

RIVISTA GIURIDICA DELL'AMBIENTE

Anno XXVI Fasc. 1 - 2011

Stefano Nespor

**MAI DIRE MAI:
IL NUCLEARE È TORNATO**

Estratto



Milano • Giuffrè Editore

Mai dire mai: il nucleare è tornato

STEFANO NESPOR

1. Introduzione. — 2. « Uno dei più grandi disastri della storia economica americana ». — 3. Il rilancio dell'energia nucleare. — 4. Nucleare e cambiamento climatico. — 5. Nucleare e sicurezza delle forniture. — 6. I freni al rilancio del nucleare: gli aspetti ambientali. — 7. Un primo provvisorio bilancio. — 8. Gli aspetti economici. — 9. Conclusioni.

1. *Introduzione.*

L'energia nucleare è ritenuta oggi l'energia che nei prossimi decenni può contribuire a risolvere il problema del fabbisogno di elettricità globale, garantendo lo sviluppo economico complessivo senza incrementare il cambiamento climatico in corso.

Molti Paesi hanno avviato programmi per incrementare la quota di energia elettrica fornita da impianti nucleari. In Italia, ove è stata abbandonata nel 1987, è prevista la realizzazione di otto centrali nucleari entro il 2030.

In realtà stiamo assistendo a un *replay*, sia pure sulla base di presupposti e con giustificazioni diverse, di una storia già accaduta e già malamente conclusasi. Non diversamente da oggi, negli anni Cinquanta l'energia nucleare era l'energia del futuro; trent'anni dopo era un'illusione svanita.

È doveroso quindi chiedersi se questa resurrezione del nucleare sia destinata a fare la stessa fine oppure se il primo fallimento sia dipeso dall'assenza di presupposti e condizioni che sono oggi invece presenti e che permettono di prevedere un esito diverso.

Non è facile dare una risposta.

(*) Ringrazio A.L. De Cesaris, V. Termini, C. Rapisarda e A. Cardinale per i suggerimenti e le osservazioni.

Infatti, è necessario districarsi tra una ridda di documenti, dati, diagrammi, statistiche, proiezioni, e tra rapporti più o meno ufficiali che, a seconda dell'ideologia degli autori o delle esigenze politiche ed economiche dei finanziatori (non sempre agevolmente individuabili), offrono valutazioni e soluzioni diverse e spesso diametralmente opposte. Per fare un solo esempio, per un recente rapporto italiano l'espansione dell'energia nucleare è necessaria per « l'economia, l'ambiente e lo sviluppo »; viceversa, per un rapporto statunitense del giugno 2009 « la rinascita del nucleare è basata non su fatti, ma su finzioni ».

Eppure, per quanto difficile, è un compito che deve essere affrontato: la scelta del nucleare comporta infatti investimenti enormi e difficilmente reversibili che per la maggior parte ricadranno sulla collettività che dovrà conseguire i benefici promessi. Sono investimenti che, essendo le risorse pubbliche per loro natura limitate, sottrarranno necessariamente finanziamenti a scelte alternative e specificatamente a scelte che sviluppino le energie rinnovabili e le relative tecnologie. In altri termini, per molti Paesi, tra cui il nostro, le scelte che saranno compiute nei prossimi due o tre anni coinvolgeranno il futuro energetico e lo sviluppo economico per i prossimi decenni, senza possibilità di marce indietro o di mutamenti di rotta.

Proprio per questo è stato correttamente osservato da Valeria Termini che ha assunto un'importanza centrale il problema della *governance* nella politica europea dell'energia (1). Proprio per questo, inoltre è necessario pretendere chiarezza, responsabilità e trasparenza da chi ha il difficile compito di compiere queste scelte, sia a livello comunitario che a livello nazionale.

Questo scritto vuole offrire un contributo rivolto a coloro che vogliono compiere una scelta senza pregiudizi. Non è facile trovarne, e soprattutto non è facile in Italia: fa eccezione un recente volume dell'economista Alberto Clò, « nuclearista non pentito » come si autodefinisce (2).

Dopo aver brevemente descritto la storia dell'ascesa e del fallimento del primo progetto nucleare, tra gli anni Cinquanta e gli anni Ottanta, esamino le ragioni che oggi, a differenza di allora, rendono ragionevole la proposizione dell'energia nucleare come strumento per la produzione di energia elettrica; poi le ragioni che oggi come allora pongono interrogativi non risolti che, tuttavia, non sono impeditivi di una scelta a favore dell'energia nucleare; nel capitolo seguente, le

(1) V. TERMINI, *Energia e istituzioni europee*, in S. MICOSI-G. L. TOSATO, *L'Unione europea nel XXI secolo*, Il Mulino, cap. V.

(2) A. CLÒ, *Si fa presto a dire nucleare*, Il Mulino, 2010.

ragioni che costituiscono oggi un serio impedimento alla scelta del nucleare. Sulla base di tutto ciò, indico le condizioni necessarie ed i limiti perché comunque l'energia nucleare faccia parte di un progetto energetico per i prossimi decenni.

2. *« Uno dei più grandi disastri della storia economica americana ».*

Negli anni Cinquanta, l'energia nucleare era l'energia del futuro. C'era la guerra fredda, c'era la corsa delle due grandi potenze, Stati Uniti e Unione Sovietica, per la produzione di armamenti sempre più micidiali (basati dapprima sulla fissione, poi sulla fusione nucleare); erano in corso test che facevano esplodere bombe sempre più potenti, la cui utilizzazione avrebbe provocato distruzioni mai prima immaginate. Ma, diceva il Presidente degli Stati Uniti Eisenhower nel presentare il suo programma *Atoms for Peace* all'Assemblea delle Nazioni Unite nel dicembre del 1953, si trattava solo di sottrarre l'atomo alla ricerca bellica e militare e sviluppare la tecnologia necessaria per un uso pacifico e si sarebbe ottenuta, in pochi anni, elettricità in quantitativi illimitati e quasi gratuita per tutti.

In effetti, i gruppi industriali e finanziari coinvolti nello sviluppo dell'energia nucleare diffondevano stime che garantivano, in pochi decenni, elettricità a prezzi stracciati rispetto a quella prodotta con il carbone o il petrolio. I dati erano entusiasticamente confermati dal Governo americano e dalle agenzie interessate allo sviluppo di questa fonte di energia. Secondo Lewis Strauss, il presidente della statunitense Atomic Energy Commission, in un vicino futuro l'energia atomica avrebbe soddisfatto il bisogno di intere città, sostenuto una nuova agricoltura, permesso di eliminare la maggior parte delle malattie: « i nostri figli avranno energia così a buon prezzo che sarà troppo costoso misurarla ».

Si avvia così quello che è rimasto famoso come il « *great bandwagon market* » (che possiamo tradurre come effetto carrozzone o effetto gregge): una affannata corsa da parte delle società produttrici di elettricità all'acquisto di centrali nucleari. In poco meno di un ventennio ne furono ordinate nei soli Stati Uniti oltre 240, di costo e potenza crescente.

Nel frattempo, nel 1957, è istituita in Europa la Comunità europea dell'energia atomica (nota come Euratom): si legge nel preambolo che « l'energia nucleare costituisce la risorsa essenziale che... permetterà il progresso delle opere di pace ».

Le promesse furono smentite dalla realtà.

I costi di realizzazione delle centrali si rivelarono enormemente

maggiori di quelli previsti: i primi impianti costarono due o tre volte di più delle previsioni, gli ultimi fino a sette volte le stime iniziali. All'aumento dei costi contribuirono in modo determinante i ritardi nella costruzione: nessun impianto venne realizzato in meno di dieci anni, rispetto ai cinque o sei generalmente previsti.

Contribuirono allo svanire delle promesse anche molti eventi non prevedibili. Alcuni in particolare meritano di essere ricordati.

La rapida affermazione negli anni Sessanta delle organizzazioni ambientaliste: queste, unite alle associazioni antinucleari, si mobilitano contro la costruzione delle centrali e, con il sostegno di migliaia di militanti e simpatizzanti, avviano una martellante campagna d'opinione e decine di estenuanti battaglie giudiziarie (3).

Poi, il mutare dell'atteggiamento dell'opinione pubblica (non solo statunitense): l'energia nucleare diviene da miracolosa risorsa per il futuro il male assoluto e il simbolo di un progresso scientifico incurante dei problemi dell'ambiente e della salute. Un indicatore di questo clima è offerto dal fiorire della « letteratura nucleare » che ha prodotto, negli Stati Uniti e nel Regno Unito, non meno di 3000 titoli (con Autori assai noti quali Ian McEwan, James G. Ballard, Martin Amis), influenzando il costume, la politica, le scelte economiche non solo degli Stati Uniti.

Per ciò che riguarda specificatamente l'Europa, lo sviluppo del nucleare è pregiudicato dalla politica francese, contraria ad una intensificazione del processo di integrazione europea e, in particolare, ad una politica nucleare comune (4).

Infine, la crisi petrolifera del 1973. Essa, inizialmente considerata come la riprova della necessità di attenuare con lo sviluppo del nucleare la dipendenza energetica dai Paesi arabi, si rivelò ben presto un potente freno: il poderoso aumento dell'inflazione e l'incremento dei tassi di interesse negli anni successivi rallentarono la crescita economica e i diminuiti consumi di elettricità resero non più produttivi nuovi investimenti nel settore rispetto al costo del petrolio e del carbone (5).

(3) Sull'importanza del movimento ambientalista per l'abbandono del nucleare le opinioni sono discordi: esso fu deciso dai gestori degli impianti e da banche e finanziatori allorché si resero conto dei rischi e dei costi, mentre gli ambientalisti ebbero scarsa rilevanza secondo CRAIG A. SEVERANCE, *Business Risks and Costs of New Nuclear Power* consultabile in <http://climateprogress.org/2009/01/05/study-cost-risks-new-nuclear-power-plants/> e in www.energyeconomyonline.com/Nuclear_Costs.html; fu invece determinante secondo C. KOMANOFF, *10 Blows That Stopped Nuclear Power. Reflections on the U.S. Nuclear Industry's 25 Lean Years*, in www.komanoff.net/nuclear_power/10_blows.php e in *Electricity Journal*, gennaio/febbraio 1991.

(4) Su questo punto si veda V. TERMINI, cit.

(5) Vedi ancora C. KOMANOFF, cit.

Dalla fine degli anni Settanta inizia così la curva discendente delle centrali in costruzione, e a metà degli anni Ottanta quella delle centrali che iniziano l'attività.

Infine, arriva, il 26 aprile del 1986, il colpo di grazia delle prospettive del nucleare: il disastro di Cernobyl.

In Europa, molti Paesi sospendono o abbandonano la realizzazione di nuove centrali, in alcuni casi anche progettando la dismissione di quelle già in funzione.

In Italia, il referendum del 1987 pone fine all'esperienza nucleare: delle venti centrali inizialmente previste, ridotte successivamente ad otto, solo una era prossima all'entrata in funzione; quelle già entrate in funzione cessarono l'attività (6).

