

Piero Zanello  
Dipartimento di Chimica  
Università di Siena  
zanello@unisi.it

## L'ASSETTO ENERGETICO POST-REFERENDARIO: UN MACIGNO SULLA STRADA DELLO SVILUPPO ECONOMICO

*Nel referendum dello scorso giugno sulla reintroduzione dell'energia nucleare, 25/26 milioni di italiani (su 50/51 milioni di aventi diritto al voto) si sono espressi contro tale eventualità. Il risultato lascia dunque invariato l'attuale assetto dell'approvvigionamento di energia elettrica. L'articolo esamina anche la questione degli onerosi incentivi statali devoluti alle energie rinnovabili, gran parte dei quali vanno al largamente popolare e relativamente innovativo fotovoltaico. È intuibile che elevati contributi a tale settore saranno difficilmente sostenibili in vista delle presenti e future ristrettezze economiche globali. Di fatto, la Commissione Europea prevede che, almeno fino al 2030, l'efficienza energetica della gran parte delle nazioni sarà garantita da una combinazione di risorse energetiche costituita da: combustibili fossili 40%, energia nucleare 25%, energie rinnovabili 35% (ammesso che si possa ancora generosamente incentivare quest'ultima risorsa).*

**A**ttenuatasi l'esultanza (più o meno composta) degli assertori del SI all'abrogazione di leggi che consentano future installazioni di centrali elettriche a combustibile nucleare e la frustrazione (più o meno mascherata) degli assertori del

NO a tale abrogazione, resta il dilemma di come (ovvero, a quali costi) gli italiani si approvvigioneranno di energia, in particolare di energia elettrica, nel medio periodo (diciamo 10-20 anni; previsioni ragionevoli a più lunga scadenza sono sostanzialmente prive di attendibilità).

A dir la verità, in questi ultimi anni si era pensato (e sperato) che questo popolo di poeti di artisti di eroi di santi di pensatori di scienziati di navigatori di trasmigratori (come recita la scritta sul Palazzo della Civiltà del Lavoro all'EUR) avesse per qualche verso recuperato la sua (presunta) natura di *scienziato*, consentendo la reintroduzione dell'energia nucleare civile dopo che un analogo responso al referendum *antinucleare* del novembre 1987 aveva gettato dubbi su questa retorica definizione. La storia purtroppo si è ripetuta. Il pregiudizio sul nucleare pilotato da ideologica e sistematica disinformazione scientifica e non meno importanti motivazioni politiche hanno fatto giustizia della "vocazione scientifica" degli italiani.

Tutti abbiamo avuto modo di sentire (attraverso i più disparati mezzi di comunicazione) una pletera di *antinuclearisti* avanzare apocalittiche previsioni sull'eventuale apertura di centrali elettriche a combustibile nucleare che nulla hanno a che fare con la realtà scientifica e tecnologica del tema in oggetto.

Ma chi sono stati i protagonisti di queste discussioni? Per la gran parte persone appartenenti al mondo dello spettacolo, alcuni conduttori televisivi, alcuni giornalisti della carta stampata, alcuni sindacalisti, alcuni sacerdoti, politici di diversa estrazione e alcuni responsabili di associazioni ambientaliste; tutte persone che certamente godono di notorietà nel loro ambito di lavoro, ma verosimilmente non tutti adeguatamente provvisti di cultura scientifica. A costoro si è aggiunta una moltitudine di persone, identificata come *il popolo del web*, che è difficile da classificare professionalmente e culturalmente.

Ma quali sono state le motivazioni che hanno indotto questo *popolo di "scienziati"* a farsi irrazionalmente influenzare da questa eterogenea schiera di dubbia qualità scientifica. La risposta più ovvia può essere trovata nell'articolo giornalistico di un esperto di cose atomiche intitolato *Se la nostra paura vince sulla ragione* [1]. Un po' più dettagliata è la risposta che si può dare traendola dall'analisi fatta nel 2008 da Patrick Moore (uno dei cinque cofondatori nel 1971 di Greenpeace International e Direttore di tale organizzazione dal 1977 al 1986), che ha affermato: *si è fatto l'errore di mettere sullo stesso piano energia nucleare e armi nucleari, come se tutte le cose nucleari fossero malvagie... Ed è un grande errore in quanto è come se si confondesse la medicina nucleare con le armi nucleari* [2]. Infatti, è come se a proposito delle energie solari, eoliche o idroelettriche qualcuno accostasse il sole al rischio tumori cutanei, il vento al rischio uragani, l'idroelettrico al rischio di cedimento delle dighe (come accadde nel 1963 per il disastro del Vajont) e altre amenità di questo tipo.

Maggiori perplessità tuttavia a mio giudizio destano alcune esternazioni da parte di persone scientificamente preparate, alcune delle quali fanno spesso la loro comparsa nei mezzi di informazione, che si sono tradotte in reticenze più o meno evidenti (si però, ni, ...) e in qualche caso in motivazioni antinucleari di tipo politico. Ebbene, invito tutti costoro (se ancora non l'avessero fatto) a leggersi attentamente il "Libro Bianco" sulle prospettive energetiche italiane redatto dalla Società Italiana di Fisica (SIF) nell'aprile 2008 [3], che, tra le varie conclusioni, recita: *Sarebbe conveniente, inoltre, attuare una intelligente strategia finalizza-*

*ta alla riapertura della opzione nucleare con l'acquisizione sul territorio nazionale di reattori di III generazione e con una politica più decisa di inserimento nelle ricerche internazionali sui reattori di IV generazione. Questo richiederebbe alcune condizioni essenziali: creazione di infrastrutture tecnologiche per ricerca e sviluppo e per formazione di personale; riorganizzazione dei procedimenti di autorizzazione e controllo tramite procedure più agili e incentivazioni; scelte strategiche condivise e durature; proseguimento del programma di smantellamento dei vecchi impianti; identificazione di siti per l'installazione dei nuovi impianti e per il deposito nazionale delle scorie radioattive.*

Il paradosso è che della Commissione Energia che ha collaborato alla stesura di tale testo hanno fatto parte, tra i tanti esperti, anche persone appartenenti a formazioni politiche o associazioni ambientaliste che al momento del referendum si sono schierate contro la possibile installazione di centrali nucleari [il Senatore E. Ronchi (XV Legislatura); il Deputato W. Tocci (XIV, XV, XVI Legislatura - fisico); l'ingegnere G. Silvestrini (Organizzazione Kyoto Club, sostenitrice delle energie rinnovabili)].

Consiglio inoltre a queste persone di leggere (se ancora non l'avessero fatto) il libro del Professor David J. C. MacKay (principale consulente scientifico del Dipartimento di Energia e Cambiamenti Climatici del Governo Britannico) dedicato a quelle nazioni (come la nostra) che non hanno avuto la fortuna di disporre di quelle consistenti riserve energetiche naturali che si sono accumulate sulla Terra nel corso di un paio di miliardi di anni [4].

Detto questo, nell'affrontare tematiche energetiche si farà uso di grafici facilmente comprensibili anche ai non cultori della materia e di fonti statistico-economiche non schierate. Va infatti premesso che non è facile orientarsi nei vari aspetti dell'energia, perché chiunque svolga una ricerca sul web si troverà davanti a migliaia di dati spesso incomprensibili ai non addetti ai lavori (ma in qualche caso anche agli addetti ai lavori), spesso contrastanti tra loro, spesso ideologicamente traghettanti verso predeterminate sponde.

Come è ben noto anche a larga parte di non cultori di cose scientifiche, l'umanità si è sviluppata e vive quotidianamente in un'atmosfera di per sé radioattiva (*radiazione naturale di fondo*, dovuta sia ai raggi cosmici che ai minerali di elementi radioattivi), e che significative dosi di radioattività possono essere assorbite per eventi necessari o voluttuari legati alla nostra attività quotidiana. Ad esempio, rispetto alla dose giornaliera dalla radiazione naturale di fondo, una radiografia alla colonna vertebrale ci fa assorbire una quantità di radiazioni 1.500 volte superiore, una mammografia 3.000 volte superiore, una TAC 10.000 volte superiore, il fumo di un pacchetto di sigarette 70 volte superiore [5].

In realtà, l'attività umana può in linea di principio causare una crescita della radiazione naturale di fondo, ma essa è del tutto trascurabile. Ad esempio, i terribili eventi nucleari militari succedutisi tra il 1940 e il 1960 (esplosioni nucleari di Hiroshima e Nagasaki e test nucleari condotti da molte nazioni nello spirito della guerra fredda) hanno fatto crescere la radiazione naturale di fondo di circa il 5%. Ciò nonostante, la messa al bando dei test nucleari, concordata tra Stati Uniti, Russia

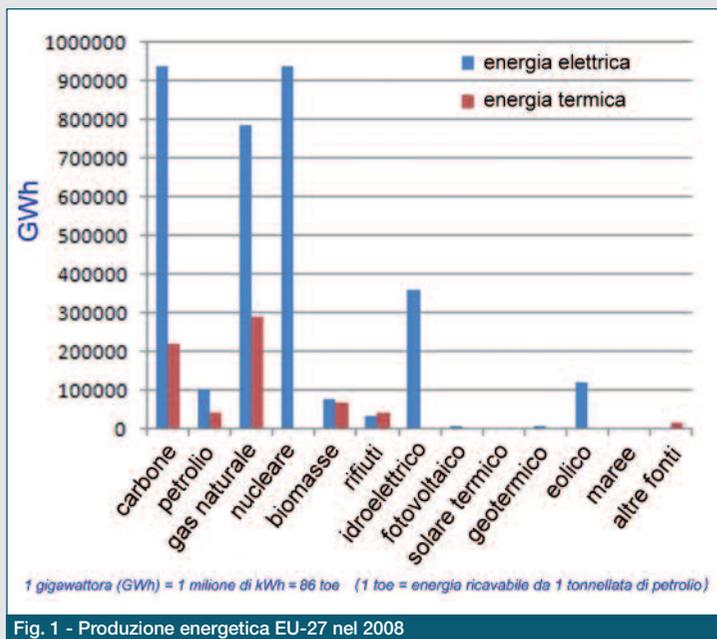


Fig. 1 - Produzione energetica EU-27 nel 2008

e Inghilterra nel 1963 e ulteriormente perfezionata nel 1977, ha fatto sì che nel 2000 la crescita della radiazione naturale si riportasse allo 0,2% in più rispetto al periodo prenucleare militare.

È anche necessario tener presente un argomento spesso citato, ma non sempre quantificato: l'Italia è circondata da 135 centrali nucleari appartenenti ai paesi dell'Europa dei 27<sup>a</sup>, a cui se ne devono aggiungere 5 dalla Svizzera e 47 da Russia e Ucraina.

Per completare il quadro, ricordo che attualmente nel mondo vi sono 441 centrali nucleari attive, e ve ne sono 60 in costruzione e 150 in fase di progettazione.

È quindi opportuno rendersi conto che anche le nazioni (un tempo) meno economicamente rilevanti si sono dotate di fonti energetiche che includono il nucleare, cosa che permette loro di esportare la loro economia nell'economia delle nazioni (un tempo) più industrializzate proprio grazie ai più bassi costi di produzione di beni di consumo (bassi costi di energia e bassi costi di manodopera, fattore, quest'ultimo, per noi giustamente disciplinato da leggi e accordi sindacali).

