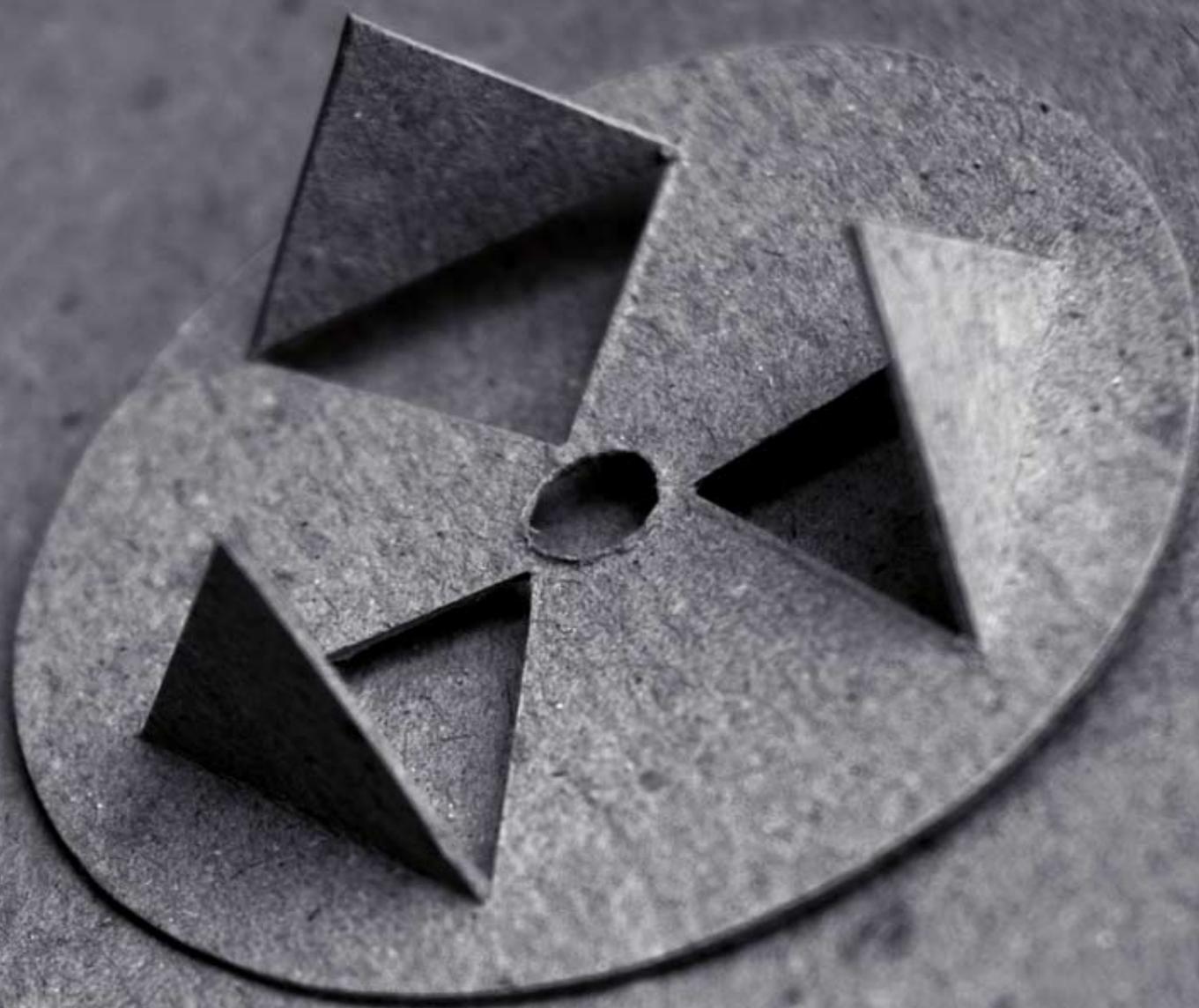


SERGIO ZABOT · CARLO MONGUZZI



13 DOMANDE SUL NUCLEARE

QUELLO CHE AVETE DIRITTO DI SAPERE SUL
NUCLEARE E CHE NON VI HANNO MAI DETTO

FOTO DI COPERTINA

PIN di Nikolay Kovalenko · Ucraina

Good50X70 · the social communication project

13 DOMANDE SUL NUCLEARE

QUELLO CHE AVETE DIRITTO DI SAPERE SUL NUCLEARE
E CHE NON VI HANNO MAI DETTO

1. PERCHÉ IN ITALIA LA BOLLETTA ELETTRICA È COSÌ CARA?	4
2. L'ENERGIA ELETTRICA PRODOTTA CON IL NUCLEARE POTREBBE ESSERE PIÙ ECONOMICA?	8
3. QUAL È L'EFFETTIVA DISPONIBILITÀ DI URANIO PER IL FUTURO?	14
4. È VERO CHE IL NUCLEARE CI GARANTISCE UNA MAGGIORE SICUREZZA NEGLI APPROVVIGIONAMENTI ENERGETICI?	16
5. È VERO CHE IN FRANCIA L'ENERGIA ELETTRICA COSTA MENO PERCHÉ C'È IL NUCLEARE?	18
6. È VERO CHE L'ITALIA IMPORTA DALLA FRANCIA IL 15% DELL'ELETTRICITÀ CHE CONSUMA?	20
7. È VERO CHE IL NUCLEARE NON PRODUCE ANIDRIDE CARBONICA?	22
8. È VERO CHE LE CENTRALI NUCLEARI OCCUPANO MOLTO MENO SPAZIO RISPETTO AGLI IMPIANTI A FONTI RINNOVABILI?	26
9. GLI IMPIANTI NUCLEARI SONO SICURI PER LE PERSONE, PER L'AGRICOLTURA E PER L'AMBIENTE CHE CIRCONDA LE CENTRALI?	29
10. È VERO CHE LO SMANTELLAMENTO DI UNA CENTRALE NUCLEARE È UN'OPERAZIONE FACILE E VELOCE?	35
11. LA SISTEMAZIONE DELLE SCORIE RADIOATTIVE È UN PROBLEMA RISOLVIBILE?	40
12. È POSSIBILE RISOLVERE I PROBLEMI ENERGETICI DELL'ITALIA INVESTENDO SOLO SULLE ENERGIE RINNOVABILI?	44
13. IN QUALE DIREZIONE DOVREBBE MUOVERSI LA POLITICA ENERGETICA ITALIANA E QUALI AZIONI SI POSSONO ADOTTARE PER GARANTIRE IL FUTURO ENERGETICO DELL'ITALIA?	51

a cura di

SERGIO ZABOT E CARLO MONGUZZI



INTRODUZIONE

Le principali argomentazioni per aggregare il consenso e preparare l'opinione pubblica al rientro dell'Italia nel "club nucleare" sono:

- l'energia elettrica prodotta con il nucleare è più economica;
- gli impianti nucleari non producono CO₂;
- le centrali nucleari sono sicure;
- il confinamento delle scorie radioattive è un problema risolvibile;
- il nucleare garantisce la sicurezza negli approvvigionamenti energetici.

Ebbene, vedremo di seguito come tutto questo sia falso. Nei fatti, dopo decenni di splendore e di speranze che avevano portato a predire che l'energia prodotta con le centrali atomiche sarebbe stata così economica che non sarebbe valsa neppure la pena di misurarla - *too cheap to meter* (1), l'energia nucleare, sta continuando il suo lungo declino nel mercato globalizzato.

Amory B. Lovins (2) sostiene che "l'energia nucleare crollerà perché non è concorrenziale, è inutile e obsoleta; essa è talmente antieconomica che non vale nemmeno la pena di discutere se sia sicura e pulita, indebolisce l'affidabilità del sistema elettrico e la sicurezza nazionale e infine aggrava il cambiamento climatico distogliendo immense quantità di denaro pubblico da opportunità dieci volte migliori realizzabili con tempi dieci volte inferiori".

Ma il "Rinascimento Nucleare" ha bisogno innanzitutto di consenso sociale. Senza di esso non c'è verso di costruire centrali nucleari. Il battage pubblicitario in atto serve principalmente a creare tale consenso. Non passa settimana senza che la stampa pubblichi articoli e commenti invocanti il ritorno al nucleare. Non c'è testata giornalistica e/o televisiva che non abbia organizzato un sondaggio per conteggiare adepti o reclutare proseliti. Tutti questi test, basati sull'emotività, ancorché sapientemente pilotati tramite immagini catastrofiche di un pianeta futuro a volte ghiacciato a volte infuocato, hanno lo scopo di preparare il terreno, o meglio cercare i terreni dove collocare le nuove centrali. Per le scorie, poi, si vedrà ...

Il recente disastro di Fukushima in Giappone, sta politicizzando il dibattito sul futuro energetico dell'Italia in termini ideologici. Questa polarizzazione è particolarmente grave se dovesse affermarsi una visione delle fonti rinnovabili come di "sinistra" e del nucleare come di "destra".

È auspicabile dunque, che in Italia si accenda, finalmente, un dibattito serio e laico sul futuro dell'approvvigionamento energetico del paese, dopo che la politica italiana, a seguito del referendum del 1987, ha colpevolmente trascurato la questione. Non bisogna però fare l'errore oppo-



sto e ideologizzare il nucleare come soluzione inevitabile.

I combustibili fossili, base della moderna economia industriale, sono trattati come una rendita, quando in realtà sono un capitale; non ci si preoccupa di limitarne l'uso, nonostante il loro carattere non sia rinnovabile e l'Uranio non sfugge a questa regola.

L'energia è il motore delle attività economiche del mondo moderno e i problemi energetici rappresentano l'ossessione di tutte le società moderne. Ma le risposte ai problemi energetici non possono e non devono essere date esclusivamente aumentando i fattori di scala: al giorno d'oggi soffriamo di una idolatria quasi universale per il gigantismo. Procedere verso il gigantismo significa procedere verso l'autodistruzione.

La crescita non può porsi obiettivi illimitati, perché, come diceva Gandhi "la terra produce abbastanza da soddisfare i bisogni di ognuno, ma non per soddisfare l'avidità di tutti" (3). La crescita economica deve tenere conto della disponibili-

tà delle risorse, intese come capitale, non come rendita, ma soprattutto deve tenere conto della capacità dell'ambiente di far fronte alle interferenze dello sviluppo umano.

La logica monetarista che impregna la nostra società sembra ragionare e agire in termini di "dopo di noi il diluvio". Ma la visione del bisogno futuro di energia necessita di una rivoluzione copernicana rispetto alle modalità con cui essa viene valutata, pagata e usata. Rifiutarsi di guardare attraverso il telescopio della "ragione" così come, nel Galileo di Bertolt Brecht, i sacerdoti si rifiutavano di guardare i satelliti di Giove, non fa che procrastinare la verità e danneggiare l'umanità tutta.

In questa pubblicazione non vi è quasi nulla che non sia stato già detto o già scritto. Abbiamo cercato solo di raccogliere e ordinare le argomentazioni che sfatano la demagogia roboante da cui siamo assaliti e dare quindi risposte documentate alle menzogne che ci vengono propinate quotidianamente.

Introduzione tratta da "Illusione Nucleare" di Sergio Zabot e Carlo Monguzzi - Edizioni Melampo 2008

(1) Frase pronunciata da Lewis L. Strauss, Presidente della Atomic Energy Commission, in un discorso all'Assemblea Nazionale degli Scrittori Scientifici tenutasi a New York il 16 Settembre 1954.

(2) Amory B. Lovins and Imran Sheikh - The nuclear illusion - maggio 2008. Vedi: <http://rmi.org/>

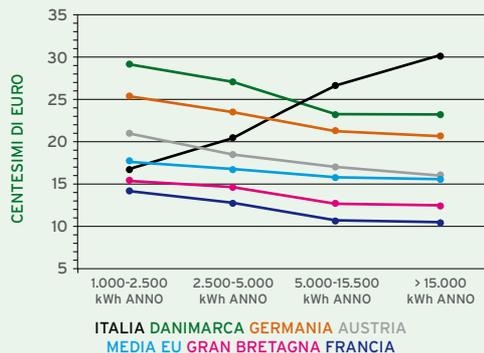
(3) "Earth provides enough to satisfy every man's need, but not for every man's greed" - Mahatma Gandhi

01 PERCHÉ IN ITALIA LA BOLLETTA ELETTRICA È COSÌ CARA?

È opinione comune che la bolletta elettrica italiana sia tra le più care d'Europa.

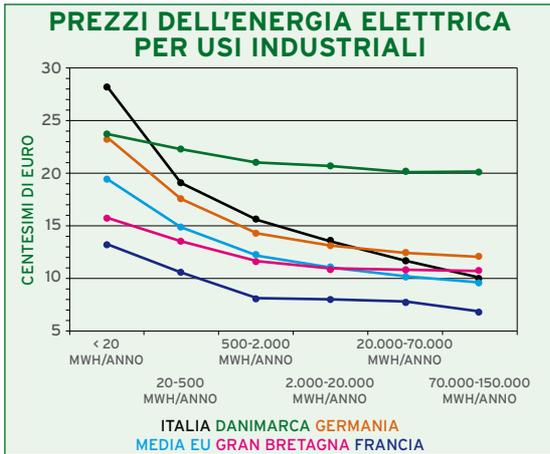
Analizzando i prezzi dell'Energia Elettrica articolati secondo le diverse fasce di consumo, scopriamo che in Italia, contrariamente a tutti gli altri Paesi, la struttura dei prezzi è tale per cui a consumi crescenti, corrispondono prezzi crescenti. Un utente domestico italiano che consuma 15.000 kWh all'anno, paga l'elettricità 30 centesimi/kWh contro una media europea di 15 centesimi di Euro per kWh e poco più di 10 EuroCent di un utente francese. Se però ci riferiamo ad una famiglia media che consuma 3.500 kWh/all'anno, il costo del kWh scende a 21 EuroCent/kWh contro una media europea di 17 EuroCent/kWh. Per questa fascia dove peraltro si concentra la maggior parte dei consumi, solo la Danimarca e la Germania hanno prezzi più alti dei nostri. Se infine esaminiamo la fascia di più bassi consumi, fino a 2.500 kWh/anno, scopriamo che i prezzi italiani sono assolutamente allineati con la media europea. È importante rilevare come la struttura dei prezzi italiani sia congegnata in modo da penalizzare gli alti consumi e quindi incentivare un uso "parsimonioso" dell'elettricità presso i consumatori domestici. Su questo aspetto peraltro va dato atto che la politica tariffaria per il settore domestico è l'unica in Europa ad essere orientata verso la sostenibilità e il contrasto agli sprechi.

PREZZI DELL'ENERGIA ELETTRICA PER USI DOMESTICI



Per i consumatori industriali, invece, la struttura dei prezzi è simile a quella degli altri Paesi europei, con prezzi calanti per consumi crescenti. I prezzi italiani per i consumatori industriali però penalizzano particolarmente gli artigiani e le piccole imprese con consumi inferiori ai 20 MWh/anno e favoriscono decisamente i grandi consumatori industriali. Infatti per un artigiano o una piccola impresa che consuma meno di 20 MWh/anno, l'Energia Elettrica costa il 50% in più rispetto alla media europea, mentre ad esempio, per un'acciaieria il prezzo è allineato alla media europea.

Ma vediamo in dettaglio da quali voci è composta la bolletta elettrica per una famiglia con un contatore da 3 kW e che consuma 3.500 kWh all'anno, vale a dire la maggioranza delle famiglie italiane.



COSTO DELL' ENERGIA ELETTRICA PER UNA FAMIGLIA RESIDENTE CON CONTRATTO DA 3 kW E UN CONSUMO DI 3500 kWh ALL'ANNO

VOCI DI COSTO	EURO	%
COSTI DI PRODUZIONE	392	55%
COSTI COMMERCIALI DI ACQUISTO E VENDITA	28	4%
TRASMISIONE, DISTRIBUZIONE E MISURA	112	16%
ONERI GENERALI DI SISTEMA	61	8%
IMPOSTE E IVA	125	17%
TOTALE	718	100%
COSTO AL kWh [CENTS]		21

Fonte: WWW.ACQUIRENTEUNICO.IT

La bolletta dell'energia elettrica, come illustrato nella tabella, è composta da varie voci:

- i costi per produrre l'Energia Elettrica;
- i costi di commercializzazione;
- i costi di trasmissione, distribuzione e misura;
- gli oneri generali di sistema;
- le imposte e l'IVA.