Solo la Francia prosegue senza esitazioni nella scelta nucleare: oggi ben 59 centrali garantiscono oltre il 70% del fabbisogno elettrico del Paese, esportando anche parte dell'elettricità prodotta verso i Paesi confinanti.

Per ciò che riguarda il Paese che aveva promosso lo sviluppo dell'energia nucleare per scopi pacifici, gli Stati Uniti, una piccola parte delle centrali nucleari ordinate fu effettivamente realizzata; molte furono abbandonate, spesso a costruzione già avviata; per le altre gli ordini furono annullati. Centinaia di miliardi di dollari di investimenti privati e di sussidi pubblici sperperati provocarono una sequela di controversie giudiziarie e di inchieste pubbliche sulle ragioni del disastro che si conclusero nei primi anni Novanta. È stato scritto che « il fallimento del programma nucleare statunitense costituisce uno dei più grandi disastri della storia economica » (7).

3. *Il rilancio dell'energia nucleare.*

Nel 2002 Vaclav Smil, uno dei maggiori esperti mondiali di questioni energetiche, nell'esaminare i possibili sviluppi nel futuro delle varie fonti di energia, affermava, sia pure in forma dubitativa, che l'energia nucleare non avrebbe contribuito a soddisfare i bisogni di elettricità mondiale nel 2025 o nel 2050 in misura maggiore di quanto non avvenisse nell'anno 2000 (allora stimata in circa il 17% dell'elettricità globale complessiva, prodotta da poco più di 430 cen-

(6) Ampiamente sulla storia del nucleare in Italia si veda A. Clò, cit., p. 75 e segg.

(7) J. COOK, *Nuclear Follies*, in Forbes 11 febbraio 1985, citato in L.J. SIRICO, JR., *Stopping Nuclear power plants: A Memoir*, Working Paper No. 2010-09, Villanova University School of Law - Public Law and Legal Theory, Febbraio 2010 consultabile in <http://law.bepress.com/villanovawps/papers/art153/>.

trali in attività) e concludeva che, nonostante i suoi vantaggi, « la produzione di elettricità per mezzo di centrali nucleari dovrebbe scomparire del tutto nella prima metà di questo secolo » (8).

All'opposto, mentre Smil formulava queste pessimistiche previsioni, uno dei responsabili della politica energetica francese, Maurice Allègre, constatava che per il nucleare era prevedibile, nel lungo periodo, un futuro brillante (9).

Gli avvenimenti degli anni successivi sembrano dimostrare che Allègre avesse ragione: era in corso la rinascita del nucleare. In quegli anni era avviata la realizzazione di 44 nuovi impianti in 12 Paesi di cui 11 in Cina, 8 in Russia, 6 in India, 5 in Corea.

Nei primi Paesi indicati si concentrava così il 50% dei reattori oggi in costruzione. Attualmente, la Cina ha incrementato gli investimenti nel nucleare: sono oggi 27 i reattori in costruzione e 50 sono a livello di progettazione. Il dodicesimo piano quinquennale in esecuzione si propone di avere in esercizio 188 reattori nucleari entro il 2020 (per sopperire, tuttavia, solo al 7% della domanda di energia nazionale).

In Europa nuovi impianti sono progettati in Francia, in Finlandia in Bulgaria e in Ucraina; in Svizzera un referendum nel 2003 ha deciso di non rinnovare la moratoria; in Gran Bretagna nuovi impianti sono (seppur con cautela) allo studio. Negli Stati Uniti, dopo che nel 2001 il piano energetico nazionale aveva inserito una raccomandazione verso nuovi investimenti nell'energia nucleare al fine di perseguire politiche di indipendenza, diversificazione e affidabilità delle forniture nel settore energetico (10), e dopo che la raccomandazione è stata accolta nel programma energetico del Governo Obama, sono individuati sette diversi siti per l'installazione di nuovi reattori.

In Italia, ad oltre venti anni di distanza dal referendum del 1987 che aveva posto fine all'esperienza nucleare nel nostro Paese, il Governo ha stabilito di avviare i lavori per la realizzazione di otto centrali entro il 2013, con una potenza di 13 mila megawatt, destinate a produrre il 25% di elettricità entro il 2030 (11); una legge dell'anno seguente ha uffi-

(8) VACLAV SMIL, *Energy at the Crossroads*, MIT Press 2003, p. 310; la citazione a p. 316.

(9) M. ALLEGRE, *Revival of Nuclear power in the 21st Century*, Annual Symposium, World Nuclear Association 2001.

(10) Si veda U.S. National Energy Policy May 2001, in www.whitehouse.gov/energy/National-Energy-Policy.pdf.

(11) Secondo A. CARDINALE, un esperto del settore nucleare italiano, è assai dubbio che otto centrali da 1600 MW possano produrre il 25% dell'energia richiesta, anche se la mancanza di un piano energetico rende ogni stima problematica. Una produzione dell'ordine di 60.000 GWh offerta dal funzionamento a pieno regime di centrali nucleari della capacità prevista (12.800 MW) avrebbe dato, secondo i dati del

cialmente sancito la rinascita del nucleare in Italia (12). L'Italia ha inoltre aderito alla Global Nuclear Energy Partnership (GNEP) promossa dagli Stati Uniti (13), con l'obiettivo di « costruire una cornice per un uso responsabile a livello nazionale e internazionale dell'energia nucleare, per ridurre i rischi derivanti dalla proliferazione nucleare e le conseguenze dello smaltimento delle scorie » (14).

A livello globale si delinea la possibilità di avere in attività entro il 2050 reattori nucleari per coprire il 20% del fabbisogno di elettricità — rispetto al 15% nel 2007 e, come si è visto, al 17% nel 2000 (15) — così da ridurre in modo significativo le emissioni di gas serra provocate dagli impianti alimentati a carbone o a gas naturale. Sembrano svanite le paure diffuse negli anni Ottanta del secolo scorso: la rinascita del nucleare sembra ormai un fatto compiuto (16).

Due sono le ragioni principali che hanno sorretto e giustificato,

2005, al massimo un contributo del 19,75%. Pertanto l'ipotesi che nel 2030 il nucleare possa contribuire, se realizzato secondo il programma, al 25% del fabbisogno di energia elettrica dovrebbe comportare una non ipotizzabile allo stato riduzione della domanda di energia elettrica rispetto ai livelli del 2005 di almeno il 20%. L'obiettivo indicato si potrebbe raggiungere solo nell'ipotesi, certamente irrealizzabile, che le centrali nucleari possano produrre energia elettrica alla massima potenza sostanzialmente per tutto l'anno, fornendo circa 100.000 GWh.

(12) Si tratta della legge 23 luglio 2009, n. 99, « Disposizioni per lo sviluppo e l'internazionalizzazione delle imprese, nonché in materia di energia », c.d. legge Sviluppo (artt. 25, 26 e 27). È poi seguito il D.Lgs. 15 febbraio 2010, n. 31 « Disciplina della localizzazione, della realizzazione e dell'esercizio nel territorio nazionale di impianti di produzione di energia nucleare, di impianti di fabbricazione del combustibile nucleare, dei sistemi di stoccaggio del combustibile irraggiato e dei rifiuti radioattivi, nonché misure compensative e campagne informative al pubblico a norma dell'art. 25 della L. 23 luglio 2009, n. 99 ». Su quest'ultimo testo normativo si veda A. TONETTI, *Localizzazione e consenso nel programma di rilancio del nucleare in Italia*, in *Gior. dir. amm.*, 2011, 1, 5.

(13) La GNEP è inizialmente costituita da Stati Uniti, Cina, Francia, Giappone e Russia. Oggi gli aderenti sono 21. Sulla GNEP vedi M. ZEBROWSKI, *Note & Comment: Nuclear Power as Carbon-Free Energy? The Global Nuclear Energy Partnership*, in *Colorado Journal Of International Environmental Law And Policy* 20, 2009, p. 391; M. PEDER MAARBJERG, *The Global Nuclear Energy Partnership: Is The Cure Worse Than The Disease?*, in *University of Baltimore Journal of Environmental Law* 16, 2009, p. 127.

(14) La definizione degli obiettivi è tratta da Global nuclear energy partnership, u.s. department of energy, *What is the Global Nuclear Energy Partnership?*, in www.gne-p.energy.gov/index.html.

(15) Il dato è in BP, *Statistical Review of World Energy*, June 2007, consultabile in www.bp.com/centres/energy/. Si veda anche retro, nota 4.

(16) Si vedano, a titolo di esempio tra i molti: T. AEPPEL, *Nuclear-Power Industry Enjoys Revival 30 Years After Accident*, in *Wall Street Journal* 28 marzo 2009, p. A3, consultabile in <http://online.wsj.com/article/SB123820275563962721.html#printMode>; J. EMAPAK, *Nuclear Power Could See Revival*, in *International Business Times* 13 luglio 2010, consultabile in www.ibtimes.com/articles/35195/20100713/nuclear-power-could-see-revival.htm.

anche a fronte del fallimento precedente, questa rinascita: il cambiamento climatico e l'aspetto geopolitico.

Vediamoli separatamente.

4. *Nucleare e cambiamento climatico.*

Gli impianti alimentati a carbone, a gas naturale e, in piccola misura, a petrolio forniscono attualmente circa l'83% del fabbisogno mondiale di elettricità, provocando il 30% delle complessive emissioni di gas serra responsabili del cambiamento climatico. Poiché, secondo i suoi sostenitori, l'energia nucleare non produce emissioni di gas serra, i vantaggi dell'utilizzo di quest'ultima per ridurre l'impatto sul clima sono evidenti (17).

Energia nucleare o cambiamento climatico: questa è l'alternativa — improponibile negli anni Cinquanta e Sessanta allorché del cambiamento climatico ben poco si sapeva — che ha sorretto e lanciato il *revival* dell'energia nucleare. Il messaggio in sostanza è questo: chi non vuole il cambiamento climatico deve essere a favore dell'energia nucleare. In realtà una riduzione nei prossimi decenni del 25% delle emissioni di gas serra provocate dalla produzione di elettricità a seguito dell'impiego di energia nucleare porterebbe — tenuto conto dell'aumento del fabbisogno (18) — ad una riduzione di poco superiore al 5% delle emissioni determinate da tutte le attività umane complessivamente considerate (19): risultato importante, ma non tale

(17) Sui vantaggi ambientali dell'energia nucleare rispetto al carbone si sofferma F. BOSSELMAN, *The New Power Generation: Environmental Law And Electricity Innovation: Colloquium Article: The Ecological Advantages Of Nuclear Power*, in *New York University Law Journal* 15, 2007, p. 1.