Per quanto riguarda la terminologia energetica, vi sono due grandi classi di energia: l'energia *primaria* e l'energia *secondaria*. L'energia *primaria* è l'energia racchiusa in risorse naturali prima di essere manipolata dall'uomo (e in tale classe vanno incluse risorse quali carbone, petrolio, gas naturale, sole, vento, fiumi, vegetazione, minerali radioattivi, energia termica racchiusa all'interno della Terra, ecc.), che si differenzia dall'energia *secondaria*, che invece deriva dalla manipolazione di una qualche fonte di energia primaria (ad esempio, la benzina o il gasolio).

In realtà, all'interno dell'energia primaria, le energie provenienti dallo sfruttamento di carbone, petrolio, gas naturale e elementi chimici radioattivi dovrebbero essere definite come energie *esauribili*, mentre le energie provenienti da sole, vento, fiumi, vegetazione e termicità

naturale, che vengono definite come energie *rinnovabili*, dovrebbero essere definite come energie *inesauribili*.

Come mostra la Fig. 1 [6], l'insieme delle energie rinnovabili (eolico, fotovoltaico, idroelettrico, geotermico e marino) in Europa contribuisce per meno del 20% alla produzione energetica totale. A livello mondiale il contributo è ancora minore. Come vedremo, un tale quadro energetico rimarrà sostanzialmente immutato almeno per i prossimi 10-20 anni. Come la cronaca quotidiana riporta con frequente periodicità, nessuna attività lavorativa è purtroppo priva di rischi, e questo vale particolarmente nelle lavorazioni in campo energetico. La Fig. 2 illustra succintamente quali sono i margini di sicurezza delle varie fonti di energia (in termini di vittime causate da incidenti) a livello mondiale [7].

In questo caso i dati statistici, che mostrano come la produzione di elettricità da reattori nucleari sia tra quelle che presentano meno rischi, si prestano a controversie di varia natura in quanto sia per impianti a combustibile nucleare che a combustibili fossili (carbone/petrolio/gas) gli eventi luttuosi dovuti a incidenti sul lavoro si possono facilmente dedurre dal numero di decessi pressoché immediati, ma non è facile quantificare le eventuali patologie (tumoriali o di altro tipo) conseguenti l'inquinamento successivo all'evento.

Ad esempio, nell'incidente alla centrale nucleare di Chernobyl del 1986, un rapporto di Greenpeace del 2006 (a cui hanno contribuito esperti di varie specializzazioni mediche della Bielorussia, dell'Ucraina e della Federazione Russa) ha stimato che, a partire dal 1986, nel giro di settant'anni si sarebbero potuti manifestare fino a 6 milioni di tumori [8]. Nello stesso anno, una ricerca condotta nel periodo 2003-2005 dal *Chernobyl Forum*, consesso che raggruppava organizzazioni facenti capo all'ONU (tra cui l'Organizzazione Mondiale della Sanità), ha conteggiato 47 vittime accertate tra i 600 operatori e soccorritori presenti nelle prime fasi dell'esplosione e ha stimato che altri 4.000 decessi dovuti a tumori e leucemie avrebbero potuto manifestarsi in un arco di tempo di ottant'anni [9].

Un ulteriore rapporto *The Other Report on Chernobyl*, sempre del 2006, ha preconizzato la possibile morte per tumore di 30.000-60.000 persone [10].

Infine, il libro *Chernobyl: Consequences of the Catastrophe for People and the Environment* di A. Yablokov, V. Nesterenko e A. Nesterenko, pubblicato nel 2009 nella collana "Annali dell'Accademia delle Scienze di New York", (sotto la responsabilità degli autori) afferma che nel periodo 1986-2004 si sono avuti un milione di morti come conseguenza dell'incidente nucleare [11]. Peraltro, riflettendo le citate contrastanti valutazioni sulle conseguenze di tale evento, i giudizi espressi su tale libro si sono divisi tra "(moderatamente) estimatori" [12] e "(severamente) critici" [13].

Paradossalmente, a riprova della sicurezza delle centrali nucleari, si può citare proprio il catastrofico terremoto e conseguente maremoto che l'11 marzo 2011 ha colpito il Giappone. Nell'immane tragedia sono morti oltre 12.000 giapponesi e oltre 15.000 sono ancora dispersi. Per quanto riguarda le centrali nucleari di Fukushima, i danni mec-

<sup>a</sup> EU-27: Austria, Belgio, Bulgaria, Cipro, Danimarca, Estonia, Finlandia, Francia, Germania, Grecia, Inghilterra, Irlanda, Italia, Lettonia, Lituania, Lussemburgo, Malta, Olanda, Polonia, Portogallo, Repubblica Ceca, Romania, Slovacchia, Slovenia, Spagna, Svezia e Ungheria.

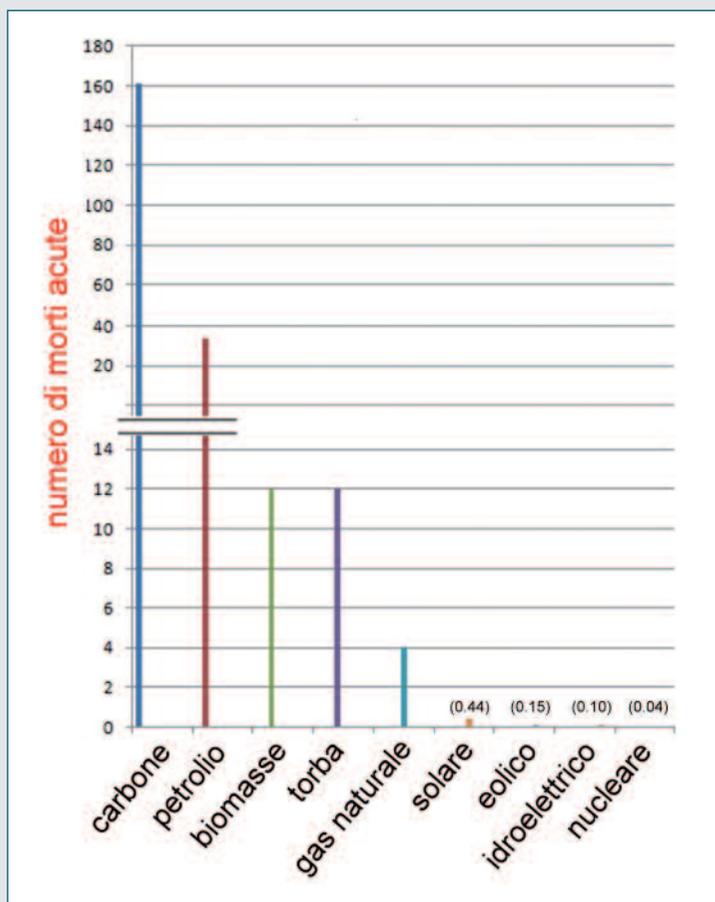


Fig. 2 - Numero di morti acute per miliardo di kWh prodotte dalle differenti sorgenti di energia

canici alle strutture hanno causato la morte di tre persone (due operatori morti per annegamento nella centrale di Fukushima Daichi e un operatore morto per schiacciamento nella centrale di Fukushima Daini). Ebbene, benché l'allagamento dei locali in cui erano poste le pompe elettriche di raffreddamento di questi reattori ne abbia causato il blocco con conseguente forte emissione di radiazioni, un rapporto dell'Agenzia Internazionale dell'Energia (IEA) ha riportato che al 1° giugno 2011 non è stato accertato alcun danno da radiazioni a persone [14] (anche se ovviamente è prematuro avere un quadro definitivo). Inoltre, il recente incidente del 12 settembre 2011 a Marcoule in un impianto di riciclaggio di scorie nucleari provenienti dallo smantellamento di vecchi reattori nucleari francesi ha pretestuosamente e fuggacemente riacceso i riflettori dell'antinuclearismo, ma l'inconsistenza della propaganda antinucleare è stata prontamente provata dalle autorità francesi, che hanno confermato che nella fusione di metalli da scorie nucleari a bassa radioattività non si è verificata alcuna fuoriuscita di radiazioni. Ovvero, si è trattato di un (purtroppo luttuoso) incidente che poteva accadere in una qualsiasi fonderia industriale [15].

Nel raffronto tra fonti energetiche non si deve poi dimenticare l'intrinseca capacità energetica dei vari combustibili a parità di energia prodotta: 2 g di uranio arricchito forniscono la stessa energia di 807

kg carbone o di 677 litri di petrolio o di 476 m<sup>3</sup> di gas naturale. Questo significa ad esempio che per alimentare una centrale che produca giornalmente un milione di kW di elettricità si devono consumare: (i) 9,9 kg di U-235 (proveniente dalla lavorazione di 274 tonnellate di minerali d'uranio); (ii) 41.000 barili di petrolio; (iii) 8.200 tonnellate di carbone; (iv) 4400 tonnellate di gas liquido. Dati che si riflettono ovviamente in costi logistici assai differenziati.

Un tale raffronto comporta una significativa ricaduta per quanto riguarda l'entità dell'emissione di gas serra da parte delle varie fonti energetiche<sup>b</sup>, che può essere indicizzata dall'emissione di anidride carbonica (che ne costituisce oltre il 95%), Fig. 3 [16].

Come si vede, la produzione di energia nucleare comporta un'emissione di anidride carbonica sostanzialmente trascurabile, del tutto paragonabile a quella delle energie rinnovabili.

Tuttavia i gas serra (a cui si addebitano *reali* o *presunti* cambiamenti climatici dovuti al *reale* o *presunto* riscaldamento terrestre - chiunque voglia approfondire questo argomento può andare sul web e digitare *global warming fact and fantasy*) sono costituiti oltre che da anidride carbonica, CO<sub>2</sub>, anche da biossido di zolfo, SO<sub>2</sub>, ossidi di azoto, NO<sub>x</sub> e monossido di carbonio, CO, gas che sicuramente hanno importanti conseguenze sia ambientali (piogge acide) che cliniche (patologie respiratorie, cardiache, etc.). Inoltre, alle centrali a carbone si imputa anche l'emissione di quel minipulviscolo che rimane sospeso nell'aria nei periodi di siccità noto come *polveri sottili* (o *particolato*) sui cui effetti patologici si focalizzano da alcuni anni numerose ricerche [17a] e i cui rischi per la salute, a parere dell'Organizzazione Economica per la Cooperazione e lo Sviluppo, sono stati e sono ancora sorprendentemente e largamente sottovalutati [17b].