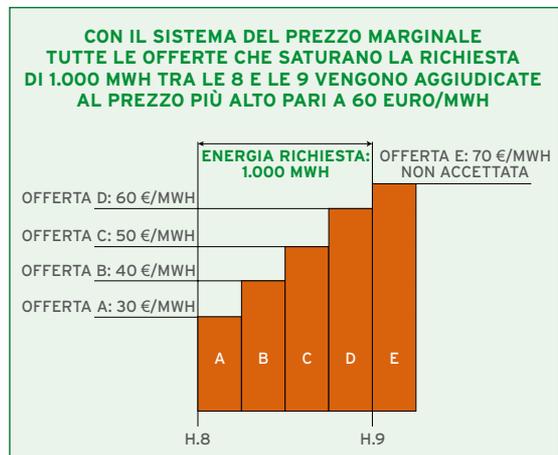
Il peso maggiore della bolletta elettrica è dato dal costo di produzione, che incide per il 55%. Seguono le imposte e l'Iva per il 17%, i costi di trasmissione per il 16%, poi gli oneri di sistema per l'8% e infine i costi di commercializzazione pari al 4%.

Ognuna di queste voci ha le sue peculiarità sia per quanto riguarda le sottovoci di cui sono composte, sia nel modo in cui queste componenti sono determinate. Ma vediamo, voce per voce, come sono determinati i singoli costi e capire perché in Italia la "corrente elettrica" è così cara.

1.1 Innanzitutto la maggior parte dell'energia elettrica che i vari "produttori" producono viene venduta ai "distributori" nella Borsa Elettrica ogni giorno per il giorno successivo, in una contrattazione su base oraria dove l'incontro tra domanda e offerta viene effettuato con una modalità detta sistema del "Prezzo Marginale". Con questo sistema l'energia elettrica offerta dai produttori non viene remunerata in base al prezzo richiesto da ogni produttore, ma in base al prezzo più alto offerto dai vari produttori per ciascuna ora. Cioè tale meccanismo remunera i produttori pagando a tutti il prezzo di equilibrio tra domanda e

offerta, che è pari al prezzo dell'offerta più costosa tra quelle accettate per soddisfare la domanda.

Il meccanismo è più chiaro con un esempio semplificato: ipotizziamo che per la nona ora del giorno, tra le 8.00 e le 9.00, la richiesta previsionale sia di 1.000 MWh. I produttori che offrono l'energia elettrica sono 5 e ognuno offre 250 MWh per un totale di 1.250 MWh. Il primo produttore offre i suoi 250 MWh a 30 €/MWh, il secondo a 40 €/MWh, il terzo a 50 €/MWh, il quarto a 60 €/MWh e il quinto li offre a 70 €/MWh. Il totale delle unità richieste però è solo di 1.000 MWh, per cui solo le prime 4 offerte vengono accettate e pagate a tutti i produttori al prezzo più alto offerto, ovvero 60 €/MWh, per un costo totale per i consumatori di 60.000 €. Con il sistema in vigore in Inghilterra, detto anche *Pay as Bid*, il primo produttore avrebbe incassato 7.500€, il secondo 10.000€, il terzo 12.500€ e il quarto 15.000€ per un totale di 45.000€.



1.2 Una seconda caratteristica del sistema elettrico italiano è l'eccesso di capacità produttiva. In Italia ci sono oltre 100.000 MW installati con punte estive che non superano i 55.000 MW di fabbisogno. Il funzionamento medio del parco italiano è di 3.000 ore all'anno (ENEL, che copre il 35% della produzione termoelettrica nazionale, ha un utilizzo medio dei suoi impianti di 2.600 ore/anno). A detta dei produttori, un ciclo combinato a gas che lavora meno di 6.000 ore anno, non è in grado di stare su un mercato liberalizzato. Ecco allora che il meccanismo di Borsa di formazione del prezzo con il metodo del "Prezzo Marginale" non può essere abolito in quanto consente anche a chi ha costi più alti di vendere la propria energia elettrica.

1.3 Il terzo motivo è che il costo del Gas Naturale in Italia è il 10% più elevato rispetto agli altri paesi europei. Alessandro Ortis, Presidente dell'Autorità per l'Energia Elettrica e il Gas, ad una audizione in Parlamento il 15 Luglio 2010, ha dichiarato (1):

- I prezzi all'ingrosso dell'energia elettrica sono intorno ai 70 euro/MWh, quindi più elevati rispetto a quelli di importanti Paesi europei.
- Sulla base di informazioni ben note, il gas in Italia è più caro mediamente di 3-4 centesimi di Euro/m³, ovvero di oltre il 10% rispetto ai mercati all'ingrosso europei.
- Per tale differenza non sussiste una valida motivazione tecnica, salvo quella legata alla già lamentata scarsa concorrenzialità del mercato



ENERGIA ELETTRICA - CONSUNTIVO ITALIA AL 2009						
	POTENZA NETTA [MW]	%	PROD. NETTA [GWh]	%	PRODU- CIBILITÀ [GWh]	MARG. %
IDRO DA APP. NAT.	21.371	21%	48.543	17%	53.610	9%
EOLICO	4.898	5%	6.485	2%	9.796	34%
GEOTERMOELETTRICA	695	1%	5.016	2%	5.580	10%
FOTOVOLTAICO	1.142	1%	676	0,2%	1.370	51%
BIOM., RSU, BIOCOMB.	2.019	2%	7.200	3%	10.095	29%
TERMOELETTRICO	71.341	70%	208.887	74%	463.717	55%
IDRO DA POMPAGGI			4.300	2%		
TOTALI	101.466	100%	281.107	100%	544.148	48%
POMPAGGI (IN SOTTR.)			5.798			
IMPORT			44.959	14%		
RICHIESTE SULLA RETE			320.268			
PERDITE SULLA RETE			20.444	6%		
AI CONSUMI FINALI			299.824			
PROD. DA RINNOVABILI PURE			66.354	21%		

ELABORAZIONE SU DATI TERNA & GSE

nazionale, con un operatore, l'ENI, dominante in tutte le fasi della filiera.

1.4 - Il quarto motivo del "caro bolletta" è rappresentato dai cosiddetti "oneri generali di sistema", che pesano per un altro 8% sulle bollette elettriche per un ammontare di oltre 60€ a famiglia e che servono:

- a pagare lo smantellamento delle 4 vecchie centrali nucleari italiane (300 milioni di Euro all'anno);
- a ripagare le imprese elettriche e l'Enel in particolare per gli investimenti fatti prima della liberalizzazione (680 milioni di Euro nel 2007, 200 milioni di Euro nel 2008 fino alla sua sospensione nell'ottobre del 2008);
- a contribuire alla fornitura di energia elettrica agli utenti speciali, quali caserme e ferrovie;
- a finanziare la ricerca e lo sviluppo di nuove tecnologie;
- ma soprattutto per incentivare le cosiddette fonti assimilate alle rinnovabili, ossia la produzione di elettricità con gli scarti delle raffinerie di petrolio, con i rifiuti, con la cogenerazione a gas naturale. In particolare, per queste fonti non rinnovabili, nel 2009 i consumatori hanno pagato ben 1.322 milioni di Euro, mentre alle vere rinnovabili sono andati solo 580 milioni di Euro.

1.5 Un altro motivo è rappresentato dall'inadeguatezza della rete elettrica nazionale sia in Alta, che Media e Bassa tensione.

La rete di trasporto e di distribuzione è stata pro-

GLI ONERI GENERALI DI SISTEMA NEL 2009 PER UNA FAMIGLIA MEDIA ITALIANA - FONTE AEEG

A2 - SMANTELLAMENTO CENTRALI NUCLEARI	7 €/ANNO	296 MLN €
A3 - FONTI RINNOVABILI E ASSIMILATE (CIP-6)	45 €/ANNO	1.902 MLN €
A4 - UTENTI SPECIALI	3 €/ANNO	127 MLN €
A5 - RICERCA E SVILUPPO (CESI)	2 €/ANNO	85 MLN €
A6 - RIMBORSI PER LA LIBERALIZZAZIONE	4 €/ANNO	169 MLN €
TOTALE	61 €/ANNO	2.567 MLN €

PRODUZIONE ELETTRICA INCENTIVATA - 2009

	RITIRI [GWH]	%	COSTI MLN €	%	RICAVI MLN €	DA RECUPERARE MLN €
FONTI ASSIMILATE	29.364	81%	2.933	70%	1.611	1.322
FONTI RINNOVABILI	6.830	19%	1.271	30%	691	580
TOTALE	36.194	100%	4.204	100%	2.302	1.902

PER LA COMPONENTE A3 NEL 2009 ABBIAMO PAGATO 1,9 MILIARDI DI EURO MA SOLO IL 30% È ANDATO ALLE RINNOVABILI... IL 70% È ANDATO ALLE COSIDDETTE FONTI ASSIMILATE (SCARTI DEL PETROLIO, AVANZI DI RAFFINERIE, RIFIUTI, COGENERAZIONE A GAS, FONTI FOSSILI DI GIACIMENTI MINORI COME IL CARBONE DEL SULCIS).

L'INADEGUATEZZA DELLA RETE DI TRASMISSIONE

PREZZI MEDI ZONALI 2008



IL COSTO DEL "DISPACCIAMENTO" PER LA SOLA SICILIA HA DETERMINATO TRA IL 2007 E IL 2008 UN AGGRAVIO DEL 19% DEGLI ONERI CON SOLO IL 6% DEI CONSUMI, CON UN COSTO DI 320 MILIONI DI EURO PER I CONSUMATORI.

FONTE: ref.

gettata negli anni '60 del secolo scorso, gli anni del monopolio, e pensata principalmente come monodirezionale (poche grandi centrali convenzionali che producono energia da trasportare prima di tutto ai grossi consumatori industriali) e quindi passiva. Le odierne esigenze sono invece di realizzare reti di trasmissione attive intelligenti, in grado cioè di accogliere e smistare efficientemente anche i flussi in immissione provenienti dai tanti piccoli e medi impianti (la cosiddetta generazione distribuita). Inoltre nel Sud dell'Italia la rete di trasmissione è particolarmente insufficiente e congestionata. Il risultato è che, ad esempio nel 2008, a fronte di un Prezzo Unificato Nazionale (PUN) di 87 €/MWh, nel Nord l'energia elettrica è stata scambiata in Borsa a 83 €/

MWh e in Sicilia il prezzo è stato di 120 €/MWh.

Possiamo sostenere quindi che un'altra buona fetta del "caro bolletta" è imputabile alla situazione catastrofica della rete elettrica italiana, che tra l'altro si perde per strada oltre 20.000 GWh di Energia Elettrica all'anno pari al 6% della richiesta totale sulla rete stessa.

1.6 Infine 125 Euro all'anno, pari al 17% della bolletta elettrica se ne vanno in tasse e IVA. Le imposte che gravano sulle imprese per l'energia elettrica in proporzione ai consumi sono due: una erariale di consumo e una addizionale provinciale. L'impatto di questo sistema di imposizione è particolarmente pesante per gli artigiani e per le piccole imprese. Infatti un'impresa che consuma meno di 20 MWh all'anno, paga il 30% per cento di imposte e IVA sui suoi consumi elettrici, mentre i grandi consumatori (acciaio, alluminio, cemento, carta) che consumano più di 70.000 MWh all'anno, pagano il 18%.

Mettendo assieme questi elementi scopriamo che in Italia il costo dell'Energia Elettrica è "gonfiato" di almeno il 30%. L'alto costo dell'elettricità in Italia non c'entra proprio nulla con la modalità con cui si produce la corrente elettrica e ciò è dovuto esclusivamente ai privilegi di cui ancora godono i vecchi monopolisti, i produttori di elettricità e i petrolieri, all'inefficienza del sistema elettrico italiano e alla voracità dello Stato. ■

(1) www.autorita.energia.it/it/relaz_ann/10/10.htm

02 L'ENERGIA ELETTRICA PRODOTTA CON IL NUCLEARE POTREBBE ESSERE PIÙ ECONOMICA?

Il fronte dei sostenitori per il “ritorno all’atomo” concentra l’attenzione sui costi economici, sostenendo che per l’Italia, produrre energia nucleare sarebbe un ottimo affare. Di fatto è molto difficile stabilire ora quanto costerà l’elettricità termonucleare, dato che per costruire una centrale nucleare, dalla concezione alla messa in esercizio non bastano 10 anni. Vi sono almeno 5 aree di rischio che un’intrapresa che vuole realizzare nuovi impianti nucleari deve affrontare e alcuni di questi rischi sono talmente grandi e significativi che, se qualcosa va storto, anche una grande Società elettrica può subire ingenti danni finanziari senza possibilità di recuperarli. Le 5 aree di rischio sono:

1. La Pianificazione;
2. La Costruzione dell’impianto nucleare;
3. Il Prezzo di vendita dell’energia prodotta;
4. La Conduzione e la Manutenzione dell’impianto;
5. Lo Smantellamento della centrale, detto anche “Decommissioning”.

2.1 - La Pianificazione

Gli impianti nucleari sono soggetti a forti opposizioni, soprattutto a livello locale e solo lo sviluppo iniziale di nuovi impianti necessita di tempi lunghi che possono arrivare anche a più di cinque anni. Il Governo italiano sta cercando di limitare i rischi

della Pianificazione predisponendo le basi legislative e normative atte a favorire lo sviluppo delle intraprese e a costruire il consenso dei cittadini, provvedendo anche a compensazioni specifiche per gli Enti Locali che ospiteranno gli impianti.

Dei 5 rischi questo forse è il meno importante in termini di costi diretti per l’intrapresa. La Legge 23 luglio 2009, n. 99, ha posto le basi per la pianificazione in Italia di nuovi impianti nucleari, delegando al Governo, con l’articolo 25, la disciplina della localizzazione nel territorio nazionale di impianti di produzione di energia elettrica nucleare, di impianti di fabbricazione del combustibile nucleare, dei sistemi di stoccaggio del combustibile irraggiato e dei rifiuti radioattivi, nonché dei sistemi per il deposito definitivo dei materiali e rifiuti radioattivi e per la definizione delle misure compensative da corrispondere e da realizzare in favore delle popolazioni interessate.

Queste ultime, in particolare, sono state già “dette” (D.Lgs. 15 febbraio 2010, n° 31) e consistono nel riconoscimento agli Enti Locali che ospiteranno le centrali, di 3.000 €/anno per MW installato per tutta la durata della costruzione e di 0,4 € per ogni MWh prodotto e immesso in rete a partire dall’entrata in esercizio dell’impianto. Ciò significa che, basandoci sulle centrali EPR da 1.600 MW che si vogliono costruire in Italia, gli

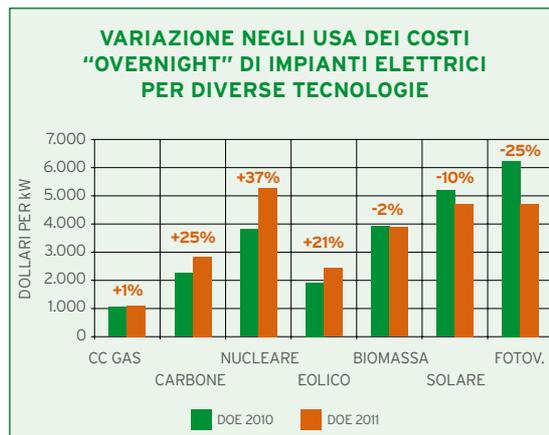
Enti Locali si ripartiranno con percentuali diverse (10% Provincia, 55% Comune ospitante e 35% Comuni limitrofi) circa 5 Milioni di Euro all'anno per i 10 anni circa prevedibili di costruzione delle centrali e poi, supponendo che tutto vada bene e che gli impianti producano 12.000.000 di MWh all'anno, si porteranno a casa altri 5 Milioni di Euro all'anno, per tutta la durata di esercizio dell'impianto. Il Decreto precisa inoltre, che tali oneri debbano essere a carico esclusivo delle imprese coinvolte nella costruzione e nell'esercizio degli impianti e quindi questi costi finiranno nelle bollette dei consumatori.

Nello sviluppo delle filiere nucleari occorre considerare poi i costi dell'adeguamento delle reti di trasmissione. Questo comporta la costruzione di nuove stazioni di trasformazione e di smistamento, nonché l'esproprio dei terreni su cui fare transitare le linee elettriche ad alta capacità. Questi costi normalmente non vengono presi in carico dall'intrapresa che realizza e gestisce la centrale, ma comunque finiscono nelle bollette pagate dai consumatori.

