

# LA TERRA HA BISOGNO DI UNA TRANSIZIONE ENERGETICA

LA SOSTITUZIONE DEI COMBUSTIBILI FOSSILI CON ALTRE FONTI DI ENERGIA NECESSITA DI UNA STRATEGIA CHE COMPRENDA UNA FORTE RIDUZIONE DEI CONSUMI, UN SOSTANZIALE INCREMENTO DELL'EFFICIENZA E LO SVILUPPO DELLE ENERGIE RINNOVABILI.

L'energia, nelle sue varie forme, è una componente abituale del nostro standard di vita, tanto che è difficile comprenderne pienamente l'importanza. Usiamo energia in ogni nostra azione e c'è energia "nascosta" in ogni prodotto della nostra attività. Le fonti energetiche sono quindi la risorsa più importante per la vita sulla Terra. Oggi l'energia è fornita in massima parte dai combustibili fossili (carbone, petrolio, gas naturale), sostanze formatesi nel sottosuolo in seguito alla trasformazione di resti organici vegetali e animali nel corso di centinaia di milioni di anni. Essi sono, di fatto, energia solare immagazzinata sotto forma di legami chimici fra atomi di carbonio (C-C) e atomi di carbonio e idrogeno (C-H) e costituiscono una risorsa energetica potente e molto facile da utilizzare, ma non rinnovabile. Al mondo, ogni secondo si consumano circa 1.000 barili di petrolio, 96.000 metri cubi di metano e 222 tonnellate di carbone. È ovvio che a questo ritmo i combustibili fossili sono destinati presto a esaurirsi. Anche se le stime sulle riserve sono molto contraddittorie, è certo che il picco di produzione del petrolio è già

stato superato. Ci sono, è vero, riserve petrolifere non convenzionali (sabbie e scisti bituminosi), ma non si sa fino a che punto sarà conveniente sfruttarli, né se sarà sostenibile farlo da un punto di vista ambientale. Anche nel caso del gas si incominciano a sfruttare giacimenti non convenzionali, con la tecnica del *fracking*, ossia frantumando le rocce mediante l'iniezione di acqua e additivi chimici ad alta pressione.

Quando i combustibili fossili reagiscono (bruciano) con l'ossigeno dell'aria, i legami chimici C-C e C-H si rompono e se ne formano altri, C-O e H-O. Queste trasformazioni chimiche portano alla liberazione di grandi quantità di energia e alla formazione di acqua e anidride carbonica (CO<sub>2</sub>). Più precisamente, 1 g di carbone, di benzina e di gas naturale producono rispettivamente 3,66, 3,08 e 2,74 g di CO<sub>2</sub>. Agli attuali ritmi produttivi, ogni anno immettiamo nell'atmosfera circa 30 miliardi di tonnellate di CO<sub>2</sub>. Come è esaurientemente discusso in altri articoli di questo numero, l'accumulo di CO<sub>2</sub> prodotto dall'uso dei combustibili fossili sta causando un riscaldamento globale che provoca cambiamenti climatici.

L'uso dei combustibili fossili genera anche molte sostanze inquinanti dannose per la salute. Inoltre, la distribuzione molto eterogenea dei combustibili fossili crea forti distorsioni nell'economia mondiale, genera insostenibili disuguaglianze ed è la causa principale delle guerre. Per tutti questi motivi è necessario sostituire i combustibili fossili con altre fonti di energia. Una simile transizione energetica, però, non sarà né semplice né rapida: non solo per ragioni tecniche ed economiche ma, ancor più, per problemi culturali, sociali e politici poiché essa riguarda, direttamente o indirettamente, tutti gli abitanti della Terra.