Ad esempio, nel 2004 l'organizzazione no profit *Clean Air Task Force* ha ipotizzato che, a causa dei fumi delle centrali a carbone, negli Stati Uniti si sarebbero potuti verificare migliaia di morti premature, ospedalizzazioni e infarti [18a]. La stessa organizzazione ha stilato per il 2010 una previsione di 13.200 morti premature, 9.700 ospedalizzazioni e oltre 20.000 infarti dovuti alla specifica fonte di inquinamento [18b]. Una legittima riflessione: siamo a un balletto di cifre simili a quelle relative all'incidente di Chernobyl? Ebbene, gli estensori del rapporto

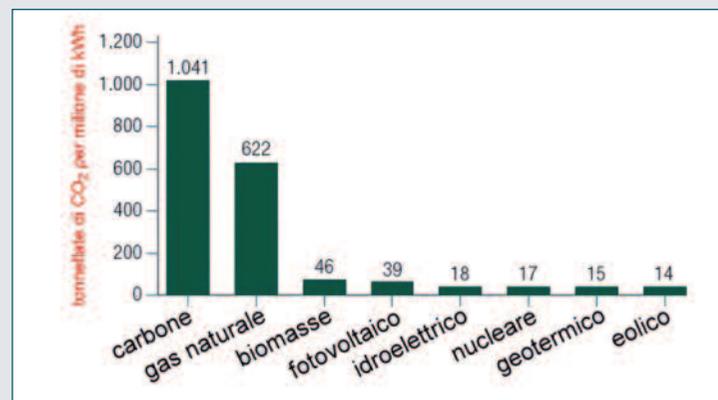


Fig. 3 - Emissione di CO<sub>2</sub> dalle diverse sorgenti di energia

<sup>b</sup> In Europa, circa il 60% delle emissioni di gas serra proviene dalla produzione e impiego di energia elettrica e termica, mentre un altro 30% deriva dai mezzi di trasporto.

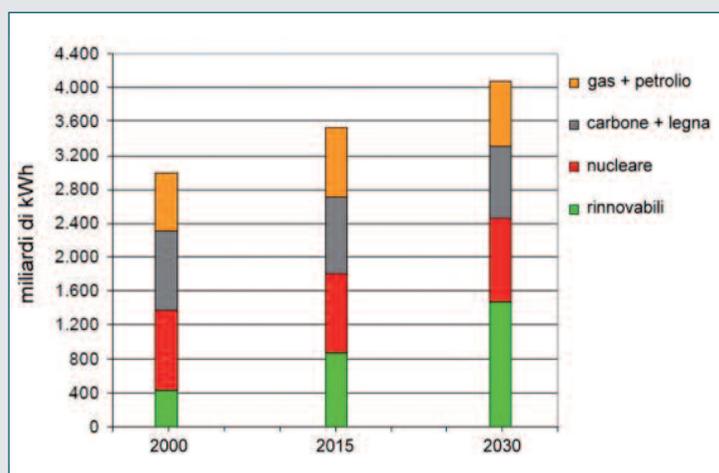


Fig. 4 - Produzione di elettricità prevista per il 2030 nei paesi EU-27

sostengono di avere eseguito analisi statistiche secondo protocolli approvati dall'Agenzia delle Protezione Ambientale (EPA) e dall'Accademia Nazionale delle Scienze (NAS) statunitensi.

In questo quadro, si deve tener presente che l'Italia è tra i massimi emettitori di anidride carbonica (preceduta soltanto da Germania e Inghilterra [19]) proprio perché la nostra produzione energetica è affidata per la gran parte alla combustione di carbone (lignite e/o antracite), gas naturale (metano) e petrolio (anche se va sottolineato che le ricerche sono in corso anche in Italia per limitare l'emissione di gas serra da queste sorgenti energetiche). Di fatto, delle circa 3.000 centrali elettriche operative in Italia, l'80% sono alimentate da combustibili fossili (di cui 13 sono alimentate a carbone producendo circa il 13% dell'energia elettrica).

Si deve inoltre ricordare che la combustione del carbone è anche accompagnata da emissione di ceneri volatili contenenti quantità abbastanza elevate di materiale radioattivo (minori quantità sono invece emesse dalla combustione di petrolio e gas naturale) [20]. Ad esempio, la citata centrale che producesse giornalmente un milione di kW di elettricità, se alimentata a carbone, emetterebbe quotidianamente una quantità di radiazioni superiore al 60-70% rispetto a quella che emetterebbe se essa fosse alimentata a U-235 (emissione di radiazione da parte di quest'ultima che è sostanzialmente pari alla radioattività naturale di fondo).

Uno degli spauracchi più spesso sventolati nei confronti del nucleare civile è certamente lo stoccaggio delle scorie radioattive prodotte dai reattori nucleari, ma l'incidenza di questa operazione sul rischio salute è in realtà del tutto trascurabile (come verrà brevemente accennato in seguito parlando dello smantellamento delle nostre vecchie centrali nucleari, e come si deduce da Fig. 2 relativa agli incidenti mortali nel settore del nucleare). È bene ricordare che, a seconda del tenore di radioattività, le scorie nucleari si dividono in: (i) a *bassissimo* o *basso livello*, che non richiedono particolari precauzioni (eventualmente il mantenimento per pochi anni nei siti dove sono state prodotte) e contengono l'1% della radioattività totale; (ii) a *livello intermedio*, che di solito vengono solidificate o rese bituminose e stoccate in opportuni

contenitori, dal momento che contenendo il solo 4% della radioattività totale non valgono la spesa di un loro recupero; (iii) *ad alto livello*, che contengono il 95% della radioattività totale e che vengono riprocessate generando in parte nuovo combustibile e in parte combustibile irrecuperabile per l'elevato rischio, che a sua volta viene vetrificato e conservato in opportuni recipienti [21].

Nei paesi che producono energia da reattori nucleari, le scorie nucleari costituiscono l'1% del totale delle scorie tossiche industriali, ma a differenza dei comuni rifiuti tossici provenienti dalle varie lavorazioni industriali, che spesso vengono irresponsabilmente e anonimamente dispersi (un problema che si porrà tra alcuni anni, quando anche in Italia si dovranno smaltire migliaia di pannelli fotovoltaici esauriti contenenti materiali nocivi [22]), la messa in sicurezza delle scorie radioattive è a carico di chi le produce.

Ad esempio, il già citato reattore nucleare da un milione di kW/giorno di elettricità in un anno produce mediamente 300 m<sup>3</sup> di scorie a basso o intermedio livello (ovvero, un cubo di lato di circa 6-7 metri) e 75 m<sup>3</sup> di scorie ad alto livello (ovvero, un cubo di lato di circa 4-5 metri), che vengono riprocessate per generare nuovo combustibile lasciando 3 m<sup>3</sup> di scorie non recuperabili (ovvero, un cubo di lato di circa 1-2 metri), che a loro volta vengono vetrificate e tombalizzate (la tombalizzazione in adeguati contenitori di questi 3 m<sup>3</sup> di scorie porta a un residuo di circa 38 tonnellate). Ebbene, una centrale a carbone della stessa potenza disperde nell'aria annualmente circa 400.000 tonnellate di ceneri.

Come evolverà la richiesta di energia nei prossimi anni? Come discusso nel Libro Bianco della SIF [4], la richiesta di energia a livello mondiale crescerà annualmente di circa il 2%, soprattutto a causa della crescita economica di Paesi *emergenti* quali Cina e India, che attualmente contano oltre 2 miliardi di abitanti con consumi energetici circa 10 volte minori di quelli americani e 5 volte minori di quelli europei.

Esaminiamo quindi come e a quali costi l'Italia affronterà il problema dell'approvvigionamento energetico per i prossimi anni.

Come illustra la Fig. 4 [23], nella maggior parte dei paesi europei la produzione di elettricità (che, accanto ai trasporti, è certamente la sorgente energetica più importante per nazioni industrializzate) almeno fino al 2030 rimarrà affidata per il 60-70% alle quattro fonti: carbone, petrolio, gas naturale, nucleare (a livello mondiale, il trend è del tutto analogo).

Questo dato incontrovertibile dovrebbe indurre lo zoccolo duro degli antinuclearisti a modificare la terminologia di energie *alternative* (impropriamente riferito alle energie *rinnovabili*) in energie *integrative*. Infatti, l'unica scelta effettivamente *alternativa* (almeno per i prossimi 10-20 anni) sarà quella tra carbone, petrolio, gas e nucleare.

Non a caso, la Comunità Europea ha raccomandato a ciascun paese di incrementare la propria produzione energetica da fonti rinnovabili affinché la relativa produzione raggiunga entro il 2020 un valore del 20% rispetto alla produzione europea complessiva [24]. Ne consegue che l'Italia, in meno di dieci anni, dovrà più che raddoppiare la propria produzione energetica da energie rinnovabili. Ma quale sarà il costo

# CHIMICA & ENERGIA

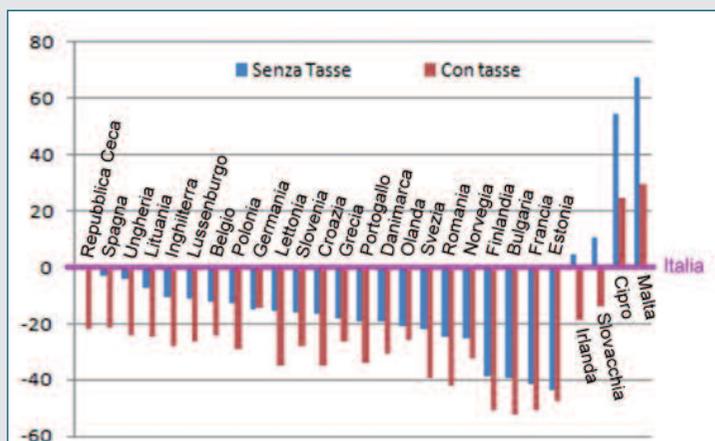


Fig. 5 - Differenza percentuale tra i prezzi dell'elettricità industriale in Italia e i paesi di EU-27

che ciascuno di noi dovrà pagare per questo sostanzialmente marginale adeguamento?

Entriamo allora nel merito degli aspetti economici del nostro approvvigionamento energetico. Attualmente la bolletta elettrica italiana è tra le più costose a livello europeo sia per quanto riguarda l'elettricità *domestica*, sia per quanto riguarda l'elettricità *industriale* [25]. Di fatto, in Italia i costi dell'energia elettrica *domestica* sono più elevati di circa il 10% rispetto alla media europea, e su questo aspetto ciascun cittadino, pagando di propria tasca, giudicherà se le proprie scelte (pro- o antinucleare) siano state più o meno convenienti, auspicabilmente adeguando il proprio consumo elettrico secondo quel risparmio energetico raccomandato sia dal buon senso, che dall'Unione Europea. Quello che tuttavia ha un maggiore impatto sociale è il costo dell'energia elettrica *industriale*. Infatti, anche in questo caso il costo ricade ovviamente sulle tasche di ciascun cittadino attraverso la bolletta elettrica o la fiscalità generale, ma la scelta trascende l'aspetto individuale e si estende ad aspetti di economia globale.

Da tempo, parti sociali ed esecutivo discutono sul come migliorare competitività ed efficienza del nostro sistema produttivo in un periodo di prolungata crisi finanziaria del sistema Occidente mettendo al primo posto alcune di quelle indispensabili *riforme strutturali* su cui la politica si avvia da decenni. Sembra tuttavia che alla gran parte degli interlocutori sociali (politici, sindacalisti, artigiani, imprenditori) sia sfuggito quello che è *uno dei più significativi propulsori della crescita economica: il costo dell'energia*.