Spesso sorgono problemi, anche rilevanti, di accettazione da parte della popolazione interessata. In molti casi, infatti, l'opposizione locale è significativa e la realizzazione di nuove linee ad altissima tensione può provocare ulteriori ritardi ai progetti nucleari. L'ottenimento dei permessi, l'esproprio delle aree e la costruzione delle linee di trasmissione possono comportare tempi superiori alla realizzazione delle centrali stesse, oltre che ulteriori costi tutt'altro che trascurabili.

2.2 - La Costruzione delle Centrali

Nel 2003, in un noto studio interdisciplinare (1), il Massachusetts Institute of Technology di Boston affermava che in un mercato liberalizzato l'energia nucleare non è competitiva con il carbone e con il gas naturale. Tuttavia riduzioni plausibili da parte del sistema industriale nel costo del capitale, nella gestione, nella manutenzione, nei tempi di costruzione, nonché l'introduzione da parte dei Governi di crediti di emissioni sulla CO₂ avrebbero



potuto ridurre il gap.

Nel 2009, l'aggiornamento dello studio riporta che, a sei anni di distanza, la situazione rimane la stessa e che, analizzando i costi di costruzione dei nuovi impianti in Giappone e Corea, nonché le previsioni USA, le stime di costo sono aumentate del 15% all'anno. Il MIT assume infatti come costo *overnight* (2) di nuovi reattori al 2009, 4.000 \$/kW, esattamente il doppio di quanto stimato nel 2003.

Il primo AP-1000 (Westinghouse) in costruzione a San Men in Cina, preventivato per 1.000 \$/kW, è già arrivato, secondo recenti stime, a 3.500 \$/kW. La Georgia Power (USA) ha dichiarato che i due reattori da 1.100 MW che aveva intenzione di realizzare sarebbero costati 14 Milardi di Dollari, pari a 6.360 \$/kW (3).

Nel Novembre 2008, la Tennessee Valley Authority ha aggiornato le stime per due reattori AP-1000 e ha dichiarato che le nuove stime si aggirano tra i 2.516 e i 4.649 \$/kW. Nel Giugno del 2009 la Nuclear Innovation North America ha annunciato che il costo di 2 ABWR della General Electric da 1.350 MW ciascuno, da realizzare nel Sud del Texas presso Huston, verranno a costare 10 Miliardi di Dollari, comprensivi del costo dei capitali. Ciò significa un costo di 3.700 \$/kW (4).

Ma anche in Europa le cose non vanno meglio. Gli unici due reattori in costruzione, gli EPR della francese Areva, l'uno a Olkiluoto in Finlandia e l'altro a Flamanville in Francia, hanno i loro problemi. L'impianto di Olkiluoto, preventivato

per 3 Miliardi di Euro, è arrivato, dopo oltre 3 anni di ritardi, a quasi 6 Miliardi di Euro. Per quanto riguarda l'impianto di Flamanville, sulla Manica, nel dicembre del 2010 Electricité de France (EdF), oltre che a confermare un ritardo di oltre 3 anni, ha aumentato le stime di costo a 4,6 a 5,8 Miliardi di Euro per un costo unitario di 3.625 €/kW (5).

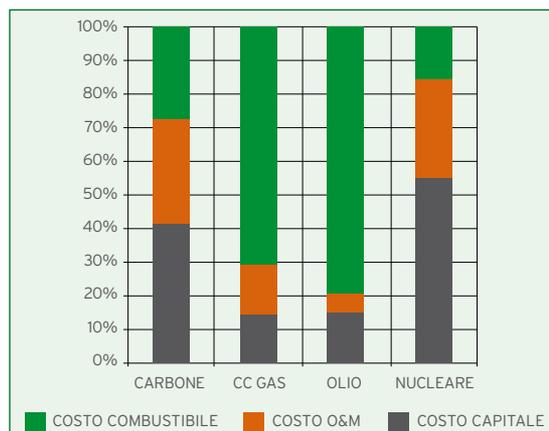
Questo breve resoconto indica che vi è un alto grado di incertezza e quindi alti rischi in operazioni che durano circa un decennio. Questo fa sì che gli interessi che le Banche chiedono per finanziare una intrapresa nucleare siano particolarmente elevati e possono arrivare fino al 15% annuo.

Questo rischio è ben presente anche a livello italiano; infatti, nel già citato Decreto legislativo n° 31 del 15 febbraio 2010, il governo si è premunito, incaricando il "Ministro allo Sviluppo Economico di provvedere a individuare strumenti di copertura finanziaria e assicurativa contro il rischio di ritardi nei tempi di costruzione e di messa in esercizio degli impianti". Tradotto vuol dire che i costi per le polizze assicurative contro i probabili ritardi li pagheranno i cittadini italiani con la fiscalità generale.

C'è un aspetto importante da sottolineare, quando si discute di nuove tecnologie. La storia insegna che esiste un cosiddetto "tempo di apprendimento" per qualunque tecnologia appaia sul mercato e questo fa sì che con il passare del tempo e con i miglioramenti produttivi il costo delle tecnologie diminuisca. Ciò accade per le tecnologie tradizionali, ad esempio per i cicli combinati a gas che hanno aumentato sensibilmente i rendimenti, ormai vicini al 60% e i cui costi sono diminuiti dai 1.500 €/kW degli anni '90 a valori attuali intorno gli 800-900 €/kW.

Questo è ancora più vero per le tecnologie delle fonti rinnovabili dove i rapporti prezzo/rendimento diminuiscono fortemente anno dopo anno. Il costo del Solare Fotovoltaico in particolare, è sceso da oltre 6.000 €/kW del 2007 a poco più di 4.000 €/kW nel giro di 3 anni e per il 2020 ci si aspetta la cosiddetta *grid parity* intorno ai 1.200 €/kW.

La tecnologia nucleare si muove esattamente al



contrario: più passano gli anni e più aumentano i costi, segno che si tratta di una tecnologia in netto declino e che quindi è destinata a "morire".

2.3 - Il Prezzo di vendita dell'energia prodotta

Le centrali nucleari hanno costi variabili (combustibile) relativamente bassi, ma costi fissi molto alti. Tra i costi fissi è sicuramente preponderante il costo di costruzione della centrale comprensivo degli interessi sui capitali investiti per via dei lunghi tempi di realizzazione. Ad esempio, assumendo che il costo totale di un EPR, inclusi i costi di finanziamento, costruzione, sviluppo e acquisto dei terreni, sia di 5 Miliardi di Euro e che nell'arco di 5 anni l'impianto possa produrre al massimo potenziale disponibile, Citigroup, la più grande società finanziaria del mondo, ha stimato che il prezzo di vendita dell'Energia Elettrica debba essere almeno di 65 €/MWh (6).

Però, nel caso, altamente probabile, che si verifichi un sovra-costi del 20% arrivando a 6 Miliardi di Euro con 2 anni di ritardo, Citigroup ha stimato che il prezzo di vendita dell'elettricità deve salire a 70 €/MWh per ottenere un margine di almeno l'1%.

Il caso della centrale di Olkiluoto è un caso esemplare, che sarà interessante seguire: con tre anni di ritardo, un extracosto del 100% e un contratto che vincola il prezzo di vendita dell'energia elettrica, è già materia per i tribunali che dovranno decidere chi pagherà i danni; affermazione pleo-

STIME DI COSTO DELL'ENERGIA ELETTRICA PER IMPIANTI NUOVI [EURO/MWh]

	NUCLEARE	CARBONE	GAS
MIT - BOSTON, 2003	52	49	39
MIT - BOSTON, 2009	65	64	57
COMMISSIONE EUROPEA 2008	50-85	40-50	50-60
CITIGROUP GLOBAL MARKET 2010	70	-	50-60
DOE - STIMA 2010 PER IMPIANTI 2020	111	96	62
MOODY'S - STIMA 2009 PER IMPIANTI 2020	116	86	93
NEA - NUCLEAR ENERGY AGENCY 2010	45-76	50-61	66-70
DICHIARAZIONI ENEL	30	31	36
NUCLEARE COSTO DI 5.800-6.000 \$/kW	122	-	-

nastica, dato che i maggiori finanziatori, la Bayerische Landesbank, la francese Coface e la svedese Export Agency (SEK) sono tutti pubblici e che ragionevolmente si rivarranno su Areva che è al 90% posseduta dallo Stato francese.

Nella tabella sono illustrate le stime di costo dell'Energia Elettrica per impianti nuovi a partire dal già citato studio del MIT del 2003 con l'aggiornamento del 2009. Recentemente anche il Dipartimento per l'Energia americano (DOE) ha aggiornato le stime per Energia Elettrica prodotta da impianti nuovi al 2020 (7): ben 111 Euro/MWh. Moody's è andata oltre fissando il costo, sempre al 2020, in 116 Euro/MWh. Giuseppe Onufrio, direttore di GreenPeace Italia, ha calcolato (8) che se si assume per l'EPR il costo accettato dal governo USA per l'impianto proposto da Constellation Energy in consorzio con EDF, si dovrebbe assumere un costo per un nuovo impianto di 5.800-6.000 dollari al kW. In questo caso il costo dell'elettricità salirebbe fino a 122 Euro/MWh. Da rilevare che attualmente in Italia il prezzo medio nella Borsa Elettrica è intorno ai 70 Euro/MWh.

In un mercato regolato queste incertezze possono essere scaricate sui consumatori tramite tariffe regulate. Ma in un mercato liberalizzato, dove i costi devono essere recuperati agendo in concorrenza con altre fonti di energia, non esiste un modo per recuperare gli extra costi accumulati durante la realizzazione delle centrali e le intraprese devono essere assitite dagli Stati. Bisogna ricordare che

nella storia del nucleare non si è mai verificato che un costruttore abbia assunto il rischio del prezzo dell'energia.

Peraltro il Governo italiano ha già preso delle precauzioni riguardo questi aspetti. Infatti la Legge 23 luglio 2009, n. 99 ha disposto che "il gestore della rete di trasmissione nazionale assicuri la precedenza all'energia elettrica prodotta da impianti che utilizzano energia nucleare prodotta sul territorio nazionale". Quindi, nessuna paura: qualunque sarà il prezzo dell'energia nucleare in Italia saremo costretti a consumarla e ... a pagarla.

2.4 - Conduzione e Manutenzione dell'impianto

Data l'enorme complessità di una centrale nucleare, gli impianti sono altamente sensibili e vulnerabili rispetto ai fermi per le manutenzioni o per i guasti. Fermare un reattore non è cosa da poco e tra arresto e riavvio occorrono parecchie settimane se non mesi. Un fermo di sei mesi può costare 120 Milioni di Euro in costi diretti e perdita di produzione, senza contare le penali nel caso in cui la produzione sia stata pre-venduta. Secondo Citigroup i rischi derivanti da fermi accidentali sono così grandi che non possono essere sopportati da un solo impianto ma vanno distribuiti su tutto il "portafoglio" di assets delle società.

Un aspetto chiave per l'economia di un impianto nuovo è l'assunzione del fattore di carico che ci si aspetta possa mantenere. Ad esempio EDF ha fissato un obiettivo di tale fattore di disponibilità dell'85%. Ma alla fine del 2006 i reattori francesi avevano un fattore di carico medio cumulato sulla durata di vita dei propri reattori del 77%. Ciò vuol dire che su tutto il parco francese installato, la mancata produzione rispetto gli obiettivi è stata di circa 63 milioni di MWh all'anno per un valore di oltre 2 Miliardi di Euro/anno, considerando la tariffa regolata di 34 €/MWh. Tuttavia, se consideriamo il vero costo dell'energia elettrica in Francia, stimata intorno ai 65 €/MWh, la perdita solo per mancata produzione supera i 4 Miliardi di Euro/anno.

Esemplare è stato il caso di British Energy, creata nel 1996 e collassata finanziariamente nel 2003 a

causa degli alti costi di conduzione e manutenzione (O&M) che superavano le entrate provenienti dalla vendita di Energia Elettrica sul mercato libero. Per gli otto impianti della British Energy, il costo medio della conduzione, la manutenzione e dell'approvvigionamento del combustibile è aumentato da 24,5 €/MWh nel 1997 a 28 €/MWh nel 2004. Poi, nei primi sei mesi del 2006 tali costi sono arrivati a 35,5 €/MWh principalmente per le scarse prestazioni di alcuni impianti.

2.5 - Il Decommissioning (9).

I gestori degli impianti nucleari devono mettere da parte, anno dopo anno, le somme necessarie per pagare le operazioni di smantellamento delle centrali e di sistemazione dei rifiuti radioattivi. Il metodo comunemente utilizzato, per garantire che i fondi necessari allo smantellamento siano disponibili alla fine della vita utile di un impianto nucleare, consiste nello stimare tale costo a prezzi attuali e quindi accantonare, anno dopo anno, le somme necessarie, ipotizzandone un rendimento, ovvero un tasso di interesse sui capitali accantonati tale che, al momento "della bisogna", tali fondi siano realmente disponibili.

Ad esempio, supponiamo che il decommissioning di un impianto da 1.000 MW costi a prezzi attuali un Miliardo di Euro e che lo smantellamento avverrà tra 60 anni. Ipotizzando che le somme accantonate in un fondo segregato, cioè destinato solo allo smantellamento, rendano il 5% all'anno, è sufficiente accantonare poco più di 50 Milioni di Euro all'anno per coprire tra 60 anni il costo delle operazioni. Tutto sommato si tratta di una cifra modesta dato che in un anno la centrale può incassare anche un Miliardo di Euro con la vendita dell'elettricità. In termini di costo per il cliente finale ciò significa un sovracosto in bolletta di soli 0,6 centesimi di Euro per kWh.

Con queste ragionevoli premesse il decommissioning non è un grande problema da risolvere; ma ci sono parecchi "Ma..." Il primo "Ma ..." è che sperare che le somme accantonate rendano il 5% all'anno per i prossimi 60 anni è da eroi della finanza.

Il secondo "Ma ..." riguarda la reale producibilità della centrale. Se solo il fattore di utilizzo risulta inferiore a quanto previsto, le quote accantonate diminuiscono. Il terzo "Ma ..." infine, riguarda la vita fisica dell'impianto. L'esperienza ci dice che in un mercato competitivo gli impianti che diventano antieconomici, vengono chiusi. Per le analisi economiche, non conta la vita utile di un impianto, ma la sua vita economica. Ipotizzare quale impianto sarà economico tra 60 anni non è da eroi, ma da super-eroi delle scienze economiche. Ciò vuol dire che se il nostro impianto verrà fermato, diciamo tra 30 anni invece che tra 60, il costo totale da "scaricare" in bolletta è di circa 10 Centesimi di Euro per kWh venduto.

Ora, nessuna società elettrica oserà far pagare 10 centesimi di Euro per ogni kWh che vende, per cautelarsi contro queste evenienze. Nelle bollette continueranno a essere conteggiati i canonici 0,6 Cent/kWh previsti nel piano finanziario approvato inizialmente. Il risultato sarà che alla chiusura dell'impianto, a fronte del Miliardo di Euro necessari per il decommissioning, la società si troverà ad avere solo 200 Milioni e i rimanenti 800 Milioni di Euro li dovranno pagare i consumatori che non hanno utilizzato l'energia prodotta e non hanno neppure goduto dei benefici economici di una bolletta ridotta.

Questa non è fantascienza, ma dura realtà. Vale la pena di ricordare che quando British Energy è collassata finanziariamente nel 2003, a seguito della privatizzazione voluta da Margaret Thatcher, i fondi accantonati per il decommissioning sono stati utilizzati per ripianare i debiti lasciati dalla gestione fallimentare dell'impianto. Nel 2006 Londra si è trovata con un "buco" di 112 Miliardi di Euro quale fabbisogno per smantellare tutto il programma nucleare civile, e non più di poche centinaia di Milioni di Sterline in cassa. La conseguenza del collasso di British Energy è stata che lo smantellamento dei suoi reattori nucleari, già pagato parzialmente dai consumatori, dovrà essere ripagato per intero dai sudditi di Sua Maestà per i decenni a venire. ■

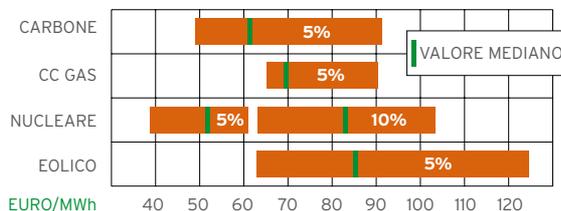
IL COSTO DEL CAPITALE

I costi di costruzione di un impianto sono in genere suddivisi in due componenti: i costi di costruzione senza interessi, detti anche costi *overnight*, ossia quanto costerebbe una centrale se venisse realizzata tutta in una notte, a cui bisogna aggiungere il costo degli interessi durante tutte le fasi di realizzazione.

