated for 1 h, in nitrogen atmosphere to avoid manganese ferrite oxidation, and then kept for 1 h in static condition.

In the second step, the hydrophilic dispersion was emulsified with a cyclohexane solution of sorbitan monoleate. After mixing for 1 min, BSA cross-linking was started by adding glutaraldehyde dropwise and the suspension was stirred for 2 min [13].

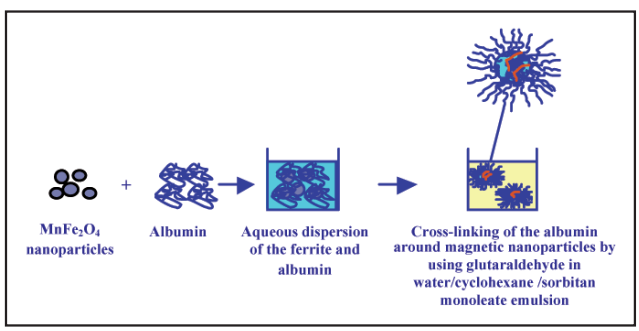


FIGURE 1 Schematic representation of nanocomposite preparation
Source: ENEA

Physico-chemical characterizations

The obtained materials were analysed in order to establish their chemical composition. The residue content of the organic surfactant utilised in the synthesis process of the manganese ferrite and the organic content in nanocomposite were estimated from elemental analysis (Carlo Erba EA 1110 C H N S apparatus).

The metal content (Fe/Mn ratio) was determined by Inductively Coupled Plasma - Optical Emission Spectroscopy (ICP-OES) (Varian Vista MPX CCD apparatus) solubilising the powders in hydrochloric acid.

Thermogravimetric analysis and thermal treatments were performed under inert gas flux (Ar, 100cc/min) by using a Perkin-Elmer Pyris Diamond TGA/DTA, coupled to a Quadrupole Spectrometer (Balzer) to analyse gas evolution.

Differential scanning calorimetry (DSC) analysis was carried out by using a METTLER TA 3000 calorimeter equipped with a TC 10A processor.

IR spectroscopy was performed in transmission mode by employing a Fourier Transformed IR (FT-IR) Mattson Galaxy 5000 spectrometer; data elaboration was performed using the FIRST Software. Samples were prepared in KBr tablets by employing a CARVER Laboratory Press.

X-ray diffraction methods were utilised to investigate the phase content in the synthesized oxide powder and in nanocomposite preparation. A Siemens D500 apparatus (Mo K_{a1} radiation) was utilised for the purpose. Qualitative results were obtained by comparison, using the JCPDS-ICDD database [14]. Doubtful attributions were resolved by evaluating peaks intensities and profiles, using XFIT [15] profile minimisation program, and applying a semi-quantitative comparison method. Quantitative phase analyses of the examined powders were obtained by Rietveld method [16], using GSAS [17] program and structural models obtained from the ICSD 2004 database [18].

Transmission electron microscopy (TEM) images were acquired in dark and bright field mode using a JEOL 200 CX. Samples were prepared by dispersing the powder in isooctane and deposing a drop of the suspension on a copper grid, coated with amorphous carbon material.

Scanning electron microscopy (SEM) images were acquired by using a HRSEM LEO 130. The average particle size was evaluated by using the IMAGE J 1.36 b program.

The magnetic properties of the $MnFe_2O_4$ spinel ferrite were characterized by Superconducting Quantum Interference Device (SQUID) (MPMS 5 Quantum Design).

Material functionalization with bioactive molecules

Cefamandole nafate (CEF, Eli Lilly ITALIA) was adsorbed on the composite nanoparticles.

For the antibiotic adsorption, 0.06 grams of composite nanoparticles were first introduced into a SpectaPor cellulose dialysis tube, with a molecular weight cutoff (12000-14000 Dalton) which prevented nanoparticles diffusion, and then put in contact for 24 h with a 0.04 M antibiotic solution at room temperature. After antibiotic adsorption, nanoparticles were washed with water for 2 h to remove excess unbound antibiotic. The obtained systems were called $MnFe_2O_4$-BSAn-CEF_{ads}.

The amount of adsorbed cefamandole was evaluated by UV-VIS spectroscopy by checking the absorbance of the antibiotic solution at 270 nm before and after the contact with the nanoparticles, and by comparing it with a standard curve (absorbance vs. concentration).

The kinetics of antibiotic release was studied by keeping the nanoparticles in saline solution for increasing times. The aqueous solution was then sampled hourly for the first 5 - 6 hours and at 24 hr intervals, and then analyzed by UV spectroscopy for the evaluation of cefamandole content.

Microbiological tests

Staphylococcus epidermidis, strain ATCC 35984, was employed in the experiments and the cefamandole nafate minimum inhibitory concentration (MIC) in agar medium against this strain was 0.2 g/ml. For assessment of nanoparticle antimicrobial activity by turbidimetric analysis, two tubes were filled with 2 ml Muller Hinton (MH, Oxoid) broth; one tube was used as reference (control) while 0.06 grams of cefamandole-treated nanoparticles were added in the other tube (test). Tubes were inoculated with a 10^8 CFU/ml bacterial solution at the logarithmic phase of growth and incubated overnight at 37 °C. Following incubation, the absorbance at 550 nm of each test solution was measured and compared with that of the control tube. Since the amount of adsorbed light increases with an increase in cell population, the lack of activity of the antibiotic-treated nanoparticles was correlated to an increase in the absorbance of the test tube solution.

Cytotoxicity assay

For material cytotoxicity assay, human larynx carcinoma (Hep-2) cells were grown as monolayers in Minimum Essential Medium (MEM) supplemented with 10% Fetal Bovine Serum (FBS), 1% non-essential amino acids, 5mM L-glutamine, 1% penicillin/streptomycin in a humidified atmosphere with 5% CO_2 at 37°C. Cells were plated on glass coverslips in 24-well plates (inoculum of 5×10^3 cells/ml) and were grown for 24 h either in absence (control) or in presence of 0.06 g of nanoparticles. Following 24 h incubation, cells were fixed with 3.7% formaldehyde solution in phosphate buffer (PBS, pH = 7.4) for 10 min at room temperature, washed in PBS and permeabilised with a 0.5% Triton X-100 (Sigma) solution in PBS for 10 min at room temperature. For F-actin detection, cells were stained with fluorescein isothiocyanate-phalloidin (Sigma) and incubated at 37°C for 30 min. Following staining, cells were washed in PBS, mounted in glycerol-PBS (2:1) and analysed with a Nikon Optiphot fluorescence microscope.

RESULTS AND DISCUSSION

Synthesis of the magnetic component

The chemical analysis of the examined samples is reported in Table 1. As expected, the Fe/Mn ratio is very close to 2. Excluding the sample treated at 600 °C, the organic residues, arising from the micellar system, were present in quantities around 2 wt%.

TABLE 1 Chemical analysis

Sample	Fe/Mn	NaDBS Weight (%)
D90m	1.95±0.05	1.9±0.1
C600	1.95±0.05	<0.3*

* elemental carbon content

Source: ENEA

Figure 2 reports XRD patterns for all the obtained powders. D90m sample produces diffrattograms consisting of sequences of irregular haloes, as a consequence of broad peaks overlapping due to the poorly structured characteristics of the precipitated sample. Well defined indications of manganese ferrite phase occurrence were not observed.

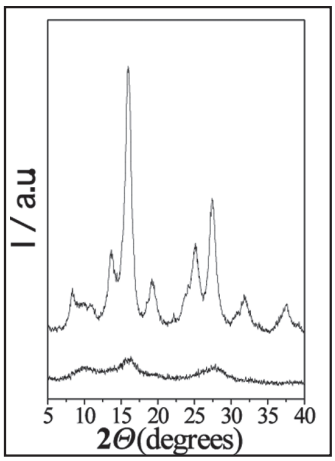


FIGURE 2
X-ray diffraction patterns resulting from D90m sample before (lower curve) and after 600 °C (upper curve) thermal treatment
Source: ENEA

At higher temperatures the XRD pattern clearly evolves toward the expected one. In fact, the sample calcined at 600 °C shows the X-ray pattern of $MnFe_2O_4$ spinel ferrite.
The results of qualitative and quantitative phase analysis, as well as estimations of the mean crystallite sizes of the constituents are reported in Table 2.
The samples precipitated and digested 90min at 100 °C consist in oxo-hydroxide phases. To achieve ferrite nucleation, a calcination process at elevated temperature was then required.

TABLE 2 Quantitative phase analysis

Phase	D90m		C600	
	Wt (%)	<D> (nm)	Wt (%)	<D> (nm)
$(Fe_{2/3}Mn_{1/3})(OH)_{8/3}$ *22-0346 [a]	77	1._4		
$(Fe_{2/3}Mn_{1/3})O_{2/3}(OH)_{4/3}$ *79-0416 [b]	23	1._4		
$MnFe_2O_4$ *10-0319			79	4._8
$(FeMn)O_3$ [19] *83-0112			14	10._1
Fe_2O_3 *33-0664			7	10._1

*JCPDS-ICDD database card – [a]$Fe(OH)_3$ phase type [20]; [b]Fe_3O_4 phase type
Source: ENEA

Representative TEM images of the powders are reported in Figure 3. Although the particles were dispersed with the aid of a sonicator, a strong agglomeration tendency due to interparticle interactions is shown. Powder samples are constituted by agglomerates of nanocrystallites with average size of ~2 nm in case of D90m sample, about 5 nm in case of C600.

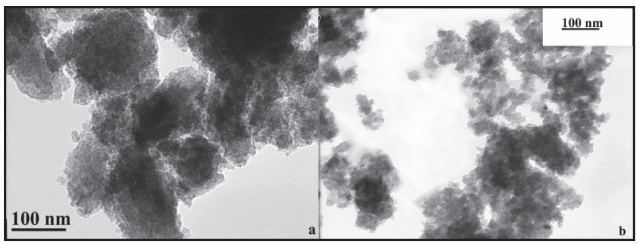


FIGURE 3 Representative TEM of (a) D90m and (b) C600 samples
Source: ENEA

Entrapment of the $MnFe_2O_4$ nanoparticles in albumin and physico-chemical characterization

Engineering surfaces of synthesized nanoparticles by organic molecules has different tasks to fulfil: (i) to stabilize the nanoparticles in a biological suspension, (ii) to provide functional groups at the surface for further derivatization, and, finally, (iii) to improve material biocompatibility.
The developed magnetic nanocomposites may typically have the two structural configurations reported in Figure 4: a magnetic particle core coated with biocompatible polymer or porous biocompatible polymer containing inside magnetic nanoparticles.
Surfactant-assisted synthesis is an interesting approach to develop ceramic-polymer composites. This method still shows some imperfections such as: small amounts and heterogeneous distribution of magnetic nanoparticles that can be loaded inside each particle.

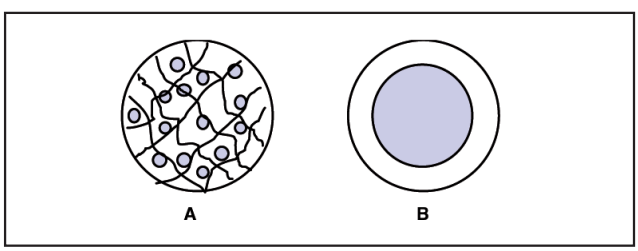


FIGURE 4 Coating type (A) nanoparticle entrapment, (B) core-shell structure
Source: ENEA

In order to guarantee large dispersion of magnetic particles into the polymer we carried out the direct dispersion of the magnetic particles into the polymer of interest followed by emulsification and, finally, polymer cross-linking.

The qualitative phase composition of the nanocomposite was investigated by IR and XRD analysis.

Figure 4 shows the FTIR spectra for $MnFe_2O_4$, pure BSA, GLA-crosslinked BSA and $MnFe_2O_4$-BSA.