(18) Secondo proiezioni della International Energy Agency Global dell'ottobre 2010, la domanda di energia è destinata ad aumentare del 35% tra il 2008 e il 2035; oltre il 90% dell'aumento del fabbisogno si concentrerà nelle economie emergenti: si veda *World Primary Energy Demand*, in *The Economist* 11 novembre 2010, in www.economist.com/node/17465417. In proposito, va ricordato che nel documento quadro per una azione in tema di energia approvato nel 2002 alla conferenza di Johannesburg si afferma che l'« *energia, ancorché non costituisca un diritto umano di base, è cruciale per il raggiungimento di tutti gli altri diritti umani: la mancanza dell'accesso a diversi e disponibili servizi energetici implica il mancato riconoscimento dei bisogni primari* ». È stata così sostenuta la necessità di sviluppare un adeguato quadro normativo a livello internazionale che inserisca il diritto all'energia nell'ambito dei diritti umani come parte integrante della tutela accordata ai diritti socio-economici. Si veda WEHAB WORKING GROUP, *A Framework for an Action on Energy*, Johannesburg 2002; si veda anche L. DELL'AGLI, *L'accesso all'energia elettrica come diritto umano fondamentale per la dignità della persona umana*, in questa *Rivista*, 2007, p. 713.

(19) È un'osservazione presente in molti scritti di oppositori dell'impiego del

da poter qualificare l'energia nucleare come lo strumento per contenere il cambiamento climatico.

Il messaggio ha tuttavia ottenuto l'adesione di molti ambientalisti: tra questi, personaggi prestigiosi come Patrick Moore, uno dei fondatori di Greenpeace, James Lovelock, l'ideatore della teoria di Gaia, la concezione della Terra come un organismo vivente e Steward Brand, uno dei fondatori del movimento ambientalista statunitense (20).

Per questa ragione, l'IPCC, l'organizzazione scientifica costituita nell'ambito delle Nazioni Unite per lo studio del cambiamento climatico ha osservato che « l'energia nucleare potrebbe offrire un crescente contributo in futuro per fornire elettricità pulita ». Analogamente, secondo uno studio del World Economic Forum del 2008, l'energia nucleare è « probabilmente l'opzione migliore attualmente disponibile per produrre elettricità senza emissioni di gas serra ». A conferma di queste affermazioni, un rapporto del MIT del 2003 ha ipotizzato che la crescita della domanda di elettricità nei prossimi decenni potrebbe essere soddisfatta con la realizzazione di 1500 GW entro il 2050, senza alcun impatto negativo sul clima (21).

Non si contano i documenti e i rapporti ufficiali provenienti da agenzie o organizzazioni direttamente o indirettamente collegate con lo sviluppo dell'industria nucleare che offrono stime e previsioni ottimistiche sui benefici per il contenimento del cambiamento climatico di un forte impulso alla produzione di elettricità per mezzo di centrali nucleari (22). Ecco pochi esempi.

Un rapporto del 2009 della NEA, l'organizzazione che si occupa dell'energia atomica nell'ambito dell'OECD, osserva che nel giro dei prossimi 40 anni l'energia nucleare potrebbe soddisfare il 25% del bi-

nucleare: si veda per esempio J. GREEN, *Nuclear Power and Climate Change*, in www.energyscience.org.au/FS03%20Nucl%20Power%20Clim%20Chng.pdf. L'Autore è un consulente della NGO Friends of the Earth.

(20) « Il nucleare è verde perché fornisce molta elettricità senza emissioni di gas serra e perché ha un impatto ambientale drasticamente minore del suo diretto competitor, vale a dire gli impianti a carbone »: si veda l'intervista a S. BRAND su *La Stampa* 3 novembre 2010; di S. BRAND si veda anche *Una cura per la terra*, Codice, 2010.

(21) J. DEUTCH-E. MONIZ ed altri, *The Future of Nuclear Power. An interdisciplinary MIT study*, MIT 2003 in <http://web.mit.edu/nuclearpower/>.

(22) È bene precisare subito che dati, statistiche e previsioni provenienti da queste fonti, ancorché spesso accreditate con il timbro dell'« ufficialità », debbono essere valutate con grande cautela e sono giudicate dagli esperti indipendenti tutt'altro che attendibili. Allo stesso modo, sono sempre state inattendibili e volutamente alterate le statistiche e le previsioni concernenti le riserve esistenti, stimate o presunte di petrolio provenienti da organi ufficiali. Ovviamente, questo non implica che si debba necessariamente prestare fede ai dati e alle previsioni provenienti da fonti che fanno riferimento ad oppositori del nucleare.

sogno mondiale di elettricità — rispetto a poco meno del 15% nel 2007 e al 17% nel 2000 (23) — determinando una consistente riduzione delle emissioni climaticamente dannose (24). La World Nuclear Association ha inoltre stimato che le centrali nucleari attualmente in funzione riducono di oltre il 20% le emissioni di gas serra derivanti dalla produzione di elettricità (25); di conseguenza, un aumento del numero o della potenza delle centrali porterebbe a consistenti benefici climatici (26).

A questo proposito, secondo l'australiano Uranium Information Centre (le cui funzioni di ricerca e informazione sono state trasferite nel 2008 alla World Nuclear Association), un raddoppio dell'elettricità prodotta con l'energia nucleare (portandola quindi a coprire oltre il 30% del fabbisogno complessivo) potrà ridurre le emissioni di gas serra dovute alla produzione di elettricità del 25% (il che, val la pena di ricordarlo ancora, porta ad una riduzione di circa il 5% delle emissioni di gas serra complessive) (27).

(23) Il dato è in BP, *Statistical Review of World Energy*, June 2007, consultabile in www.bp.com/centres/energy/.

(24) NEA-OECD, *Nuclear Energy in Perspective*, dicembre 2009 in www.nea.fr/press/in-perspective/addressing-climate-change.pdf.

(25) WORLD NUCLEAR ASSOCIATION, *Nuclear Energy and Climate Change*, in www.world-nuclear.org/climatechange/. Un dato simile è in SMIL, cit., p. 313: se l'elettricità ottenuta nel 2000 con l'energia nucleare fosse stata prodotta con combustibili fossili, le emissioni causate dalla produzione di elettricità a livello globale sarebbero aumentate di almeno 1/3 del totale.

(26) Naturalmente, un'effettiva incidenza del nucleare per ridurre il cambiamento climatico dipende anche dalla quantità di centrali nucleari realizzate. Su scala globale, il Rapporto MIT del 2003 calcola che realizzando 1000 nuove centrali entro il 2050 si potrebbe soddisfare la crescente domanda di elettricità senza aumento delle emissioni di gas serra. Questo però significa che, a partire dal 2010, solo per mantenere l'impatto del cambiamento climatico provocato dalla produzione di elettricità allo stato attuale, dovrebbero essere realizzate due nuove centrali nucleari al mese per i prossimi quarant'anni: un obiettivo certamente irrealizzabile (naturalmente, un numero di centrali nucleari ben più elevato dovrebbe essere realizzato per ridurre il cambiamento climatico). Per ciò che riguarda l'Italia, secondo un recente studio una copertura del 25% del fabbisogno nazionale di elettricità con energia nucleare ridurrebbe in modo assai consistente le attuali emissioni di CO₂ in questo settore: vedi *The European House - AMBROSETTI, Il nucleare per l'economia, l'ambiente e lo sviluppo*, 2010, pp 17/18. La ricerca è una dichiarata presa di posizione a sostegno del nucleare, nonostante si definisca « indipendente » (« Executive Summary », p. 12): è del resto reso evidente dal titolo (che abbiamo citato nell'introduzione), dagli enti che la hanno commissionata - ENEL e EDF - e dalla composizione del « Comitato guida », formato, tra l'altro, da rappresentanti dell'Agenzia internazionale per l'Energia, dell'ENEL, di Edf-Italia del Ministero dello sviluppo economico, tutti direttamente coinvolti nello sviluppo del nucleare, sembra difficile che questa ricerca possa essere considerata « indipendente », come si afferma nell'« Executive Summary », p. 3.

(27) I. HORE-LACY, *Nuclear wagon gathers steam*, in *Courier Mail* 4/5/2006, in www.thecouriermail.news.com.au/story/0,20797,19021383-271_97,00.html.

Infine, secondo uno studio predisposto dall'azienda svedese Vattenfall, l'elettricità proveniente da impianti nucleari, se si usino le migliori tecnologie disponibili e uranio della migliore qualità, produce 1/100 delle emissioni provenienti dagli impianti basati su gas naturale (28). Secondo questo studio, l'elettricità proveniente da impianti nucleari produce emissioni in quantità inferiori anche ad ogni altro sistema di produzione di energia, compresi l'eolico e il solare (tenendo conto, come si è detto, dell'intero processo di produzione) (29).

Molti ritengono inattendibili questi dati in quanto essi non operano una valutazione onnicomprensiva dell'impatto provocato sul clima dall'uso dell'energia nucleare, ma prendono in considerazione solo la fase operativa delle centrali, quella di produzione dell'elettricità, omettendo di computare le emissioni di gas serra determinate dalla costruzione e dal mantenimento in esercizio dei reattori; quelle provocate dall'estrazione dell'uranio e dai procedimenti richiesti per trasformarlo in combustibile per i reattori (variabili, in modo anche rilevante, con riferimento alle modalità di estrazione del minerale, alla sua qualità e alle tecnologie utilizzate per portare a termine l'arricchimento); infine quelle prodotte al termine della vita della centrale, per lo smantellamento (il c.d. *decommissioning*) degli impianti e lo smaltimento delle scorie.

Secondo uno studio effettuato su incarico dei Verdi del Parlamento europeo, le emissioni di CO₂ provocate dall'intero ciclo di vita dell'uranio — dalla sua estrazione al suo completo uso — sono tra 1/3 e la metà delle emissioni di un impianto alimentato a gas naturale di potenza equivalente. Addirittura, secondo questo studio, le emissioni di CO₂ di un impianto nucleare divengono comparabili a quelle di un impianto alimentato a gas naturale se si impieghi uranio di bassa qualità che richiede quindi un maggiore dispendio di energia per essere utilizzato (30).

(28) Precisamente 3,3 gr. di CO₂ prodotta per KW/ora di elettricità proveniente dal nucleare contro 400 gr. di CO₂ in caso di impiego di gas e 700 gr di CO₂ in caso di impiego di carbone. In realtà, l'uranio utilizzato come combustibile nucleare nei reattori deve essere puro in quanto la presenza di eventuali impurità ne renderebbe impossibile l'utilizzo. Diverso è invece il grado di purezza dell'uranio reperibile nei giacimenti minerari, che può richiedere diversi costi di estrazione e di purificazione prima del trattamento di arricchimento isotopico richiesto per la fabbricazione degli elementi di combustibili nucleari.

(29) In <http://nuclearinfo.net/Nuclearpower>. Le informazioni sul sito provengono dalla Facoltà di Fisica dell'Università di Melbourne.

(30) Cfr. J. WILLEM STORM - P. SMITH, *Nuclear Power: the energy balance*, in www.stormsmith.nl.

Aderendo alle conclusioni di questo studio, un Rapporto di un Gruppo di esperti di Oxford afferma che il contributo dell'energia nucleare alla riduzione del cambiamento climatico deve considerarsi di scarsa rilevanza (negligible) (31).

Queste conclusioni sono a loro volta criticate da autori secondo i quali le emissioni di CO₂ provocate dall'impiego di energia nucleare, anche se si adotta una valutazione onnicomprensiva dell'intera catena energetica, restano enormemente più basse di quelle prodotte dal carbone (tuttavia dalle varie ricerche sul tema non è possibile comprendere se vi sia omogeneità tra gli elementi considerati nelle varie valutazioni onnicomprensive) (32).