Di fatto, come mostra la Fig. 5 [25], il nostro sistema produttivo (artigianato e piccola, media e grande industria) deve sopportare un costo dell'energia dal 20 al 40% più elevato rispetto alla stragrande maggioranza degli altri paesi più o meno sviluppati, cosa che non consente nel presente e non consentirà nel futuro alle nostre imprese manifatturiere di essere competitive sul mercato mondiale specialmente rispetto a quei paesi che hanno centrali nucleari e manodopera a basso costo.

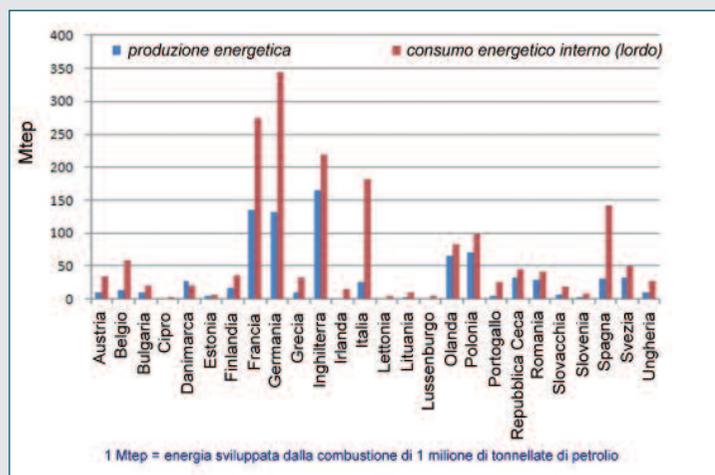


Fig. 6 - Raffronto tra produzione e consumo di energia dei paesi EU-27 nel 2008

Le auspicate e necessarie riforme strutturali si renderanno indiscutibilmente utili se serviranno a liberare le imprese da lacci e laccioli, ma all'uopo è anche necessario che l'impresa, data la delicata e critica situazione economica, proceda con le proprie forze senza aspettarsi (come troppo spesso è accaduto) sovvenzioni statali (salvo ovviamente casi attinenti alla sicurezza nazionale). Tuttavia, nessuna illusione. Una significativa ripresa economica non può prescindere da un basso costo dell'energia elettrica, dal momento che l'elevato costo dell'elettricità continuerà a creare disoccupazione in tutti i settori lavorativi (come da alcuni anni l'Italia e molti paesi europei stanno purtroppo già toccando con mano), farà diminuire la capacità di spesa dei consumatori e renderà sempre meno favorevoli le nostre esportazioni. A tal proposito è bene notare che persone che si sono impegnate nell'antinuclearismo referendario talora citano come esempi di produttività economica, in contrapposizione con l'Italia, la Cina e l'India, dimenticando tuttavia di far presente che, al luglio 2011, la Cina ha 13 reattori nucleari operativi, 27 in costruzione e 50 pianificati e l'India ha 20 reattori nucleari operativi, 4 in costruzione e 20 pianificati. Purtroppo, tra le prime misure prese dall'esecutivo Berlusconi\* per fronteggiare la crisi economica, oltre all'aumento dell'IVA imposto dalla banca centrale europea, vi è stata quella di aumentare indiscriminatamente la tassazione alle imprese energetiche (Robin tax), cosa che se da un lato potrà forse mettere una pezza su carenze di bilancio, certamente non solo non abbasserà il costo dell'elettricità (su cui gravano attualmente imposte per circa il 27%), ma in qualche forma più o meno trasparente potrebbe farne lievitare il prezzo. Del resto, l'elevata imposizione sulla bolletta energetica (che come detto è tra le più elevate a livello europeo) nasce *in primis* dal fatto che l'Italia deve importare oltre l'80% del suo fabbisogno di energia, disponendo il nostro paese di una produzione di energia primaria convenzionale assai limitata (avendo limitate risorse naturali e nessuna centrale nucleare operativa). Per un paese industrializzato come il nostro, questo causa un enorme squilibrio tra produzione e consumo di energia necessaria, Fig. 6 [26].

\* Nota aggiunta in fase di correzione bozze. Il nuovo esecutivo Monti ha prorogato per il 2012 la detrazione fiscale del 55% per spese legate alla riqualificazione energetica degli edifici (anche mediante energie rinnovabili). Tuttavia, al momento, il rapporto costi/benefici a carico dello Stato di questo provvedimento non sembra essere stato ancora del tutto chiarito (<http://borsaitaliana.it/reuters.com/article/foreignNews/idITL5E7MU64X20111130>).

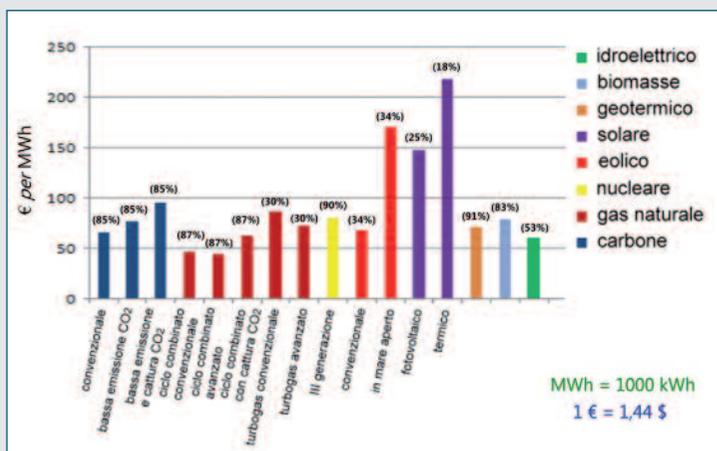


Fig. 7 - Costi livellati di sorgenti energetiche di nuova generazione per la produzione di elettricità (fattore di capacità percentuale), anno 2009

Tuttavia non va dimenticato che l'elevata imposizione sulla bolletta elettrica deriva in modo non trascurabile anche dai discutibili incentivi statali in buona parte devoluti alle imprese che si occupano di energie rinnovabili (vedi sotto). In questo quadro energetico, si esaminino i costi di ciascuna fonte di energia. Anche in questo campo è compito arduo dare indicazioni precise, perché non esistono dati comparativi facilmente comprensibili da parte della Commissione Europea, e come al solito sui vari mezzi di informazione si rincorrono cifre spesso campate in aria a seconda degli interessi ideologici di chi le enuncia. A titolo di esempio si può citare il clamoroso falso secondo cui l'energia solare nel 2010 sarebbe diventata più economica dell'energia nucleare. Una tale affermazione era contenuta nel saggio di un professore statunitense di Economia redatto nel luglio 2010 su incarico di un'organizzazione antinuclearista [27]. Un tale assunto venne largamente pubblicizzato sul *New York Times* (26 luglio 2010) e sul *Corriere della Sera* (27 luglio 2010). Tuttavia, data l'accertata incompletezza dei dati acquisiti, esso venne in qualche modo smentito dal *New York Times* stesso (3 agosto 2010) (ma, a memoria dello scrivente, non dal *Corriere della Sera*).

Ritornando ai prezzi delle diverse sorgenti di energia, la Fig. 7 riporta i dati pubblicati nel 2011 dal Dipartimento dell'Energia del Governo degli Stati Uniti [28]. Si tratta dei cosiddetti *costi livellati*, ovvero del costo complessivo della generazione di elettricità da parte di ciascuna tipologia di impianto energetico. Costi che includono: l'ammortamento del capitale inizialmente investito, la redditività del capitale investito, l'operatività e la manutenzione di ciascun impianto nell'arco della sua attività e il combustibile. Sono esclusi eventuali incentivi statali.

Come si vede, il costo del nucleare è mediamente comparabile con quello delle diverse tecnologie di combustione del carbone e del gas naturale [29] e delle energie rinnovabili geotermico, biomasse, eolico (a terra) e idroelettrico. Per contro, le energie rinnovabili solare e eolico (in mare aperto) hanno costi notevolmente più elevati. Tuttavia, a ulteriore aggravio del costo, si devono anche considerare il *fattore di capacità* e il *tempo di vita* di ciascuna risorsa energetica. Il *fattore di capacità* (rappresentato in Fig. 7 come valore percentuale [28]) sostanzialmente rappresenta per quanto tempo un certo impianto può lavorare a pieno ritmo. Come si vede, carbone, gas e nucleare hanno elevati fattori di capacità, mentre le energie rinnovabili hanno un fattore di capacità notevolmente basso, ovvero non danno garanzia di essere immediatamente disponibili a richiesta.

Per quanto riguarda il *tempo di vita* dei vari impianti energetici, esso è illustrato in Fig. 8 in forma di tempo di vita *economicamente utile* [30], dal momento che è chiaro che la vita di un impianto industriale può essere notevolmente prolungata sostituendo i componenti che progressivamente si degradano, ma, ai fini di un efficiente utilizzo, dopo un certo tempo risulta economicamente vantaggioso sostituire l'intero impianto. Come si evince, il nucleare ha un tempo di vita praticamente doppio rispetto alle altre tecnologie, tranne la fonte geotermica. Questo implica che un impianto nucleare (di terza generazione) eroga energia elettrica a basso costo per un tempo notevolmente lungo (mediamente 40 anni). In realtà, vi sarebbe anche un altro parametro da considerare nel costo delle diverse fonti di energia: il cosiddetto *Energy Payback Time*, che indica per quanto tempo un investitore deve attendere prima di avere utili economici rispetto al capitale originariamente investito. Tuttavia non ci si addentrerà in questo parametro, sia perché è implicito nel costo livellato, sia perché è assai usato (e spesso contestato) nella valutazione delle differenti forme delle energie rinnovabili, ma poco impiegato nel confronto con le energie da combustibili fossili (tuttavia è bene tener conto che alcuni rapporti del 2001/2002 da parte di organizzazioni internazionali indicano che i costi delle energie da combustibili fossili si ammortizzano in tempi enormemente più brevi rispetto a quelli delle energie rinnovabili [31]).

Per quanto riguarda l'energia geotermica, che è sicuramente una fonte assai promettente sotto tutti i punti di vista, va sottolineato che l'Unione Geotermica Italiana recentemente ha stimato che *in presenza di incentivi certi e prolungati per tutte le fonti rinnovabili, in particolare per la geotermia*, si potrebbe arrivare a produrre nel 2030 fino a 12 miliardi di kWh/anno [32]. Ebbene, nel solo 2010, la richiesta di energia elettrica in Italia è stata di circa 330 miliardi di kWh [33]. Si comprende quindi come il contributo di tale fonte energetica sia (e

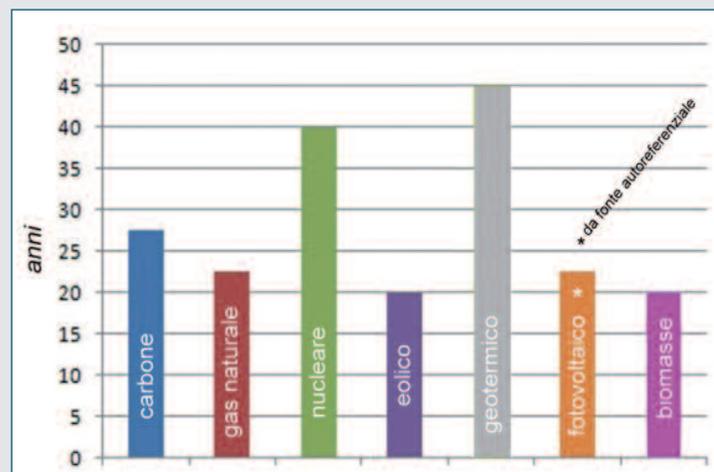


Fig. 8 - Tempo di vita economicamente utile per le varie tecnologie energetiche

purtroppo resterà) marginale a breve e medio termine.