The $MnFe_2O_4$ spectrum shows characteristic peaks in ranges 400–580 cm^{-1} (M–O stretching) and 700–1100 cm^{-1} (M–OH and M–OH_2 stretching) [19]. The band in range 1340–1650 cm^{-1} is characteristic for H–O–H bending and corresponds to molecular water adsorbed or incorporated into the crystalline lattice [20]. The broad band in range 2500–3650 cm^{-1} corresponds to symmetric and asymmetric stretching of the O–H bond. The presence of M–OH and M–OH_2 groups is characteristic of water sorption on oxide, particularly enhanced in the case of the nanoparticles. The BSA spectrum exhibits characteristic absorptions at 1634, 1528 and 1451 cm^{-1} due to amide I, amide II and amide III bands, respectively. Absorption bands at 1075 cm^{-1} and in range 666–800 cm^{-1} are attributed to C–N stretching and to out-of plane N–H wagging. Other features are amidic stretching centred at 3300 cm^{-1}, carboxylic O–H stretching centred at 3200 cm^{-1} and symmetric and asymmetric stretching of NH^{3+} groups in range 2800–2900 cm^{-1}. Crosslinking of BSA involves an alteration of the intensity ratios of bands characteristic for pure albumin. The spectrum of the $MnFe_2O_4$-BSA nanocomposite exhibits all the bands observed in the spectra of pure BSA and crosslinked BSA. The nanocomposite spectrum also has the characteristic band due to M–O stretching (400–580 cm^{-1}). The absorption due to M–OH and M–OH_2 (700–1100 cm^{-1}) stretching disappears and the band centred at 1075 cm^{-1} due to C–N stretching is much stronger than in the spectrum of pure BSA. These results indicate the occurrence of BSA interactions with the surface of the manganese ferrite nanoparticles. The FTIR findings clearly show modifications of oxide surface (M–OH and M–OH_2 stretching bands disappear) and the band centred at 1075 cm^{-1} is hypothesized to correspond to the interaction structure [21-23].

Figure 6 shows the XRD patterns of the $MnFe_2O_4$

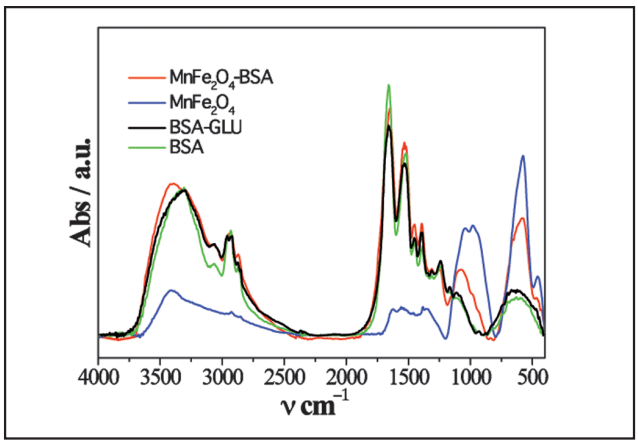


FIGURE 5 IR spectra of albumin (BSA), albumin cross-linked with glutaraldehyde (BSA-GLU), $MnFe_2O_4$ and $MnFe_2O_4$ entrapped in albumin cross-linked with glutaraldehyde ($MnFe_2O_4$-BSA)
Source: ENEA

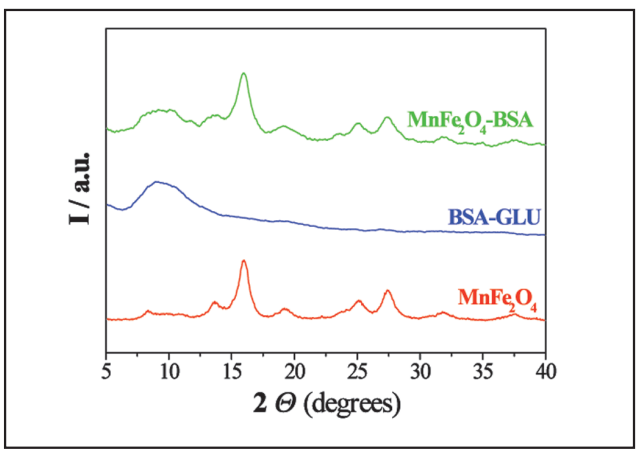


FIGURE 6 XRD patterns of albumin cross-linked with glutaraldehyde (BSA-GLU), $MnFe_2O_4$ and $MnFe_2O_4$ entrapped in albumin cross-linked with glutaraldehyde ($MnFe_2O_4$-BSA)
Source: ENEA

nanoparticles, pure albumin and the composite material. The XRD pattern of the nanocomposite exhibits both amorphous BSA and nanocrystalline $MnFe_2O_4$ characteristics.

The organic content in the nanocomposite was obtained by analysing the C, H, N, content. In Table 3, results coming from elemental analysis data of the nanocomposite system are reported. As shown, the

TABLE 3 Elemental analysis data of the nanocomposite system

Sample	Mass percentage (%)			BSA wt%	Glutaraldehyde cross-linked BSA wt%
	C	N	H		
BSA	47.3±0.3	14.4±0.1	7.2±0.1		
$MnFe_2O_4$ (C600)	<0.3	<0.1	<0.1		
$MnFe_2O_4$-BSA	32±3	7.8±0.6	4.9±0.4	53±5	61±5

Source: ENEA

obtained nanocomposite contains 61±5 %wt of albumin cross-linked with glutaraldehyde.

The morphology of the $MnFe_2O_4$-BSA nanocomposite was studied by a high resolution scanning electron microscope (HRSEM). In Figure 7 HRSEM images are shown. The composite particles (Figure 7, image B) are almost spherical in shape with average diameter of ~ 25 nm. The increase in particle size compared to $MnFe_2O_4$ nanocrystallites (d~5nm, Figure 7, image A) indicates that a polymer coating was obtained. Because of the extremely small dimensions of the

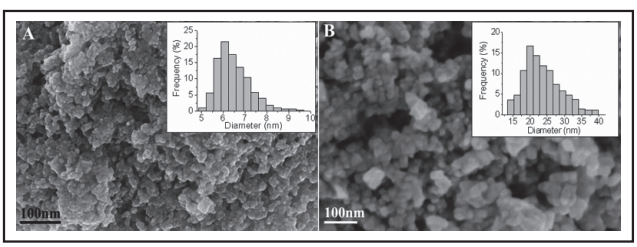


FIGURE 7 HRSEM images of (A) $MnFe_2O_4$ nanoparticles and (B) $MnFe_2O_4$-BSA composite
Source: ENEA

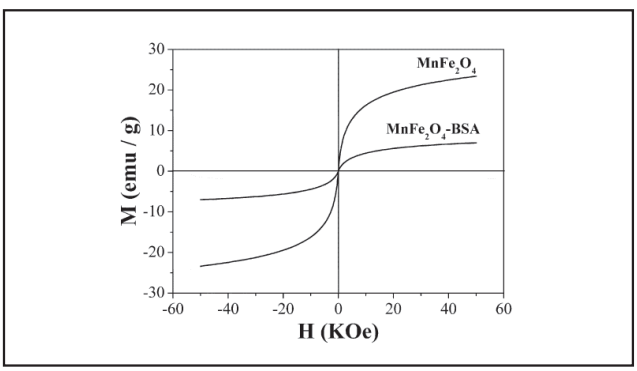


FIGURE 8 Field-dependent magnetization curves of manganese ferrite nanocrystals ($MnFe_2O_4$) and nanocomposite ($MnFe_2O_4$-BSA)
Source: ENEA

$MnFe_2O_4$ nanoparticles it is possible that several $MnFe_2O_4$ nanoparticles are coalesced into one $MnFe_2O_4$-BSA nanoparticle.

Since magnetic particles are dispersed in a non-magnetic matrix, it is important to investigate the influence of the carrier matrix on magnetism. Matrix-mediated particle agglomeration and magnetic interaction can greatly affect the overall properties of the system.

Field-dependent magnetizations for $MnFe_2O_4$ and $MnFe_2O_4$-BSA are shown in Figure 8. Performing the measurements at 300 K , the samples do not show a hysteresis loop, confirming a superparamagnetic behaviour. The encapsulation process does not influence the saturation magnetization of the manganese ferrite (*M*s = 9 emu g^{-1} at 300 K). The decrease in the magnetization value per gram of composite reflects the non-magnetic albumin content in the final material.

The third step of our work was the surface modification of the nanocomposite with drug adsorption.

The antibiotic was selected by considering both its antimicrobial spectrum of activity and its functional groups. In fact, this antibiotic possessed carboxyl groups able to establish ionic interactions with the amino groups of the nanoparticles.

The amount of adsorbed CEF in $MnFe_2O_4$-BSA was of (0.3±0.1) g_{CEF} /$g_{nanoparticles}$. Measuring bacterial growth in solution allowed to test the biological activity of the drug-functionalized particles. In Figure 9 the antibacterial activity of CEF-treated nanocomposite is shown. The bacterial growth remains at a controlled level for 2 days and subsequently increases. Although the drug release curve (shown in the inset of Figure 9) shows a short delivery time (*ca* 90% of the drug is released in 1 day), the low value of the minimum inhibitory concentration of CEF (0.2 gml^{-1}) against the tested strain of *S. epidermidis* guarantees the persistence of antibacterial activity.

The synthesized materials were tested *in vitro* with human larynx carcinoma. The information about cytoskeletal features is provided by fluorescence observations. Figure 10 shows representative fluorescent F-actin images of control cells after 24 h culture (Figure 10, image A) and of cells incubated with coated particles (Figure 10, image B). In all cases, cells exhibit well-organized stress fibres with defined cytoskeletal features. This response is a preliminary sign of no cell damage.

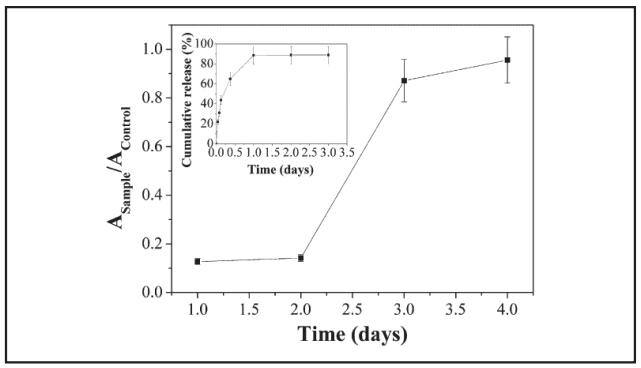


FIGURE 9 Normalized absorbance value of bacterial solutions in contact for increasing times with CEF-treated nanocomposite and of the control tube.
In the inset the cefamandole release from $MnFe_2O_4$-BSA nanocomposite is shown.
Source: ENEA

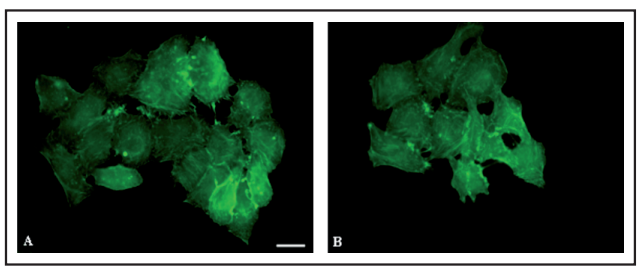


FIGURE 10 Fluorescence micrographs of Hp-2 cells stained for detection of F-actin Control cells (A); cells grown in presence of the nanocomposite for 24 h (B). Scale Bar = 10 µm.
Source: ENEA

Conclusion

In conclusion, we have developed a method to prepare superparamagnetic nanocomposite from albumin and magnetic nanoparticles. The optimized surfactant-assisted process and the preliminary adsorption of BSA on $MnFe_2O_4$ nanoparticles allowed the entrapment of high amount of ferrite into particles of BSA cross-linked with glutaraldehyde. The albumin, probably coordinating with surface metal-ions and surface hydroxyl groups of the ferrite, allows to efficiently stabilize ferrite nanoparticles in water phase and prevents their agglomeration.
To demonstrate that the obtained nanocomposite could potentially be used to deliver a selected drug, a model drug (cefamandole nafate) was ionically linked to the polymer. Delivery of cefamandole from these nanoparticles is rather rapid, but provides a release for at least 24h.
Deeper studies on the possibility to stabilize the produced systems in ferrofluid forms are underway; however the here reported preliminary results show that the developed nanobiotechnological particles possess physico-chemical characteristics interesting for biomedical applications.