Inoltre, non va dimenticato che una valutazione onnicomprensiva non viene compiuta, in genere, neppure per gli altri modi di produzione dell'elettricità: sono infatti solitamente valutate le emissioni provocate dall'utilizzazione del carbone o del gas naturale per produrre elettricità, ma non si tiene conto delle emissioni provocate dalla loro estrazione né nel corso delle operazioni di trasporto dal luogo di estrazione al luogo ove questi combustibili sono utilizzati.

Effettuare una valutazione onnicomprensiva per la sola energia nucleare e non per le altre forme di produzione dell'elettricità porta, come ovvia conseguenza, a una distorta comparazione tra fattori non omogenei.

5. *Nucleare e sicurezza delle forniture.*

La rinascita del nucleare è stata poi sorretta da considerazioni di carattere strategico e geopolitico.

Già in passato, soprattutto dopo la prima crisi petrolifera del 1973, era chiaro che l'energia nucleare presentava grandi vantaggi strategici: i combustibili fossili erano collocati in gran parte in Paesi ritenuti instabili e inaffidabili, mentre l'uranio si trova in abbondanza in Paesi politicamente sicuri e stabili, come l'Australia e il Canada.

Oggi si aggiunge la consapevolezza che l'era del petrolio sta giungendo alla fine con inevitabili ripercussioni anche sulla produzione di elettricità (pur essendo questa ottenuta, come già si è detto, principalmente con il carbone e con il gas naturale) (33). Un futuro

(31) F. BARNABY - J. KEMP, *Secure energy? Civil nuclear power, security and global warming*, Oxford Research Group 2007, p. 12.

(32) Su veda V. SMIL, cit., p. 313. Le conclusioni di STORM e SMITH sono contestate anche in WORLD NUCLEAR ASSOCIATION, *Energy Analysis of Power Systems*, consultabile in www.world-nuclear.org/info/printable_information_papers/inf11print.htm.

(33) Secondo un Rapporto dell'Agenzia internazionale per l'energia (IEA) del-

con approvvigionamenti di petrolio sempre più scarsi, a costi sempre più cari e con conflittualità sempre più inevitabili è ormai prossimo (34) e lo scenario è ancor più preoccupante per i Paesi, come il nostro, il cui bilancio energetico dipende in massima parte proprio dall'importazione di petrolio e degli altri combustibili fossili tradizionali.

In realtà, non è prossimo all'esaurimento il carbone: il rapporto tra riserve accertate e produzione indica che dovrebbe esservi ancora carbone fra duecentocinquanta anni. Ma il carbone è anche il combustibile ambientalmente e climaticamente più dannoso (produce emissioni di CO₂ doppie di quelle prodotte dal petrolio) sicché la sua utilizzazione per la produzione di elettricità, a meno di non ottenere « carbone pulito » per mezzo di innovazioni tecnologiche che ne riducano l'impatto climatico, dovrà essere progressivamente ridotta per evitare gravi conseguenze climatiche (35).

L'altro combustibile fossile usato per generare elettricità, il gas naturale, non produce inquinamento atmosferico ed è climaticamente meno dannoso del petrolio. Inoltre, le riserve conosciute non

l'ottobre del 2010, il culmine della produzione di petrolio si è verificato nel 2006 con 70 milioni di barili al giorno e si ridurrà a 69 milioni verso il 2015 e a 30 milioni di barili al giorno nel 2030. La produzione di petrolio è diminuita negli ultimi tre anni del 6,7% all'anno: sarebbe quindi necessario individuare nuovi giacimenti che producano almeno 5 milioni di barili all'anno per compensare la diminuzione. Si può trovare, ma a costi nettamente superiori agli attuali. Lo stesso Rapporto prevede che già nel 2025, in mancanza di fonti di energia sostitutive, il costo del petrolio salirà oltre i 200 dollari al barile. Nel 2035 il fabbisogno di petrolio sarà di 110 milioni di barili al giorno, 80 milioni di barili oltre l'offerta disponibile. La differenza tra domanda e offerta, se si vuole soddisfare il fabbisogno di energia, dovrà essere colmata con energie rinnovabili, gas naturale e petrolio tratto da fonti non convenzionali, a costi assai superiori a quelli attuali.

(34) La letteratura sul punto è abbondante. Per tutti, si veda L. MAUGERI, *L'era del petrolio*, Feltrinelli 2006.

(35) Sono in fase di avanzato studio, e alcune in fase di limitata applicazione già da alcuni anni, numerose tecnologie — denominate *CO₂ capture and storage* (CCS) — di gassificazione del carbone con processi che permettono di estrarre la CO₂ prima dell'uso e di depositarla in apposite discariche sotterranee. Sono tecniche allo stato — e prevedibilmente almeno per il prossimo decennio — costose e quindi non competitive. Si veda lo studio dell'INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC), *Carbon Dioxide Capture and Storage*, Cambridge University Press 2005, consultabile in http://www.ipcc.ch/pdf/special-reports/srccs/srccs_wholereport.pdf. L'Unione Europea ha inserito tra i propri programmi di contenimento del cambiamento climatico lo sviluppo di queste tecniche, adottando un'apposita direttiva che dovrà essere recepita dagli Stati membri entro il 2011: si tratta della direttiva 31/EC del 23 aprile 2009 sul deposito geologico della CO₂. Vari Stati hanno già sviluppato autonome politiche di sviluppo delle tecniche CCS. Solo in Norvegia la tecnologia ha avuto attuazione, ed è utilizzato un deposito collocato a circa 1000 m. di profondità. In generale su queste tecniche, si veda www.greenfacts.org/en/co2-capture-storage/index.htm.

sono ancora prossime all'esaurimento. L'utilizzazione di questa risorsa avrà quindi un sicuro forte incremento, sia per far fronte all'incremento del fabbisogno di elettricità, sia per sostituire gli impianti a carbone (finché non saranno ancora sviluppate le tecnologie di carbone pulito).

Esso, tuttavia, pone problemi strategici e geopolitici non diversi dal petrolio sia perché è concentrato in gran parte in Stati ritenuti dai consumatori occidentali di energia non affidabili sia per le difficoltà di trasporto: i gasdotti internazionali sono esposti a conflitti e ritorsioni che possono provocare conseguenze anche a Paesi estranei (come è accaduto nel 2009, allorché la Russia nel corso di uno scontro commerciale con l'Ucraina, ha bloccato il flusso di rifornimenti verso l'Europa), mentre il trasporto allo stato liquido pone gravi problemi di sicurezza, oltretutto di filiera produttiva.

La scelta di inserire tra le varie forme di produzione dell'elettricità anche l'energia nucleare appare quindi una scelta strategica razionale, soprattutto per i Paesi non dotati di riserve autonome di combustibili fossili, per sottrarsi alla ricattabilità, economica, ma anche politica, da parte dei Paesi che avranno il controllo delle residue riserve mondiali di petrolio in un mondo nel quale il consumo di energia è destinato ad aumentare (36).

Molti osservano però che anche per il combustibile nucleare si presenteranno, in breve tempo, soprattutto nel caso di un consistente aumento dei consumi, gli stessi problemi posti oggi dal petrolio.

Secondo un rapporto elaborato congiuntamente nel 2001 da un'agenzia indipendente dell'OCSE, la Nuclear Energy Agency, NEA e dall'IEA, le riserve di uranio a livello globale a costi convenienti ammontano a 3 o 4 milioni di tonnellate (37): nel 2007, il « Red Book », che costituisce il documento di riferimento più affidabile su questo argomento, aggiornato periodicamente, ha portato le riserve a 4.7 milioni di tonnellate, includendo però anche riserve sfruttabili a costi più elevati. Nessun nuovo giacimento risulta scoperto dal 2005. Il medesimo Red Book stima le riserve prevedibili ma ancora non scoperte in circa 10 milioni di tonnellate (38). In effetti la ricerca di

(36) Specificatamente sui benefici geopolitici dell'uso dell'energia nucleare per l'Italia si veda *Rapporto Ambrosetti*, cit., cap. 5, p. 117 e segg. È previsto un aumento del 50% del consumo di energia mondiale tra il 2005 e il 2030: vedi U.S. Department of Energy, *International Energy Outlook*, settembre 2008 in [www.eia.doe.gov/oiaf/ieo/pdf/0484\(2008\).pdf](http://www.eia.doe.gov/oiaf/ieo/pdf/0484(2008).pdf).

(37) NUCLEAR ENERGY AGENCY, *Nuclear Power in the OECD*, OECD /IEA Parigi 2001, in www.iaea.org/textbase/nppdf/free/2000/nuclear2001.pdf.

(38) OECD, NEA, IAEA, « *Uranium 2005: Resources, Production and Demand. The Red Book* », 21st ed., 2006.

nuovi giacimenti, praticamente cessata allorché non vi erano prospettive di un incremento delle centrali nucleari, potrebbe ampliare le riserve disponibili, anche se l'uranio avrebbe costi ben superiori a quelli attuali.

In definitiva, il combustibile nucleare è una risorsa abbondante, ma non illimitata: se si considera che nel 1998 il consumo è stato di circa 60.000 tonnellate all'anno, l'uranio disponibile sarà esaurito, senza alcun incremento di consumo, prima della conclusione di questo secolo. Ma non bisogna dimenticare la regola secondo cui una risorsa, quanto più è utile, tanto più viene consumata velocemente: la realizzazione di molti nuovi reattori potrebbe portare all'esaurimento delle riserve di uranio conosciute o comunque agevolmente utilizzabili nello spazio di pochi decenni. In effetti, il prezzo dell'uranio è, nel corso del 2010 e 2011, in continua crescita.

Tuttavia, proprio questa prospettiva sta promuovendo nuovi orizzonti di ricerca, dei quali il più promettente è l'estrazione dell'uranio dalle ceneri del carbone. È in quantità assai minori che non nei minerali che lo contengono, ma non richiede attività mineraria, e questo potrebbe renderne l'estrazione competitiva (39).

6. *I freni al rilancio del nucleare: gli aspetti ambientali.*

Sui due aspetti che abbiamo appena esaminato si è fondato, come detto, il rilancio del nucleare; nello stesso tempo hanno operato da freno altri due aspetti che già in passato avevano contribuito al suo declino e che non sono tuttora risolti: la sicurezza e lo smaltimento delle scorie radioattive (40).

Quanto al primo aspetto, l'industria nucleare garantisce che molti passi avanti siano stati fatti rispetto al passato e che i reattori di nuova generazione siano più sicuri rispetto a quelli installati negli anni Sessanta e Settanta del secolo scorso (41).

(39) Si veda *Rising from the ashes. Coal ash, fertiliser and even seawater may provide nuclear fuel*, in *The Economist* 8 aprile 2010 consultabile in www.economist.com/research/articlesBySubject/displaystory.cfm?subjectid=821240&story_id=E1_TVRGVNRD.

(40) Entrambi gli aspetti sono stati posti in evidenza dal Rapporto MIT. Lo studio, seppur favorevole ad una ripresa del nucleare negli Stati Uniti, osservava che le prospettive dell'energia nucleare sono limitate, tra l'altro, dalla difficoltà di garantire la sicurezza delle popolazioni interessate e dalla irrisolta questione dello smaltimento delle scorie.