Lo stesso vale per le energie rinnovabili. Infatti, a fronte di un incentivo statale di 2,5 miliardi di euro nel 2009 e di 3,4 miliardi di euro nel 2010 per rinnovabili vere (ovvero, solare e fotovoltaico) [34], queste due fonti di energia, messe assieme, hanno prodotto, rispettivamente, poco più del 2% e poco più del 3% rispetto alla richiesta complessiva di energia elettrica in tali anni [33].

E sempre a proposito di sussidi statali, il 19 maggio 2011 presso la Commissione Ambiente della Camera dei Deputati, l'*Autorità per l'energia elettrica e il gas* ha fatto presente che il costo d'incentivazione della produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili nel periodo compreso tra il 2010-2020 si aggirerà sui 100 miliardi di euro [35a] (sovvenzione che in realtà si estende anche ad altre fonti energetiche [35b]), a cui si aggiungeranno dal 2015 al 2035 altri 70 miliardi di euro per il solo fotovoltaico da prelevare dalla bolletta elettrica degli utenti [35c]. Per avere un'idea dell'entità di tali incentivazioni, merita notare che, secondo il Ministero dell'Ambiente [36], per mettere in sicurezza tutti i dissesti idrogeologici che affliggono periodicamente l'Italia occorrerebbero 44 miliardi di euro!!!

Ci si deve chiedere quindi quale sia la priorità tra i due finanziamenti, e soprattutto a che cosa servirà una tale mole di incentivi per le energie rinnovabili? Essa servirà al nostro paese per raddoppiare (e addirittura superare dal 2015) la nostra produzione energetica da energie rinnovabili per ottemperare alla richiesta della Comunità Europea affinché la somma dei contributi dei paesi membri raggiunga una media del 20% rispetto alla produzione complessiva. Ovvero, un contributo complessivo sostanzialmente marginale rispetto al fabbisogno di energia elettrica per il 2020 (previsto in circa 390 miliardi di kWh in uno scenario di sviluppo o in circa 350 miliardi di kWh in uno scenario di declino economico [37]) e che per giunta produrrà energia ad elevati costi tramite impianti che andranno sostituiti entro un limitato numero di anni.

Questi aspetti sono utili per discutere brevemente in merito alle sovvenzioni energetiche statali, i cui costi purtroppo ricadono pesantemente sulla nostra bolletta elettrica [38]. Il problema dei sussidi governativi alle energie rinnovabili è assai dibattuto non solo a livello europeo (paesi come Spagna, Germania, Olanda e Danimarca hanno cominciato a tagliare gli incentivi [39]), ma ad esempio anche negli Stati Uniti [40] e in Australia [41]. Negli ultimi anni, tramite i mezzi di informazione, abbiamo sentito piccoli e meno piccoli imprenditori che operano in questo settore chiedere a gran voce il prolungamento di contributi statali. Mi chiedo allora quale futuro potranno avere quelle imprese che dopo circa 20 anni di contributi statali (le variegate forme di incentivazione governativa alle energie rinnovabili risalgono al 1992 attraverso la legge 9 gennaio 1991, n. 10) non sono ancora in grado di camminare con le proprie gambe, ovvero senza che il mercato venga drogato da sovvenzioni governative? Davvero vogliamo creare tante piccole FIAT pre-Marchionne?

Orbene, venendo all'energia nucleare, si stima che il costo della messa in opera di una moderna centrale nucleare di III generazione si aggiri sui 10 miliardi di euro<sup>c</sup>. Ovviamente, nel caso italiano, a tale costo va aggiunto sia quello dello smantellamento (già iniziato) delle quattro vecchie centrali nucleari di Caorso, del Garigliano, di Latina e di Trino, sia quello della bonifica dei siti dove venivano preparati i combustibili nucleari (Casaccia e Porto Marengo) e quelli dove venivano stoccati e riprocessati i rifiuti nucleari di tali impianti (Saluggia e Roton-della)<sup>d</sup>. Il costo complessivo dovrebbe aggirarsi (essendo cauti anche rispetto ai preventivi presentati [42]) sui 10 miliardi di euro.

Si può quindi capire come, con una spesa comparabile alle sovvenzioni statali devolute per favorire le imprese che producono e/o commercializzano gli impianti delle energie rinnovabili, si potrebbero costruire entro una decina d'anni (purtroppo con grave e colpevole ritardo) almeno 3-4 centrali nucleari di III generazione, che garantirebbero un'elevata produzione energetica tale da consentire alle nostre imprese di avvalersi di energia elettrica a costi comparabili e competitivi con quelli degli altri paesi europei ed extraeuropei concorrenti.

Per giunta, mediante tale strategia energetica si potrebbero sostituire parzialmente o completamente le centrali a carbone (una risorsa energetica che dobbiamo quasi totalmente importare, che presenta notevoli rischi non solo per cambiamenti climatici tutti da dimostrare, ma certamente per la salute dei cittadini, e che gode anch'essa di sovvenzioni statali attraverso l'incentivazione alle energie impropriamente "assimilate" alle energie rinnovabili [35b]).

In conclusione, mentre è opportuno e non dilazionabile che fondi pubblici per la ricerca sulle energie rinnovabili siano mantenuti e quanto prima incrementati, sembra illogico mantenere elevate quantità di fondi pubblici per incentivare la produzione/commercializzazione di tali impianti e il cui costo, come detto, ricade in modo non trascurabile sulla nostra bolletta elettrica.

Certamente a tal proposito non si può passare sotto silenzio la simbolicamente sbandierata decisione dell'attuale Cancelliere tedesco di dismettere tutte le centrali nucleari entro il 2022. Orbene, trascurando questioni politiche, non si deve dimenticare che la Germania, essendo il più grande produttore di lignite a livello mondiale e avendo notevoli quantità di antracite [43], potrebbe rimpiazzare (parzialmente o completamente) le centrali nucleari con centrali a carbone (al 2007 ne possedeva 7 a lignite e 2 a antracite [44]) senza sensibile incremento di costi (ma con notevoli rischi di salute). Ove invece il governo tedesco intendesse chiudere completamente le centrali nucleari a favore di impianti a energia rinnovabile (nel 2010 la produzione energetica tedesca da energie rinnovabili è stata del 2%), i cittadini tedeschi giudicherebbero al momento opportuno, con il loro voto (auspicabilmente) consapevole, se il conseguente aggravio della bolletta elettrica sia per loro sostenibile<sup>e</sup>.

Di fatto, come prefigura la Fig. 4, la politica adottata dalla stragrande maggioranza dei paesi europei è quella di dotarsi di uno zoccolo duro

<sup>c</sup> Ad esempio, il costo dell'European Pressurized Reactor (che viene pubblicizzato essere uno dei reattori più efficienti e sicuri, con ridotta produzione di scorie e una produzione di oltre 13 miliardi di kWh annuali per una durata di 60 anni) che si sta installando in Finlandia si aggira sui 6-7 miliardi di euro.

<sup>d</sup> Seppur queste località ospitano questo tipo di impianti da oltre 30 anni, quei territori non risultano essere stati contaminati da radiazioni.

di fonti energetiche da carbone, gas, petrolio e nucleare per garantire l'efficienza e la continuità della distribuzione di elettricità.

Per quanto riguarda le energie rinnovabili, le due fonti fotovoltaico e eolico esercitano indubbiamente un grande fascino a livello popolare e attirano grande interesse sia in campo imprenditoriale che sui mezzi di informazione. Queste forme di energia costituiscono effettivamente una grande opportunità dal punto di vista sia teorico che sperimentale (molti ricercatori stanno affrontando la trasformazione energia solare/energia elettrica con metodologie innovative, ma siamo ancora a prove di laboratorio o in qualche caso a piccoli impianti pilota di cui non si è ancora pienamente valutato l'eventuale costo a livello industriale). Ma questa sfida, assai stimolante dal punto di vista scientifico, potrà essere vinta anche dal punto di vista economico?

A tal proposito si deve ricordare che nel passato ci fu un'altra sfida scientifica che prometteva di risolvere sia economicamente, che salutisticamente il problema energetico: *la fusione nucleare*.

A partire dal 1950, a livello mondiale, molti ricercatori hanno speso tempo e enormi quantità di soldi pubblici (e ancora se ne stanno spendendo) per rendere applicabile questa tecnica nucleare (sia nelle versioni "calda" che "fredda"), ma ad oggi il risultato è di un completo fallimento dal punto di vista sperimentale [45].

A questo proposito, sebbene memore di periodici annunci di successi nella fusione fredda poi rivelatisi fallaci, auguro ai due ricercatori italiani che hanno recentemente annunciato un loro successo in tale campo che tale studio sia citato preferibilmente sulle pagine di articoli scientifici anziché di quotidiani [46].

Con questo siamo ben lungi dal ritenere e tanto meno auspicare che questo possa essere il destino delle energie rinnovabili cosiddette *intermittenti*, anche se non ci si deve nascondere che proprio la loro *intermittenza*, ossia il fatto che la loro capacità di fornire energia sia condizionata dalla casualità delle condizioni climatiche quotidiane, costituisce un grave e al momento insuperato handicap.

Anzi, la speranza è che esse si affermino sempre più, ma a costi compatibili con le difficoltà economiche che si faranno sempre più stringenti. Infatti si deve sempre tenere presente che *il fattore energia deve essere in equilibrio non solo con la sostenibilità ambientale, ma anche con la sostenibilità economica*. Il consolidamento di tali fonti rinnovabili è peraltro auspicato anche per il fatto che in prospettiva i combustibili fossili si andranno con il tempo esaurendo a causa del rapido incremento della loro richiesta.

Come al solito, anche per quanto riguarda tale aspetto vi sono stime da istituzioni internazionali che, sulla base del fatto che nuove tecnologie consentono di scoprirne sempre nuovi depositi, indicano che essi, particolarmente nel caso del petrolio, saranno ancora sostanzialmente disponibili nelle quantità attuali almeno per una cinquantina d'anni [47] (previsioni a tempi più lunghi sembrano piuttosto azzardate), mentre altre stime da parte di singoli ricercatori indicano un loro più veloce declino [48]).