L'Agenzia Internazionale per l'Energia (IEA) ha pubblicato nel 2010 uno studio molto dettagliato che confronta i costi di generazione dell'elettricità da varie fonti e in diverse aree geografiche (10). La IEA analizza i *range* dei costi per impianti a carbone, a gas, eolici e nucleari con costi del denaro rispettivamente del 5% e del 10%. Ipotizzando un costo del denaro pari al 5% per tutte le tipologie di impianti, il nucleare, secondo la IEA, presenta il costo del MWh prodotto più basso.

Tuttavia, una centrale a Ciclo Combinato a Gas da 800 MW, ad esempio, costa al massimo 800 milioni di Euro, il tempo di costruzione non supera generalmente i 2 anni, i rischi sono molto bassi, dato che si tratta di una tecnologia ben consolidata e l'impianto

STIMA DELLA INTERNATIONAL ENERGY AGENCY - IEA DEI COSTI DI GENERAZIONE PER NUOVE CENTRALI IN EUROPA



FONTE: IEA 2010

NOTE: LO STUDIO IEA CONSIDERA COME PARAMETRO PRINCIPALE IL *LEVELIZED COST OF ELECTRICITY*, PARAMETRO CHE UTILIZZA UN *DISCOUNTED CASH FLOW* E INTERNALIZZA IL COSTO DELLE EMISSIONI DI GAS SERRA, ASSUMENDO UN PREZZO DI 25 EURO/TCO₂

è in grado di produrre energia elettrica praticamente immediatamente dopo la fine della realizzazione. Il costo degli interessi sul capitale è molto limitato e generalmente non supera il 3,5% annuo, ossia il 7% complessivo (detto anche *IDV - Interest During Construction*). Analogamente, anche i tempi di costruzione di una centrale a carbone sono brevi, per non parlare poi dei parchi eolici, che presentano tempi di costruzione e messa in esercizio in assoluto più contenuti.

Per contro, il costo di costruzione di un impianto nucleare è molto più alto rispetto alle altre fonti. Il costo *overnight* ormai si situa

a non meno di 3.000 Euro/kW ai quali bisogna aggiungere il costo degli interessi sul capitale. Anche i tempi di costruzione sono lunghi, non meno di 10 anni e i rischi sono anch'essi molto elevati. Di conseguenza i tassi di interesse sono elevati, non meno del 10% annuo, a meno che non intervengano delle garanzie governative. La stessa IEA stima che per un impianto nucleare l'*IDV* può superare il 75% del costo *overnight*, portando il costo finale di una centrale nucleare a 5.250 Euro/kW. Ciò significa che gli EPR da 1.600 MW che si vogliono costruire in Italia non verranno a costare meno di 8,5 Milardi di Euro ciascuno.

(1) The Future of Nuclear Power - MIT Boston - <http://web.mit.edu/nuclearpower/>

(2) Per costo "overnight" si intende il costo di realizzazione di un progetto senza tenere conto degli interessi sul capitale, come se il progetto venisse realizzato in una notte.

(3) New Nuclear - The Economics Say No - Citigroup Global Market - www.citigroupgeo.com/pdf/SEU27102.pdf

(4) Ibidem

(5) www.ft.com/cms/s/0/5376fc24-0a06-11e0-9bb4-00144feabdc0.html#axzz1FigNcoqk

(6) New Nuclear - The Economics Say No - Citigroup Global Market - www.citigroupgeo.com/pdf/SEU27102.pdf

(7) Updated capital costs for electricity generation plants - www.eia.doe.gov/oiab/beck_plantcosts/pdf/updatedplantcosts.pdf

(8) Vedi: "Rivisti verso l'alto i costi del nuovo nucleare negli Usa" pubblicato su: <http://qualenergia.it/>

(9) Tratto da: "Illusione Nucleare" di Sergio Zobot e Carlo Monguzzi - Melampo editore 2008

(10) IEA - Projected costs of generating capacity, 2010

03 QUAL È L'EFFETTIVA DISPONIBILITÀ DI URANIO PER IL FUTURO?

Secondo la *World Nuclear Association* le riserve di Uranio sono così catalogabili:

RISORSE RAGIONEVOLMENTE ASSICURATE DI URANIO CON COSTI DI ESTRAZIONE:

- < di 40 \$/ton → 1.766.000 Tons
- < di 80 \$/ton → 2.598.000 Tons
- < di 130 \$/ton → 3.338.000 Tons

RISORSE IPOTIZZATE DI URANIO CON COSTI DI ESTRAZIONE:

- < di 80 \$/ton → 1.858.000 Tons
- < di 130 \$/ton → 2.131.000 Tons

RISORSE TOTALI (ASSICURATE + IPOTIZZATE):

→ 5.400.000 Tons.

Il parco totale attuale è di 439 reattori civili con 372.000 MW e 188 reattori navali con 17.500 MW (158 sottomarini, 9 portaerei, 2 incrociatori, 5 rompighiaccio)

L'autonomia con i consumi attuali e con il riprocessamento attuale è di 80 anni.

Ipotizzando la realizzazione di tutti i reattori programmati (34 unità con 34.000 MW) e tutti i reattori proposti (219 unità con 193.000 MW) per un totale di ulteriori 227.000 MW la durata delle risorse scende a 60 anni, sempre a tecnologia invariata e senza grandi incrementi nel riprocessamento.

Bisogna infine rilevare che mercato dell'uranio è

ANDAMENTO DEI PREZZI DELL'URANIO IN \$/LIBBRA



simile agli altri mercati delle *commodities* e attualmente esso è caratterizzato da un'offerta limitata a causa dei lunghi periodi di tempo necessari per l'entrata in esercizio di nuove miniere, aggravati da ritardi e aumenti dei costi dei progetti e dalla scarsità di manodopera per via delle condizioni ad altissimo rischio sanitario in cui le maestranze si trovano ad operare. La coltivazione delle miniere di uranio deve inoltre fare i conti con sempre più rigorose restrizioni ambientali e di conseguenza, il mercato rimane ristretto.

Il prezzo dell'Uranio (U_3O_8) è comunque sensibile all'andamento del prezzo del petrolio. Nell'aprile del 2007, in piena crisi petrolifera, il prezzo spot ha raggiunto quotazioni pari a 138 \$/libbra (pari a



230 €/kg) con un aumento del 1.250% rispetto al 2000.

Poi il prezzo è crollato per via dell'arresto di 7 centrali nucleari giapponesi a seguito del terremoto del 2010 che ha causato un eccesso di offerta. Successivamente si è stabilizzato a 75 \$/libbra per scendere poi nuovamente a 55 \$/libbra dopo il disastro di Fukushima nel marzo 2011.

Questo significa che anche le quotazioni dell'uranio non sono e non saranno esenti dalla volatilità che subiscono i prodotti petroliferi. Sperare che il prezzo dell'uranio rimanga basso in modo da consentirci di disporre di energia elettrica a costi stracciati è da ingenui o da ciarlatani.

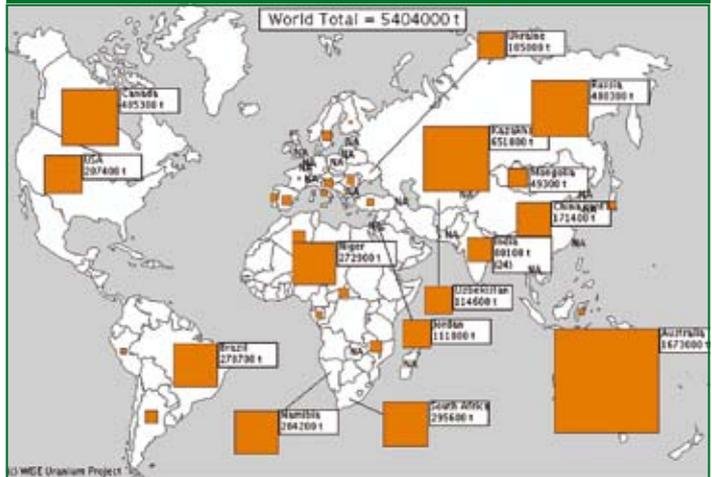
Nel 2009, su un fabbisogno di 61.730 tonnellate di Uranio, la produzione mondiale è stata di 50.863 tonnellate e la differenza di 10.867 tonnellate è stata coperta da:

- Impoverimento (*Down-Blending*) di Uranio Altamente Arricchito al 93% di testate nucleari Russe e USA.
- Riprocessamento dell'Uranio "spento" estratto dai reattori attuali.
- Ri-arricchimento di Uranio Impoverito (*Depleted Uranium*) per ottenere il "MOX", miscela di Uranio e Plutonio.
- Ricorso alle scorte (*Stockpiles*) detenute dalle società elettriche.

Negli arsenali militari sono state accumulate grandi quantità di Uranio Altamente Arricchito (HEU - *Weapon-Grade* - 93%). In totale 1.842 tonnellate, delle quali 1.100 in Russia. Inoltre sono stata accumulate 248 tonnellate di Plutonio, delle quali 145 in Russia e 85 negli USA.

Da una tonnellata di HEU si ricavano 40 Tonnellate di LEU (*Low Enriched Uranium*) con le quali si può alimentare un EPR da 1.600 MW per un anno. Quindi teoricamente, ipotizzando che tutto l'arsenale militare mondiale venga smantellato, si possono ricavare 84.000 tonnellate di LEU sufficienti ad alimentare 2.800 reattori da 1.000 MW per un anno oppure tutti gli attuali reattori civili per 8-10 anni.

RISORSE DI URANIO (ASSICURATE+IPOTIZZATE) - \$130/KG

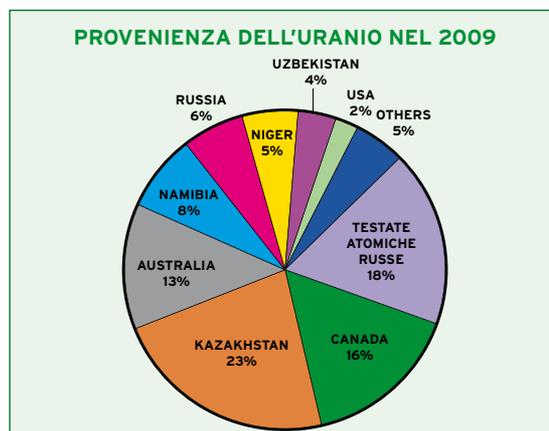


04 IL NUCLEARE CI GARANTISCE UNA MAGGIORE SICUREZZA NEGLI APPROVVIGIONAMENTI ENERGETICI?

Questa è una delle più forti pressioni ideologiche e mediatiche operate per convincere gli italiani della necessità dell'energia nucleare: il petrolio proviene in prevalenza dai paesi arabi, il gas dalla Russia e dalla Libia, tutti paesi politicamente inaffidabili, per non parlare del Venezuela di Chavez e della Bolivia di Morales che nazionalizzano le industrie del petrolio e del gas. Ebbene, pochi sanno che, nel 2009, su un fabbisogno mondiale annuo di quasi 62.000 tonnellate di Uranio, solo 21.000 tonnellate, pari ad un terzo del fabbisogno, sono state estratte in paesi cosiddetti stabili, quali Australia, Canada, USA; 30.000 tonnellate arrivano da Kazakistan, Niger, Namibia, Uzbekistan, Russia, che non sono certo dei campioni di democrazia e le rimanenti 11.000 tonnellate necessarie a equilibrare il fabbisogno dei reattori nucleari provengono dagli arsenali militari in smantellamento, per lo più ex Sovietici.

L'accordo USA-Russia di non proliferazione (detto anche Megatons to Megawatts)

Pubblicizzato dai media come accordo sulla riduzione degli armamenti atomici, di fatto è l'aggiornamento di un accordo commerciale, siglato nel lontano 1993 e valido fino al 2013, del valore di 12 Miliardi di Dollari, secondo il quale la Russia si impegnava a fornire agli USA Uranio per i suoi reattori (LEU - *Low Enriched Uranium* al 3.5%) proveniente dall'Uranio militare Altamente Arricchito (HEU - *High Enriched Uranium*



al 93%) dell'arsenale atomico ex-sovietico.

Gli Stati Uniti ottengono il 20% della loro elettricità dall'energia nucleare e circa la metà del combustibile per alimentare i reattori proviene attualmente dalle testate atomiche russe smantellate, che fornisce quindi il 10% di tutta l'elettricità che consumano gli americani. Di fatto l'accordo, rinegoziato più volte sia da Clinton sia da Bush, imponeva alla Russia di vendere l'uranio al di sotto del prezzo di mercato, cosa che ha provocato rancori e quindi rallentamenti nelle forniture da parte della Russia. La questione sembra sistemata con il recente accordo tra Obama e Putin che consente ora alla Russia di vendere agli USA l'uranio da *downblending* militare a prezzi di mercato nonché di vendere le eccedenze direttamente sul mercato mondiale ai paesi che hanno aderito al "patto di non proliferazione". Occorre rimarcare che

il *downblending* dell'Uranio Altamente Arricchito al 93% (detto anche HEU o *Weapon grade*) per portarlo al 3,5% non è un'operazione semplice. Occorre prima ri-trasformarlo in gas sotto forma di esafluoruro di Uranio (UF₆), quindi miscelarlo con Uranio naturale o meglio con Uranio impoverito, anche essi ri-trasformati in gas e, una volta raggiunta la gradazione voluta è possibile procedere alla ri-trasformazione in Uranio metallico. L'energia nucleare prodotta in tutto il pianeta equivale a circa il 6% del totale dell'energia primaria (1) consumata nel mondo, che sale al 16% se consideriamo solo l'Energia Elettrica prodotta. Occorre precisare che i valori di energia primaria riportati nella Tabella sotto, sia per la generazione nucleare, sia per la generazione idroelettrica, sono stati ricavati, in accordo con le convenzioni internazionali, calcolando l'ammontare equivalente di combustibili fossili necessari per produrre la medesima quantità di energia elettrica, assumendo un fattore di conversione del 38%, che equivale al rendimento medio della generazione termoelettrica dei paesi OCSE (2). In realtà se non teniamo conto di questa "valorizzazione" in termini di energia primaria equivalente, i pesi reali dell'energia nucleare e dell'energia idroelettrica rappresentano ognuna, poco più del 2% del consumo mondiale di energia. ■

PRODUZIONE E CONSUMO DI URANIO NEL 2009 [TONS]			
PAESE	PRODUZIONE	FABBISOGNO	SALDO
KAZAKHSTAN	14.020		14.020
CANADA	10.173	1.600	8.573
AUSTRALIA	7.982		7.982
NAMIBIA	4.626		4.626
RUSSIA	3.654	4.500	- 846
NIGER	3.243		3.243
UZBEKISTAN	2.429		2.429
USA	1.453	16.160	- 14.707
UKRAINE	840		840
CHINA	750	3.300	- 2.550
SOUTH AFRICA	563	290	273
BAZIL	345	450	- 105
INDIA	290	930	- 640
CZECH REP.	258	590	- 332
MALAWI	104		104
ROMANIA	75	200	- 125
PAKISTAN	50	75	- 25
FRANCE	8	9.000	- 8.992
JAPAN		8.195	- 8.195
KOREA		3.400	- 3.400
GERMANY		2.600	- 2.600
UKRAINE		2.480	- 2.480
SWEDEN		1.685	- 1.685
UNITED KINGDOMS		1.215	- 1.215
CHINA TAIWAN		865	- 865
BELGIUM		835	- 835
SPAIN		680	- 680
FINLAND		460	- 460
HUNGARY		390	- 390
SLOVAKIA		380	- 390
MEXICO		290	- 290
SWITZERLAND		280	- 280
BULGARIA		255	- 255
SLOVENIA		230	- 230
ARGENTINA		140	- 140
LITHUANIA		105	- 105
ARMENIA		90	- 90
NETHERLANDS		60	- 60
TOTALE	50.863	61.730	- 10.867

Fonte: WORLD NUCLEAR ASSOCIATION

RIPARTIZIONE DEI CONSUMI MONDIALI DI ENERGIA PRIMARIA IN %					
AREE GEOGRAFICHE	PETROLIO %	GAS %	CARBONE %	NUCLEARE %	IDRO %
NORD AMERICA	40,1	25,2	22,5	7,4	4,9
AMERICA CENTRO SUD	46,5	21,2	3,8	1,0	27,5
UE (25)	39,9	23,2	17,9	12,5	6,6
EX URSS, BULGARIA, ROMANIA, TURCHIA	19,8	50,8	19,3	5,3	4,9
MEDIO ORIENTE	50,4	47,0	2,0	-	0,7
AFRICA	40,2	20,1	32,4	1,0	6,3
ASIA E PACIFICO	36,1	10,7	44,9	3,6	4,7
MONDO	37,3	23,9	26,5	6,1	6,1

Fonte: BP STATISTICAL REVIEW OF WORLD ENERGY - 2008

(1) Una fonte di energia viene definita "primaria" quando è presente in natura e quindi non deriva dalla trasformazione di nessuna altra forma di energia. Rientrano in questa classificazione i combustibili fossili e le biomasse. L'energia elettrica è considerata energia "secondaria" ed è convenzionalmente riferita all'energia primaria necessaria per produrla.