(41) I più importanti costruttori (le americane Westinghouse e General Electric e la giapponese Toshiba) prevedono l'installazione di sistemi di « sicurezza passiva »

Tuttavia i problemi sono inevitabilmente destinati ad aumentare con l'aumento del numero dei reattori in attività e con l'aumento della loro potenza. Se l'energia nucleare avrà uno sviluppo pari a quello prospettato dai suoi sostenitori, con la realizzazione di molte centinaia di nuove centrali, nei Paesi più popolati — e quindi in tutti gli Stati europei — non vi saranno praticamente aree non sottoposte a rischi più o meno elevati (42).

Questo aspetto assume rilevanza sotto due profili.

Da un lato, per i costi necessari per predisporre strutture e organizzazioni volte ad informare e a proteggere le popolazioni coinvolte, a contenere gli effetti di eventuali incidenti, a garantire i necessari interventi di urgenza prima e di assistenza poi (43).

D'altro lato, per la prevedibile ostilità delle popolazioni interessate e quindi, ancora una volta, per i costi e i problemi che il superamento di questa ostilità comporta (44). Se si considera l'effetto NIMBY che provoca nelle collettività interessate la collocazione di impianti sostanzialmente poco pericolosi come i depuratori, i termovalorizzatori o anche solo una centrale elettrica alimentata con combustibili tradizionali, è facile prevedere che sarà ben più impegnativa da superare l'opposizione alla ubicazione di una centrale nucleare.

che bloccano automaticamente il funzionamento della centrale in presenza di anomalie. Si veda in proposito M. D. CARELLI, *IRIS: A global approach to nuclear power renaissance* in *Nuclear News*, settembre 2003, p. 32 e segg.

(42) A questo proposito, le disposizioni vigenti negli Stati Uniti definiscono due zone di emergenza: la prima, per la quale devono essere predisposti e operativi piani di evacuazione, è un cerchio con un raggio di circa 15 km intorno all'impianto, dove le popolazioni corrono seri rischi di contaminazione in caso di incidente; la seconda, un cerchio esteso per un raggio di circa 75 km intorno all'impianto, ricomprende le aree dove possono essere contaminate le coltivazioni, gli animali di allevamento e le risorse naturali: si veda, anche per ulteriori riferimenti L. SIRICO JR., *Stopping Nuclear Power Plants: A Memoir*, in *Villanova University School of Law Public Law and Legal Theory Working Paper* No. 2010-09, febbraio 2010.

(43) La valutazione di questi aspetti è sempre assente nelle stime dei costi correlati all'impiego dell'energia nucleare.

(44) Certamente, la percezione del pericolo è eminentemente soggettiva, ed è influenzata da molti fattori culturali, lavorativi, di relazioni sociali e famigliari e poi dai mass media e dalle manipolazioni dei mezzi di comunicazione. Pur non essendo ancora del tutto chiaro in che modo le singole persone concepiscano i vari rischi, alcune conclusioni sono ormai ritenute ragionevolmente certe: la tendenza a sovrastimare i rischi più rari e a sottostimare quelli più comuni, la tendenza a temere maggiormente incidenti di grandi dimensioni invece di più incidenti di minori dimensioni, la tendenza a temere rischi che vengono imposti e non volontariamente accettati e la tendenza a sovrastimare rischi nuovi rispetto a rischi cui si è assuefatti. Si veda con specifico riferimento alla percezione del rischio derivante dall'energia nucleare A. LEITER, *The Perils of a Half-Built Bridge: Risk Perception, Shifting Majorities, and the Nuclear Power Debate*, in *Ecology Law Quarterly*, 35, 2008, p. 31.

Sostanzialmente irrisolto resta poi il problema del deposito e dello smaltimento delle scorie radioattive.

Anche in questo caso ci sono prospettive migliori rispetto al passato: l'industria nucleare francese ha messo a punto delle tecniche di riciclo del materiale radioattivo che permettono di ridurne il quantitativo in modo significativo. Secondo il Rapporto Ambrosetti la tecnologia di riprocessamento di questo materiale e il suo riciclo nella fabbricazione di nuovo combustibile è ormai matura (45).

Questo ottimismo è però tutt'altro che condiviso. Prima di tutto perché il riciclo è solo parziale (46); poi perché i costi sono elevati e i benefici così ridotti che il Rapporto del MIT e molti esperti ne sconsigliano l'adozione (47). A ciò va aggiunto che le tecnologie per il riprocessamento richiedono ancora almeno 15 o 20 anni per poter giungere alla fase di una concreta applicazione (48). La soluzione preferibile quindi resta ancora la collocazione delle scorie radioattive in appositi depositi sotterranei (49). È stata la soluzione prescelta nel 1982 dagli Stati Uniti: con un'apposita legge federale, il Nuclear Waste Policy Act, sono stati individuati dapprima nove possibili siti, ridotti nel 1985 a tre, poi nel 1987 a uno solo, Yucca Mountain nel deserto del Nevada, definitivamente approvato nel 2002 dove avrebbero dovuto essere collocate, a 300 metri di profondità, 70.000 tonnellate di scorie radioattive. Ma il progetto, a otto anni di distanza, sembra sempre meno realizzabile e le scorie sembrano destinate a rimanere per un tempo indefinito custodite in depositi provvisori: uno dei più prestigiosi esperti di diritto ambientale ha recentemente affermato che « la politica e la normativa ambientale degli Stati Uniti riguardanti le scorie radioattive può definirsi in bancarotta » (50). Anche in Italia si

(45) AMBROSETTI, cit., p. 21.

(46) Sottolinea ALLÈGRE, cit., che non bisogna farsi illusioni, il riciclo non potrà mai essere totale.

(47) Il riciclo ha attualmente tre limiti: i costi dell'operazione superano abbondantemente il valore del combustibile ottenuto, la quantità di scorie di plutonio residua dopo il riciclo è comunque elevata e, infine, i residui possono essere utilizzati per costruire bombe nucleari sicché sono necessari costi aggiuntivi per custodire i depositi: si veda F. N. VON HIPPEL, *Nuclear Fuel Recycling: More Trouble Than It's Worth* in *Scientific American*, aprile 2008 www.sciam.com/article.cfm?id=rethinking-nuclear-fuel-recycling&page=1; vedi anche Rapporto MIT, cit. e M. P. MAARBJERG, cit., p. 133.

(48) Su questo punto e più in generale su tutte le critiche e i limiti del riciclo vedi R. B. STEWART, *U.S. Nuclear Waste law and policy: fixing a bankrupt system*, in *Public Law & Legal Theory Research Paper Series Working N. 9-28* e *New York University School of Law*, maggio 2009, p. 802 e ss.

(49) È la soluzione preferibile anche dal punto di vista etico, tenendo conto degli interessi delle future generazioni, secondo ALLÈGRE, cit., p. 2.

(50) R. B. STEWART, cit.

è ancora alla ricerca di una sistemazione definitiva delle poche scorie prodotte nel breve periodo in cui le centrali esistenti sono rimaste in funzione (80.000 metri cubi di materiale): l'area ritenuta idonea a Scanzano Ionico è stata abbandonata per la rivolta degli abitanti (51). In effetti, l'opposizione NIMBY è ancora più difficile da superare per il deposito delle scorie di quanto non sia per la collocazione delle centrali. Anche la soluzione ideata dal Giappone di offrire un forte incentivo (circa 17 milioni di dollari all'anno) alle municipalità che avessero ospitato le scorie sul suo territorio non ha avuto successo: un'unica municipalità ha accettato l'offerta, ma ha dovuto fare marcia indietro per le proteste dei cittadini (52).

Così sono attualmente collocate per la maggior parte in depositi provvisori, in attesa di sistemazione, le scorie radioattive annualmente prodotte dalle centrali in funzione: circa 10.000 tonnellate all'anno.

7. *Un primo provvisorio bilancio.*

Tenendo conto delle diverse opinioni in merito, dei dati contrastanti, e spesso diametralmente opposti, offerti dai sostenitori delle diverse tesi e della difficoltà di effettuare valutazioni comparative, la scelta di sopperire al crescente fabbisogno di elettricità nei prossimi decenni anche mediante l'energia nucleare non può essere considerata irragionevole.

L'energia nucleare offre infatti la possibilità di contenere il cambiamento climatico (seppur probabilmente non nella misura rivendicata dai suoi sostenitori) e di ridurre la dipendenza geopolitica dei Paesi sprovvisti di autonome risorse di combustibili fossili.

D'altro canto, se si tiene conto dei disastri climatici, ambientali e sociali provocati dal carbone, nonché delle migliaia di vittime umane che richiede ogni anno la sua estrazione, sia per gli incidenti che a seguito delle malattie indotte dal lavoro nelle miniere (lontane quasi sempre dai nostri occhi, ma non per questo meno rilevanti), gli aspetti di sicurezza e di collocazione delle scorie posti dal nucleare si ridimensionano e appaiono ampiamente sopportabili.

(51) Secondo l'ENEL la produzione annua di rifiuti radioattivi da una centrale nucleare sarebbe di 9 m³ per quelli ad alta radioattività, 20 per quelli a media radioattività e 60 per quelli a bassa radioattività. Questo significa che le scorie complessivamente prodotte dalle otto centrali nell'arco di 30 anni ammonterebbero a 2.000 m³ ad alta radioattività, circa 4.800 a media radioattività e circa 14.000 a bassa radioattività: vedi ENEL, *SetteGreen*, 2 dicembre 2010.

(52) J. KANTER, *Radioactive Nimby: No One Wants Nuclear Waste*, in *New York Times*, 7 novembre 2007 in www.nytimes.com/2007/11/07/business/businessspecial3/07nuke.html.

Naturalmente, nessuno ha sostenuto, e neppure immaginato, che l'energia nucleare possa da sola soddisfare il bisogno di elettricità globale; abbiamo visto che, nelle ipotesi più favorevoli, essa potrà garantire una quota dell'energia elettrica necessaria, insieme ad altre fonti, comprese le energie rinnovabili.

In altri termini, sia a livello globale che a livello nazionale la rinascita dell'energia nucleare deve essere inserita in una politica che sviluppi, a livello di ricerca, a livello di sperimentazione e poi a livello di attuazione, tutte le tecnologie disponibili per soddisfare i bisogni energetici dei prossimi decenni.

A questo proposito, uno studio del 2004 che ha avuto vasta risonanza ha concluso che i metodi di produzione di elettricità già attualmente utilizzabili (avendo già superato la fase della ricerca e della sperimentazione), seppur insufficienti singolarmente presi, possono congiuntamente garantire che per i prossimi cinquant'anni il fabbisogno mondiale sarà soddisfatto (53). I due Autori hanno così utilizzato le modalità di produzione disponibili e le modalità di risparmio realizzabili — quindici in tutto — per costruire una « tavolozza energetica » che dovrebbe raggiungere il doppio obiettivo di non aumentare il cambiamento climatico e di produrre il quantitativo di energia necessario nel prossimo mezzo secolo; nella tavolozza sono incluse varie energie rinnovabili, le tecniche per aumentare l'efficienza e l'economicità degli immobili e delle attività (sui cui molto insiste l'Unione Europea tenuto conto del costo ridotto e spesso nullo), e anche l'energia nucleare al fine di raddoppiare il quantitativo di elettricità prodotta dalle centrali nucleari attualmente in funzione.