## La transizione energetica

Perché la transizione energetica abbia successo è necessaria una strategia integrata: lo sviluppo di fonti energetiche alternative deve essere accompagnato da una forte riduzione dei consumi. La riduzione nei consumi energetici è importante per due motivi: i combustibili fossili dureranno più a lungo, permettendoci così di avere più tempo per sviluppare fonti alternative e, consumando meno combustibili fossili, causeremo minori danni all'ambiente e alla salute. La riduzione del consumo di energia si ottiene in molti modi: ad esempio, con la riqualificazione energetica degli edifici, il potenziamento del trasporto pubblico, lo spostamento del traffico merci su rotaia e via mare, l'uso di apparecchiature elettriche più efficienti, l'ottimizzazione degli usi energetici finali e la rinuncia a produrre cose inutili. Per quanto riguarda le fonti alternative, non possiamo accontentarci di una soluzione qualsiasi. Abbiamo bisogno di sostituire i combustibili fossili con fonti energetiche che siano, per quanto possibile, abbondanti, inesauribili, ben distribuite su tutto il pianeta, non dannose per l'uomo e per l'ambiente, economicamente sostenibili, capaci di promuovere lo sviluppo, adatte a colmare

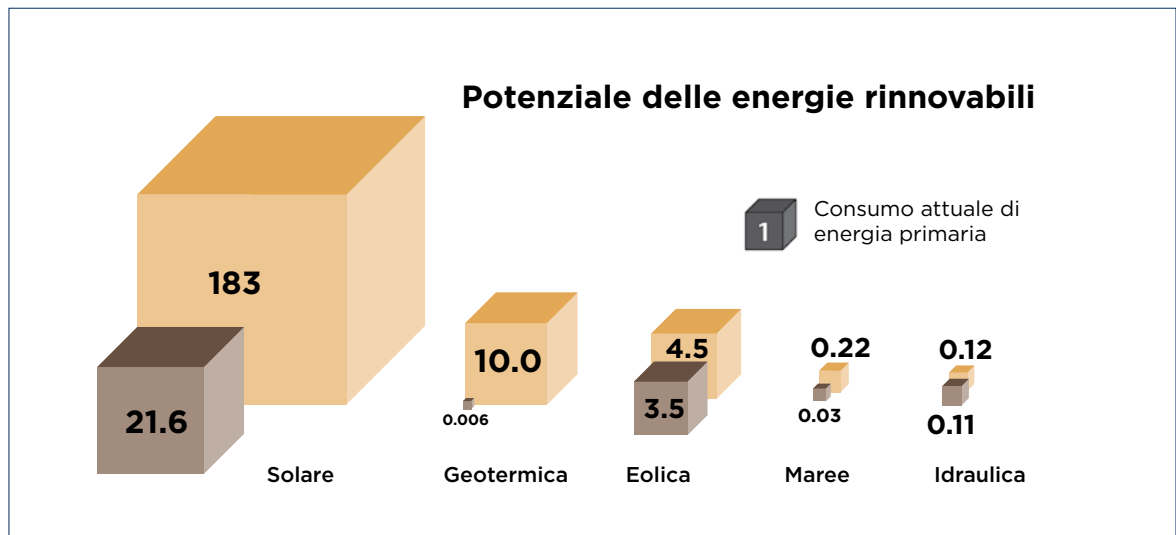


FIG. 1  
RINNOVABILI

Rappresentazione schematica della quantità relativa di energie rinnovabili potenzialmente disponibili e tecnicamente utilizzabili, paragonati al consumo corrente di energia primaria (cubetto nero).

Fonte: N. Armaroli, V. Balzani, Energy for a Sustainable World, Wiley-VCH, 2011.

■ Energia tecnicamente utilizzabile  
■ Energia potenzialmente disponibile



le disuguaglianze e, infine, non utilizzabili come strumenti di guerra.

Allo stato attuale, le possibili fonti alternative di energia per uscire dall'era dei combustibili fossili sono l'energia nucleare e le energie rinnovabili, queste ultime in massima parte collegate, direttamente o indirettamente, all'energia solare.