(2) I Paesi OCSE (Organizzazione per la Cooperazione e lo Sviluppo Economico) sono: Austria, Belgio, Repubblica Ceca, Danimarca, Finlandia, Francia, Germania, Grecia, Ungheria, Islanda, Irlanda, Italia, Lussemburgo, Olanda, Norvegia, Polonia, Portogallo, Slovacchia, Spagna, Svezia, Svizzera, Turchia, Gran Bretagna, Australia, Canada, Giappone, Messico, Nuova Zelanda, Corea del Sud, USA.

05 È VERO CHE IN FRANCIA L'ENERGIA ELETTRICA COSTA MENO PERCHÉ C'È IL NUCLEARE?

Un altro cavallo di battaglia dei fautori del nucleare, è che in Francia l'energia elettrica costa meno perché c'è il nucleare. Di fatto le condizioni che hanno portato la Francia a diventare una potenza nucleare sono frutto dell'azione politica del generale De Gaulle per creare, in piena guerra fredda, un polo nucleare europeo a guida francese.

De Gaulle tentò prima di pervenire ad un accordo con gli USA e la Gran Bretagna per istituire un "direttorio franco-anglo-americano" alla guida dell'Alleanza Atlantica, ma al no di Londra e Washington, uscì dalla NATO ed elaborò un disegno politico in cui l'Europa si poneva come "terza forza" fra USA ed URSS e in questo quadro, doveva essere accentuata la leadership francese. Necessità e condizione preliminare per tale politica era che la Francia si dotasse di una capacità militare nucleare (*La Force de Frappe*), per cui una delle prime decisioni del generale fu di accelerare i piani per l'atomica francese, fatta esplodere così nel 1960 nel Sahara algerino.



IL GEN. CHARLES DE GAULLE

accelerare i piani per l'atomica francese, fatta esplodere così nel 1960 nel Sahara algerino.

Il nucleare civile francese è nato quindi in simbiosi con il nucleare militare, per ripartire gli enormi costi



CENTRALI NUCLEARI

per produrre l'uranio e soprattutto per arricchirlo al cosiddetto *weapon grade* (1). Lo sforzo civile e militare francese è stato imponente e la maggior parte dei costi, dalla Ricerca e Sviluppo fino al trattamento del combustibile esausto, non sono mai entrati nel costo dei kWh che i cittadini pagano nelle bollette elettriche, ma sono nascosti nelle tasse che pure i francesi pagano. Non dimentichiamo che EdF (*Electricité de France*), la società elettrica che gestisce le centrali nucleari è statale e che anche gli arsenali militari e gli impianti di arricchimento e di ritrattamento dell'uranio sono statali. L'esperienza francese è irripetibile, soprattutto in un mercato liberalizzato dove i costi devono essere trasparenti e le attività industriali devono competere sul mercato. D'altra

parte basta leggere i rapporti della Corte dei Conti francese per rendersi conto delle gravi omissioni e dell'assoluta mancanza di trasparenza riscontrata nel settore nucleare e in particolare nel *decommissioning*, stigmatizzati regolarmente dai giudici francesi nei loro rapporti (2).

In un articolo pubblicato sul Quotidiano Energia il 4 giugno 2009 (3), Pippo Ranci, ex Presidente dell'Autorità per l'Energia, sostiene che la Francia mantiene tariffe amministrative per tutti i piccoli utenti, domestici e commerciali; che tali tariffe sono basse in modo da costituire una potente barriera contro l'entrata di concorrenti e che sono economicamente sostenibili finché EDF può utilizzare in esclusiva l'energia prodotta dalle vecchie centrali nucleari già ammortizzate e per le quali si ritiene vi sia stato un implicito sussidio statale almeno per quanto riguarda i costi di ricerca, sviluppo e ingegnerizzazione. Questa disponibilità di energia a basso costo consente a EDF non solo di sostenere le basse tariffe fissate dal governo per i piccoli consumatori, ma alimenta anche forniture a prezzo ridotto destinate ai grandi consumatori. Anche gli oneri per il ritrattamento del combustibile esausto non entrano nelle bollette elettriche francesi, in quanto fanno parte delle competenze dei militari, rientrando quindi nella fiscalità generale.

Secondo Francois Léveque, dell'Ecole des Mines di Parigi, estensore di un documento per una consultazione voluta dal Governo francese sul tema delle tariffe elettriche (4), dal punto di vista economico, i costi che contano in un mercato liberalizzato non sono quelli delle vecchie centrali ormai ammortizzate, ma gli oneri per rinnovare la capacità produttiva. Per la produzione di elettricità di origine nucleare il costo si situa tra i 40 e i 50 €/MWh. Per il progetto del reattore EPR di Flamanville, per esempio, EDF ha



FUNGO ATOMICO

stimato un costo di 46 €/MWh, basandosi sulle iniziali previsioni di costo della centrale di 4 Miliardi di Euro. Ora dato che il costo dell'impianto di Flamanville è ormai prossimo ai 6 Miliardi di Euro è presumibile che il costo dell'energia prodotta sia destinato a superare, anche di molto, i 50 €/MWh.

Il 14 Aprile del 2010, con l'approvazione da parte del Consiglio dei Ministri della proposta di legge "NOME" (*Nouvelle Organisation du Marché Electrique*), il prezzo da pagare per le forniture di EDF dovrà necessariamente coprire tutti i costi delle centrali in esercizio: della produzione, dello smantellamento, del capitale e del prolungamento della vita dei reattori, per i quali EDF ha ricevuto altri 5 anni di tempo. Nel 2006, infatti, il Governo aveva imposto a EDF di accantonare 17 Miliardi di € entro il 2011 per finanziare lo smantellamento delle prime centrali, ma EDF ha accantonato solo 11 Miliardi di € (5).

Di conseguenza EDF ha dichiarato che la tariffa attuale regolata di 34 €/MWh dovrà salire da subito a 40 €/MWh, poi a prezzi crescenti nel tempo per raggiungere i 46 €/MWh nel 2015 e i 60 €/MWh nel 2020 (6). ■

(1) Il "weapon grade" indica un contenuto di Uranio fissile (²³⁵U) almeno del 93%. L'uranio destinato ai reattori civili ha un grado di arricchimento intorno al 3,5%

(2) www.ccomptes.fr/fr/CC/documents/RPA/InstallationsNucleaires.pdf

(3) Vedi: "Quotidiano Energia" del 4/06/2010 - www.quotidianoenergia.it/

(4) www.energypolicyblog.com/

(5) Vedi: "Quotidiano Energia" del 29/03/2010 - www.quotidianoenergia.it/

(6) Vedi: "Quotidiano Energia" del 22/10/2009 - www.quotidianoenergia.it/

06 È VERO CHE L'ITALIA IMPORTA DALLA FRANCIA IL 15% DI ELETTRICITÀ NUCLEARE ?

Nel 2009 il saldo Import-Export italiano di Energia Elettrica è stato di 44.449 GWh, pari al 14% della richiesta totale sulla rete, con un calo del 5% di importazioni di Elettricità francese, un aumento dell'import dalla Slovenia e un consistente aumento di importazioni dalla Grecia, che ha raggiunto il 5% di tutta l'energia importata. L'export di Energia Elettrica è diminuito di un valore intorno ai 1.200 GWh, per lo più per l'inversione di flusso con la Grecia che da importatore è diventato esportatore netto.

Elaborando i dati forniti dall'Autorità per l'Energia Elettrica e il Gas, sul mix energetico dell'Energia Elettrica importata, si rileva che oltre la metà dell'Energia Elettrica importata proviene dalla Svizzera. Di questa quasi il 70% è prodotta con fonti rinnovabili, anche se un buon terzo non è associata a Garanzie di Origine. La poca energia elettrica Austriaca è quasi tutta rinnovabile e per quanto riguarda la Slovenia, dato che ha un mix con il 38% nucleare, possiamo assumere che 2.570 GWh importati siano di origine nucleare.

Possiamo anche assumere che tutta l'Energia Elettrica francese importata, per lo più di notte, sia di origine nucleare, mentre l'export italiano verso la Francia, che è intorno al 10% dell'interscambio, sia

	IMPORT	EXPORT	SALDO	ENERGIA RICHIESTA 320.268 GWh
				% SU RICH.
FRANCIA	11.939 25%	1.238 58%	10.701	3,3%
SVIZZERA	24.975 53%	502 24%	24.473	7,6%
AUSTRIA	1.192 3%	- 0%	1.192	0,4%
SLOVENIA	6.773 14%	60 3%	6.713	2,1%
GRECIA	2.192 5%	311 15%	1.881	0,6%
TOTALI	47.071 100%	2.111 100%	44.960	14,0%

FONTE: AEEG

quasi esclusivamente destinato a coprire i Carichi di Punta del sistema elettrico francese, reso inflessibile da centrali nucleari vecchie e soggette a frequenti fermi per guasti e manutenzioni varie.

Da rilevare che nel 2009 la generazione elettrica francese è diminuita del 5,5% rispetto il 2008 per una serie di guasti e fuori servizio non previsti di impianti nucleari, obbligando la Francia a ridurre globalmente le sue esportazioni del 47% rispetto il 2008.

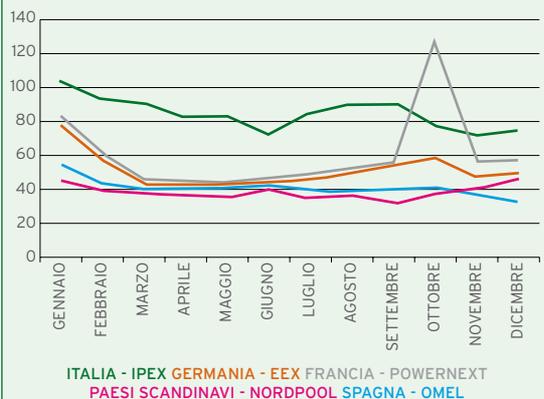
Il quadro che ne esce è che il mix complessivo italiano dell'Energia Elettrica immessa in rete nel 2009 è stato prodotto da un buon 66,5% con fonti fossili e la quantità totale di Energia Elettrica rinnovabile

MIX ENERGETICO 2009 COMPRESIVO DELL'IMPORT

	[GWh]	%
IDRO DA APPORTI NATURALI	48.543	15,2%
EOLICO	6.485	2,0%
GEOTERMoeLETRICA	5.016	1,6%
FOTOVOLTAICO	676	0,2%
BIOMASSE, FORSU, BIOCOMBUSTIBILI	7.200	2,2%
TERMoeLETRICO (AL NETTO DELL'EXPORT)	205.277	64,1%
IMPORT RINNOVABILE	17.571	5,5%
IMPORT TERMoeLETRICO	7.684	2,4%
IMPORT NUCLEARE	21.816	6,8%
TOTALE ENERGIA RICHIESTA IN RETE	320.268	100%
TOTALE ENERGIA RINNOVABILE	78.291	24%

Fonte: ELABORAZIONE SU DATI TERNA E AEEG

ANDAMENTO DEL PREZZO MEDIO MENSILE NELLE PRINCIPALI BORSE EUROPEE NELLE ORE DI PUNTA [EURO/MWh]



Andamento del prezzo medio mensile dell'energia elettrica delle Borse europee nelle ore di punta nel 2009

Fonte: AEEG

immessa nella rete nazionale, che nel 2008 era del 22%, nel 2009 è stata di ben il 24%. L'elettricità di origine nucleare consumata in Italia è stata del 6,8%. Di questa, la metà è di origine francese.

Nel 2009 l'Energia Elettronucleare di origine francese importata in Italia è stata del 3,3%

Da rilevare che il 19 Ottobre 2009 i prezzi dell'energia elettrica su Powernext, la Borsa Elettrica Francese, ha raggiunto quotazioni tra 612 €/MWh in base load e oltre 1.100 €/MWh nelle ore di picco, con un prezzo medio di 125 €/MWh.

Nell'ottobre del 2009, per la prima volta in 27 anni il sistema francese è stato per un mese intero un importatore netto di elettricità, di cui molta dall'Italia. ■



07 È VERO CHE IL NUCLEARE NON EMETTE ANIDRIDE CARBONICA?

Sebbene un reattore nucleare non emetta direttamente CO₂ (Anidride Carbonica) durante il suo funzionamento, sia il ciclo del combustibile, dall'estrazione del minerale di Uranio fino al confinamento del combustibile esausto, sia il ciclo delle centrali, dalla costruzione fino al loro smantellamento, sono responsabili, indirettamente, di ragguardevoli quantità di CO₂. Il ciclo nucleare può essere suddiviso in 5 segmenti:

1. Il Frontend ossia la preparazione del combustibile che comprende l'estrazione dalle miniere, la frantumazione, la macinatura, il processamento chimico per ottenere U₃O₈ detto anche *yellowcake*, la conversione in gas sottoforma di esfluoruro di Uranio, l'arricchimento, la decomposizione in Uranio metallico e infine l'ossidazione in forma di UO₂ per ottenere il combustibile finale.

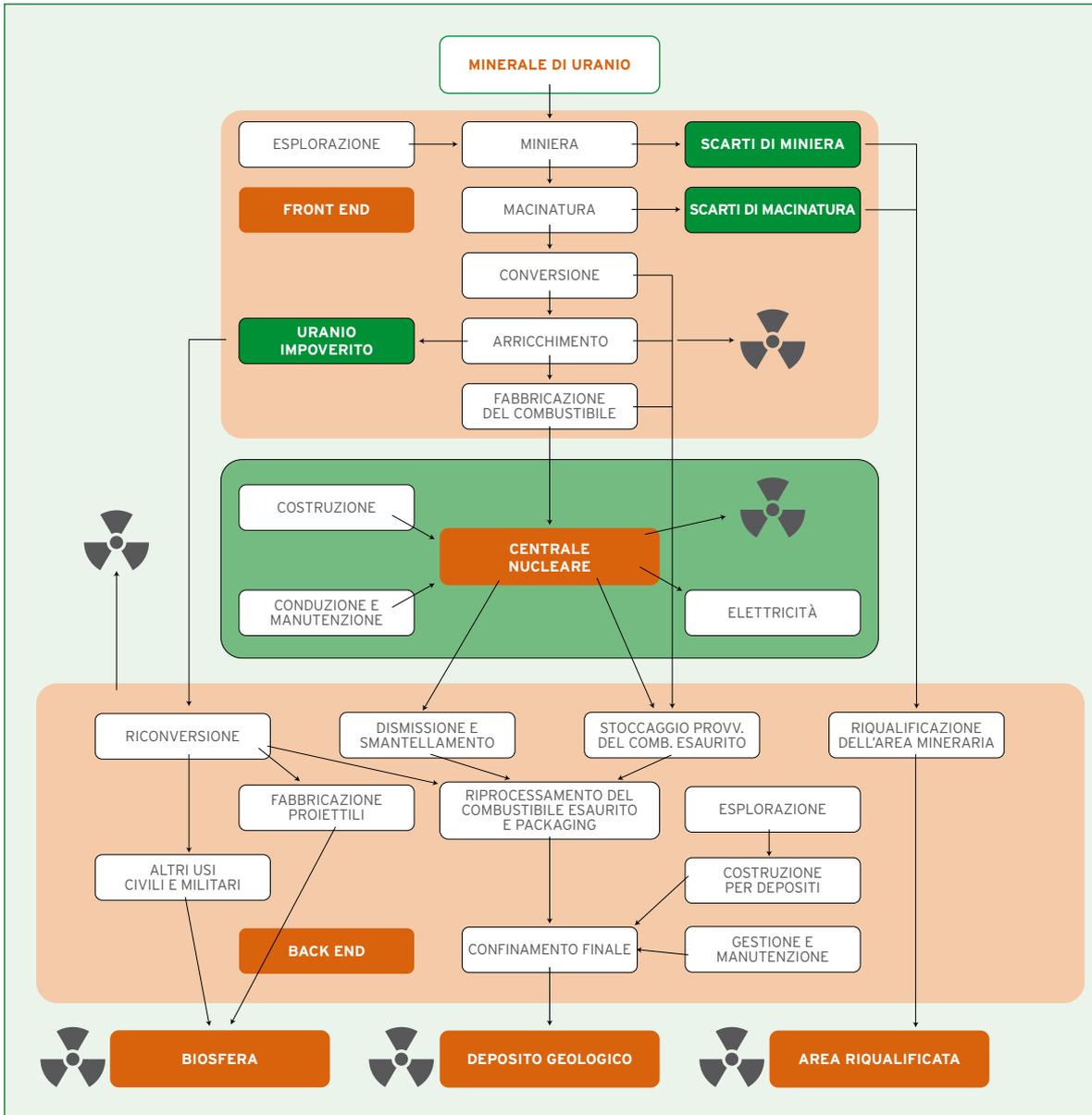
2. La Costruzione ossia la realizzazione vera e propria della centrale nucleare che comporta la fabbricazione, il trasporto e l'uso dei materiali per costruire i reattori, le turbine, le torri di raffreddamento, gli edifici di controllo, e altre infrastrutture necessarie. Un tipico reattore ad acqua pressurizzata da 1.000 MW necessita di 170.000 tonnellate di calcestruzzo, 32.000 tonnellate di acciaio, 1.400 tonnellate di rame e 205.000 tonnellate di altri materiali.