Nella formulazione di questa proposta i due Autori non hanno però preso in considerazione gli aspetti economici e quindi i costi e i risparmi indotti dai vari interventi: un aspetto che ha assunto un peso via via crescente nel dibattito sul rilancio del nucleare.

Infatti, gli elementi che abbiamo sinora preso in considerazione, se possono indurre a preferire la soluzione del nucleare rispetto al carbone o al gas naturale, non sono determinanti per preferire il nucleare rispetto a soluzioni basate su fonti rinnovabili: queste ultime, infatti, offrono vantaggi almeno uguali, e forse maggiori, sia

(53) S. PACALA - R. SOCOLOW, *Stabilization Wedges: Solving the Climate Problem for the Next 50 Years with Current Technologies*, in *Science*, 13 agosto 2004, p. 968-972. Questa tesi è stata oggetto di una approfondita critica da parte di MARTIN HOFFERT, *Low-Carbon Sustainable Energy in the Greenhouse Century?*, *Alternative Energy Action Network*, 10 febbraio 2005, in www.altenergyaction.org/mambo/index.php?option=com_content&task=view&id=20&Itemid=2, secondo il quale per raggiungere l'obiettivo del soddisfacimento del bisogno energetico mondiale fra 50 anni è necessario un forte sviluppo della ricerca per la messa a punto di nuove tecnologie energetiche.

sotto il profilo del contenimento del cambiamento climatico, sia sotto il profilo geopolitico mentre non pongono alcuno dei problemi che hanno sinora frenato la rinascita nucleare.

Se si prendono in considerazione le energie rinnovabili e le possibili tecnologie rivolte all'uso di « carbone pulito », la scelta tra queste e il nucleare deve essere compiuta tenendo conto di altri due criteri: il costo degli investimenti e la loro concreta utilizzabilità nei prossimi decenni.

8. *Gli aspetti economici.*

Abbiamo visto che sono stati i problemi di carattere economico, oltre che politico, che hanno indotto negli anni Ottanta all'abbandono del nucleare, sia pure in uno scenario politico, economico e ambientale assai diverso, ma anche in assenza di prospettive di sviluppo delle energie rinnovabili (54).

Sono di nuovo questi problemi che hanno rallentato la rinascita del nucleare, raffreddando molti entusiasmi iniziali e determinando la sospensione di molti progetti, ritardando quelli già avviati.

E sono proprio questi problemi che — secondo molti esperti — condurranno a un secondo, questa volta definitivo, accantonamento del nucleare (55): un rapporto pubblicato negli Stati Uniti nel giugno del 2008, riesaminando l'intera vicenda del *revival* del nucleare conclude — riecheggiando le considerazioni di Smil — che è improbabile che l'energia nucleare possa svolgere un ruolo preminente nello sforzo globale per contenere il cambiamento climatico (56).

Cominciamo con la storia di due impianti nucleari la cui realizzazione è stata avviata sull'onda della rinascita del nucleare.

Olkiluoto, Finlandia. Nel 2002 la Finlandia decide di costruire una nuova centrale per la produzione di 1600 MW. Il luogo prescelto è Olkiluoto, un'isola nel Mar Baltico. L'appalto è assegnato alla multinazionale francese Areva, che intende usare l'impianto di nuovissima generazione come una sorta di manifesto pubblicitario del *revival* nucleare. I lavori, a causa di difficoltà e imprevisti nella progettazione, cominciano tre anni dopo, nel 2005. La costruzione avrebbe dovuto essere conclusa in quattro anni, nel 2009, a un costo

(54) Per la verità, uno slancio verso lo sviluppo di energie rinnovabili si è verificato nel 1973 in occasione della prima crisi petrolifera, ben presto arenatosi allorché i prezzi dei combustibili fossili sono nuovamente diminuiti.

(55) D. BIELLO, *Will the Nuclear Power Renaissance Ever Reach Critical Mass?*, in *Scientific American* 21 maggio 2009, p. 40.

(56) J. ROMM, *The Self-Limiting Future of Nuclear Power*, Center for American Progress Action Fund, giugno 2008, p. 3.

di 3 miliardi di euro. Nell'ottobre del 2009 la data di ultimazione è collocata alla fine del 2012. Nell'estate del 2010 nessuno azzarda più previsioni. Nel frattempo, la stima dei costi dell'impianto è salita a 6 miliardi di euro, il doppio di quanto inizialmente previsto. Le perdite di Areva per essersi contrattualmente assunta la copertura di costi aggiuntivi ammontavano nel 2008 ad oltre un miliardo di euro (57).

Darlington, Ontario, Canada. Lo Stato canadese dell'Ontario, che già soddisfa il 50% del suo fabbisogno di elettricità con impianti di energia nucleare, ha approvato un piano per sostituire entro il 2014 tutti gli impianti a carbone, nell'ambito della propria politica di contenimento del cambiamento climatico. In attuazione di questo piano, nel marzo del 2008 ha indetto una gara d'appalto per assegnare la realizzazione di due impianti nucleari di nuova generazione vicino alla città di Darlington, in sostituzione dei vecchi impianti attualmente in funzione.

Tra le offerte pervenute solo Atomic Energy of Canada si è dichiarata disponibile ad assumersi il rischio di aumenti impreveduti dei costi, come richiesto nelle condizioni di partecipazione, indicando però un costo per la realizzazione dei due impianti di 26 miliardi di dollari, quasi quattro volte l'importo stimato dallo Stato (costi lievemente inferiori sono stati indicati da altri partecipanti alla gara, tra cui Westinghouse e Areva, ma entrambi si sono rifiutati di assumere integralmente il rischio di futuri aumenti dei costi).

In sostanza, ciascun KW prodotto dai nuovi impianti avrebbe un costo di 10.800 dollari, rispetto a 2.900 dollari per KW della stima iniziale e a 3.600 dollari per KW che erano stati indicati nel 2008 come il limite massimo oltre il quale l'investimento non sarebbe stato economico (58).

Nel luglio del 2009 la realizzazione degli impianti di Darlington è stata sospesa (59).

In entrambi i casi, per la gioia di tutti quelli che sono convinti che la storia si ripeta, i conti non tornano.

Qualcosa però è cambiato rispetto agli anni Cinquanta e Sessanta: mentre allora le stime proposte dai gruppi industriali e finan-

(57) È stato stimato che le perdite subite in Finlandia hanno già bruciato i guadagni di Areva nella realizzazione dei prossimi dieci impianti: si veda A. S. CHASSANY, *Areva to Settle Finnish Project Loss With Client TVO*, 16 ottobre 2008 consultabile in www.bloomberg.com/apps/news?pid=20601090&sid=aNHcrUQUJmu0.

(58) Sulla vicenda di Darlington si veda C.A. SEVERANCE, *Boiling The Frog: Nuclear Optimism Hides True Costs Till It's Too Late* in *Energy Economy Online*, 24 luglio 2009 consultabile in http://energyeconomyonline.com/Boiling_the_Frog.html.

(59) Un riassunto delle condizioni della gara e del suo svolgimento è in <http://news.ontario.ca/mei/en/2009/06/nuclear-procurement-project-update.html>.

ziari sostenitori dell'espansione dell'energia nucleare erano state prese per buone senza eccessive verifiche, questa volta molti istituti di ricerca pubblici e privati, esperti incaricati da società di consulenza finanziarie e tecnici designati da potenziali acquirenti dei nuovi reattori hanno verificato la capacità di sviluppo del nucleare e l'effettiva convenienza degli investimenti nel settore.

Nel 2003 il rapporto del MIT di cui si è già parlato conclude che l'energia nucleare avrà un ruolo importante, unitamente ad altri (tra cui le energie rinnovabili), per soddisfare in futuro i bisogni di energia senza aggravare il cambiamento climatico: il rapporto è spesso citato da sostenitori del nucleare, omettendo però di considerare che esso avverte che le previsioni sono ragionevoli purché siano soddisfatte due condizioni (60).

In primo luogo l'introduzione di una *carbon tax* o di un altro sistema che internalizzi i costi sociali e ambientali dei combustibili fossili o dia ad essi un prezzo (come per esempio l'introduzione di diritti di emissione), non potendo altrimenti divenire l'energia nucleare economicamente competitiva (pur essendo nettamente preferibile dal punto di vista ambientale) (61).

In secondo luogo, una progressiva riduzione dei costi unitari dell'energia prodotta (c.d. costi livellati) necessari per finanziare, costruire e mantenere una centrale nucleare, ritenuti eccessivi (62).

(60) *The future of nuclear power. An interdisciplinary MIT study*, MIT, Cambridge 2003, consultabile in <http://web.mit.edu/nuclearpower/>.

(61) Nello stesso senso si veda *Splitting the cost. Nuclear energy is unlikely to work without a carbon tax*, in *The Economist* 12 novembre 2009, consultabile in www.economist.com/research/articlesBySubject/displaystory.cfm?subjectid=821240&story_id=E1_TQRVJNRJ. Non bisogna dimenticare che il prezzo dell'elettricità prodotta con i combustibili tradizionali è fittizio, in quanto non include tutti i costi che vengono esternalizzati e ricadono sulla collettività a livello globale o nazionale. Con riferimento al petrolio, ma discorso analogo può farsi per il carbone, l'economista inglese N. STERN, autore di un importante studio sugli effetti economici degli interventi per contenere il cambiamento climatico, ha osservato che esso costituisce « il più grande disastro provocato dall'economia di mercato ». Uno studio dell'Unione Europea ha dimostrato che se si dovesse tenere conto delle esternalità provocate sull'ambiente e sulla salute umana dall'estrazione, dal trasporto e dall'uso di combustibili fossili per la sola produzione di elettricità, attualmente scaricati sulle collettività, senza prendere in considerazione tutti i costi connessi con i danni provocati dal cambiamento climatico, e senza tener conto dei costi provocati dagli incidenti nelle operazioni di estrazione, dalle guerre e dai conflitti per il controllo di queste fonti di energia il costo dell'energia elettrica sarebbe almeno doppio in caso di uso di carbone e petrolio, e maggiore del 30% in caso di uso di gas naturale: si veda COMMISSIONE DELL'UNIONE EUROPEA, *ExternE — Externalities of Energy*, Bruxelles 2001. La ricerca e i dati hanno continuato ad essere aggiornati nell'ambito del progetto ExternE, consultabile in <http://www.externe.info/>.

(62) Il c.d. « costi livellati dell'energia » (generalmente denominati *Levelised Energy costs* — LEC o *levelized cost of energy generation* — LCOE) sono usati per

In realtà, mentre la prima delle condizioni ipotizzate dal Rapporto MIT è in corso di realizzazione in vari Paesi (tra cui l'Unione Europea), per ciò che concerne la seconda condizione, i costi non solo non si riducono, ma sono progressivamente aumentati (come del resto confermano gli esempi dai quali abbiamo preso le mosse).