## L'energia nucleare

L'uso della energia nucleare non è economicamente conveniente, ma se anche lo fosse ci sono molti buoni motivi per rinunciare a svilupparlo. Quanto è avvenuto lo scorso anno a Fukushima dimostra che un incidente nucleare è fuori controllo persino in un Paese ben organizzato e tecnologicamente avanzato come il Giappone. Il problema della collocazione in sicurezza delle scorie radioattive prodotte dalle centrali non è stato ancora risolto. L'espansione del nucleare a livello mondiale non è auspicabile per la stretta sinergia fra nucleare civile e nucleare militare. È infine evidente che, per il suo altissimo contenuto tecnologico, il nucleare aumenta la disuguaglianza fra le nazioni e può portare a nuove forme di colonialismo.

In conclusione, il nucleare non soddisfa i requisiti necessari per la fonte energetica di cui l'umanità ha bisogno e la decisione presa nel nostro paese col referendum del giugno 2011 di rinunciare al nucleare è stata quindi molto saggia.

## Le energie rinnovabili

Sono energie rinnovabili quelle fornite, direttamente o indirettamente dal Sole

(energia solare, eolica, idroelettrica, biomasse), dalla Terra (energia geotermica) e dai movimenti del mare (maree, onde). Le energie rinnovabili nel loro insieme soddisfano sostanzialmente i requisiti richiesti per una fonte energetica ideale. Sono inesauribili e, alcune, anche molto abbondanti e ben distribuite; quindi possono colmare le disuguaglianze e favorire la pace. Il loro uso, con qualche eccezione, non fa danni all'uomo e all'ambiente e può contribuire a uno sviluppo ecologicamente ed economicamente sostenibile.

La transizione dall'epoca dei combustibili fossili a quella delle energie rinnovabili non è cosa semplice e potrà avere successo soltanto se accompagnata da un cambiamento del modello di sviluppo: dallo spreco e dall'usa e getta si deve passare a risparmio ed efficienza nell'uso delle risorse, in particolare dell'energia. Questa strategia integrata è stata scelta dalla Ue con le sue direttive e col pacchetto Clima-Energia denominato 20-20-20: entro il 2020, l'obiettivo è di ridurre le emissioni di anidride carbonica (-20%) e il consumo d'energia (-20%), e di aumentare la quantità di energia prodotta da fonti rinnovabili (+20%). Altri più ambiziosi obiettivi sono in via di definizione per il 2050.

Anche la strada delle energie rinnovabili non è, però, priva di ostacoli. Per la maggior parte (in particolare: fotovoltaico, solare a concentrazione, eolico, idroelettrico e geotermico), esse producono elettricità, alcune in modo fluttuante. Al fine di facilitare la transizione energetica è quindi necessario sviluppare un'efficiente rete di distribuzione e raccolta dell'energia elettrica (*smart grid*) e anche sistemi capaci di immagazzinare l'energia

elettrica sotto altra forma, ad esempio come energia chimica mediante batterie di varie dimensioni e apparecchiature per l'elettrolisi dell'acqua con generazione di idrogeno. L'energia accumulata dovrà poi essere in parte riconvertita in energia elettrica, ad esempio mediante pile a combustibile.

Pannelli fotovoltaici, pale eoliche, batterie, pile a combustibile, rete elettrica intelligente e tutti gli altri dispositivi necessari per convertire le energie rinnovabili e permetterne un uso proficuo richiedono l'utilizzo di elementi chimici che spesso sono presenti in quantità molto limitate sul nostro pianeta (ad esempio, litio, platino, rodio, iridio e quasi tutti gli elementi delle terre rare). L'utilizzo delle abbondanti, inesauribili e ben distribuite energie rinnovabili troverà quindi un ostacolo nella limitata disponibilità, sull'astronave in cui viviamo, dei materiali necessari per la loro conversione.

Pertanto sarà sempre più necessario da un lato sviluppare la ricerca scientifica per riuscire a utilizzare materiali più abbondanti e meno costosi e, dall'altro, riciclare i materiali più rari. Soprattutto, ci dovremo convincere che risparmio ed efficienza, non solo con riferimento all'energia, ma a tutto ciò che usiamo, sono le due risorse principali da potenziare sempre e comunque, anche quando saremo usciti dalla presente crisi energetica e climatica.

### Vincenzo Balzani

Dipartimento di Chimica "G. Ciamician"  
Università di Bologna