3. L'Operation & Maintenance. Questa fase com-

porta i fabbisogni di energia per gestire il raffreddamento e il ciclo del combustibile all'interno della centrale, il combustibile necessario per i generatori di back-up e l'energia indiretta necessaria per le riparazioni e per i fermi reattore.

4. Il Backend. Questa fase comprende il processamento del combustibile, lo stoccaggio temporaneo e lo stoccaggio definitivo del combustibile esausto. Il combustibile esausto, una volta rimosso dal reattore, deve rimanere almeno 10 anni in apposite vasche piene d'acqua dove va raffreddato in continuazione. Dopo di che è possibile stoccarlo in appositi contenitori di acciaio sigillato in atmosfera di Elio per impedire corrosioni e quindi in contenitori di cemento. La fase finale del *Backend* comporta il confinamento finale in depositi geologici che però non sono stati ancora compiutamente realizzati.

5. Il Decommissioning degli impianti. Dopo un periodo di tempo che può variare da 20 a 50 anni, i reattori vanno smantellati, tagliati in piccoli pezzi e "impacchettati" per il confinamento definitivo. Queste operazioni sono molto lunghe e possono durare fino a 60 anni. Sebbene le tecniche di smantellamento possano variare fortemente in funzione del tipo di reattore, l'energia totale richiesta per il *decommissioning* può essere superiore anche del 100% rispetto all'energia spesa per costruire la centrale stessa.



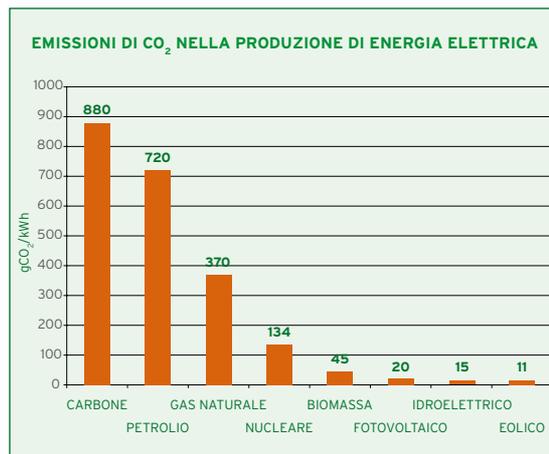
Diversi studi hanno cercato di quantificare, non senza difficoltà metodologiche e pratiche, le emissioni indirette di gas climalteranti lungo tutta la filiera nucleare. In un articolo pubblicato su Energy Policy (1), Benjamin K. Sovacool ha esaminato 103 studi condotti sulle emissioni equivalenti delle centrali nucleari, calcolando il valore medio delle emissioni riportate negli studi ritenuti qualificati come metodologia adottata e completi in termini di analisi di ciclo di vita per tutti i 5 segmenti sopra descritti. I valori delle emissioni degli studi analizzati varia-

no moltissimo, da un minimo di 1,4 grammi di CO₂ equivalente per kWh prodotto fino a 288 grammi di CO₂ e/kWh, con un valore medio di 66 g. CO₂ e/kWh, segno che da una parte non vi è accordo metodologico tra i vari studi e dall'altra, non vi sono ancora sufficienti informazioni per pervenire a stime affidabili. In questo documento facciamo riferimento ad uno degli studi analizzati da Sovacool intitolato *Nuclear power - the energy balance*, commissionato dal Parlamento europeo a Willem Storm van Leeuwen e Philip Smith (2), le cui stime delle emissioni di

EMISSIONI DI GRAMMI DI CO₂ PER kWh PRODOTTO

	MIN	MAX	MEDIA
FRONTEND	16	28	22
CONSTRUCTION	17	24	21
OPERATION & MAINTENANCE	24	24	24
BACKEND	16	41	29
DECOMMISSIONING	40	49	45
TOTALE	113	166	140

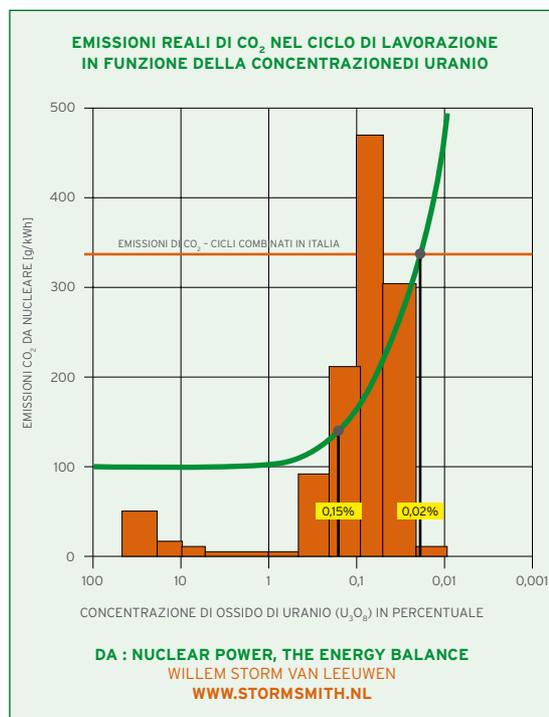
FONTE: SOVACOOL SU DATI STORM VAN LEEUWEN & SMITH



CO₂ equivalenti nei 5 segmenti della filiera nucleare indicano un valore medio di 140 g/kWh per tutto il ciclo nucleare.

Le emissioni di CO₂ delle filiere nucleari sono comunque molto inferiori a quelle dei cicli a Carbone e a Gas, che arrivano rispettivamente a 880 e 370 grammi di CO₂ per kilowattora prodotto.

Storm & Smith tuttavia pongono il problema di cosa succederà quando il grado di concentrazione dell'Uranio presente nella crosta terrestre diminuirà per via della diminuzione delle risorse disponibili a basso costo. Infatti, man mano che la purezza del minerale diminuisce, occorrerà più energia fossile



per estrarre e lavorare il minerale di Uranio. Storm & Smith hanno calcolato che ad una concentrazione (*grade*) tra lo 0,01% e lo 0,02%, le emissioni di CO₂ da una centrale nucleare eguaglieranno le emissioni di un ciclo combinato a gas. ■

(1) - www.nirs.org/climate/background/sovacool_nuclear_ghg.pdf

(2) www.stormsmith.nl/

(3) L'Uranio naturale è formato principalmente da un 99,3% di ²³⁸U e dallo 0,7% di ²³⁵U detto anche Uranio fissile, in grado cioè di mantenere una reazione nucleare. Gli attuali reattori commerciali per poter funzionare necessitano di una concentrazione di Uranio fissile almeno del 3,5%

LA PREPARAZIONE DEL COMBUSTIBILE NUCLEARE.

L'Uranio è ampiamente distribuito nella crosta terrestre e nell'acqua dei mari in quantità molto piccole, con l'eccezione di concentrazioni abbastanza ricche da poter essere considerate depositi di minerali con concentrazioni o *grade* di almeno lo 0,01%. Il *grade* medio mondiale di Uranio naturale delle miniere attualmente sfruttate è dello 0,15%, con rare eccezioni, quali i minerali uraniferi canadesi che possono anche presentare un *grade* superiore al 2%.

Il ciclo dell'Uranio è maledettamente lungo e complesso. Per fare un esempio prendiamo in considerazione il combustibile di Uranio necessario per far funzionare per un anno un EPR da 1.600 MW, come quelli che si vorrebbero costruire in Italia: circa 40 tonnellate di UO_2 . Per fare ciò occorre estrarre qualcosa come 6.000.000 di tonnellate di roccia che va prima frantumata, selezionata e diluita con 1.400.000 metri cubi di acqua in modo da far sedimentare il minerale di uranio più pesante ed eliminare le scorie più leggere. Il rapporto tra minerale uranifero e scarti può variare tra 1:5 e 1:40. Poi questa fanghiglia va macinata finemente e liscivata con 22.000 metri cubi di acido solforico. L'Uranio viene quindi recuperato dalla soluzione

e concentrato, ottenendo così 355 tonnellate di una polvere giallastra che contiene circa il 75% di ossido di Uranio (U_3O_8), chiamato anche *Yellowcake* e 6 milioni di tonnellate di scarti, come dire una piramide di Cheope di rifiuti all'anno.

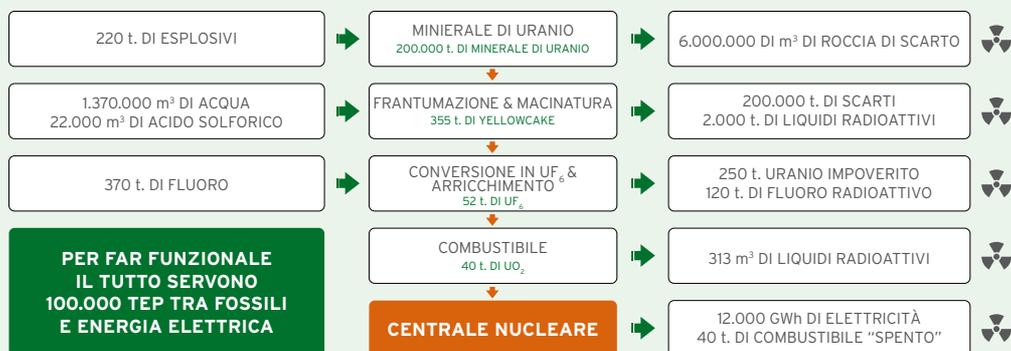
I passi successivi sono la conversione e l'arricchimento. L'Uranio naturale contiene solo lo 0,7% di Uranio-235 o Uranio fissile (3). Il resto è principalmente Uranio-238. Per innalzare la concentrazione di Uranio-235 almeno al 3,5% per alimentare gli attuali reattori commerciali, l'ossido deve essere prima convertito in gas, sotto forma di esfluoruro di Uranio (UF_6). Per fare questo servono 370 tonnellate di fluoro, gas molto leggero, altamente volatile che alla fine del processo è altamente radioattivo, impossibile da smaltire e che comporta una onerosa gestione. Poi viene la fase di arricchimento: attualmente i metodi di arricchimento sono due: la diffusione gassosa e la centrifugazione.

La diffusione gassosa, utilizzata storicamente negli Stati Uniti, incide attualmente per il 45% della capacità mondiale di arricchimento. La tecnica della centrifugazione, molto più economica, da 40 a 50 volte di meno in termini

di fabbisogno energetico, è usata in Europa e in Russia e consiste nell'utilizzare decine di migliaia di cilindri disposti in serie e fatti girare vorticosamente, con velocità vicine alla velocità del suono, dove le molecole più pesanti di gas con U-238 si concentrano verso i bordi dei cilindri e le molecole più leggere con U-235 rimangono nel centro e da qui vengono risucchiate per essere inviate ai cilindri successivi. Il processo di centrifugazione è molto difficile da gestire in quanto l'elevata velocità di rotazione impone centrifughe robuste, perfettamente equilibrate e in grado di operare per anni senza bisogno di manutenzione.

Dopo l'arricchimento, gli esfluoruri devono essere riconvertiti in ossidi metallici. Finalmente si ottengono 40 tonnellate di Uranio combustibile in forma di Bi-Ossido di Uranio, oltre che 250 tonnellate di Uranio Impoverito o *Depleted Uranium*, che poi tanto povero non è, dato che contiene ancora lo 0,3% di uranio fissile, quindi radioattivo. Concludendo, solo per il ciclo di preparazione del combustibile si consumano 100.000 Tonnellate Equivalenti di Petrolio con l'immissione in atmosfera di 420.000 tonnellate di CO_2 .

PER UN EPR DA 1.600 MW SERVONO OGNI ANNO:



IN TOTALE SI EMETTONO 420.000 TONNELLATE DI CO_2

08 LE CENTRALI NUCLEARI OCCUPANO MOLTO MENO SPAZIO RISPETTO ALLE FONTI RINNOVABILI?

Uno dei punti di forza dei sostenitori dell'energia nucleare è l'elevata densità di energia contenuta nell'Uranio. Di conseguenza, in pochi ettari di territorio è possibile concentrare la produzione di enormi quantità di energia elettrica.

Per illustrare questo concetto ci viene regolarmente mostrata questa immagine che rappresenta come sarà il sito atomico di Olkiluoto in Finlandia una volta completato. In un'isoletta di poche centinaia di ettari, affacciata nel blu del Mar Baltico, 4 reattori atomici, immersi nel verde, forniranno la maggior parte dell'energia elettrica necessaria a tutta la Finlandia. Per contro se si volesse produrre la stessa energia con un impianto fotovoltaico non basterebbero 80 km² di territorio.

Quello che però non ci viene detto, né ci viene fatto

vedere, è quanto territorio viene occupato e devastato per estrarre l'uranio dalle miniere, frantumarlo, arricchirlo e infine per stoccarlo nei depositi a fine ciclo.

Questa è la miniera Ranger, nei Territori del Nord in Australia, nel bel mezzo del Parco Nazionale del Kakadu. La miniera occupa una concessione di 80 km quadrati in piena foresta pluviale e quando viene fatta esplodere la dinamite per sbriciolare la roccia, le vibrazioni si sentono fino a Darwin distante 250 chilometri.

La miniera Rossing in Namibia occupa una superficie di 32 km quadrati in pieno deserto e produce uranio sufficiente per far funzionare un reattore nucleare da 1.000 MW. Al suo posto si potrebbero installare 1.800 MW di solare termodinamico oppure 2.800 MW di solare fotovoltaico.





MINIERA ROSSING IN NAMIBIA



AKOKAN: UNA CITTÀ CONTAMINATA



Uno dei giganteschi camion usati per movimentare il minerale di Uranio nella miniera di Rossing in Namibia.

In Niger c'è la più grande miniera di Uranio dell'Africa e la seconda del mondo. Occupa decine di km quadrati di territorio e secondo AREVA si estrarranno 5.000 tonnellate di Uranio all'anno con un "grade" dello 0,1%.

Per liscivare l'Uranio, dalle falde acquifere vengono estratti ogni anno 8 milioni di metri cubi di acqua, cosa che ha distrutto completamente l'agricoltura locale e ha provocato la ribellione dei Tuareg, perché l'acqua potabile è ormai completamente contaminata.

Anche la città di Akokan, vicino alla miniera, è contaminata dalle polveri radioattive. Nel novembre del 2009 il CRIIRAD, un laboratorio francese indipendente, ha rilevato livelli di contaminazione fino a cinquecento volte oltre il livello di fondo, anche negli stessi punti che AREVA sosteneva di aver bonificato.