Si vuole in questa sede soltanto mettere in evidenza che mentre la scienza (Enrico Fermi in testa) in poco più di 10 anni di ricerca teorica e sperimentale (dal 1939 al 1950) ha saputo mettere a punto tecnologie capaci di recuperare in forma economicamente utile quella energia che la natura ha intrappolato negli atomi circa 14 miliardi di anni orsono (all'atto della creazione dell'Universo conseguente all'esplosione primordiale nota come *big-bang*), ancora si naviga a vista per quanto riguarda l'aspetto scientifico-tecnologico sul come intrappolare a livello industriale l'energia del sole o del vento in modo da convertirla in energia elettrica a costi paragonabili a quelli delle energie da combustibili fossili. Di fatto, nel campo delle tecnologie di sfruttamento dell'energia solare sarebbe necessario un grande salto di qualità, dal momento che dopo circa 60 anni di ricerca sugli attuali pannelli solari (i primi pannelli fotovoltaici risalgono al 1954 e furono realizzati nei laboratori delle industrie Bell nel New Jersey) i dispendiosi aspetti economici sono stati soltanto in parte attenuati.

È vero infatti che nel tempo si è riusciti ad impiegare materiali economicamente più vantaggiosi rispetto all'originale accoppiamento *n/p* di semiconduttori al silicio, ma essi restano sempre costosi perché affidati a molecole di sintesi provenienti da materiali presenti in natura in quantità limitata. Un vero salto di qualità richiederebbe invece di affrontare il problema indirizzando gli studi concernenti questa tipologia di celle solari verso la manipolazione fisica e/o chimica di materiali presenti in natura in grande abbondanza (realisticamente più facile a dirsi che a farsi, ma questi sono i fondamentali della ricerca scientifica). È pur vero che si sono messe a punto celle solari del tutto innovative, quali ad esempio le celle foto-elettrochimiche di Grätzel [49] (a cui sono professionalmente vicino), ma mentre per esse è prevedibile un brillante futuro per impieghi domestici, più economicamente problematico sembra il loro impiego a livello industriale.

A riprova di quanto possa essere sfruttato il popolare (ma dispendioso, se non supportato da incentivi statali) "affare" delle energie rinnovabili (a cui una parte del mondo scientifico, adusa talora a eccellente speculazione scientifica, ma spesso avulsa dalla realtà quotidiana, fornisce consapevolmente o inconsapevolmente un alibi) si sta mettendo in cantiere il progetto Desertec [50], secondo cui sarebbe sufficiente coprire circa 130 km<sup>2</sup> di deserto del Sahara con pannelli fotovoltaici per soddisfare il 15% della domanda energetica europea prevista per il 2050 (tale previsione è di circa 3.000 miliardi di kWh e non si sa a quali costi per i popoli che ne usufruiranno a quella data). Non a caso, tra i proponenti di tale progetto vi è il Club di Roma, ovvero quel consesso di uomini di scienza, economisti e uomini d'affari, che nel 1972 commissionarono ad alcuni scienziati del MIT il libro *I Limiti dello Sviluppo*, che prevedeva la rapida scomparsa dalla Terra di molte risorse naturali (particolarmente scioccante, ma paradigmatico del tenore del testo, fu la predizione della scomparsa del petrolio entro il 1990, cosa attualmente difficilmente sostenibile [47]) [51a].

Tale volume collezionò un'ampia serie di critiche [52a], ma anche di

© Ovviamente, prendendo spunto da quest'ultimo aspetto, mi si può legittimamente obiettare che in Italia la gran parte dei cittadini, con il voto referendario, ha già fatto una scelta. Mi chiedo tuttavia se questi cittadini conoscessero appieno le conseguenze economiche di tale scelta non solo per quanto riguarda i propri consumi domestici, ma soprattutto i consumi industriali.

approvazioni [52b]. Un'edizione aggiornata nel 2004 da parte degli stessi autori ha sostanzialmente ribadito la corretta impostazione del vecchio testo [51b]. Al di là dei dubbi sollevati sulla consistenza tecnologica di questo faraonico progetto [53], voglio sottolineare un piccolo dettaglio pratico: ammesso che con grande dispendio di denaro si riesca a mettere in piedi e fare continua manutenzione di un tale ciclopico impianto e ad assemblare quell'immenso groviglio di cavi di trasporto di energia dal Sahara alle varie nazioni europee, e ammesso (con qualche dubbio) che nel 2050 si riesca in tal modo a produrre in Europa energia a basso costo, quante forze armate di terra, di mare e di aria saranno necessarie per proteggere quel sito e le relative reti di trasporto da facilmente prevedibili aggressioni terroristiche?

A conclusione di queste considerazioni ci si deve chiedere cosa ne sarà dell'energia nucleare dopo l'esito referendario. Sebbene i referendum siano una chiara ed encomiabile testimonianza di democrazia a cui si deve il massimo rispetto (particolarmente quando coinvolgono quesiti non-politici attinenti alla coscienza individuale), si deve ricordare che, a parte le giuste recriminazioni dei promotori, molti di essi sono stati disattesi fra l'indifferenza pressoché generale (quelli più manifestamente disattesi sono stati: abrogazione delle norme limitative della responsabilità civile dei magistrati; abrogazione del finanziamento pubblico ai partiti; abrogazione della norma che definisce pubblica la RAI; abrogazione della norma che impone la contribuzione sindacale automatica ai lavoratori). Alla luce di ciò, mi chiedo se sia conveniente prendere decisioni irrevocabili che penalizzeranno in modo

concreto il futuro del nostro sistema industriale sotto la spinta di un risultato referendario pilotato da dichiarate motivazioni politiche e da ingiustificati timori popolari [(i) nel 2008 il già citato fondatore di Greenpeace International, Patrick Moore, ha affermato: *ho lasciato Greenpeace perché ho constatato che i miei colleghi direttori, nessuno dei quali aveva un'educazione scientifica, cominciavano a trattare questioni di chimica, biologia e genetica senza avere alcuna preparazione su tali argomenti, trasformando così l'organizzazione in quello che io chiamo ambientalismo pop, che utilizza sensazionalismo, disinformazione, tattica della paura, ecc, coinvolgendo la gente a livello emotivo, piuttosto che a livello intellettuale* [2]; (ii) recentemente un giornalista del Guardian ha scritto: *nelle ultime settimane ho fatto una scoperta profondamente inquietante. Il movimento anti-nucleare a cui un tempo appartenevo ha ingannato il mondo circa l'impatto delle radiazioni sulla salute umana. I clamori che abbiamo suscitato sono privi di fondamento scientifico, restano senza risposta quando contraddetti e si rivelano tremendamente sbagliati. Abbiamo reso alle persone e a noi stessi un pessimo servizio* [54]]. Sperando di avere dato un quadro non ideologico dell'economicamente allarmante situazione energetica italiana, mi piace concludere con la definizione data nel 2009 da un collaboratore della rivista online a prevalente carattere ambientalista Clean Techies: *certamente il nucleare non è la soluzione del problema energetico per il futuro, ma senza il nucleare tale soluzione non potrà essere trovata* [55].

(L'articolo è stato ricevuto il 31 ottobre 2011)

## ABSTRACT

### **The Post-Referendum Energy Shape: an Insurmountable Obstacle towards the Economic Development**

*On June 2011, 25/26 millions of Italians (with respect to 50/51 millions with the right to vote) rejected the governative project to reintroduce the nuclear energy. The result maintains unvaried the status quo of our electric energy shape. The paper discusses about the onerous state incentives to renewables, the most part of which are addressed to the widely popular and relatively innovative photovoltaic. It appears conceivable that big contributions to such a source look like incompatible with the actual and future worldwide economic limitations. As a matter of fact, the European Commission foresees that, until 2030, the energy efficiency of most European countries will be entrusted to a combination of energy resources: fossil fuels 40%, nuclear energy 25%, renewables 35% (provided that such a source might be still supported profusely).*

### **Bibliografia**

- [1] R.A. Ricci, *Se la nostra paura vince sulla ragione*, *Corriere della Sera*, 13 aprile 2011, (<http://blog.forumnucleare.it/sicurezza-2/3172/>).
- [2] a) *A Renegade Against Greenpeace*, Newsweek, April 14, 2008 ([www.greenspiritstrategies.com/D373.cfm](http://www.greenspiritstrategies.com/D373.cfm));  
b) *A conversation with Patrick Moore. Why Former Greenpeace Leader Supports Nuclear Energy*, Executive Intelligence Review. Science & Technology, May 16, 2008, p.58 ([www.larouchepub.com/eiw/public/2008/2008\\_20-29/2008-20/pdf/58-63\\_3520.pdf](http://www.larouchepub.com/eiw/public/2008/2008_20-29/2008-20/pdf/58-63_3520.pdf)).
- [3] *Energy in Italy: Problems and perspectives (1990-2020)*, SIF, 2008 ([www.sif.it/SIF/resources/public/files/LibroBianco\\_en.pdf](http://www.sif.it/SIF/resources/public/files/LibroBianco_en.pdf)).
- [4] D.J.C. MacKay, *Sustainable Energy - Without the Hot Air*, UIT Cambridge LTD, 2009 ([/www.inference.phy.cam.ac.uk/sustainable/book/tex/cft.pdf](http://www.inference.phy.cam.ac.uk/sustainable/book/tex/cft.pdf)).
- [5] D. McCandless, *Radiation Dosage Chart*, InformationIsBeautiful.net, July 2011 ([www.informationisbeautiful.net/visualizations/radiation-dosage-chart/](http://www.informationisbeautiful.net/visualizations/radiation-dosage-chart/)).
- [6] *Electricity/Heat in European Union EU-27 in 2008*, International Energy Agency, 2011 ([www.iea.org/stats/electricitydata.asp?COUNTRY\\_CODE=30](http://www.iea.org/stats/electricitydata.asp?COUNTRY_CODE=30)).
- [7] a) N. Starfelt, C.-E. Wikdahl, *Economic Analysis of Various Options of Electricity Generation - Taking into Account Health and Environmental Effects*. From ExternE, Externalities