References

[1] V.P. Torchilin (2000), *Drug targeting*, Eur. J. Pharm. Sci., 11, S81-S91.
[2] J.M. Collins (1984), *Pharmacologic rationale for regional drug delivery*, J. Clin. Oncol., 2, 498-504.
[3] P.K. Gupta and C.K. Hung (1990), *Comparative disposition of adriamycin delivered via magnetic albumin microspheres in presence and absence of magnetic field in rats*, Life Sci., 46, 471-84.
[4] P.K Gupta and C.K. Hung (1990), *Targeted delivery of low dose doxorubicin hydrochloride administered via magnetic albumin microspheres in rats*, J. Microencapsul., 7, 85-94.
[5] P.K. Gupta (1990), *Drug targeting in cancer chemotherapy: a clinical perspective*, J. Pharm. Sci., 79 949-962.
[6] Q.A. Pankhurst et al (2003), *Applications of magnetic nanoparticles in biomedicine*, J. Phys. D: Appl. Phys., 36, R167-181.
[7] Q.A. Pankhurst et al (2009), *Progress in applications of magnetic nanoparticles in biomedicine*, J. Phys. D: Appl. Phys., 42, 1-16.
[8] C. Alexiou et al. (2000), *Locoregional cancer treatment with magnetic drug targeting*, Cancer Research, 60, 6641-6648.
[9] S. Goodwin, C. Peterson, C. Hoh, C. Bittner, (1999), *Targeting and retention of magnetic targeted carriers (MTCs) enhancing intra-arterial chemotherapy*, J. Magn. Magn. Mater, 194, 132-139.
[10] A.S. Lubbe, C. Alexiou, C. Bergemann, (2001), *Clinical applications of magnetic drug targeting*, *J. Surg. Res.* 95, 200-206.
[11] A.S. Lubbe, C. Bergemann, J. Brock, D.G. McClure, (1999), *Physiological aspects in magnetic drug-targeting*, J. Magn. Magn. Mater. 194, 149-155.
[12] M. Bellusci, S. Canepari et al. (2007), *Phase evolution in synthesis of manganese ferrite nanoparticles*, J. of the Am. Ceram. Soc, 90, 3977-3983.
[13] M. Bellusci, A. La Barbera et al. (2009), *Preparation of albumin–ferrite superparamagnetic nanoparticles using reverse micelles*, Polymer International 58, 1142-1147.
[14] PCPDF-WIN version 2.01, November (1998) JCPDS-ICDD.
[15] A.A.Coelho, R.W. Cheary, (2007), *X-ray Line Profile Fitting Program* (XFIT), University of Technology, Sydney, Australia.
[16] H.M. Rietveld, (1967), *Line Profiles of Neutron Powder-Diffraction Peaks for Structure Refinement*', Acta Crystallogr., 22, 151-152 (a).; H.M. Rietveld, (1969), *A Profile Refinement Method for Nuclear and Magnetic Structures*, J. Appl. Crystallogr. 22, 65-71 (b).
[17] A.C. Larson and R.B. Von Dreele, (2004), *General Structure Analysis System* (GSAS). Los Alamos National Laboratory, Los Alamos, 86-748.
[18] ICSD Database, version 2004-02.
[19] V.M. Bujoreanu and E. Segal, (2001), *On the Dehydration of Mixed Oxides Powders Coprecipitated from Aqueous Solutions*, Solid State Sci., 3, 407-415.
[20] S. Okamoto, (1967), *Structure of the New d-Fe2O3 (Hydrate)*, J. Am. Ceram. Soc., 51, 594-598.
[21] V.M. Bujoreanu and E. Segal, (2002), *DSC Study of Water Elimination from the Coprecipitated Ferrite Powders*, J. Therm. Anal. Calorim., 68 191-197.
[22] M. Mikhaylova, D.K. Kim, C.C. Berry, A. Zagorodni, M. Toprak, A.S.G. Curtis et al. (2004), *BSA immobilization on amine-functionalized superparamagnetic iron oxide nanoparticles*, *Chem.* Mater., 16, 2344-2354.
[23] R.M. Silverstein, D. Kiemle and F.X. Webster, (2005), *Spectrometric Identification of Organic Compounds*, John Wiley & Sons, New York.



Le schede di sicurezza (SDS) e il regolamento REACH

Nel corso degli ultimi anni le Schede Dati di Sicurezza (SDS) hanno subito importanti modifiche: l'entrata in vigore del Regolamento CE 1907/2006 (Regolamento REACH) e del Regolamento CE 1272/2008 (Regolamento CLP) ha introdotto diverse novità sul fronte della classificazione, etichettatura ed imballaggio delle sostanze chimiche. L'integrazione di queste normative si è realizzata con la pubblicazione del Regolamento 453/2010 della Commissione del 20 maggio 2010. Tali normative hanno richiesto un notevole sforzo delle PMI italiane nell'adeguare le SDS; tuttavia alcune sezioni delle Schede Dati di Sicurezza, come quelle riguardanti gli aspetti tossicologici ed ecologici, richiedono ancora grande impegno organizzativo ed economico nel reperire le informazioni necessarie

During the last few years MSDS have undergone important modifications: the coming into effect of 1907/2006 (REACH regulation) and 1272/2008 (CLP regulation) has introduced various innovations reordering the classification, labeling and packaging of the chemicals. The integration of these laws was realized with the publication of the regulation 453/2010 of the Committee of May 20th, 2010. This laws needed a considerable effort of Italian SMEs in the adjustment of MSDS to the new European regulations. Nevertheless some sections related to risk information, as those relating to environmental and toxicological aspects, still require significant organizational and cost efforts to obtain the necessary information

Roberto Carletti, Stefano Castelli, Flaviano D'Amico, Paolo Lauriola, Massimiliana Pietrantonio, Meri Scaringi

INTRODUZIONE

La scheda dati di sicurezza (SDS) costituisce uno strumento per trasmettere dai fornitori ai clienti le informazioni di sicurezza sulle sostanze e sui preparati pericolosi.

Negli ultimi anni le SDS hanno subito importanti modifiche: se da un lato la loro struttura si è consolidata nel format a 16 punti (1), il contenuto è in continua evoluzione a testimonianza di una sempre crescente attenzione verso i pericoli e i rischi connessi con le sostanze chimiche ed il loro impiego.

Il Regolamento REACH (sistema integrato per la registrazione, valutazione, autorizzazione e restrizione in materia di sostanze chimiche), il CLP (regolamento per la classificazione, etichettatura ed imballaggio di sostanze e miscele) ed il regolamento 453/2010 (riguardante la composizione e la struttura della SDS) hanno modificato e integrato le SDS nella struttura e nei contenuti. A fronte delle modifiche introdotte nelle SDS, della complessità di tale materia e delle preoc-

Roberto Carletti, Stefano Castelli, Flaviano D'Amico, Massimiliana Pietrantonio
ENEA, Unità Tecnica Tecnologie Ambientali
Paolo Lauriola, Meri Scaringi
ARPA Emilia Romagna

cupazioni che tali cambiamenti hanno sollevato nelle PMI, il MiSE (Ministero dello Sviluppo Economico) ha incaricato l'ENEA di studiare le problematiche relative alle SDS dell'acetone, uno dei solventi più utilizzati nelle applicazioni industriali. Lo studio, effettuato nel periodo 2009-2010 per motivi di scadenze normative, è stato poi integrato con indagini periodiche, fino a luglio 2011 per verificare nel tempo l'evoluzione delle SDS.
Lo studio è stato esteso, oltre che alla sostanza pura, a sette settori di uso. Una delle principali attività svolte nell'ambito di questo incarico è stata effettuare l'analisi di un campione di SDS in lingua italiana redatte tra il 2000 e il 2009. Inoltre, per facilitare l'elaborazione ed il controllo delle SDS secondo il regolamento REACH, sono stati preparati due documenti consultabili sul sito del Mise (reach.sviluppoeconomico.gov.it): una linea guida per elaborare le SDS e una *check list* per verificare l'adeguatezza delle SDS alla normativa.

METODO

Sono state raccolte e analizzate 84 SDS in lingua italiana riguardanti sette settori di utilizzo dell'acetone e la sostanza pura (15 sugli adesivi, 14 sulle colle, 11 sui detergenti, 5 sulla gomma–plastica, 6 sugli inchiostri, 7 sul legno-arredo, 15 sulle vernici e 11 sulla sostanza pura).
La raccolta delle schede di sicurezza è stata effettuata utilizzando motori di ricerca come Google senza alcun filtro o criteri di selezione particolari per garantire un ugual peso per ciascun campione di SDS individuato.
Il periodo di tempo esaminato è quello compreso tra il 2000 e il 2009, in quanto rappresenta un arco sufficientemente ampio (circa un decennio) distribuito intorno alla data di pubblicazione del regolamento REACH.
Individuato il campione costituito dalle 84 SDS è stata predisposta una *check list* come strumento di analisi e valutazione delle SDS, costituita da 178 item. Per la valutazione delle informazioni è stato assegnato un punteggio: 2 punti se l'informazione è stata fornita in modo completo (coerente con la normativa), 1 punto se l'informazione è stata fornita in modo parziale, 0 punti se l'informazione non è stata fornita o è stata fornita in modo errato. Le SDS sono state esaminate e valutate dai seguenti punti di vista: analisi dell'intero campione di SDS (84 schede), analisi delle singole sezioni delle SDS, analisi per settore di utilizzo.
I dati ottenuti sono stati valutati e sottoposti ad analisi statistica; è stato inoltre effettuato un confronto con analoghi studi di valutazione delle SDS presenti in letteratura.

RISULTATI E DISCUSSIONE

Analisi dell'intero campione di SDS (84 schede)

Il campione di 84 SDS è stato esaminato in relazione all'anno di pubblicazione di ciascuna, tenendo conto di ciò che era richiesto a quella data.
É stata effettuata un'indagine su tutte le schede e tutti gli *item* esaminati evidenziando la media aritmetica e la relativa deviazione standard del numero di informazioni valutate complete, parziali o assenti (Tabella 1).
Confrontando le SDS pubblicate prima e dopo il REACH si osserva un miglioramento nella quantità e qualità delle informazioni.
Probabilmente ciò è dovuto anche all'acquisizione di nuove conoscenze sulle sostanze che ha permesso, con il passare degli anni, il completamento di sezioni delle schede prima notevolmente scarse in informazioni.

TABELLA 1 Distribuzione percentuale delle informazioni esaminate

Informazioni presenti	Periodo di riferimento	N° schede	Media	Deviazione standard
Complete	2000-2006 pre-REACH	35	49,43	10,62
	1° Giugno 2007-2009 post-REACH	40	58,50	12,45
Parziali	2000-2006 pre-REACH	35	19,26	6,33
	1° Giugno 2007-2009 post-REACH	40	19,30	8,60
Assenti	2000-2006 pre-REACH	35	109,31	12,64
	1° Giugno 2007-2009 post-REACH	40	100,18	12,77

Source: Elaborazione ENEA su dati prelevati da SDS

TABELLA 2 Andamento percentuale della valutazione delle informazioni per ciascuna sezione della Scheda dati di Sicurezza

Scheda	% informazioni complete e parziali complessive (84 SDS)	% informazioni complete e parziali pre-REACH (35 SDS)	% informazioni complete e parziali pre-REACH (SDS 40)
Sezioni della SDS			
1. Composizione/informazioni sugli ingredienti	86,0%	80,3%	83,5%
2. Informazioni sulla regolamentazione	79,5%	70,3%	85,5%
3. Controlli dell'esposizione/protezione individuale	79,4%	79,0%	80,2%
4. Identificazione della sostanza/del preparato e della società/impresa	55,8%	49.3 %	63.1 %
5. Informazioni sul trasporto	52,5%	53,7%	56,8%
6. Misure di lotta antincendio	52,0%	49,0%	55,0%
7. Identificazione dei pericoli	51,2%	49,4%	54,3%
8. Misure di primo soccorso	50,3%	49,4%	51,8%
9. Misure in caso di rilascio accidentale	49,8%	49,3%	50,2%
10. Stabilità e reattività	45,8%	45,3%	45,4%
11. Proprietà fisiche e chimiche	36,8%	36,1%	39,2%
12. Informazioni tossicologiche	34,4%	30,5%	37,6%
13. Manipolazione e immagazzinamento	26,8%	23,2%	32,1%
14. Informazioni ulteriori	21,0%	20,0%	23,0%
15. Considerazioni sullo smaltimento	17,5%	14,0%	21,0%
16. Informazioni ecologiche	3,3%	1,8%	4,6%

Source: Elaborazione ENEA su dati prelevati da SDS

Analisi delle singole sezioni delle SDS

Lo studio delle singole sezioni illustrato in Tabella 2 ha messo in evidenza che le sezioni 1-2-3 presentano la maggior quantità e completezza di informazioni (86-79,4%), mentre le sezioni 12-16 sono estremamente carenti.