Le miniere più grandi sono in Canada nello Stato del Saskatchewan. Nel Bacino dell'Athabasca vi sono 22 miniere che occupano un'estensione di ben 650 km². L'impianto di McClean, di proprietà al 70% di Are-



POMPA DI INIEZIONE DI ACIDO SOLFORICO

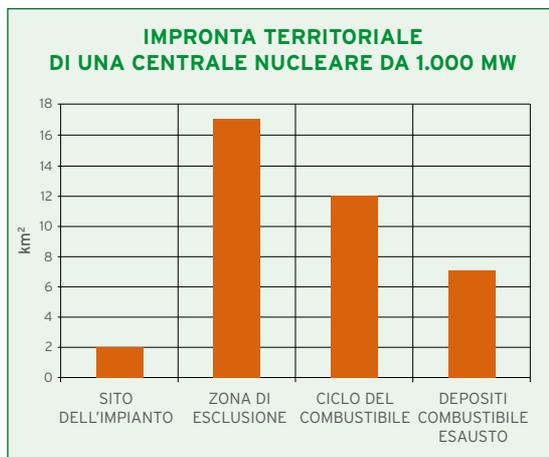
va, è considerata una delle più moderne strutture per l'estrazione e la lavorazione di Uranio. Situato ad est dell'Athabasca Basin nel nord del Saskatchewan è in grado di produrre quasi 4.000 tonnellate

all'anno di Uranio. Il sito comprende anche impianti per la produzione di acido solforico, acido nitrico, solfati di ferro, ossigeno, necessari per la lisciviazione del minerale uranifero e per la produzione dell'ossido di uranio (*yellowcake*).

Un'altra tecnica per estrarre l'Uranio è quella della lisciviazione. Questa tecnica consiste nel pompare in pressione nel terreno una soluzione a base di acido solforico e ricavare quindi una melma da cui estrarre l'uranio. Il risultato è devastante per le falde acquifere che risultano contaminate sia dall'acido, sia dalle radiazioni. I più grandi campi di lisciviazione sono in Uzbekistan e occupano decine e decine di km².

Anche in piena Germania considerevoli aree di territorio sono occupate da depositi di scarti di lavorazione dell'uranio. I depositi di scarti di lavorazione a Culmitzsch in Thuringia occupano un'area di 2,5 km² e contengono 90 milioni di tonnellate di Slurry (fanghiglia di Uranio).

Negli Stati Uniti vi sono circa 500 miniere di uranio abbandonate per una estensione totale di circa 1.500 km². L'Agenzia per la Protezione dell'Ambiente (EPA) tiene un inventario disponibile su Internet con



i dettagli di tutte le miniere abbandonate. Nel sud-ovest degli USA queste miniere non sono nemmeno recintate. Cartelli come questo avvertono che l'area è radioattiva, che non bisogna fermarsi per più di un giorno all'anno e soprattutto sconsigliano di campeggiare. Secondo il Dipartimento per l'Energia americano (DOE) un sito che ospita una centrale nucleare da 1.000 MW e che occupa 200 ettari deve disporre di una "zona di esclusione" di almeno 1.700 ettari. Inoltre elaborando i dati dell'Argonne National Laboratory, gli scienziati del Brookhaven National Laboratory e della Columbia University, hanno calcolato, analizzando l'intero ciclo di vita della filiera nucleare, che per fare funzionare per 40 anni un impianto nucleare da 1.000 MW che produca 8.000 GWh/anno di Energia Elettrica occorrono: 1.000 ettari per estrarre l'Uranio da una miniera standard, e 200 ettari per arricchire l'Uranio. Infine per con-

finare, sia provvisoriamente, sia definitivamente il combustibile esausto prodotto in 40 anni di vita di una centrale occorrono ulteriori 700 ettari di terreno. In totale, un impianto da 1.000 MW che sia operativo per 40 anni occupa e devasta un territorio di 3.800 ettari, ovvero 38 km². Ora, su 38 km² si possono installare 2.400 MW di solare Fotovoltaico e produrre 3.500 GWh all'anno di Energia Elettrica, valore confrontabile con quanto può produrre un impianto nucleare che occupa lo stesso spazio. È vero che anche la costruzione di impianti alimentati da rinnovabili come il solare fotovoltaico ha bisogno di territorio per ospitare le fabbriche e per riciclare i componenti a fine vita, ma sicuramente i terreni e gli spazi, una volta dismessi, sono riutilizzabili e non si verificheranno mai situazioni come negli USA dove migliaia di chilometri quadrati di territorio sono radioattivi e interdetti a ogni forma di attività per i secoli a venire. ■

09 GLI IMPIANTI NUCLEARI SONO SICURI PER LE PERSONE, PER L'AGRICOLTURA E PER L'AMBIENTE CHE CIRCONDA LE CENTRALI?

Tra le stime sui costi dell'energia nucleare, nessuno tiene conto degli oneri per la salvaguardia della salute dell'umanità a lungo termine. I minatori e tutti i residenti vicino alle miniere e alle raffinerie dell'uranio, i lavoratori coinvolti nei processi di arricchimento dell'uranio e di fabbricazione del combustibile, sono esposti a quantità di radiazioni dannose a cui segue un aumento dell'incidenza del cancro, della leucemia e di molte altre malattie correlate. Inoltre la fuoriuscita ordinaria o accidentale di radiazioni dalle centrali nucleari e la conseguente dispersione delle scorie nucleari, inquinano l'acqua e la catena alimentare, esponendo a rischio di contaminazione piante, animali e esseri umani per i secoli a venire.

Incidenti come quelli di Three Mile Island, di Chernobyl e recentemente quello di Fukushima in Giappone hanno condannato e condanneranno migliaia di persone a pagare il conto dell'energia nucleare a scapito della propria salute.

Sul sito Internet della AIEA (1), in occasione del ventennale di Chernobyl, si legge: *"alla fine dei conti ne sono morti solo 61"*. Più altri 9.000 che, secondo le stime ufficiali verranno colpiti nel corso del tempo da tumori e leucemie; meno dell'uno per mille in più rispetto alle attese.

Nel 2009, gli accademici dell'Ucraina e della Bielorussia, dopo 10 anni di ricerche, hanno pubbli-



LA CENTRALE DI CHERNOBYL DOPO L'ESPLOSIONE

cato sugli annali dell'Accademia delle Scienze di New York stime abissalmente diverse: 985.000 morti in Europa a partire dalla data dell'incidente fino al 2005. Solo tra i cosiddetti "liquidatori", persone incaricate della bonifica del sito, nel 2005 ne erano morti tra 112.000 e 125.000, principalmente per cancro e leucemia (2).

La lista degli incidenti dagli albori dell'energia atomica fino ad ora è comunque impressionante: dal 1945 all'aprile del 2010 sono stati classificati 571 incidenti a reattori civili e navali. La AIEA, tuttavia, non entra nel merito dei danni alla salute a lungo termine, anche perché la materia è ancora controversa. Per contro, la AIEA nel 1959 ha firmato una specie di accordo diabolico con

l'Organizzazione Mondiale della Sanità (WHO) con cui vieta a quest'ultima di fare ricerche sulle conseguenze sulla salute derivate dall'uso civile e militare dell'atomo e di diffondere avvisi e informazioni alle popolazioni esposte alle radiazioni. La AIEA assieme all'OECD/NEA gestisce l'Incident Reporting System (IRS) in forza agli obblighi sottoscritti con la Convenzione internazionale sulla sicurezza nucleare, con l'intento di disporre di una banca dati mondiale e nella speranza di prevenire gli incidenti stessi, tramite la conoscenza dei fattori che li causano. Il sistema tuttavia, è rigorosamente riservato e le informazioni non sono divulgate. La AIEA giustifica questa riservatezza sostenendo che la restrizione serve ad incoraggiare a rivelare i dettagli degli incidenti all'interno della comunità nucleare.

Ora, incidenti che hanno implicato perdita di materiale radioattivo ce ne sono stati parecchi; senza contare le decine di bombe atomiche che aerei militari americani, inglesi ed ex sovietici hanno letteralmente "perso" negli oceani di tutto il pianeta. Addirittura sono affondati ben 6 sommergibili nucleari, 2 americani e 4 dell'ex Unione sovietica, e qualcuno è sparito negli abissi oceanici con tutto l'equipaggio e le testate nucleari a bordo. Tutti noi siamo esposti a circa 100 millirem (3) ogni anno di radiazioni ambientali naturali provenienti dalla terra e dal sole. Ma, da quando si è cominciato a divedere l'atomo, è iniziato un processo destinato ad aumentare il livello e la diversità delle radiazioni ambientali sulla terra. La fissione dell'atomo di Uranio nei reattori nucleari crea più di 200 nuovi elementi radioattivi creati dall'uomo, alcuni dei quali, come il Plutonio, non esistono in natura. Alcuni "sopravvivono" per pochi secondi, altri "vivono" alcune decine o centinaia di anni, alcuni restano radioattivi per milioni di anni. Una volta creati, molti di questi elementi si disperdono nell'ambiente e arrivano inevitabilmente ad inserirsi negli organi riproduttivi delle piante, degli animali e dell'uomo. Qui determinano mutazioni genetiche nelle cellule riproduttive, causando

malattie e morte nelle generazioni che stanno per nascere o trasmettendo alterazioni genetiche nascoste alle generazioni successive.

9.1 - Le radiazioni emesse durante l'estrazione dell'Uranio

L'estrazione del minerale di uranio è una tipica attività mineraria e comporta l'escavazione dalle miniere, la frantumazione, la macinazione e la preparazione finale dell'ossido di Uranio (U_3O_8), chiamato anche "Yellowcake", un concentrato che contiene in genere dal 70% al 90% in peso di ossido di Uranio e così indicato per via del suo colore giallastro.

Come in tutti i processi di estrazione da miniera, i residui di minerale vengono scartati e in genere abbandonati sul territorio. Questi cumuli di detriti contengono però ancora molti radionuclidi tra cui il Radio che è un elemento molto pericoloso. È stato stimato che questi detriti ammontino a livello mondiale a oltre 2,3 Miliardi di tonnellate. Intere aree nel Sud-Ovest degli Stati Uniti sono state contaminate e da un quinto alla metà dei minatori, la maggior parte dei quali nativi americani, sono morti e continuano a morire di cancro ai polmoni per via delle polveri radioattive che hanno respirato e continuano a respirare. Nel Niger, una misurazione del radon effettuato dalle forze di polizia ad Akokan, vicino la miniera di Uranio di Imouraren, ha mostrato una concentrazione di radon nell'aria tra le 3 e le 7 volte superiore ai livelli considerati normali nella zona. Le frazioni di polveri sottili hanno mostrato un aumento della concentrazione di radioattività due o tre volte superiore a quello della frazione grossolana. L'aumento dei livelli di uranio in microparticelle comporta rischi molto maggiori per inalazione o ingestione. La concentrazione di uranio e di materiali radioattivi in un campione di suolo raccolto nei pressi della miniera sotterranea di Akokan è risultato circa 100 volte superiore ai livelli normali nella regione, e superiore ai limiti consentiti a livello



CENTRIFUGHE PER L'ARRICCHIMENTO DELL'URANIO

internazionale. Per le strade di Akokan, la radioattività è risultata fino a quasi 500 volte superiore al fondo naturale. Basta passare meno di un'ora al giorno in quel luogo, per essere esposti ad un livello di radiazioni superiore al limite massimo consentito in un anno.

9.2 - Le radiazioni emesse durante l'arricchimento dell'Uranio

L'arricchimento dell'uranio è l'operazione con cui si aumenta la concentrazione dell'isotopo fissile ^{235}U presente nell'uranio naturale. L'elemento fis-



sile è presente con una concentrazione piuttosto bassa, circa lo 0,7% e, perché la miscela emetta una quantità di neutroni sufficiente per innescare la reazione nucleare, è necessario aumentare la concentrazione dell'isotopo ^{235}U rispetto al più comune e meno radioattivo ^{238}U . La concentrazione di ^{235}U deve passare dallo 0,7% al 3,2-3,6% per i reattori nucleari ad acqua bollente (BWR) o pressurizzata (PWR) e anche fino al 5% per i più recenti reattori di terza generazione (EPR di Areva o AP 1000 Westinghouse).

Per fare questo si fa reagire l'uranio con il fluoro

LE MINIERE DI URANIO NELLA NAZIONE NAVAJO

L'Editoriale del "The New York Times" del 12 Febbraio 2008 ha lanciato un allarme: "l'industria nucleare americana vuole riesumare le miniere di uranio vicino alle riserve Navajo e una compagnia mineraria ha già richiesto i permessi per una nuova miniera su una terra privata nel New Mexico, appena fuori i confini formali della riserva, ma all'interno di quello che è comunemente chiamato il Paese Indiano dei Navajo".

Chi non ha mai letto un fumetto di Tex Willer con l'epopea del popolo dei Navajo? Ebbene, la Nazione Navajo esiste ancora, solo che ora si chiama Diné Nation. È abitata da 250.000 persone, anche se sem-

bra che ai TeoCon non importi granché: forse negano l'esistenza della loro anima, cosa che li rende immolabili sull'altare dello sviluppo supremo: la scissione dell'atomo. I residenti nella Nazione Navajo infatti, sono inondati da radiazioni da più di un centinaio di miniere spalancate e abbandonate dopo la corsa per le armi della guerra fredda. Dopo decenni di escavazione di uranio e, come riportava il quotidiano della Grande Mela, dopo aver provocato migliaia di casi di cancro e di un'altra decina di malattie provocate da eccesso di radiazioni, le compagnie minerarie sono letteralmente sparite, anche dalle loro responsabilità di

bonifica. I Democratici californiani stanno investigando su una storia di negligenza scioccante che non ha precedenti in altre location, esclusa forse la Siberia. Tra gli orrori: enormi mucchi di minerale di scarto che franano, miniere aperte che percolano pioggia contaminata nell'acqua potabile, polvere radioattiva soffiata dal vento, case costruite con gli avanzi delle escavazioni delle miniere di uranio, e anche lugubri spettacoli di bambini che giocano nelle piscine formate dai buchi pieni d'acqua e nei pozzi sparsi. L'età media di una popolazione che si gloriava di essere una delle più longeve d'America, è ora ridotta a 43 anni.

NIGER: SCORIE RADIOATTIVE IMMAGAZZINATE ALL'APERTO (4)

La messa in produzione di due nuovi siti in Niger, prevista verso il 2010 (Azelik) e il 2012 (Imouraren), fa tornare le paure sorte al primo esame della situazione radiologica e sanitaria delle due città minerarie esistenti, Arlit ed Akokan. Tra il 2003 e il 2005, su richiesta dell'associazione locale Aghir In Man, il Criirad (5), istituto francese di ricerca indipendente sulla radioattività e lo Sherpa, organizzazione non governativa di giuristi, hanno effettuato dei rilevamenti sul campo.

Secondo la Criirad, l'acqua distribuita alla popolazione di più di mille abitanti presenta livelli di radioattività che superano i limiti delle norme internazionali di potabilità. Da vari decenni i residui radioattivi vengono immagazzinati all'aperto. I rottami che derivano dal lavoro delle macchine vengono rivenduti nei mercati, la popolazione li ricicla

e li utilizza come materiali da costruzione o per fare utensili da cucina. Nel maggio 2007, la Criirad indicò alla direzione dell'Areva ed al Centro nazionale di protezione dalle radiazioni del Niger la presenza in luoghi accessibili a tutti di residui dell'estrazione, così come livelli di radiazione gamma fino a cento volte superiori allo stato normale (6). In assenza di un'autentica perizia scientifica, i rischi per la salute sono difficili da valutare a lungo termine. Tuttavia, lo Sherpa sottolinea la moltiplicazione di casi gravi di malattie respiratorie e polmonari che sarebbero sistematicamente nascosti ai pazienti nei due ospedali costruiti ed amministrati da Somair e Cominak. Entrambe le società minerarie franco-nigerine sono il secondo padrone del paese dopo lo Stato e le loro enormi necessità di forniture ricadono su un



gran numero di imprese. Tuttavia, esse operano essenzialmente nel sud (Haoussas e Djermas), in zone più preparate e meglio rappresentate nelle sfere amministrative e politiche, che hanno influenza nei posti chiave e si avvantaggiano dei principali contratti. La popolazione locale tuareg, poco scolarizzata e che vive in maniera tradizionale, resta ai margini dell'economia delle città minerarie.

ottenendo l'esafluoruro di uranio (UF_6), un composto che oltre i 57 °C diventa gassoso. I processi di arricchimento più comuni sono due: la diffusione gassosa e la centrifugazione del gas.

Sebbene la diffusione gassosa abbia giocato un ruolo fondamentale per arricchire l'uranio durante la guerra fredda, questa tecnica è in via di sostituzione con la centrifugazione, in quanto meno costosa.

Dopo l'arricchimento l'esafluoruro viene decomposto, riottenendo uranio metallico e fluoro gassoso, dopodiché il metallo così ottenuto è ossidato per formare diossido di uranio (UO_2) e quindi fuso in barre metalliche che andranno poi a costituire il combustibile del reattore nucleare.