- of Energy, National Implementation, European Commission, Directorate General XII, 1999 ([http://manhaz.cyf.gov.pl/manhaz/strona\\_konferencja\\_EAE-2001/15%20-%20Polenp~1.pdf](http://manhaz.cyf.gov.pl/manhaz/strona_konferencja_EAE-2001/15%20-%20Polenp~1.pdf));
- b) Nuclear Energy Agency and Organization for Economic Co-operation and Development, 2010 ([www.oecd-nea.org/ndd/reports/2010/nea6862-comparing-risks.pdf](http://www.oecd-nea.org/ndd/reports/2010/nea6862-comparing-risks.pdf));
- c) Next Big Future, March 28, 2011 (<http://nextbigfuture.com/2011/03/lifetime-deaths-per-twh-from-energy.html>);
- d) *Good Magazine*, March 17, 2011 ([www.good.is/post/interactive-chart-deaths-per-twh-by-energy-source/?utm\\_source=feedburner&utm\\_medium=feed&utm\\_campaign=Feed%3A+good%2Ffbvp+%28GOOD+Main+RSS+Feed%29](http://www.good.is/post/interactive-chart-deaths-per-twh-by-energy-source/?utm_source=feedburner&utm_medium=feed&utm_campaign=Feed%3A+good%2Ffbvp+%28GOOD+Main+RSS+Feed%29)).
- [8] *The Chernobyl Catastrophe. Consequences on Human Health*, Greenpeace 2006, April 2006 ([www.greenpeace.org/raw/content/international/press/reports/chernobylhealthreport.pdf](http://www.greenpeace.org/raw/content/international/press/reports/chernobylhealthreport.pdf)).
- [9] a) *Health effects of the Chernobyl accident: an overview*, World Health Organization, April 2006 ([www.who.int/mediacentre/factsheets/fs303/en/index.html](http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs303/en/index.html));
- b) *The Chernobyl Forum: 2003-2005*, International Atomic Energy Agency ([www.iaea.org/Publications/Booklets/Chernobyl/chernobyl.pdf](http://www.iaea.org/Publications/Booklets/Chernobyl/chernobyl.pdf)).
- [10] I. Fairlie, D. Sumner, A. Nyagu, *The other report on Chernobyl*, April 6, 2006. The Green/EFA ([www.chernobylreport.org/?p=summary](http://www.chernobylreport.org/?p=summary)).
- [11] A. Yablokov, V. Nesterenko, A. Nesterenko, *Chernobyl: Consequences of the Catastrophe for People and the Environment*, *Ann NY Acad Sci*, 2009, **1181** ([www.strahlentelex.de/Yablokov%20Chernobyl%20book.pdf](http://www.strahlentelex.de/Yablokov%20Chernobyl%20book.pdf)).
- [12] I. Fairlie, *Radiation Protection Dosimetry*, 2010, **141**, 97 (<http://wonkythinking.org/wp-content/uploads/2011/04/Fairlie-review.pdf>).
- [13] a) C. Monty, *Radiation Protection Dosimetry*, 2010, **141**, 101 (<http://wonkythinking.org/wp-content/uploads/2011/04/Charles-review.pdf>); b) D. Mona, *Environmental Health Perspectives*, 2011, pag. 118 (<http://ehp03.niehs.nih.gov/article/fetchArticle.action?articleURI=info%3Adoi%2F10.1289%2Fehp.118-a500>); c) M.I. Balonov, *Ann. NY Acad. Sci.*, 2009, **1189** ([www.nyas.org/publications/annals/Detail.aspx?cid=f3f3bd16-51ba-4d7b-a086-753f44b3bfc1](http://www.nyas.org/publications/annals/Detail.aspx?cid=f3f3bd16-51ba-4d7b-a086-753f44b3bfc1)).
- [14] International Atomic Energy Agency, *IAEA International fact finding expert mission of the nuclear accident following the great east Japan earthquake and tsunami. Preliminary summary*, 1 June, 2011 ([www.iaea.org/newscenter/focus/fukushima/missionssummary010611.pdf](http://www.iaea.org/newscenter/focus/fukushima/missionssummary010611.pdf)).
- [15] Explosion near Marcoule nuclear site: Communiqué issued by the French Embassy, 14 September 2011 (<http://ambafrance-in.org/spip.php?article7286>).
- [16] P.J. Meier, *Life-cycle assessment of electricity generation systems and application for climate change policy analysis*, PhD Dissertation UWFD-1181, August 2002 (<http://fti.neep.wisc.edu/pdf/fdm1181.pdf>).
- [17] a) *Air quality and health*, World Health Organization, September 2011 ([www.who.int/mediacentre/factsheets/fs313/en/index.html](http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs313/en/index.html));
- b) P. Scapecchi, *The Health Costs of Inaction with Respect to Air Pollution. OECD Environment Working Papers*, No. 2, OECD Publishing, 2008 (<http://s3.documentcloud.org/documents/74404/health-costs-of-inaction-with-respect-to-air.pdf>).
- [18] *Power Plant Emissions: Particulate Matter-Related Health Damages and the Benefits of Alternative Emission Reduction Scenarios*, Clean Air Task Force, June 2004 ([www.abtassociates.com/reports/Final\\_Power\\_Plant\\_Emissions\\_June\\_2004.pdf](http://www.abtassociates.com/reports/Final_Power_Plant_Emissions_June_2004.pdf)); b) *The Toll From Coal. An Updated Assessment of Death and Disease from America's Dirtiest Energy Source*, Clean Air Task Force, September 2010 ([www.catf.us/resources/publications/files/The\\_Toll\\_from\\_Coal.pdf](http://www.catf.us/resources/publications/files/The_Toll_from_Coal.pdf)).
- [19] *Greenhouse gas emission trends and projections in Europe 2009*, European Environmental Agency ([www.eea.europa.eu/publications/eea\\_report\\_2009\\_9](http://www.eea.europa.eu/publications/eea_report_2009_9)).
- [20] M. Hvistendahl, *Coal waste is more radioactive than nuclear waste*, *Scientific American*, December 13, 2007 ([www.scientificamerican.com/article.cfm?id=coal-ash-is-more-radioactive-than-nuclear-waste](http://www.scientificamerican.com/article.cfm?id=coal-ash-is-more-radioactive-than-nuclear-waste)).
- [21] a) G. Bolla, *I rifiuti radioattivi provenienti dagli impianti nucleari italiani*, Sogin, dicembre 2005 ([www.arpae.emr.it/Piacenza/download/Bolla.pdf](http://www.arpae.emr.it/Piacenza/download/Bolla.pdf));
- b) *Radioactive Waste Management*, World Nuclear Association, July 2011 (<http://world-nuclear.org/info/inf04.html>).
- [22] a) *Recycling cadmium and selenium from photovoltaic modules and manufacturing wastes. A workshop report*, Information Bridge: Department of Energy; Scientific and Technical Information, March 11-12, 1992 ([www.osti.gov/bridge/servlets/purl/10103235-FsOOkF/webviewable/10103235.pdf](http://www.osti.gov/bridge/servlets/purl/10103235-FsOOkF/webviewable/10103235.pdf));
- b) V.M. Pthenakis, *End-of-life management and recycling of PV modules*, *Energy Policy*, 28 (2000) 1051;
- c) *Silicon Valley Toxics Coalition Stopping the Solar Photovoltaic Waste Stream Before It Starts*, Texas Energy Solar Society, September 15, 2008 ([www.txses.org/solar/content/solar-photovoltaic-end-life](http://www.txses.org/solar/content/solar-photovoltaic-end-life)).
- [23] *Perspectives of Energy Supply in Europe*, European Commission, Directorate-General for Energy, May 28, 2010 ([www.eurogeologists.de/images/content/Conference\\_energy](http://www.eurogeologists.de/images/content/Conference_energy)).

- \_supply/2%20Berg\_EU\_28052010.pdf).
- [24] *The "20-20-20" target*, European Commission, Climate Action, October 18, 2010 ([http://ec.europa.eu/clima/policies/package/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/clima/policies/package/index_en.htm)).
- [25] *Electricity and natural gas price* (2<sup>nd</sup> semester 2010), European Commission, Eurostat, June 2011 ([http://epp.eurostat.ec.europa.eu/statistics\\_explained/index.php/Electricity\\_and\\_natural\\_gas\\_price\\_statistics](http://epp.eurostat.ec.europa.eu/statistics_explained/index.php/Electricity_and_natural_gas_price_statistics)).
- [26] *Energy, transport and environment indicators*, Eurostat Pocketbooks, 2010 Edition ([www.eurostat.ec.europa.eu/ViewDoc.do?lang=en&code=tsd0002002](http://www.eurostat.ec.europa.eu/ViewDoc.do?lang=en&code=tsd0002002)).
- [27] J.O. Blackburn, S. Cunningham, *Solar and Nuclear costs—The historic crossover. Solar Energy is Now the Better Buy*. NC WARN: Waste Awareness & Reduction Network Ed., July 2010 ([www.ncwarn.org/wp-content/uploads/2010/07/NCW-SolarReport\\_final1.pdf](http://www.ncwarn.org/wp-content/uploads/2010/07/NCW-SolarReport_final1.pdf)).
- [28] *Levelized Cost of New Generation Resources in the Annual Energy Outlook 2011*, U.S. Energy Information Administration, November 2010 ([www.eia.gov/oiaf/aeo/electricity\\_generation.html](http://www.eia.gov/oiaf/aeo/electricity_generation.html)).
- [29] G. Doderio, *Coal fired unit versus natural gas combined cycle*, Impiantistica Italiana, Anno XX, n. 6 novembre-dicembre 2007 ([www.ipgsrl.com/r-d/Coal%20Fired%20Unit%2020versus%20Natural%20Gas%20Combined%20Cycle.pdf](http://www.ipgsrl.com/r-d/Coal%20Fired%20Unit%2020versus%20Natural%20Gas%20Combined%20Cycle.pdf)).
- [30] *The Costs of Generating Electricity*, The Royal Academy of Engineering (UK), March 2004 ([www.raeng.org.uk/news/publications/list/reports/Cost\\_of\\_Generating\\_Electricity.pdf](http://www.raeng.org.uk/news/publications/list/reports/Cost_of_Generating_Electricity.pdf)).
- [31] a) *Externalities and Energy Policy: The Life Cycle Analysis Approach*, Nuclear Energy Agency and Organization for Economic Co-operation and Development, November 2001 ([www.oecd-nea.org/nnd/reports/2002/nea3676-externalities.pdf](http://www.oecd-nea.org/nnd/reports/2002/nea3676-externalities.pdf)); b) *Environmental and health impacts of electricity generation*, International Energy Agency, June 2002 ([www.ieahydro.org/reports/ST3-020613b.pdf](http://www.ieahydro.org/reports/ST3-020613b.pdf)).
- [32] *Il nuovo manifesto della Geotermia*, Unione Geotermica Italiana, giugno 2011 ([www.geologicampania.it/public/upload/users/722435356/UGI\\_Nuovo\\_Manifesto\\_Geoteremia\\_2011.pdf](http://www.geologicampania.it/public/upload/users/722435356/UGI_Nuovo_Manifesto_Geoteremia_2011.pdf)); <http://www.distrettoenergiarinnovabili.it/der/geonews/convegno-nazionale-dellugi-la-geotermia-e-ancora-poco-sfruttata/>
- [33] *Dati storici*, Terna SpA ([www.terna.it/LinkClick.aspx?fileticket=cfwXzSpiH9Q%3d&tabid=418&mid=2501](http://www.terna.it/LinkClick.aspx?fileticket=cfwXzSpiH9Q%3d&tabid=418&mid=2501)).
- [34] *Relazione sullo stato del mercato dell'energia elettrica e del gas naturale e sullo stato di utilizzo ed integrazione degli impianti alimentati da fonti rinnovabili*, Autorità per l'energia elettrica e il gas, 3 febbraio 2011 ([www.autorita.energia.it/allegati/docs/11/006-11pas.pdf](http://www.autorita.energia.it/allegati/docs/11/006-11pas.pdf)).
- [35] a) *Energia: per lo sviluppo delle rinnovabili e dell'efficienza puntare su meccanismi stabili e sulla riduzione dei costi*, Autorità per l'energia elettrica e il gas, 19 maggio 2011 ([www.autorita.energia.it/it/nota\\_stampa/11/110519\\_rinn.htm](http://www.autorita.energia.it/it/nota_stampa/11/110519_rinn.htm)); b) F. Ferrante, *Operazione trasparenza sui conti in bolletta*, QualEnergia.it, 16 febbraio 2011 (<http://qualenergia.it/articoli/20110216-operazione-trasparenza-sui-costi-bolletta>); c) M. Mucchetti, *Corsa agli incentivi per le rinnovabili un conto (in bolletta) da 100 miliardi*, Corriere della Sera, 29 maggio, 2011 ([http://archiviostorico.corriere.it/2011/maggio/29/Corsa\\_agli\\_incentivi\\_per\\_rinnovabili\\_co\\_8\\_110529061.shtml](http://archiviostorico.corriere.it/2011/maggio/29/Corsa_agli_incentivi_per_rinnovabili_co_8_110529061.shtml)).
- [36] C. Braga, *Interventi di messa in sicurezza del territorio e per la prevenzione del rischio idrogeologico*, Open Parlamento (Atto Camera C.9/04612/098), 14 settembre 2011 (<http://parlamento.openpolis.it/atto/documento/id/68249>).
- [37] *Previsioni della domanda elettrica in Italia e del fabbisogno di potenza necessario. Anni 2011-2021*, Terna SpA, 30 settembre 2011 ([www.terna.it/LinkClick.aspx?fileticket=%2bDWkoQzOqi8%3d&abid=375&mid=434](http://www.terna.it/LinkClick.aspx?fileticket=%2bDWkoQzOqi8%3d&abid=375&mid=434)).
- [38] F. Rendina, *Zavorra verde da 4 miliardi. L'Authority chiede misure antispeculazione per le energie rinnovabili*, Il Sole 24 Ore, 27 gennaio 2011 ([www.ilsole24ore.com/art/tecnologie/2011-01-26/zavorra-verde-miliardi-225558.shtml](http://www.ilsole24ore.com/art/tecnologie/2011-01-26/zavorra-verde-miliardi-225558.shtml)).
- [39] *Austerity pulling plug on Europe's green subsidies*, The Globe and Mail, February 11, 2011 ([www.theglobeandmail.com/report-on-business/commentary/eric-reguly/austerity-pulling-plug-on-europes-green-subsidies/article1883888/](http://www.theglobeandmail.com/report-on-business/commentary/eric-reguly/austerity-pulling-plug-on-europes-green-subsidies/article1883888/)).
- [40] R. Tracy, *US House vote to cut renewable energy funding*, Dow Jones Newswires, 21 October 2011 ([www.nasdaq.com/asp/stock-market-news-story.aspx?storyid=201107151301dowjonesdjonline000459&title=us-house-votes-to-cut-renewable-energy-funding](http://www.nasdaq.com/asp/stock-market-news-story.aspx?storyid=201107151301dowjonesdjonline000459&title=us-house-votes-to-cut-renewable-energy-funding)).
- [41] *Australia Cuts Funding for Renewable Energy Programs to Reduce Spending*, Australian Government News, May 10, 2011 ([http://govnews.com.au/index.php?option=com\\_content&view=article&id=6199:australia-cuts-funding-for-renewable-energy-programs-to-reduce-spending&catid=152&Itemid=153](http://govnews.com.au/index.php?option=com_content&view=article&id=6199:australia-cuts-funding-for-renewable-energy-programs-to-reduce-spending&catid=152&Itemid=153)).
- [42] a) G. Bolla, *Smantellamento degli impianti nucleari e gestione dei rifiuti radioattivi*, Sogin ([www.mi.infn.it/~alimonti/press/docs/Pres\\_Bolla.pdf](http://www.mi.infn.it/~alimonti/press/docs/Pres_Bolla.pdf)); b) M. Cumo, *Experiences and Techniques in the Decommissioning of Old Nuclear Power Plants*, Workshop on Nuclear Reaction Data and Nuclear Reactors: Physics, Design and Safety; Trieste, 2002 ([http://users.ictp.it/~pub\\_off/lectures/Ins020/Cumo/Cumo.pdf](http://users.ictp.it/~pub_off/lectures/Ins020/Cumo/Cumo.pdf)); c) SOGIN presenta il piano industriale 2011-2015,