Per quanto riguarda il confronto delle SDS pre- e post-REACH, si nota un miglioramento della quantità delle informazioni presenti in tutte le sezioni.

Analisi per settori d'utilizzo

Sono stati inoltre messi a confronto i dati rilevati nei settori d'uso studiati (Figura 1).

Per quanto riguarda la quantità delle informazioni procedendo nella figura da sinistra verso destra è possibile individuare una diminuzione delle informazioni presenti nei diversi settori d'uso. Il settore che presenta la minor quantità di informazioni è quello della gomma-plastica.

Si sono inoltre esaminate le differenze presenti nei due periodi pre- e post-REACH; nell'effettuare il confronto tra i due periodi sono stati esclusi i settori legno-arredo, inchiostri e gomma-plastica a causa dello scarso numero di SDS presenti in ciascun periodo (Figura 2).

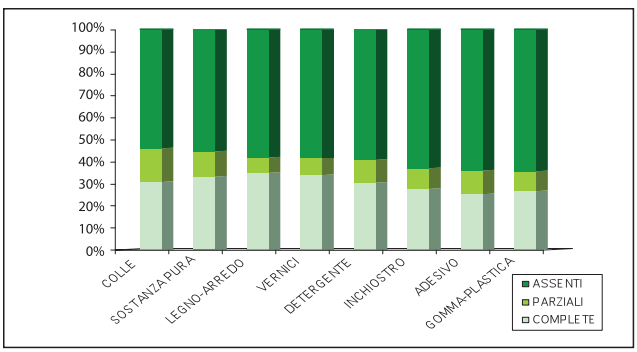


FIGURE 1 Distribuzione delle informazionoi presenti nei diversi settori dell'acetone
Source: Elaborazione ENEA su dati prelevati da SDS

In figura è rappresentata la media dei punteggi assegnati per ciascuno dei settori esaminati; si può osservare un miglioramento in tutti i settori d'uso, ad eccezione del settore dei detergenti. É stata inoltre effettuata l'analisi Anova fattoriale (2x5) tra le medie dei punteggi, i fattori "settori" e il "periodo di tempo".

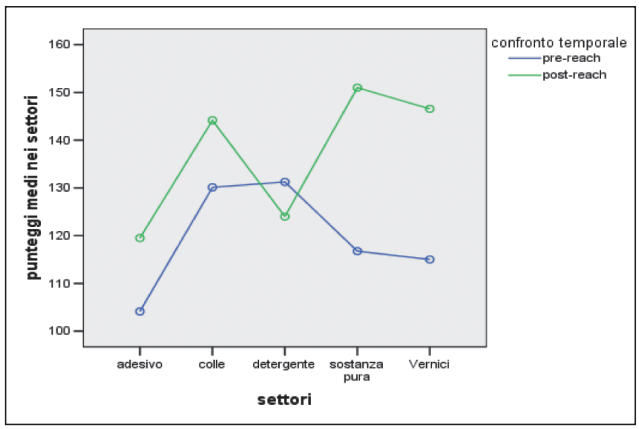


FIGURE 2 Grafico a linee che visualizza il punteggio medio delle risposte assegnate in ciascuno dei settori esaminati
Source: Elaborazione ENEA su dati prelevati da SDS

TABELLA 3 Risultati ottenuti dall'analisi Anova fattoriale

Fattori	Somma dei quadrati	Df (gradi di libertà)	F	Sig.
Settori	5193,57	4	3,453	0,014
Periodo	4612,19	1	12,264	0,001
Settori* periodo	2967,27	4	1,973	0,112
Errore	19931,29	53		
Totale	1072913,00	63		

Il sig <0,05 determina che il miglioramento evidenziato è dovuto al fattore preso in considerazione e non ad eventi casuali.

Source: Elaborazione ENEA su dati prelevati da SDS

Avendo due fattori (settori e tempo) da analizzare, sono stati esaminati: separatamente gli effetti di ogni fattore (effetti principali), l'effetto dell'interazione dei due fattori, gli effetti semplici, cioè, di un fattore considerando costante l'altro. I risultati, riportati in Tabella 3. evidenziano che sia i settori, sia il periodo sono significativi; le loro significatività (sig.) sono 0,014 e 0,001 rispettivamente per settori e per periodo, essendo entrambi i valori sotto la soglia di 0,05. L'interazione tra settori e periodo non risulta essere significativa.

Nell'analisi Anova a più fattori, solo l'analisi degli effetti semplici può chiarire quali confronti sono significativi. Come riportato in Tabella 4, è possibile evidenziare che i settori che hanno avuto miglioramenti significativi nella compilazione delle SDS dopo l'entrata in vigore del regolamento REACH sono "sostanza pura" e "vernici", avendo un sig. molto minore di 0,05[1]; i settori "colle" e "detergenti" non hanno mostrato miglioramenti statisticamente significativi.

Confronto con altri studi

Nel corso degli ultimi venti anni numerosi studi hanno valutato l'accuratezza del contenuto delle SDS e i problemi associati all'assenza di informazioni (4;5).

Indagini finalizzate a valutare la conformità delle SDS sono state condotte soprattutto negli USA e in Canada, in accordo con le disposizioni del WHMIS (*Workplace Hazardous Materials Information System)* (6;7).

In Tabella 5 sono presentati i risultati di alcune di queste indagini condotte tra gli anni 90 e il 2000 (6;7;8;9;10).

L'analisi di questi studi mostra che nonostante finalità e modalità diverse nella realizzazione di tali lavori, le SDS presentano incompletezza e imprecisione in sezioni comuni, in particolare in quelle riguardanti le informazioni tossicologiche.

CONCLUSIONI

L'analisi delle SDS ha evidenziato:

- l'assenza delle informazioni nel 59% degli item va-

TABELLA 4 Analisi degli "effetti semplici" dei settori nei due periodi temporali

Settori	(I) dopo 2007	(J) prima 2007	Differenza tra le medie (I-J)	Std. Error	Sig.
Adesivi	post REACH	pre REACH	16,37	8,382	0,080
Colle	post REACH	pre REACH	14,04	10,47	0,186
Detergente	post REACH	pre REACH	-7,25	12,15	0,553
Sostanza pura	post REACH	pre REACH	34,25	12,15	0,007
Vernici	post REACH	pre REACH	31,57	10,78	0,005

Source: Elaborazione ENEA su dati prelevati da SDS

TABELLA 5 Indagini condotte negli USA e in Canada per la valutazione delle SDS

Periodo	Finalità dello studio	Risultati	Riferimenti bibliografici
1988	Studio commissionato dall'US OSHA, finalizzato a valutare l'accuratezza di 196 SDS.	Le SDS erano generalmente incomplete e inadeguate specialmente riguardo alla tossicità cronica.	Karstad M. Report on How Well material safety data sheet are prepared. Harvard School of Public Health, Final report prepared for OSHA (September 30, 1988).
1990	Programma di sorveglianza nazionale condotto su lavoratori e dati provenienti da ispezioni condotte dall'US OSHA.	Informazioni non accurate e incomplete.	United States General Accounting Office: Occupational Safety and Health: OSHA action needed to improve Compliance with Hazard Communication Standard (GAO/HRD-92-8) (November 1991).
1991	Studio sponsorizzato dall'US OSHA su 156 SDS selezionate in modo random.	Solo il 37% delle SDS conteneva dati accurati sugli effetti sulla salute (in particolare i dati cronici erano frequentemente incompleti o non corretti) e solo il 47% conteneva informazioni corrette sui dispositivi di protezione individuale.	Kolp PW; Williams PL; Burtan RC (1995). Assessment of the accuracy of material safety data sheets American Industrial Hygiene Association Journal Feb. Vol.56, No. 2, p. 178-183.
1995-1996	Analisi delle tasgressioni nelle SDS per gli anni 1995-96.	1667 trasgressioni principalmente nell'area delle proprietà tossicologiche e della identificazione degli ingredienti.	Anonymous: Hazardous Material Information Review Commission Annual Report for the fiscal year ended (March 31, 1996).
1989-1997	Analisi delle trasgressioni nelle SDS da parte dell'Ontario Ministry of Labour.	Trend in aumento tra il 1989 (15,4% di trasgressioni) e il 1997 (43,7%).	Anonymous: WHMIS Compliance Manual-Release N.1, 1998. Thompson Canada Ltd, Carswell Publishing. Scarborough (1998).
2006	Vigilanza ed controllo di sostanze e preparati pericolosi nei luoghi di lavoro.	Inadeguatezza delle SDS nelle informazioni riguardanti la la salute e sicurezza dei lavoratori e la protezione dell'ambiente.	Govoni C, Cassinelli C. Identificazione, misurazione, valutazione, prevenzione e protezione, sorveglianza sanitaria. Atti, vol. 1; 13 ottobre 2006; Modena. 2006.

Fonte: Binetti, Marcello, 2006 (5)

lutati e la presenza di informazioni complete nel 30 % degli item;
- un miglioramento nella completezza e nella qualità delle SDS redatte dopo l'entrata in vigore del REACH;
- la presenza di un numero maggiore di informazioni nelle sezioni 1-2-3-4. Al contrario, le sezioni più carenti di informazioni si sono rivelate le 12-13-15-16, in particolare le informazioni tossicologiche ed ecologiche;
- notevole disomogeneità nelle modalità di compilazione delle SDS nei diversi settori; in particolare, è stata evidenziata una carenza maggiore di informazioni nei settori dei detergenti e degli adesivi ed un miglioramento generale in tutti i settori dopo l'entrata in vigore del regolamento REACH, ad ec-

cezione del solo settore dei detergenti;
- il confronto dei risultati di questa indagine con studi di valutazione delle SDS pregressi non ha evidenziato la presenza di contraddizioni, nonostante gli altri studi utilizzassero approcci diversi sia nella determinazione del campione, che nelle finalità dell'indagine.

A partire dall'entrata in vigore del Regolamento REACH si nota un impegno progressivo delle aziende per migliorare la qualità delle SDS; negli ultimi mesi le aziende hanno adeguato in gran parte la sezione 2, quella di identificazione dei pericoli. Restano generalmente poco fornite di dati le sezioni riguardanti le proprietà tossicologiche ed eco tossicologiche.

Visti anche i risultati degli studi sulle SDS effettuati in passato in diverse parti del mondo, si può affermare che l'elaborazione di una SDS pone diversi problemi alle imprese, anche a quelle straniere generalmente di dimensioni più grandi e più strutturate delle piccole e medie imprese italiane. Innanzitutto la SDS è uno strumento di comunicazione aziendale e, come per tutti gli strumenti di comunicazione, la sua elaborazione pone molti problemi alle imprese. Inoltre la scarsità e la contraddittorietà dei dati può provocare problemi nella loro elaborazione. Ciò è quanto si verifica per es. nelle sezioni dei dati tossicologici ed eco-tossicologici, in cui solamente grandi professionalità riescono a gestire dati talvolta contraddittori e caratterizzati da grandi incertezze. Un elemento generalmente sottovalutato dai regolatori e controllori è quello del costo che comporta la gestione corretta delle SDS (ricerca dei dati, aggiornamento, diffusione ecc.). Questo tipo di costo è solitamente difficile da stimare, ma diventa tanto più oneroso quanto più piccola è l'azienda e, considerata la struttura delle nostre imprese, meriterebbe un indagine ad hoc. Esistono piccole aziende a conduzione familiare che devono elaborare un sistema di schede di sicurezza in settori caratterizzati da molti prodotti e componenti (es. fabbricazione vernici, inchiostri ecc.) in Italia e all'estero. Per queste aziende, il gran numero di schede da gestire e la necessità di tradurre le SDS nella lingua della nazione in cui si esporta possono rappresentare un grosso impegno economico da affrontare.