Ben presto quindi le stime del Rapporto MIT si sono rivelate non solo ottimistiche, ma irreali sicché in un aggiornamento del 2009 il Rapporto offre indicazioni ben diverse: pur affermando che « rispetto al 2003, ci sono molti più motivi per far ricorso all'energia nucleare ed è necessario un maggior sforzo per consentire a questa opzione di svolgere un ruolo per affrontare la sfida del cambiamento climatico », osserva che il costo per la sola costruzione della centrale è passato da 1.750 euro/KW a oltre 3.000 euro/KW (63). Questo dovrebbe portare i costi effettivi, tenendo cioè conto della remunerazione degli investimenti, a superare i 3.700 euro/KW (4.000 \$/KW) (64) e addirittura, secondo previsioni formulate nel 2007 da uno dei maggiori produttori di elettricità per mezzo di energia nucleare negli Stati Uniti ad un costo vicino ai 7.000 euro/KW (8.000 \$/KW) (65).

Questi costi si ripercuotono naturalmente sui costi dell'elettricità per il consumatore finale.

Le previsioni formulate nei primi anni del decennio indicavano costi assai bassi, non superiori a 5/6 cent. di dollaro per KW/ora. Ma questi dati si riferivano per lo più all'elettricità prodotta da impianti da lungo tempo esistenti, ove tutti i costi di costruzione e degli investimenti erano già stati assorbiti.

Le valutazioni sono mutate nel corso degli anni, con valori costantemente in ascesa. Uno studio del 2009 che ha avuto vasta notorietà (è il c.d. Rapporto Cooper) ha raccolto e analizzato dodici valutazioni formulate da esperti indipendenti ed ha concluso che l'elettricità prodotta con il nucleare costerà non meno di 12 cent. \$ per KW/ora (66); una valutazione analoga è effettuata dalla società di consulenza Moody

comparare i costi dell'energia prodotta da diversi impianti; includono la remunerazione degli investimenti effettuati, tenendo conto della presumibile durata dell'impianto, a partire dalla progettazione, i costi di costruzione, la gestione e la manutenzione dell'impianto e il costo del combustibile. Generalmente non includono i costi di smontaggio e bonifica al termine della vita dell'impianto.

(63) Rapporto MIT, Update for the 2003 Report, 2009.

(64) Il dato è offerto da Bloomberg con riferimento alla decisione di American Electric Power di non investire in nuove centrali nucleari ed è riferito in vari mezzi di stampa. Si veda: *AEP not interested in nuclear plants*, in *Tulsa World*, 29 agosto 2007, in www.tulsaworld.com/business/article.aspx?articleID=070829_5.

(65) Così ROMM, cit., p. 4.

(66) Cfr. M. COOPER, *The Economics Of Nuclear Reactors: Renaissance Or Relapse?* Institute for energy and the environment, Vermont law school, giugno 2009, consulta-

che colloca il costo a 14 cent. \$ KW/ora. Altri ritengono che si potrebbero raggiungere anche 20 cent. \$ per KW/ora (67).

La differenza tra i dati forniti dai gruppi industriali, finanziari e politici interessati allo sviluppo del nucleare e i dati effettivi dipende in genere da due ragioni.

Prima di tutto, i produttori calcolano i costi di costruzione dell'impianto sulla base della c.d. « overnight capital costs », cioè come se l'impianto fosse costruito istantaneamente, in una sola notte e quindi escludendo tutti i costi finanziari dell'investimento e i rischi di ritardi e imprevisti. L'ipotesi costituisce una ragionevole semplificazione in caso di progetti che vengono realizzati in breve tempo, ma diventa irrealistica per progetti di grande complessità, la cui costruzione richiede molti anni di attività. Se si considerano i tempi necessari per la costruzione (tra l'altro, circa doppi di quelli inizialmente stimati, come l'esperienza insegna) i risultati cambiano radicalmente (68).

Poi, i dati diffusi tengono generalmente conto dei soli costi di gestione dell'impianto, senza tenere conto degli investimenti effettuati e quindi dei costi finanziari del capitale.

In un'intervista pubblicata su Newsweek Patrick Moore (il fondatore di Greenpeace ora favorevole al nucleare che già abbiamo ricordato) così risponde all'osservazione secondo cui molti studi concludono che il nucleare non è competitivo se non con forti sussidi pubblici: « Non è vero. Il costo della produzione di elettricità degli impianti attualmente in funzione negli Stati Uniti è — senza tener conto dei costi del capitale e degli investimenti — di 1,68 cent. per KW/ora: molto basso, paragonabile all'elettricità prodotta con im-

bile in www.vermontlaw.edu/Cooper%20Report%20on%20Nuclear%20Economics%20FINAL%5B.

(67) Vedi D. BIELLO, cit., che riporta altri studi compiuti da Wall Street e analisti indipendenti.

(68) Le stime già raddoppiano solo considerando i costi finanziari dell'investimento, e tenendo per ogni altro verso ferma l'ipotesi « overnight », quindi non considerando tutti gli imprevisti e le variazioni di prezzi che inevitabilmente si verificano nel corso della costruzione. In proposito, si veda: *How much? For some utilities, the capital costs of a new nuclear power plant are prohibitive*, in *Nuclear Engineering International*, 20 novembre 2007, in www.neimagazine.com/story.asp?storyCode=2047917. Y. DU — J. E. PARSONS, *Update on the Cost of Nuclear Power*, Centre for Energy and Environmental Policy Research, maggio 2009 consultabile in http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=1470903 passano in rassegna le centrali in corso di realizzazione in Giappone, Corea, Finlandia, Francia per verificare gli incrementi dei costi. Gli Autori, sostituendo all'ipotesi « overnight » una previsione di realizzazione della centrale nello spazio di tempo di cinque anni, e, senza inserire alcun imprevisto, tenendo conto solo di una remunerazione dei capitali investiti del 11,5%, concludono che il costo aumenta del 75%.

pianti a carbone e 1/3 di quella prodotta con il gas naturale. L'elettricità prodotta con impianti eolici costa 5 volte di più e dieci volte di più quella prodotta con impianti solari » (69). È così, ma appunto solo perché non si tiene conto del costo degli investimenti per la realizzazione degli impianti: è come se Moore dicesse che ha comprato una casa facendo un ottimo affare, senza tenere conto del mutuo da pagare (tra l'altro, applicando questo stesso criterio, l'energia eolica e l'energia solare dovrebbero essere considerate gratuite).

In effetti, compensati gli investimenti effettuati (e quindi, per proseguire nell'esempio, pagato il mutuo), le affermazioni di Moore sono corrette. Se si considerano gli impianti nucleari esistenti, nei quali gli ingenti costi sopportati per la loro realizzazione sono stati già remunerati, l'energia prodotta costa assai poco e offre anche, se la gestione e la manutenzione sono effettuate con oculatezza (pur rispettando elevati livelli di sicurezza), elevati profitti. Non è però così per nuovi impianti: se si tiene conto dei costi complessivi necessari per la loro realizzazione (anche senza tenere conto di tutti i rischi derivanti dai ritardi, dalla fluttuazione degli interessi nel corso di un lungo periodo di tempo, calcolato generalmente in venti anni) l'energia nucleare risulta più costosa non solo del gas naturale (70), ma anche di varie fonti di energia rinnovabile.

In uno studio comparativo aggiornato nel febbraio del 2009 Lazard, una delle più accreditate società di consulenza finanziaria statunitensi, ha concluso che i costi relativi al nucleare per KW/ora erano più alti di qualsiasi altro metodo di produzione di elettricità: non solo del gas, ma anche delle energie rinnovabili (tra cui principalmente l'energia eolica) (71). Solo l'energia solare è attualmente più cara (72). Ma per questa, ancor più che le altre energie rinnovabili, è

(69) Si veda F. ZACHARIA, *A Renegade Against Greenpeace: Why he says they're wrong to view nuclear energy as « evil »* in Newsweek, 12 aprile 2008, in www.newsweek.com/id/131753/output/print.

(70) Si veda su questo tema H. H. OLGER ROGNER-L. LANGLOIS, *The Economic Future of Nuclear Power in Competitive Markets*, International Atomic Agency 2002 consultabile in www.aee.unsw.edu.au/1stcall/papers/Rogner.pdf.

(71) Anche questo studio ha usato i costi livellati dell'energia: cfr. LAZARD, *Levelized Cost of Energy Analysis — Version 3.0*, febbraio 2009. La versione 2.0 è del giugno 2008. Per ciò che riguarda l'impossibilità di formulare previsioni sui costi dell'energia nucleare, è stato osservato nell'agosto del 2008 dall'autorevole *Nuclear Engineering International*: « è chiaro che è completamente impossibile offrire oggi stime definitive sui costi dei nuovi impianti per la produzione di energia nucleare »: si veda « *Escalating Costs of New Build: What Does it Mean?* » del 22 agosto 2008 citato da SEVERANCE, *Business Risk*, cit., p. 12.

(72) Anche il Rapporto Cooper conclude che l'energia solare (il fotovoltaico) non è competitiva con il nucleare: cit., p. 43. Ma molti prevedono che essa diventerà

prevedibile un consistente abbattimento dei costi nel corso dei prossimi decenni, mentre i costi del nucleare restano, e prevedibilmente resteranno, in costante ascesa.

Lo studio di Lazard è stato preceduto, con risultati simili, da una comparazione tra le diverse modalità di produzione dell'elettricità effettuata da Energy Environmental Economics, una società indipendente di consulenza su incarico della California Energy Commission, utilizzando un diverso criterio (il c.d. *busbar cost*), cioè valutando il costo di produzione dell'elettricità prodotta dall'impianto, senza considerare i costi di trasmissione all'utente finale (73).

Il costo dell'elettricità prodotta con energia nucleare costa 15.3 cent. per KW ora a fronte di 8.9 cent. per KW/ora dell'energia eolica, e 8.5 cent. per KW/ora del biogas. Addirittura, secondo questo studio il nucleare risulta scarsamente competitivo anche con il carbone pulito (quindi utilizzato applicando tecnologie che riducono le emissioni di CO₂ — processi di gassificazione o prelievo e stoccaggio preventivo della CO₂) sempreché esso divenga utilizzabile su vasta scala, il cui costo dovrebbe variare tra 10.5 e 17.3 cent. per KW/ora.