SOGIN, 12 ottobre 2011

([www.sogin.it/SiteAssets/uploads/2011/piano%20industriale%202011-2015%20cs.pdf](http://www.sogin.it/SiteAssets/uploads/2011/piano%20industriale%202011-2015%20cs.pdf)).

- [43] *Coal: resources and future production*, Energy Watch Group, July 2007 ([www.energywatchgroup.org/fileadmin/global/pdf/EWG\\_Report\\_Coal\\_10-07-2007ms.pdf](http://www.energywatchgroup.org/fileadmin/global/pdf/EWG_Report_Coal_10-07-2007ms.pdf)).
- [44] *Dirty thirty. Ranking of the most polluting power stations in Europe*; WWF, May 2007.
- [45] M. Schulz, *The fusion illusion*, The New Atlantis, Summer 2009, 90 ([www.thenewatlantis.com/docLib/20091001\\_TNA25Schulz.pdf](http://www.thenewatlantis.com/docLib/20091001_TNA25Schulz.pdf)).
- [46] <http://22passi.blogspot.com/2011/01/web-rassegna-stampa-dellesperimento-di.html>
- [47] a) P.M. Jackson, *The future of global oil supply: Understanding the building blocks*, IHS Cambridge Energy Research Associates (Massachusetts), 2009 ([www.scribd.com/doc/22666201/The-Future-of-Global-Oil-Supply](http://www.scribd.com/doc/22666201/The-Future-of-Global-Oil-Supply));  
b) *Oil supply prospects*, International Energy Agency, World Energy Outlook 2008, November 12, 2008 ([www.iea.org/speech/2008/Birol\\_WEO2008\\_PressConf.pdf](http://www.iea.org/speech/2008/Birol_WEO2008_PressConf.pdf)).
- [48] K. Aleklett *et al.*, *Energy Policy*, 2010, **38**, 1398.
- [49] M. Grätzel, *Inorganic Chemistry*, 2005, **44**, 6841.
- [50] Desertec Foundation ([www.desertec.org/organization/](http://www.desertec.org/organization/)).
- [51] a) D.H. Meadows, D.L. Meadows, J. Randers, W.W. Behrens III, *The limits to growth*, Universe Books, 1972; b) D.H. Meadows, D.L. Meadows, J. Randers, *Limits to growth. The 30-Year Update*, Chelsea Green Publishing Company, 2004.
- [52] a) *Forecasters of scarcity and doom are not only invariably wrong, they think that being wrong proves them right*, *The Economist*, December 18, 1997 ([www.economist.com/node/455855](http://www.economist.com/node/455855)); b) P. R. Portney, W.E. Oates, *On prophecies of environmental doom*, Resources 17, Spring 1998, 131 ([www.rff.org/rff/Documents/RFF-Resources-131-prohecies.pdf](http://www.rff.org/rff/Documents/RFF-Resources-131-prohecies.pdf)).
- [53] a) H. Scheer, *European power from the desert is a Fata Morgana*, Eurosolar, July 13, 2009 ([www.hermannscheer.de/en/index.php?option=com\\_content&task=view&id=256&Itemid=10](http://www.hermannscheer.de/en/index.php?option=com_content&task=view&id=256&Itemid=10)); b) F. Battaglia, *Il Piano Desertec, l'ultima follia del Club di Roma* (<http://fusione.altervista.org/DESERTEC.htm>).
- [54] G. Monbiot, *The unpalatable truth is that the anti-nuclear lobby has misled us all*, The Guardian, April 5, 2011 ([www.guardian.co.uk/commentisfree/2011/apr/05/anti-nuclear-lobby-misled-world](http://www.guardian.co.uk/commentisfree/2011/apr/05/anti-nuclear-lobby-misled-world)).
- [55] E. Stenger, *Opinion: Is Germany Making the Wrong Decision?*, Clean Techies, June 1, 2011 (<http://blog.cleantechies.com/2011/06/01/opinion-is-germany-making-the-wrong-decision/>).

## La Società Chimica Italiana su Internet

**Sito web della Sci:** [www.soc.chim.it](http://www.soc.chim.it)

È anche attiva una mailing list all'indirizzo: [SCI-list@list.cineca.it](mailto:SCI-list@list.cineca.it)

**Altri siti attivi sono:**

**Gruppo Giovani:** [www.scigiovani.it](http://www.scigiovani.it)

**Sezione Campania:** [www.scicampania.unina.it/index.htm](http://www.scicampania.unina.it/index.htm)

**Sezione Lazio:** [www.soc.chim.it/sezioni/lazio](http://www.soc.chim.it/sezioni/lazio)

**Sezione Liguria:** [www.chimica.unige.it/sci/](http://www.chimica.unige.it/sci/)

**Sezione Lombardia:** [www.sci-lombardia.org/](http://www.sci-lombardia.org/)

**Sezione Veneto:** [www.chimica.unipd.it/sci/pubblica/](http://www.chimica.unipd.it/sci/pubblica/)

**Divisione di Chimica Ambientale e dei Beni Culturali:**  
[www.socchimdabc.it/](http://www.socchimdabc.it/)

**Divisione di Chimica Analitica:**

[www.soc.chim.it/divisioni/chimica\\_analitica](http://www.soc.chim.it/divisioni/chimica_analitica)

**Divisione di Chimica Fisica:**

[www.soc.chim.it/divisioni/chimica\\_fisica](http://www.soc.chim.it/divisioni/chimica_fisica)

**Divisione di Chimica Industriale:** [www.chimind.it/](http://www.chimind.it/)

**Divisione di Chimica Inorganica:** <http://dci.mfn.unipmn.it/>

**Divisione di Chimica Organica:**

[www.soc.chim.it/divisioni/chimica\\_organica](http://www.soc.chim.it/divisioni/chimica_organica)

**Divisione di Chimica dei Sistemi Biologici:**

[www.soc.chim.it/divisioni/chimbio](http://www.soc.chim.it/divisioni/chimbio)

**Divisione di Didattica Chimica:** [www.didichim.org/](http://www.didichim.org/)

**Divisione di Elettrochimica:**

<http://users.unimi.it/scielettrochimica/>

**Divisione di Chimica Farmaceutica:**

<http://dcf.frm.uniroma1.it/cgi-bin/home.pl>

**Divisione di Spettrometria di Massa:**

[www.soc.chim.it/divisioni/spettrometria\\_di\\_massa](http://www.soc.chim.it/divisioni/spettrometria_di_massa)

**Gruppo Interdivisionale Catalisi:**

[www.soc.chim.it/it/gruppi\\_interdivisionali/catalisi](http://www.soc.chim.it/it/gruppi_interdivisionali/catalisi)

**Gruppo Interdivisionale Chimica Computazionale:**

[www.soc.chim.it/it/gruppi\\_interdivisionali/chimica\\_computazionale](http://www.soc.chim.it/it/gruppi_interdivisionali/chimica_computazionale)

**Gruppo Interdivisionale di Chimica Strutturale:**

[www.chim.unipr.it/chimica/link.htm](http://www.chim.unipr.it/chimica/link.htm)

**Gruppo Interdivisionale di Green Chemistry:**

<http://www-2.unipv.it/photochem/greenchemistry/>