Bibliografia

[1] REGOLAMENTO (CE) N. 453/2010 DELLA COMMISSIONE del 20 maggio 2010 recante modifica del regolamento (CE) N. 1907/2006 del Parlamento Europeo e del Consiglio concernente la registrazione, la valutazione, l'autorizzazione e la restrizione delle sostanze chimiche (REACH).
[2] REGOLAMENTO (CE) N. 1907/2006 DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO del 18 dicembre 2006 concernente la registrazione, la valutazione, l'autorizzazione e la restrizione delle sostanze chimiche (REACH), che istituisce un'agenzia europea per le sostanze chimiche, che modifica la direttiva 1999/45/CE e che abroga il regolamento (CEE) n. 793/93 del Consiglio e il regolamento (CE) n. 1488/94 della Commissione, nonché la direttiva 76/769/CEE del Consiglio e le direttive Commissione 91/155/CEE, 93/67/CEE, 93/105/CE e 2000/21/CE, in GUCE L 396 del 30.12.06.
[3] REGOLAMENTO (CE) N. 1272/2008 DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO del 16 dicembre 2008 relativo alla classificazione, all'etichettatura e all'imballaggio delle sostanze e delle miscele che modifica e abroga le direttive 67/548/CEE e 1999/45/CE e che reca modifica al regolamento (CE) n. 1907/2006.
[4] BINETTI R., MARCELLO I., La redazione della scheda informativa in materia di sicurezza: la nuova Direttiva europea e il problema della qualità dei dati, in GOVONI C., Prodotti chimici e tecnologie alternative all'impiego delle sostanze pericolose, Atti del Convegno Nazionale RisCh'Alt, Modena, 22 settembre 2000, 75-93, 2000.
[5] BINETTI R, MARCELLO I. La redazione della scheda informativa in materia di sicurezza: il problema della qualità dei dati. In: RisCh' 2006. Il rischio chimico nei luoghi di lavoro. Identificazione, misurazione, valutazione, prevenzione e protezione, sorveglianza sanitaria. Atti, vol 1 ; 13 ottobre 2006; Modena. 2006. p. 45-64.
[6] United States General Accounting Office: Occupational Safety and Healt: OSHA action needed to improve Compliance with Hazard Communication Standard (GAO/HRD-92-8) (November 1991).
[7] Anonymous: WHMIS Compliance Manual-Release N. 1, 1998. Thompson Canada Ltd, Carswell Publishing. Scarborough (1998).
[8] KARSTAD M. Report on how well material safety data sheets are prepared. Harvard School of Public Health Final report prepared for OSHA (September 30, 1998).
[9] Kolp PW; Williams PL; Burtan RC (1995). Assessment of the accuracy of material safety data sheets American Industrial Hygiene Association Journal Feb., Vol. 56, No. 2, p. 178-183.
[10] Anonymous: Hazardous Material Information Review Commission Annual Report for the fiscal year ended (March 31, 1996).
[11] JONGERIUS O., VAN DER ZANDE-GUINÉE E., Material Quality Data sheet Quality Survey Final report, December 1999, Report of the Netherlands Inspectorate, 1999.
[12] EVANS M., HSE project on Inaccuracies in safety data sheets (doc. NOTIF/16/2000), 1999.
[13] PLAST & KEMIFÖRETAGEN. The Swedish Plastics & Chemicals Federation, The Quality of Safety Data Sheets, Stockholm, 1999.
[14] PLAST & KEMIFÖRETAGEN. The Quality of Safety Data Sheets, The Swedish Plastics & Chemicals Federations 2004 Assessment of the Member Companies Safety Data Sheets, Stockholm, 2004.
[15] Govoni C, Cassinelli C. La vigilanza ed il controllo in materia di sostanze e preparati pericolosi: attività istituzionale decisiva per una corretta applicazione dei titoli vii e vii-bis del decreto legislativo 626/94 In: RisCh' 2006. Il rischio chimico nei luoghi di lavoro. Identificazione, misurazione, valutazione, prevenzione e protezione, sorveglianza sanitaria. Atti, vol. 1; 13 ottobre 2006; Modena. 2006.
[16] Decreto Legislativo 14 settembre 2009, n. 133. Disciplina sanzionatoria per la violazione delle disposizioni del regolamento (CE) n. 1907/2006 che stabilisce i principi ed i requisiti per la registrazione, la valutazione, l'autorizzazione e la restrizione delle sostanze chimiche. *Gazzetta Ufficiale* n. 222 del 24 agosto 2009.
[17] DIRETTIVA 2001/58/CE della Commissione, del 27 luglio 2001, che modifica per la seconda volta la Direttiva 91/155/CEE che definisce e fissa le modalità del sistema di informazione specifica concernente i preparati pericolosi ai sensi dell'articolo 14 della Direttiva 1999/45/CE del Parlamento europeo e del Consiglio nonché quelle relative alle sostanze pericolose conformemente all'articolo 27 della Direttiva 67/548/CEE del Consiglio (schede dati di sicurezza), pubbl. su G.U. delle Comunità Europee n. L 212 del 7/08/2001.
[18] Federchimica, ASSICC, Associazione Ambiente e Lavoro, Chemical Expert. La Check-list per controllare la qualità delle Schede Dati di Sicurezza. Edizione 2006.



Nanofluid Flow Effects on Metal Surfaces

This work presents an experimental study on possible surface damage (erosion, corrosion and abrasion) when water flow is replaced with nanofluid flow, i.e, a water suspension of nanometer-sized solid particle materials used for possible heat transfer enhancement. Experimental data is obtained with a test rig built in the laboratories of the Technical Unit for Advanced Technologies for Energy and Industry of ENEA. Erosion tests have been conducted on aluminium, copper, and stainless steel targets, using the following nanofluids: TiO_2, Al_2O_3, SiC, ZrO_2 and the base fluid of ZrO_2

Gian Piero Celata, Francesco D'Annibale, Andrea Mariani

Effetto del flusso di nanofluidi su superfici metalliche

Questo lavoro presenta uno studio sperimentale circa il possibile danneggiamento di superfici di componenti (per erosione, corrosione e abrasione) quando l'acqua è sostituita con un nanofluido, cioè una sospensione di particelle solide di dimensioni nanometriche, ai fini di potenziali miglioramenti delle prestazioni termiche. I dati sono ottenuti con un impianto sperimentale costruito nei laboratori dell'Unità tecnica Tecnologie Avanzate per l'Energia e l'Industria dell'ENEA. I test di erosione sono stati condotti su provini di alluminio, rame e acciaio inossidabile, usando i seguenti nanofluidi: TiO_2, Al_2O_3, SiC, ZrO_2 e il suo fluido-base

Introduction

Historical attempts to achieve higher heat transfer rates, adding particles in the order of millimeters or even micrometers, have encountered problems. Suspensions with millimeter- or micron-sized particles are known to cause severe problems in heat transfer equipment. In particular, large particles tend to quickly settle out of suspension and cause severe clogging by passing through micro channels. Thereby, the pressure drop increases considerably. Furthermore, the abrasive actions of the particles cause the erosion of industrial components and pipe lines.

In more recent years the international research community has shown significant interest in investigating nanofluids (particle size less than 100 nm) to be used as heat transfer fluids or coolants. Several review papers are available in this field with regards to thermal enhancement [1-5], sometimes reporting also the presence of sparse and inconsistent and/or contradictory experimental results from different laboratories [2,3].

About the mechanical effects (erosion, abrasion, corrosion) of nanofluids, smaller effects are expected, but no publication of robust experimental data and analysis on this topic is available hitherto. Since this knowledge is of vital importance with regard to both com-

Gian Piero Celata
ENEA, Technical Unit for Advanced Technologies for Energy and Industry
Francesco D'Annibale, Andrea Mariani
ENEA, Technical Unit for Advanced Technologies for Energy and Industry, Laboratory of Thermal-Fluid Dynamics

mercialisation of nanofluid coolants and the research community, experimental data about nanofluid mechanical effects on components is necessary for industrial adoption of nanofluid coolants. In fact, while the reduction of the mechanical effects (erosion, abrasion, corrosion) with regard to millimeter- or micron-sized particles is perhaps undeniable, their negligibility is not proved or sometimes negated due to the smaller momentum imparted by the particles to the walls.

The present study is supported by the EU FP7 Programme NanoHex Project, dedicated to studies for the enhancement of the performance of heat transfer systems using nanofluids.

The test rig has been built at the Laboratory of Thermal-Fluid Dynamics of the Technical Unit for Advanced Technologies for Energy and Industry of ENEA.

Erosion has been tested by making nanofluids circulate for several days and impact on three types of targets made of commercial metals:

- Aluminium
- Copper
- Stainless steel

Also, two targets from Siemens have been tested, obtained from the same aluminium anisotropic alloy used in Power Electronics cold plate - cut along two different axes.

The nanofluids are:

- TiO_2-9%wt supplied by ItN Nanovation AG (a German company specialized in nanoparticles and nanofluids production)
- Al_2O_3-9%wt supplied by ItN
- ZrO_2-9%wt supplied by ItN
- Base fluid of ZrO_2-9%wt supplied by ItN
- SiC-3%wt supplied by the ENEA Technical Unit for Development of Applications of Radiations

All the above nanofluids are obtained from distilled water added with an additive, usually a surfactant, necessary to keep the nanoparticles separate limiting their agglomeration. It acts like a coating around the particles.

Data on the abrasion of plastic materials are also obtained, analyzing the status of the gear pump. The particle agglomeration during the operating life is evaluated by the analysis of small samples of nanofluid extracted at regular intervals.

The HETNA test rig

The HETNA experimental facility (*Hydraulic Experiments on Thermo-mechanical of NAnofluids*) has been designed to obtain experimental comparison of the difference in the behaviour of nanofluid and base fluid without nanoparticles, using two parallel identical loops. Indeed, in some case these differences could be very small, and a very accurate system is required to evaluate them. For sure this is expected to happen where we have to evaluate the increase in mechanical effects (erosion, corrosion etc.) with relatively short-term experiments (days or weeks) and extrapolate the results to the expected operating life of the systems (up to tens of years).

Experimental data on heat transfer available from literature are obtained in a loop filled with the nanofluid, comparing them with the equivalent data obtained at different times filling it with the base fluid. In the case of the erosion tests this may increase the uncertainty of the comparison because it is very difficult to reach identical conditions. This seems to be unacceptable in the case of erosion tests, where smaller differences should be important when extrapolated to long lifetimes.

For this reason the HETNA experimental facility has been designed as two identical loops running simultaneously under the same conditions, one filled with the nanofluid and the other with the base fluid. An additional special feature of the dual loop is the possibility to monitor in real time the difference in the heat transfer rate (not reported in the present work), thus allowing also to adjust the experimental test matrix during the test, on the basis of the results of previous tests. The precision will be higher, because the control system maintains the two loops under identical conditions, and so little variations during the long-term tests will be negligible for the comparison.

Description of the experimental loop

The diagram of each of the two loops is shown in Fig. 1. The flow is maintained by a volumetric gear pump (flow-rate from 2.4 to 230 l/h), measured with a Coriolis flow-meter and remotely controlled by a Labview program. As an alternative to the erosion test section, a second line with a heated pipe can be used for heat transfer tests.