In sostanza, la realizzazione delle centrali nucleari impone costi che nessun imprenditore è in grado di affrontare, con il rischio di offrire, allorché le centrali nucleari saranno realizzate, elettricità a costi superiori a quelli di altre energie. Il nucleare può essere avviato solo se della maggior parte dei suoi costi si fa carico lo Stato, finanziandoli attraverso prelievi fiscali (74) e attraverso un aumento delle bollette a carico del consumatore (75) (o anche, come è stato

competitiva nel giro di pochi anni, se vi saranno sufficienti investimenti nella ricerca e sviluppo: si veda A. MAKHJANI, *Les coûts de l'énergie nucléaire: de plus en plus élevés*, in *IEER Énergie et Sécurité No. 40* in www.ieer.org/ensec/no-40/no40frnc/costs.html. Dello stesso Autore si veda *Carbon-Free and Nuclear-Free*, Progetto congiunto del Nuclear Policy Research Institute e dell'Institute for Energy and Environmental Research, IEER Press and RDR Books, 2007. Tuttavia, un rapporto che ha avuto diffusione anche in Italia e che ha affermato che i costi dell'energia solare sarebbero divenuti negli ultimi anni pari a quelli dell'energia nucleare è risultato non attendibile: mi riferisco a J. O. BLACKBURN-S. C. CUNNINGHAM, *Solar and Nuclear Costs. The Historic Crossover*, NC WARN, 2010, in www.ncwarn.org sul quale vedi D. BAKST-C. STAGNARO, *Costi a confronto: fra energia nucleare ed energia solare, non c'è storia*, in *IBL Briefing Paper 4* settembre 2010 in www.brunoleoni.it/nextpage.aspx?codice=9612.

(73) Sono quindi presi in considerazione tutti i costi degli investimenti, del combustibile e le spese di gestione e manutenzione dell'impianto. Vedi lo studio in www.ethree.com/public_projects/cpuc.html.

(74) Si veda ARGONNE NATIONAL LABORATORY, *The Economic Future of Nuclear Power: A Study Conducted at the University of Chicago 9-2*, 2004.

(75) Invece, secondo lo studio AMBROSETTI, il nucleare porterebbe al sistema economico italiano un risparmio da 4,5 a 11 miliardi di euro l'anno e in 10 anni i costi di produzione dell'energia — attualmente, tra i più cari in Europa — si ridurrebbero fino

provocatoriamente osservato, imponendo non una *carbon tax*, ma paradossalmente una sorta di *green tax* per mantenere i prezzi delle energie rinnovabili al livello di quelli imposti dal nucleare).

È sulla base di questi conti che il già citato Rapporto Cooper conclude che « La tanto acclamata rinascita del nucleare è basata non sui fatti, ma su finzioni » (76).

In realtà, è condivisibile la conclusione di Clò, secondo cui lo sviluppo del nucleare è incompatibile con il mercato e, specificatamente, con un assetto liberalizzato del mercato dell'energia, quale si è affermato negli ultimi anni in tutti i Paesi post-industrializzati (77): questo spiega perché la rinascita del nucleare si è concentrata prevalentemente nei Paesi emergenti, ove prevale una impostazione dirigista dell'economia e ove lo Stato mantiene il ruolo di finanziatore prima e regolatore delle tariffe poi.

Possiamo aggiungere che, per queste stesse ragioni, lo sviluppo del nucleare è reso più difficile in sistemi democratici, dove le decisioni debbono giungere alla fine di un processo di partecipazione e verifica delle varie posizioni, gestito in modo trasparente e imparziale.

Sono queste le ragioni per le quali nella maggior parte dei Paesi interessati coinvolti dal *revival* nucleare si è avviata una accurata riflessione che, partendo dall'entità dei costi e degli investimenti necessari, è giunta a mettere in dubbio la stessa ragionevolezza della rinascita nucleare. Perfino il Paese europeo portabandiera della scelta nucleare, la Francia, è percorso da dubbi e perplessità (provocate anche dal disastro di Olkiluoto in Finlandia, dalle difficoltà della realizzazione dell'unica centrale attualmente in costruzione sul territorio francese a Flamanville) (78).

Nessuna riflessione sembra essersi avviata in Italia. Secondo dati ufficiali resi pubblici nel 2008, le prime quattro centrali da realizzare a partire dal 2013 dovrebbero avere un costo di 3/3,5 miliardi di euro ciascuna. Tuttavia, se si tiene conto delle verifiche nel frattempo intervenute, dell'incremento dei costi nel corso di questi anni, degli

a 69 miliardi di euro con vantaggi per l'utente finale (anche se la riduzione è ipotizzata solo a medio termine tenuto conto degli elevati costi fissi iniziali). Tuttavia, lo studio non affronta il problema dei costi delle centrali da realizzare né delle modalità con le quali questi costi dovrebbero essere coperti, sicché non è possibile comprendere se la riduzione del carico finale per il consumatore sarà annullato da un aumento del carico fiscale.

(76) M. COOPER, cit., p. 66.

(77) Vedi A. CLÒ, cit. p. 47 s.; vedi anche le critiche alle modalità con le quali la liberalizzazione è stata gestita nell'Unione Europea in V. TERMINI, cit.

(78) Si veda *Team France in Disarray* in *The Economist*, 4/10 dicembre 2010, p. 73.

inevitabili ritardi rispetto ai tempi di costruzione previsti, e, da ultimo, di quanto sta accadendo a Olkiluoto in Finlandia e nella costruzione della centrale « gemella » a Flamanville, in Normandia, è ragionevole ipotizzare che i costi saranno, se i progetti verranno effettivamente realizzati, non inferiori a 9/10 miliardi di euro (79).

9. *Conclusioni.*

A questo punto, le osservazioni che precedono in merito ai costi del nucleare impongono di riconsiderare il primo, provvisorio bilancio.

Infatti, se si deve scegliere tra sviluppo del nucleare e l'attuale modo di produzione dell'elettricità, basato principalmente sul carbone e sul gas naturale, è agevole concludere, come già si è osservato, che il nucleare, per quanto elevati siano i costi (ma non dimentichiamo che i costi degli altri combustibili fossili sono in realtà ben superiori anche se invisibili perché scaricati sulla collettività) deve essere comunque sviluppato in modo da attenuare l'impatto climatico e da fronteggiare il progressivo esaurimento dei combustibili fossili.

Ma la scelta è oggi un'altra.

L'obiettivo è, come si è detto, quello di comporre una « tavolozza energetica » utilizzabile nei prossimi quattro o cinque decenni valutando tutti i metodi di produzione dell'energia tecnologicamente disponibili in modo da scegliere e dosare opportunamente quelli che permettono di soddisfare il fabbisogno di elettricità globale, ma anche dei singoli Stati che compongono la comunità internazionale, senza aggravare il cambiamento climatico e senza incrementare la dipendenza geopolitica, operando nello stesso tempo nel modo più sicuro, efficiente e economico possibile.

In questa tavolozza energetica il nucleare non può trovare spazio perché è più economico rispetto ad altre fonti di produzione di energia, specificatamente rispetto alle energie rinnovabili, cui possiamo aggiungere il carbone pulito. Abbiamo visto che questa affermazione, che pure ha sorretto il rilancio del nucleare, non è corretta e non è sostenibile.

Questo non vuol però dire che l'energia nucleare non possa trovare alcuno spazio: la sua utilizzabilità dipende dalle previsioni di sviluppo e di utilizzabilità delle energie rinnovabili.

Se si ritiene che queste ultime, nonostante il forte sviluppo tec-

(79) Per una critica sui costi del nucleare in Italia si veda A. BARACCA, *L'Italia torna al nucleare? I costi, i rischi, le bugie*, Jaca Book, 2008.

nologico che le caratterizza, non possano essere in grado, di qui a quindici o venti anni, di coprire anche la quota di produzione di elettricità che si intende attribuire al nucleare, è chiaro che quest'ultimo, per quanto costoso, non può essere abbandonato, se si vuole soddisfare il prevedibile fabbisogno energetico globale o nazionale senza un incremento di emissioni che producono il cambiamento climatico.

In effetti, da quando è sempre più chiara la reale dimensione dei costi e degli investimenti che l'energia nucleare richiede, si è diffusa l'argomentazione secondo cui le fonti di energia rinnovabile non sarebbero in grado di sopperire, nei prossimi decenni e in attesa di un adeguato sviluppo delle tecnologie necessarie, ai crescenti bisogni di elettricità a livello mondiale o dei singoli Stati. Molti ritengono che esse possono soddisfare solo una quota limitata del fabbisogno energetico nei prossimi decenni anche perché le tecnologie necessarie per un loro ulteriore sviluppo richiedono ancora molto tempo per divenire commercialmente ed economicamente sostenibili (80). A ciò deve aggiungersi che una massiccia conversione della produzione di energia verso le fonti rinnovabili (eolico e solare principalmente) non potrebbe essere attuata con tempi rapidi perché essa richiede consistenti modifiche nel modo di vivere e una ristrutturazione spaziale e territoriale con profondi effetti sociali (81).

L'energia nucleare sarebbe così lo strumento necessario per consentire il passaggio da un mondo il cui sviluppo è basato sui combustibili fossili ad un mondo, che si delinea all'orizzonte ma non è ancora attuale, il cui sviluppo energetico è basato su fonti rinnovabili.

Non tutti sono però d'accordo. Secondo Hermann Scheer, Presidente del Forum internazionale per le energie rinnovabili è già oggi possibile soddisfare la domanda globale di elettricità utilizzando solo fonti rinnovabili di energia, facendo a meno dei combustibili fossili e dell'energia nucleare (82). Della stessa opinione è, in Germania, il Direttore dell'organismo governativo federale preposto allo sviluppo delle energie rinnovabili secondo il quale il Paese potrà funzionare coprendo la totalità del suo fabbisogno elettrico con energie rinnovabili già nel 2050, se vi sarà la volontà politica in questo senso.

(80) Così BOSSELMAN, cit., p. 18 e ss. Secondo le previsioni della IEA, nel 2030 la quota della produzione globale da attribuirsi alle energie rinnovabili dovrebbe salire al 23,3%, con un raddoppio dell'energia prodotta da fonti idroelettriche e dell'energia eolica.

(81) Si vedano D. MACKAY, *Sustainable Energy* in www.withouthair.com/eSMIL, cit.

(82) H. SCHEER, *Autonomia energetica. Ecologia, tecnologia e sociologia delle risorse rinnovabili*, Edizioni Ambiente, Milano, 2006.

S. NESPOR, *Mai dire mai: il nucleare è tornato*, in *Rivista Giuridica dell'Ambiente*, Milano, Giuffrè, 2011, n. 1, pp. 1-29.

La questione del rilancio dell'energia nucleare è divenuto argomento di discussione anche nel nostro Paese, dopo che a livello normativo è stato già deciso di realizzare otto centrali nucleari. Per alcuni è un investimento necessario per garantire il fabbisogno di elettricità e gli obiettivi di sviluppo. Per altri è una scelta dannosa dal punto di vista ambientale ed economico, e costituisce il *replay* di un'avventura nucleare già avviata un tempo e già conclusasi disastrosamente, non solo nel nostro Paese. Di fronte a queste contrapposte valutazioni il contributo si propone di offrire gli elementi e i dati emersi negli ultimi anni, soprattutto negli Stati Uniti, per orientare una scelta senza pregiudizi.

Use of nucleare is again becoming a controversial issue in Italy as elsewhere. After over 20 years, eight new plants are scheduled to be built in the near future in Italy.

Many think that this initiative is unavoidable in the face of rising demand for electricity and to provide for economic development.

For others the investment in nuclear energy is an environmental and economic mistake, a replay of an experience that ended in a complete failure, in Italy and in other nations. This article aims to provide analysis for an unbiased judgment on the policy choice.