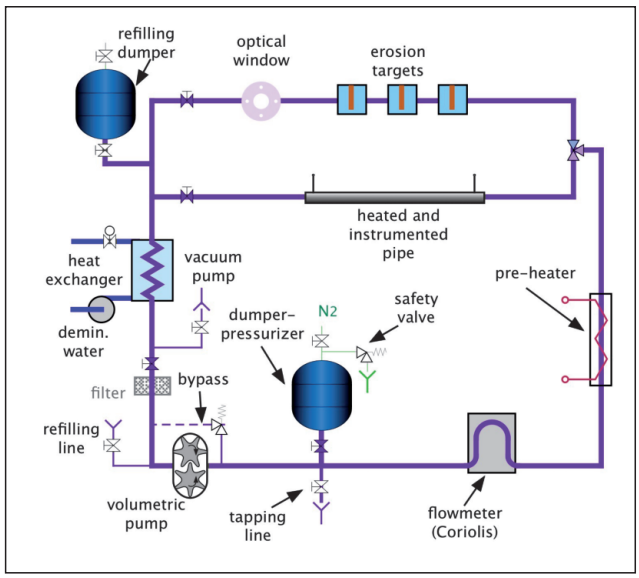


FIGURE 1 Scheme diagram of the loop
Source: ENEA

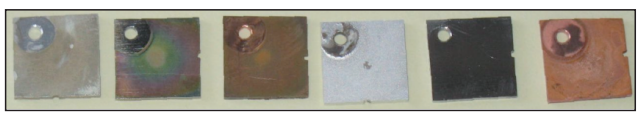


FIGURE 2 Targets after the test: first three on the left in water, last three on the right in ZrO_2
Source: ENEA

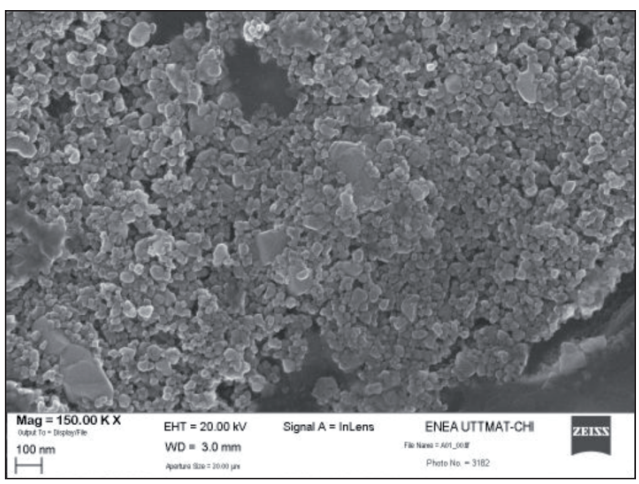


FIGURE 3 TiO_2 nanoparticles (size 20-30 nm)
Source: ENEA

The erosion tests are made letting a fluid jet collide with a target for a given time, usually two weeks, and comparing the surface with the corresponding one located in the base fluid loop by means of a scanning electron microscope (SEM). The measure of the erosion is obtained with an optical profilometer (vertical resolution 0.1 nm, without contact), by scanning the surface and comparing the exposed region with a little masked zone of the target.
The HETNA facility can accommodate up to three targets in each loop (in series) to increase the data production by making more tests at the same time with different targets or different impact velocities (the flowrate is the same, but the velocity depends on the diameter of the nozzle generating the jet. Fig. 2 shows the targets used in a test with the zirconia. In Fig. 3 a deposit of titania particles on the aluminium target is shown.
The eroded mass added to the mixture is negligible, usually of the order of a few ppm of the liquid in the loop, as the test duration is not so long and during this time only a small amount of mass is eroded from the targets.
Agglomeration, settling and sedimentation are evaluated by extracting small samples of nanofluid at regular intervals during the test and measuring the particle size with the laser scattering technique.
Both the measure of the consumption of the pump gears after the test, and the pump performance decrease give an evaluation of the abrasive effect of the nanofluid.
An important feature of the HETNA rig is the reduced volume of nanofluid inventory, less than 1.2 liters.

Experimental results

The results show a different behaviour of the nanofluids examined, and the mechanical effects strongly depend on the target material, as reported in Table 1, where the number in brackets is the ratio between nanofluid erosion and water erosion. In the case of nanofluids, with respect to water, the erosion effect can be remarkable in the worst cases, thus making necessary to consider this problem in the applications where those combinations nanofluid-material are to be used.
Results using TiO_2, still compared with the effect of the water under the same conditions, reveal no dangerous increase in erosion as detected in the experiment.

The Al_2O_3 gave no effect for stainless steel and a significant (but not too large) increase in the erosion on copper. Conversely, with commercial aluminum the erosion has been very large, a hundred times the effect of water. The surface of the two aluminum targets is shown in Fig. 4.

The ZrO_2 gave a similar, if not larger, result for Al_2O_3, with no effect for stainless steel, large effect on copper and very large effect on aluminum. Considering that the nanofluid contains also the surfactant, a test has been performed to evaluate whether this large erosion may be also attributable to the presence of this component. However, the null effect of the base fluid of the ZrO_2 on all the metals testifies that the cause of the increased erosion is due to particles. This is confirmed by the SEM analysis that shows a large mechanical erosion, as shown in Fig. 5.

The last nanofluid tested, the SiC at a lower concentration (3% in weight against 9% of the others) has shown very little effect, not well evaluable because while the profilometer does not measure differences in the surface, the SEM shows that some corrosion has happened, though incrustations of oxides and nanoparticles compensate this lowering of the surface.

Nanofluids have a different behaviour also regarding the abrasion. As said above, it is evaluated by two data obtained from the gears of the pump (made of PTFE+Carbon fiber):

- the weight of the mass lost by the gears during the test;

Nanofluid	Aluminium	Copper	Stainless steel
TiO_2_9wt%	very small increase (1.3)	no effect	no effect
Al_2O_3_9wt%	very large increase (117)	significant increase (4.7)	no effect
ZrO_2_9wt%	very large increase (636)	large increase (15)	no effect
Base fluid of ZrO_2_9wt%	no effect	no effect	no effect
SiC_3wt%	small or no effect	small or no effect	no effect

TABLE 1 Summary of erosion test
Source: ENEA

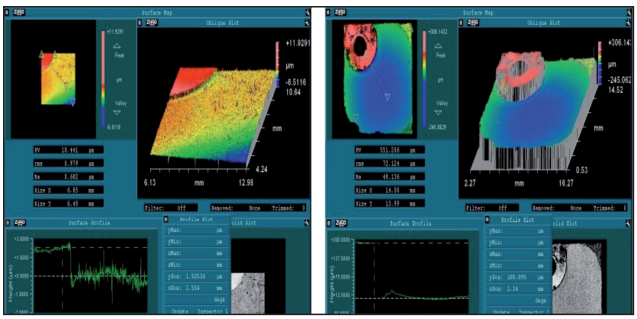


FIGURE 4 Aluminum targets in water (left) and Al_2O_3 (right): surface from the profilometer analysis
Source: ENEA

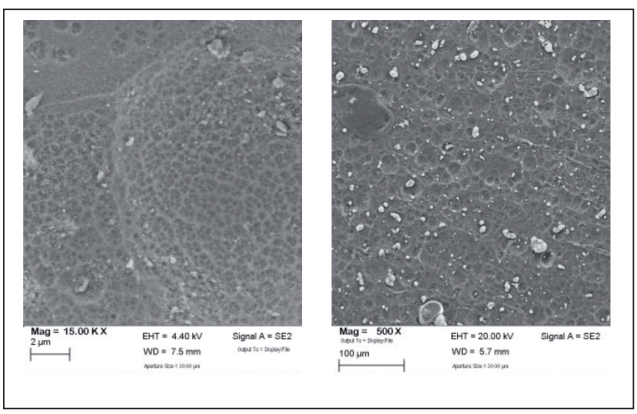


FIGURE 5 Aluminum target in nanofluid ZrO_2 (left) and Al_2O_3 (right), from SEM
Source: ENEA

- the performance deterioration, from the increase of the speed of the nanofluid pump needed to maintain the same water flow-rate.

The results are shown in Fig. 6, where the left axis is the ratio between the rotation velocities of the two pumps, and is referred to the curves, while the right axis is the weight lost and is referred to the square points. Alumina has proved to give the largest damage to the gears, followed by the silica carbide, the zirconia and, last, the titania. No effect has been produced by the base-fluid.

Conclusions

An experimental research is presented, devoted to ascertain the effects of a nanofluid flow impacting metallic surfaces. Data obtained is the difference in the be-

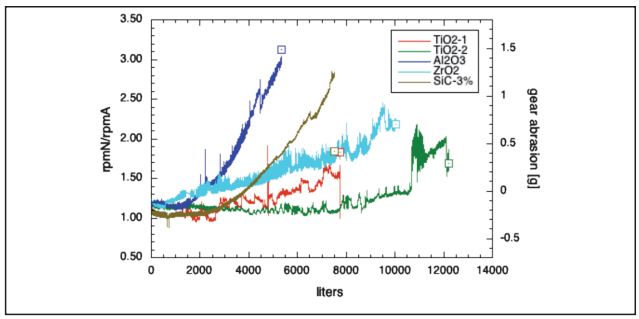


FIGURE 6 Abrasion effect on the pump gears
Source: ENEA

haviour of the different nanofluids when compared with water under the same conditions, i.e., the same impact velocity. Results show that the effect strongly depends on the target material and on the particle material, and in some case is very large and must be properly taken into account as it can shorten the life of components should water be replaced with the nanofluid. The abrasive effect also can be considerable.

Acknowledgements

The financial support from the EC-Project NanoHex (Grant Agreement N°2228882) is gratefully acknowledged. The authors wish to thank all the Project partners for stimulating and helpful discussions. Special thanks to Elisabetta Borsella, Rosaria D'Amato, Emanuele Serra and Luciano Pilloni from ENEA, Heiko Poth from ItN, and Adi Utomo from the University of Birmingham.

References

[1] S.K. Das, S.U.S. Choi and H.E. Patel, 2006, *Heat Transfer in Nanofluids-A Review*, Heat Transfer Eng. 27, 3-19.
[2] J. Lee and I. Mudawar, 2007, *Assessment of the effectiveness of nanofluids for single-phase and two-phase heat transfer in micro-channels*, International Journal of Heat and Mass Transfer 50, 452-463.
[3] W. Yu, D.M. France, J.L. Routbort and S.U.S. Choi, 2008, *Review and Comparison of Nanofluid Thermal Conductivity and Heat Transfer Enhancements*, Heat Transfer Eng. 29, 432-460.
[4] D. Wen and Y. Ding, 2004, *Experimental investigation into convective heat transfer of nanofluids at the entrance region under laminar flow conditions*, Int. J. Heat Mass Transfer 47, 5181-5188.
[5] R. Saidur, K.Y. Leong and H.A. Mohammad, 2011, *A review on applications and challenges of nanofluids*, Renew. Sust. Energ. Rev. 15, 1646-1668.

dal Mondo

La Cina è leader mondiale negli investimenti sulle energie rinnovabili, secondo il *Global Trends in Renewable Energy Investment 2011* presentato il 7 luglio dall'**UNEP** (*United Nations Environment Programme*). Nel 2010 il settore energetico che ha conseguito il maggiore sviluppo è stato quello eolico, seguito dal solare. Due gli aspetti interessanti del rapporto: i paesi in via di sviluppo investono più dei paesi industrializzati; in Europa, a causa della crisi economica, gli investimenti nelle energie rinnovabili sono diminuiti del 22% rispetto al 2009.
Di nuovo al centro della politica ambientale, Stoccolma ha ospitato dal 22 al 26 agosto la **Settimana mondiale dell'Acqua**, dedicata al tema *Rispondere ai cambiamenti globali: l'acqua in un mondo urbanizzato*. I lavori hanno posto l'accento sulla conservazione e la gestione della risorsa idrica rispetto all'aumento della popolazione mondiale e si sono conclusi con l'approvazione della **Dichiarazione di Stoccolma** (il cui contenuto è riportato nella sezione *World view*). L'acqua è stata anche l'argomento dell'***International Water Forum*** svoltosi il 16 settembre presso il Palazzo di vetro a New York. L'evento ha riunito delegati governativi di tutto il mondo, ONG, scienziati e rappresentanti del settore privato per avviare l'organizzazione di una campagna di sensibilizzazione sulla questione globale "acqua".
L'appuntamento dell'International Water Forum ha coinciso volutamente con la settimana di apertura della **66ma Sessione dell'Assemblea Generale dell'ONU**, evento al centro dell'agenda internazionale. Il secondo dei tre incontri ad alto livello dei Capi di Stato e di Governo, il 20 settembre, è stato dedicato a "Desertificazione, degradazione del suolo e siccità nel contesto di sviluppo sostenibile e sradicamento della povertà", per rilanciare il percorso di attuazione della UNCCD (Convenzione delle Nazioni Unite sulla Lotta alla Desertificazione) e del correlato Piano Strategico decennale e per porre, tra l'altro, la questione tra le priorità di Rio+20. Il Presidente di turno dell'Assemblea generale dell'Onu, Nassir Adulaziz Al-Nasser, ha definito la siccità "un vero killer silenzioso" e ha fatto riferimento alla drammatica situazione del Corno d'Africa.
L'annuale dibattito generale, svoltosi tra il 21 e il 30 settembre ha affrontato, tra gli altri, i temi dei cambiamenti climatici, dello sviluppo sostenibile e della sicurezza alimentare.
Il tema acqua è stato ancora al centro del Forum scientifico IAEA ***Water matters: making a difference with nuclear techniques*** svoltosi a Vienna il 21-22 settembre nell'ambito della 55ma Sessione dell'Assemblea generale. Esperti di acqua provenienti da tutto il mondo hanno chiesto di intensificare la cooperazione internazionale per affrontare la crisi idrica, sottolineando come le tecnologie nucleari possano concorrere alle grandi sfide legate alla disponibilità della risorsa acqua. Le tecnologie nucleari permettono di effettuare analisi e monitoraggio delle risorse acquifere del sottosuolo. Inoltre, possono contribuire a migliorare l'utilizzo dell'acqua laddove l'agricoltura totalmente dipendente dalle piogge rappresenta ancora l'80% delle aree coltivate nel mondo, da cui deriva anche il 60% del cibo disponibile a livello mondiale. Le tecnologie nucleari costituiscono, infine, lo strumento migliore per l'analisi dell'ambiente marino in termini di studio sul cambiamento climatico e sulle sue conseguenze, quali l'acidificazione degli oceani e la presenza di alghe infestanti.
La sicurezza nucleare dopo l'incidente di Fukushima e il programma nucleare dell'Iran, della Siria e della Corea del Nord sono stati i temi principali dei dibattiti della **55° Assemblea Generale dell'IAEA** che ha approvato all'unanimità il Piano d'azione sulla sicurezza delle installazioni nucleari. Il ***Major Economies Forum on Energy and Climate***, tenuto a Washington il 16 e 17 settembre, ha focalizzato i suoi lavori sul dialogo fra i paesi industrializzati e quelli in via di sviluppo per creare le condizioni politiche necessarie a conseguire un risultato positivo alla Conferenza sul Clima in programma a Durban alla fine di novembre.
Sarebbe diminuita anche la qualità dei brevetti depositati negli ultimi due decenni, secondo il Rapporto OECD ***Scienza, Tecnologia e Industria: scoreboard 2011***, presentato il 20 settembre, che analizza i principali andamenti relativi alla conoscenza e all'innovazione in seno all'economia mondiale. Oltre 180 indicatori esaminano le *performance* dei paesi OECD e delle principali economie non OECD (in particolare Brasile, Federazione Russa, India, Indonesia, Repubblica Popolare Cinese e Sudafrica) nel campo scientifico, industriale e dell'innovazione tecnologica. In tema di tecnologie, il 22 settembre a Pechino l'**IEA** (Agenzia Internazionale dell'Energia) ha presentato il rapporto, elaborato con il contributo dell'UNIDO (Organizzazione delle Nazioni Unite per lo Sviluppo), che illustra la strategia di applicazione delle tecnologie CCS (*roadmap CCS*) in campo industriale per ridurre le emissioni di anidride carbonica, anche nella prospettiva di lungo periodo (al 2050), evidenziandone le potenzialità, l'efficacia e la convenienza economica.

(*Flavia Amato, Paola Cicchetti*)

dall'
Unione Europea

Commissione Europea
Le principali iniziative della Commissione Europea (CE) nel periodo luglio-settembre 2011 riguardano:

- La Comunicazione del 19 luglio nella quale la CE ha riconosciuto sette sistemi volontari di riferimento per la **certificazione della sostenibilità dei biocarburanti**. La CE sta valutando altri sistemi volontari che rispondano ai requisiti di sostenibilità dei biocarburanti.
- Il Comunicato del 7 settembre sulla sicurezza dell'approvvigionamento energetico e la cooperazione internazionale (***The EU Energy Policy: engaging with partners beyond our borders***), che propone lo sviluppo di una politica energetica che rafforzi la dimensione esterna del nostro mercato energetico interno e lo sviluppo di partenariati con paesi extra UE, finalizzati tra l'altro, all'energia sostenibile e concorrenziale e alla sicurezza energetica.
- Il piano di azione, presentato il 20 settembre, per disaccoppiare la crescita economica dell'Europa dal consumo delle risorse naturali. Il Piano, denominato ***Roadmap to a resource efficient Europe***, analizza sfide e opportunità nei diversi settori socio-economici per ridurre i consumi di risorse naturali senza penalizzare, anzi migliorando, i processi di sviluppo.
- La Comunicazione, del 21 settembre, su ***Partnering in Research and Innovation***, che invita i partenariati tra il settore pubblico e privato ad unire le forze a livello europeo per affrontare le principali sfide sociali, con soluzioni fondate sulla ricerca e l'innovazione.

Tra le **consultazioni pubbliche,** avviate nell'ultimo periodo dalla CE, occorre menzionare quella del 30 giugno sul miglioramento della **politica della UE in materia di qualità dell'aria**, che termina il 15 ottobre. La CE procederà ad un'altra tornata di consultazioni pubbliche entro il 2013, prima di presentare le proprie proposte. Il 6 luglio la CE ha lanciato la consultazione, terminata il 15 settembre, per preparare la comunicazione sulla **competitività sostenibile nel settore delle costruzioni**. La comunicazione intende evidenziare i recenti sviluppi del mercato e lo stato della competitività delle imprese di costruzione, in relazione agli obiettivi dello sviluppo sostenibile. Il 13 settembre la CE ha avviato una consultazione su "***ERA Framework**: Areas of untapped potential for the development of the European Research Area*", per raccogliere indicazioni sul futuro dello Spazio Europeo della Ricerca (ERA). I risultati della consultazione, che termina il 30 novembre, serviranno a perfezionare la proposta di un nuovo quadro ERA da pubblicare entro la fine del 2012. In occasione della Conferenza REACH (Direttiva sulla regolamentazione delle sostanze chimiche tossiche) del 23 settembre, la CE ha lanciato congiuntamente con l'Agenzia europea per le sostanze chimiche (ECHA) la campagna ***REACH 2013 - Act Now!*** per ricordare, in particolar modo all'industria, l'approssimarsi della seconda scadenza di registrazione. Le imprese, che fabbricano o importano sostanze chimiche in quantità pari o superiori a 100 tonnellate all'anno, sono tenute a registrare tali sostanze presso l'ECHA entro il 31 maggio 2013. Infine, il 26 settembre la CE ha aperto fino al 19 dicembre una consultazione sul rafforzamento delle misure dell'UE per ridurre le **emissioni di gas fluorurati**, un gruppo di gas industriali che contribuiscono fortemente al riscaldamento climatico globale.

Parlamento Europeo
Il 5 luglio il Parlamento Europeo (PE) ha respinto la bozza di risoluzione

Rapporti/Pubblicazioni

Nel mese di luglio la CE ha implementato nuovi **servizi web** relativi al 7PQ ed al prossimo programma di ricerca ed innovazione (*Horizon 2020*), predisponendo 3 portali principali: *Participant Portal*, nuova fonte ufficiale per i bandi del 7° PQ, *Research on Europe*, per informazioni generali sulle politiche della UE e *Cordis*, per la per disseminazione di informazioni relative a progetti finanziati. Il 15 luglio, la CE ha pubblicato, per il Parlamento ed il Consiglio europei, il Rapporto annuale su ***Research and Technological Development Acitivities of the European Union in 2010***, con notizie sul 7PQ ed alcune iniziative quali JPI, JTI, *Research Infrastructures*. Nel periodo luglio-settembre la CE ha svolto dei Workshops tematici con differenti *stakeholder* per la preparazione del prossimo programma quadro **HORIZON 2020**. I rapporti di tali workshop sono disponibili al link http://ec.europa.eu/research/horizon2020/index_en.cfm?pg=workshops.
Tra le valutazioni intermedie condotte su alcune iniziative della CE, occorre menzionare l'***Interim evaluation*** delle tre *Public-Private Partnerships* (PPPs), che delinea i punti forti e deboli delle *PPPs Factories of the Future*, *Energy-efficient Buildings*, *Green Cars* ed alcune raccomandazioni sul futuro sviluppo di tali iniziative; *la* ***First interim evaluation of the Fuel Cells and Hydrogen Joint Undertaking*** (FCH JU), del 2 settembre, relativa all'analisi della qualità ed efficienza e dello stato di avanzamento della FCH JU; l'***Interim Evaluation Report***, del 14 settembre, circa la azioni di Cooperazione internazionale nell'ambito del programma specifico *Capacities* del 7PQ; il rapporto finale del 14 settembre sulle **sinergie** tra il **7PQ,** il Programma per la competitività e l'innovazione **(CIP)** e i **Fondi per la politica di coesione**.

per una riduzione "incondizionata" (ossia senza che altri paesi industrializzati e paesi emergenti facciano la loro parte) del 30% delle emissioni al 2020 rispetto al 1990. Rimane quindi la situazione attuale di taglio delle emissioni di gas serra al 20%. Il 14 settembre, il PE ha definito il regolamento per ridurre le distorsioni nel mercato europeo dell'energia, per reprimere abusi e posizioni dominanti e per la trasparenza dei i prezzi dell'energia (***Regulation on energy market integrity and transparency - REMIT***). Il regolamento è stato inviato ai rappresentanti degli Stati membri per l'approvazione e diventerà legge 20 giorni dopo la pubblicazione nel giornale ufficiale dell'UE. Il 29 settembre, il PE ha approvato una risoluzione sulla posizione comune che l'Unione Europea dovrà assumere nella prossima **Conferenza di Rio+20**, facendo proprie le linee di azione proposte dalla CE (vedasi riquadro nella sezione *Anteprima*).

Consiglio dell'Unione Europea
Il Consiglio dell'Unione europea ha adottato lo scorso 12 settembre le modifiche alla direttiva 2006/116/CE, che faranno passare da 50 a 70 anni la durata di protezione dei **diritti d'autore**.

(Valerio Abbadessa)



dalle Istituzioni nazionali

Politica Energetica
La Commissione Industria del Senato ha proseguito l'indagine conoscitiva sulla **strategia energetica nazionale**. Tra i soggetti auditi, anche il Commissario dell'ENEA, che ha, tra l'altro, sottolineato l'importanza dell'efficienza energetica, dell'innovazione tecnologica, dello sviluppo delle rinnovabili e del potenziamento delle infrastrutture ma, soprattutto, dei sistemi di *smart grids*. Ha inoltre ricordato il ruolo che l'ENEA ricopre a supporto del Ministero dello Sviluppo Economico e delle istituzioni preposte sulle tematiche energetiche. Il Sottosegretario Saglia ha dichiarato che la definizione della strategia energetica nazionale dovrà puntare sulle fonti rinnovabili e sull'efficienza energetica come vero e proprio *driver* per la crescita. La strategia comprenderà azioni concrete su tutta la filiera del settore energetico, per promuovere l'efficienza, l'uso sostenibile delle rinnovabili negli usi finali e la ricerca scientifica e tecnologica. Entro la fine del mese di ottobre, l'ENEA fornirà al Ministero dello Sviluppo Economico le proprie indicazioni tecniche al documento di strategia.

Efficienza Energetica
Sul fronte dell'efficienza energetica, il Parlamento ha iniziato a luglio l'esame della **proposta di direttiva europea sull'efficienza energetica.** Il provvedimento rimette agli Stati membri la scelta delle misure più opportune per conseguire un risparmio del 20% entro il 2020. La bozza di Piano di Azione Nazionale per l'Efficienza Energetica evidenzia talune criticità rilevando che, allo stato, sarebbe conseguibile una riduzione del 14% al 2020. La Commissione Industria del Senato ha quindi svolto un ciclo di audizioni informali per valutare la proposta. L'ENEA ha evidenziato come l'aumento dell'efficienza energetica nella generazione e nell'uso dell'energia sia nell'immediato il metodo più rapido, efficace ed efficiente in termini di costi con cui l'Italia può ridurre la sua domanda di energia, la dipendenza dall'utilizzo di fonti fossili di importazione e le emissioni di gas serra. Inoltre, gli incrementi di efficienza energetica possono anche consentire l'aumento della sicurezza dell'approvvigionamento e della competitività, il miglioramento del benessere dei consumatori, nonché la riduzione di investimenti nelle infrastrutture energetiche.

Nucleare
A settembre, le Commissioni competenti di Camera e Senato hanno iniziato l'esame dello schema di decreto legislativo di attuazione della **direttiva 2009/71/EURATOM, che istituisce un quadro comunitario per la sicurezza degli impianti nucleari.** La direttiva si propone di rafforzare il principio di responsabilità nazionale e di responsabilità del titolare della licenza, di potenziare il ruolo e l'indipendenza delle autorità di regolamentazione e di stabilire un quadro comunitario per il continuo miglioramento della sicurezza nucleare e un elevato livello di protezione dalle radiazioni ionizzanti. Il decreto in esame, tenuto conto delle indicazioni della direttiva, modifica il Dlgs n. 230/1995 e l'art. 29 della L. n. 99/2009. Tra l'altro, si specifica che l'Agenzia per la sicurezza nucleare (ASN) è l'Autorità nazionale per la regolamentazione tecnica, il controllo e la vigilanza in materia di sicurezza degli impianti nucleari e assume le funzioni di ENEA e ISPRA in materia di sicurezza nucleare e radioprotezione. Nel corso della discussione, nelle Commissioni è stata evidenziata la necessità di riflettere sulle funzioni dell'ASN e di operare una razionalizzazione degli organismi che detengono le competenze in questo campo. L'ENEA, in audizione con SOGIN, ISPRA e ASN, ha evidenziato le proprie competenze in materia, sottolineando il ruolo di supporto che potrà avere nei confronti dell'autorità di regolamentazione.

Ricerca
Ad agosto, il Ministro Gelmini ha nominato i vertici degli Enti Pubblici di Ricerca. Tra i presidenti nominati: Francesco Profumo al CNR; Corrado Clini all'Area Science Park di Trieste; Fabrizio Bignami all'INAF; Domenico Giardini all'INGV; Alberto Carpinteri all'INRIM, Maria Cristina Pedicchio all'Istituto nazionale di oceanografia; Luisa Cifarelli al Centro studi "Enrico Fermi"; Enrico Saggese all'ASI.

(*Laura Migliorini*)

dai Giornali

Dalla fine di luglio in poi hanno dominato su tutti i giornali i problemi relativi alla crisi economica e alle misure di contenimento della spesa pubblica. Le questioni legate a energia, ambiente e innovazione sono diventate secondarie o marginali.

Rinnovabili
Il risalto dato alle rinnovabili è stato spesso collegato agli effetti della manovra finanziaria sulla politica energetica del nostro paese. Si è parlato in particolare della *Robin tax*, che avrebbe potuto colpire le imprese del settore energetico, incluse quelle da fonti rinnovabili. Ciò ha generato le proteste di numerose aziende, proteste inevitabilmente riprese dalla stampa quasi ogni giorno in questi ultimi mesi Insieme a quelli legati alle rinnovabili, sono stati spesso evidenziati i temi relativi alla *green-economy*.

Nucleare
Ad agosto i giornali hanno riportato i dati sui livelli record di radioattività raggiunti nella centrale di Fukushima, livelli addirittura tre volte maggiori del record precedente di giugno. Hanno fatto notizia anche le dimissioni di Umberto Veronesi dalla guida dell'Agenzia per la Sicurezza Nucleare, di cui il Governo prevede la soppressione, con il trasferimento dei suoi compiti all'Authority per l'Energia. Nel mese di settembre è finito al centro della cronaca internazionale il sito nucleare di Marcoule in Francia, dove l'esplosione di un forno per l'incenerimento delle scorie ha creato ansia in tutta Europa. Vista l'assenza, subito accertata, di fughe radioattive, il sensazionalismo mediatico si è spento nel giro di pochi giorni. Sono tornate alla ribalta, anche se per un periodo estremamente limitato, le discussioni sulla fusione fredda grazie all'esperimento di Rossi e Focardi. Altra notizia evidenziata dai giornali è stata quella secondo cui anche la Svizzera, dopo la Germania, avrebbe deciso di abbandonare il nucleare.

Ricerca
La notizia più sensazionale sulla ricerca è stata quella dei neutrini che viaggiano più veloci della luce. Grande enfasi sugli esperimenti del CERN, che potrebbero sconvolgere la teoria della relatività di Einstein. Molto rilievo è stato dato alle posizioni degli scienziati divisi tra chi ha giudicato quella sui neutrini più veloci della luce una "scoperta epocale" e chi ha espresso invece dubbi e scetticismo. I giornali hanno anche trattato diffusamente sia le nomine dei nuovi presidenti di una serie di enti pubblici di ricerca controllati dal MIUR (come il CNR, l'INAF e INGV), sia l'evento della notte bianca dei ricercatori, che ha fornito spunti per discutere dello scarso peso della ricerca scientifica in Italia. Una certa evidenza, anche in termini allarmistici, è stata data dai giornali alla caduta del satellite della Nasa che sembrava dovesse, almeno in parte, precipitare sul Nord-Italia, cosa che poi non si è verificata.

Ambiente
I temi ambientali si sono concentrati sulle alterne vicende del Sistri, il sistema di controllo della tracciabilità dei rifiuti per via telematica, che era stato abrogato con la manovra finanziaria di ferragosto, scatenando numerose reazioni soprattutto da parte delle PMI. Dopo le proteste, il Sistri è stato ripristinato e sarà operativo dal 9 febbraio 2012. Sul Sistri, sono state ampiamente evidenziate le polemiche fra il Ministro Prestigiacomo e la Commissione ecomafie. I giornali hanno anche parlato della messa in mora dell'Italia da parte dell'Unione Europea, che ha chiesto di risolvere la questione rifiuti in Campania. E dopo Napoli, i giornali hanno riferito che l'allarme riguarda anche Roma, dove la chiusura della discarica di Malagrotta alla fine del 2011, rischia di portare ad una "emergenza laziale". Alla fine di agosto ha fatto notizia una ricerca americana secondo cui lo tsunami giapponese ha provocato anche il distacco di iceberg dall'Antartide. Infine, in relazione alla prossima Conferenza di Durban, la stampa ha proposto alcuni articoli riguardanti le scelte ambientali dei vari paesi; in particolare, si è occupata delle scelte di Obama che, dopo essere stato un protagonista di Copenaghen, oggi è senza dubbio più attento alla ripresa dell'economia americana che alla necessità di dare attuazione agli impegni ambientali internazionali, e non solo in materia di cambiamenti climatici.

(Laura Di Pietro)

1 2 3 4
5 6 7 8
9 10 11

Calendario eventi

IPCC 34TH SESSION
La 34ª sessione è dedicata alla gestione del rischio di eventi estremi e disastri nell'ambito delle misure di adattamento al cambiamento climatico.
18-19 novembre 2011, Kampala (Uganda)
http://www.ipcc.ch/

11TH WORLD CONGRESS OF THE ORGANIZATION OF WORLD HERITAGE
Tema del congresso: le città patrimonio mondiale e il cambiamento climatico, che può accentuare la vulnerabilità delle città storiche.
22-25 novembre 2011, Sintra (Lisbona, Portogallo)
http://whc.unesco.org/en/events/739

UNFCCC CLIMATE CONFERENCE (COP 17 AND COP/MOP 7)
Diciassettesima sessione della Convenzione Quadro delle Nazioni Unite sul Cambiamento Climatico (UNFCCC - Conference of the Parties - COP 17) e settima sessione della Conference of the Parties che hanno stipulato il Protocollo di Kyoto (COP/MOP 7) per prendere decisioni e risoluzioni che impegnano tutti i paesi (COP 17) o quelli aderenti al Protocollo di Kyoto (COP/MOP 7).
28 novembre-9 dicembre, Durban (Sud Africa)
http://www.cop17durban.com

INTERNATIONAL CONFERENCE ON GROUNDWATER RESOURCES MANAGEMENT
Conferenza organizzata da UNESCO e Università di Irvine della California, per discutere le misure di adattamento alla scarsità delle acque di falda determinata dai cambiamenti globali e climatici in corso.
30 novembre-3 dicembre, Irvine (California - USA)
http://www.unesco.org/water/water_events/Detailed/2168.shtml

2012 - ANNO INTERNAZIONALE DELL'ENERGIA SOSTENIBILE PER TUTTI
La Risoluzione ONU 65/151 ha dichiarato il 2012 anno da dedicare alla promozione e all'utilizzo di tecnologie energetiche nuove e basate sulle fonti rinnovabili, da rendere accessibili a tutti i paesi.
1 gennaio 2012, tutto il mondo
http://www.un.org/ga/search/view_doc.asp?symbol=A/65/436

FIFTH WORLD FUTURE ENERGY SUMMIT
Il summit, cui parteciperanno governi, industrie, studiosi e finanza, si concentrerà sugli investimenti e i progetti futuri nel campo energetico.
16-19 gennaio 2012, Abu Dhabi (Emirati Arabi Uniti)
http://www.worldfutureenergysummit.com/

2012 IEEE INNOVATIVE SMART GRID TECHNOLOGIES CONFERENCE
La conferenza, sponsorizzata da IEEE Power & Energy Society (PES), discuterà lo stato dell'arte dell'innovazione nel campo delle *smart grid*.
19-20 gennaio 2012, Washington DC (USA)
http://www.ieee-isgt.org/

MEDITERRANEAN WETLANDS INITIATIVE (MEDWET) INTERSECTORAL SYMPOSIUM
Il simposio, organizzato dalla Commissione Acque e Foreste del Marocco nell'ambito di MedWet, intende contribuire alla salvaguardia delle zone umide ancora esistenti nel Mediterraneo facendo conoscere i servizi ecosistemici forniti da tali zone. Prevista la partecipazione di UNEP, UNESCO, FAO, the Blue Plan, IUCN, WWF.
6-8 febbraio 2012, Agadir (Laayoune, Marocco)
http://www.ramsar.org/cda/en/ramsar-news-wedwetreport/main/ramsar/1-26%5E25180_4000_0__

(Giuliano Ghisu)



Nuovo SPECIALE

Supplemento al n. 4-5/2011

Una larga porzione della componente vegetale, che occupa il 9,4% della superficie planetaria, è rappresentata dalle foreste. Esse svolgono un ruolo essenziale nel mantenimento della vita sulla terra, in qualità di dispensatori di servizi ecosistemici fondamentali, ed ospitano circa il 90% della biodiversità del pianeta.

Il 20 dicembre 2006, l'Assemblea Generale delle Nazioni Unite ha proclamato il 2011 "Anno Internazionale delle Foreste", sostenendo l'impegno ad una gestione, conservazione e sviluppo sostenibile delle foreste di tutto il mondo.

Varie attività ed eventi sono stati organizzati da parte di enti internazionali, governi, organizzazioni regionali e locali, così come dalla stessa società civile, per favorire lo scambio di conoscenze sulle possibili strategie da adottare in materia.

Lo Speciale della rivista ENEA vuole essere un contributo all'invito rivolto dal direttore del Forum sulle Foreste delle Nazioni Unite a far sì che "le nostre foreste siano gestite in modo sostenibile per le generazioni attuali e future".