Il processo di arricchimento produce enormi quantità di uranio impoverito, ossia uranio cui manca parte della corrispondente quantità di ^{235}U . L'uranio si considera impoverito quando contiene valori di ^{235}U generalmente compresi tra lo 0,2% e lo

0,3%, a seconda delle esigenze economiche e di produzione. Questo processo tecnologico genera inoltre un rifiuto "speciale", il fluoro radioattivo, che è impossibile smaltire o trattare, e comporta una costosa gestione.

9.3 - Le radiazioni emesse dalle centrali nucleari

Helen Caldicott sostiene (7) che "benché l'industria nucleare dichiari che le centrali nucleari siano "pulite" e non emettano radiazioni, di fatto ogni anno dagli impianti nucleari fuoriescono complessivamente milioni di curie (8). Una normale centrale nucleare da 1.000 MegaWatt contiene una quantità di radiazioni di lunga durata equivalente a quella rilasciata da 1.000 bombe di Hiroshima e il processo di fissione comporta inevitabilmente l'emissione di materiali radioattivi nell'ambiente. Sebbene i refrigeranti dei vari circuiti di raffreddamento non dovrebbero mischiar-

FRANCIA: SCORIE UMANE RADIOATTIVE (9)

Li chiamano *jumpers*: i saltatori o scafandristi. Oppure i "nomadi del nucleare". Sono lavoratori senza fissa dimora che percorrono la Francia inseguendo una chiamata. Dormono in campi roulotte alle porte delle centrali nucleari, pronti a intervenire per i lavori più rischiosi. Per 50 anni nessuno si è mai interessato a loro. Invisibili. Oggi le loro voci cominciano a farsi sentire alzando il velo su una contaminazione nascosta e su tante menzogne propagandate come verità scientifiche. La storia dei 22.000 lavoratori precari del nucleare d'Oltralpe rischia di incrinare le granitiche certezze e i segreti racchiusi nei perimetri invalicabili dei 19 siti nucleari francesi e nei caveaux dei grandi gruppi che gestiscono il business dell'atomo.

I *jumpers* sono assunti con contratti a termine attraverso le agenzie interinali che proliferano nelle zone vicine alle centrali e che forniscono manodopera a buon mercato ai colossi del settore come Areva, che detiene di fatto il monopolio della costruzione degli impianti, e Edf, il gigante dell'energia che ora deve fare i conti con la concorrenza della privatizzata Gdf-Suez. Yann, 25 anni, un jumper, deve «tuffarsi», assieme ai suoi compagni nel generatore di vapore che alimenta il reattore e che a intervalli regolari va revisionato. Un'operazione che deve durare non più di 120 secondi, pena un sovrarriadiamento che lo costringerebbe a restare in quarantena e a perdere quindi parte del salario.

Pierre Lambert, scafandrista, ricorda il suo primo giorno di lavoro nella centrale di Chaux: "mi hanno chiamato la sera prima dicendo di presentarmi per un intervento urgente. Con un collega ci siamo trovati ai bordi di una splendida piscina color blu cobalto. Ci siamo immersi. Quando siamo usciti dalla vasca di

raffreddamento il sistema d'allarme ha suonato. Mi hanno detto che ero contaminato e che rischiavo una leucemia. Lì per lì non senti niente e spero di essertela cavata. Poi a poco a poco gli immuno-soppressori attaccano i muscoli e non hai più la forza di stare in piedi. Sul volto compaiono ecchimosi, ti guardi allo specchio e assomigli a un mostro. Ho citato Edf in giudizio. Mi hanno risposto che per gli incidenti sul lavoro in campo nucleare dopo 10 anni scatta la prescrizione. 10 anni: il tempo di incubare la malattia e di occultarne le cause".

Pensare che il caso di Pierre rientri nelle statistiche degli incidenti sul lavoro del nucleare è illusorio. Ai termini di legge i salariati delle imprese subappaltanti di Areva e Edf non sono considerati lavoratori del nucleare. Sono esclusi dal conteggio e il lavoro sporco lo fanno i nomadi. Sono loro che incassano l'80% della dose collettiva annuale di radiazioni ionizzanti prodotte dal parco nucleare francese.

"Quando ho cominciato questo lavoro", dice Jean Marc Piroton, "il mio capo mi parlava di rischio zero. Le centrali venivano definite ultrasicure. Poi hanno lasciato perdere il rischio zero e hanno cominciato a parlarmi di rischio calcolato". Oggi la dottrina della radioprotezione si fonda sul principio "Alara", un acronimo derivato dall'inglese *As Low as Reasonably Acceptable* (così basso da essere ragionevolmente accettabile), che lascia margini interpretativi importanti. Il livello massimo di radiazioni ionizzanti fino al 2003 era di 50 millesivert annuali per i lavoratori del nucleare e 5 millesivert per la popolazione (dose calcolata sulla base degli effetti della bomba atomica sugli abitanti di Hiroshima e Nagasaki). Questo livello è stato poi rivisto al ribasso su pressione

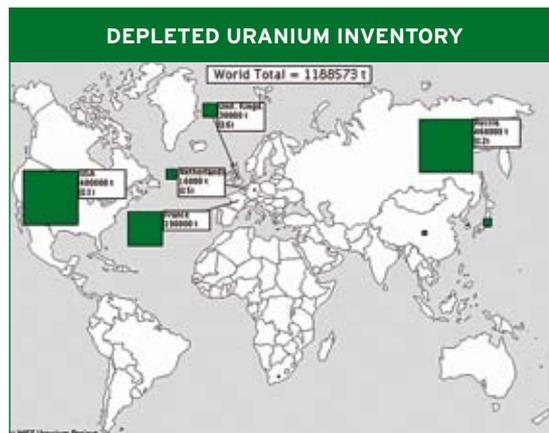
degli organismi internazionali ma nel contempo è stato spalmato in maniera diseguale lungo la linea gerarchica interna. La dose radioattiva accettabile per un pulitore di una ditta subappaltante è, di fatto, più elevata di quella di un tecnico specializzato di Edf.

Il fenomeno dei subappalti è diventato una mania. il rischio è quello di una perdita del controllo sulla catena produttiva e di un impoverimento delle competenze e della professionalità che un giorno potrebbe portare al disastro. La casta tecnocratica che pianifica lo sviluppo di un settore chiave come quello del nucleare esercita una forte pressione non solo sulle ditte, che per accaparrarsi commesse tendono a tagliare i costi, ma anche sui propri dipendenti e chi non rispetta la regola del silenzio rischia grosso. La gestione delle centrali oggi si basa solo sul ricatto e la paura.

L'Agenzia nazionale per la sicurezza nucleare ha repertoriato un totale di 10.786 incidenti "significativi" avvenuti nelle centrali francesi tra il 1986 e il 2006, ma Edf, Areva e Gdf-Suez hanno preoccupazioni più urgenti. Lanciate alla conquista del mercato globale stanno caparbiamente cercando di "piazzare" i reattori Epr di "nuova" generazione in paesi compiacenti come l'Italia. I flop e i costi esorbitanti inanellati in questi anni non bastano a fermarli. A chi ora continua a progettare "affari" citando il modello francese, come luminoso esempio di sviluppo, risponde Philippe Billard, decontaminatore contaminato e lucidamente pessimista: "faremo la stessa fine di quelli dell'amianto. E non potremo chiedere il conto a nessuno perché le contro misure sono già state prese: hanno subappaltato tutto, rischi e responsabilità".

si, spesso questo accade, consentendo il rilascio di radiazioni nelle acque di scarico. Anche i gas radioattivi che fuoriescono dalle barre di combustibile sono solitamente rilasciati e trovano sfogo nell'atmosfera con processi chiamati *venting*. Le fuoriuscite di gas pianificate tramite il *venting* aumentano quando il reattore si spegne a causa di malfunzionamenti meccanici, e fuoriuscite accidentali non sono infrequenti”.

Alla fine degli anni ottanta, nel Regno Unito, alcuni studi misero in evidenza un aumento di incidenza di casi di leucemia infantile vicino a centrali elettriche nucleari. Nel 2002, in Germania, la pressione esercitata dall'opinione pubblica ha indotto il governo tedesco a commissionare al Childhood Cancer Registry della University of Mainz uno studio per valutare l'incidenza del cancro intorno alle 16 centrali nucleari commerciali allora in attività (10). I risultati di questo studio hanno messo in evidenza un aumento statisticamente significativo dell'incidenza di tumori maligni (+ 60%), in particolare dei casi di leucemia (+ 160%) nei bambini di età inferiore ai 5 anni



che vivevano entro un raggio di 5 chilometri da 15 centrali nucleari. Successivamente alla pubblicazione dei preoccupanti risultati dello studio KIKK, il Ministero Federale per l'Ambiente, la Conservazione della Natura e la Sicurezza Nucleare, ha incaricato la Commissione per la Protezione Radiologica di riesaminare i dati dello studio. Nel settembre 2008 la Commissione ha pubblicato i risultati della rielaborazione confermando l'aumento d'incidenza del cancro infantile osservata nella studio originale. ■

(1) Agenzia Internazionale per l'Energia Atomica - www.iaea.org

(2) "Chernobyl: Consequences of the Catastrophe for People and the Environment," by Alexey Yablokov of the Center for Russian Environmental Policy in Moscow, Vassily Nesterenko and Alexey Nesterenko of the Institute of Radiation Safety, Minsk, Belarus. - www.nyas.org/Publications/Annals/Default.aspx

(3) Il "rem" è l'unità di misura della radiazione ionizzante che indica la dose biologica assorbita da un organismo vivente dovuta all'energia che le radiazioni cedono alla materia per l'unità di massa della sostanza irradiata.

(4) Tratto da: La guerra dell'uranio in Niger di Anna Bednik - www.rebellion.org/noticia.php?id=68748

(5) www.criirad.org/ - www.youtube.com/watch?v=9RNiuaQmLKw&feature=related

(6) www.youtube.com/watch?v=ioRtzOWmO7A&feature=related

(7) Vedi "Il nucleare non è la risposta" di Helen Caldicott - Gammarò editori - 2010

(8) Il curie (Ci) è un'unità di misura dell'attività di un radionuclide. Un curie è pari approssimativamente all'attività di un grammo dell'isotopo radio-226, ed equivale a 37 miliardi di decadimenti al secondo.

(9) Tratto dall'articolo di Tommaso Basevi: "I nomadi delle centrali atomiche" pubblicato su "Alias" il 13 marzo 2010

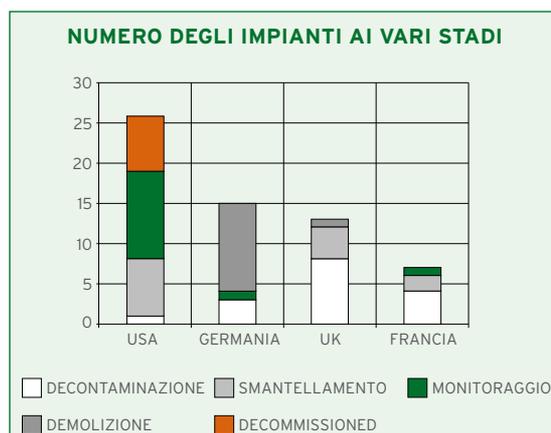
(10) Vedi lo Studio KiKK - Kinderkrebs in der Umgebung von Kern Kraftwerken - ovvero "Cancro Infantile nelle Vicinanze delle Centrali Nucleari".

10 È VERO CHE LO SMANTELLAMENTO DI UNA CENTRALE NUCLEARE È UN'OPERAZIONE TUTTO SOMMATO FACILE E VELOCE?

Come ha scritto Paolo Migliavacca (1), quando parliamo di smantellamento di una centrale atomica, o *decommissioning* in inglese, ci riferiamo a un capitolo quasi tutto ancora da scrivere. Come tutti gli impianti industriali giunti alla fine della loro vita utile, anche le centrali nucleari vengono smantellate. Queste però presentano una particolarità di tutto rispetto. Molti componenti, che hanno ricevuto e assorbito i flussi di neutroni che alimentano la “combustione nucleare” diventano a loro volta radioattivi, con una pericolosità per gli organismi viventi, via via più elevata, man mano che ci si avvicina al cuore vero e proprio del reattore. Le difficoltà e i costi di queste operazioni sono perciò particolarmente elevati.

Fino alla fine del secolo scorso il tema è stato sottovalutato, in quanto il parco centrali era abbastanza recente. Oggi però nel mondo si contano già 124 reattori fermi in attesa di smantellamento, sia perché giunti alla fine del loro ciclo di vita, sia perché è diventato antieconomico continuare ad utilizzarli. A questi va aggiunto un altro centinaio di reattori che entro il 2020 dovranno essere fermati, anche se per molti si cerca di prolungarne la vita operativa di qualche anno, con interventi straordinari particolarmente costosi.

La Figura (2) evidenzia la situazione di 61 reat-



tori chiusi in Francia, Germania, Gran Bretagna e Stati Uniti. Solo gli Stati Uniti hanno completato il *decommissioning* di 7 piccoli reattori, peraltro di ricerca, mentre tutti gli altri sono nelle fasi intermedie.

L'Autorità Internazionale per l'Energia Nucleare ha definito tre strategie per il *decommissioning* degli impianti nucleari

1. Lo smantellamento immediato

Le parti di un impianto che contengono materiale radioattivo vengono rimosse o decontaminate fino al punto di renderle disponibili per il trattamento e il trasporto nel più breve tempo possibile, dopo la chiusura dell'impianto. L'avvio del processo incomincia poco dopo la cessazione definitiva delle

attività dell'impianto (di solito entro 2 anni). Lo smantellamento immediato prevede la rimozione e il trattamento di tutto il materiale radioattivo residuo, che viene stoccato in siti temporanei o trasportato al sito di mantenimento definitivo. Nessun componente radioattivo rimane sul luogo dell'impianto.

II. Smantellamento differito

Lo smantellamento definitivo è rimandato e i residui sono collocati in un sito adatto allo stoccaggio per un periodo prolungato, dove vengono conservati in condizioni di sicurezza per tutto il tempo necessario a ridurre il livello di radioattività (alcuni decenni). Molti componenti dell'impianto rimangono, di fatto, in stato di custodia e mantenimento per un periodo che può andare da 20 fino a 50 anni. Trascorso questo periodo, il processo di smantellamento può considerarsi completato e il sito non necessita più di controllo.

III. Sepoltura (Entombment)

I componenti radioattivi sono chiusi in una struttura fatta con materiali adatti alla conservazione prolungata nel tempo e gli stessi vengono posti sotto sorveglianza costante, fino a quando la radioattività non raggiunge un livello che consenta di abbandonare i controlli. Con questa strategia, l'impianto e l'area circostante diventano essi stessi dei veri e propri depositi definitivi, sottoposti quindi ai relativi criteri e vincoli.

Smantellare una centrale, poi, costa un'enormità di denaro e si tratta di costi sempre crescenti anche perché i tempi sono talmente lunghi che qualsiasi stima non può essere fatta che con costi attuali, senza poter avere la minima idea di quanto succederà tra 50 o 80 anni.

Ma vediamo alcuni casi emblematici di come si sta affrontando il problema del decommissioning.

La Corte dei Conti inglese (National Audit Office - NAO), in un Rapporto datato 30 gennaio 2008 (3), ha esaminato la conduzione delle attività di decommissioning da parte della Nuclear Decommissioning Authority. Il rapporto contiene alcuni aspetti che ne rendono la lettura particolarmente

...E I REATTORI NAVALI?

STATO	SOTTOMARINI	PORTAEREI	ALTRI MILITARI	ALTRI CIVILI
USA	75	8	-	-
UK	16	-	-	-
FRANCIA	10	1	-	-
RUSSIA	52	-	2	5
CINA	6	-	-	-
TOTALE	158	9	2	5

SOTTOMARINI: 12.000 MW; PORTAEREI: 1.800 MW
ROMPIGHIACCIO: 3.400 MW; ALTRI: 300 MW

TOT. 188 REATTORI PER 17.500 MW ⇒ 3.000 TON/ANNO DI URANIO

interessante e istruttiva. I costi stimati per il *decommissioning* riguardano lavori che andranno avanti per circa 120 anni. Normale che si ragioni in un ambito di "incertezze" e di "supposizioni" su tutta una serie di situazioni lontane nel tempo. La prima aggregazione dei costi a prezzi 2003, proiettata sull'intero ciclo di vita era intorno ai 56 Miliardi di Sterline, pari a 80 Mld di €. Da allora, gli aggiornamenti e le revisioni successive hanno portato a continui aumenti, arrivando al 2007 ad un aumento di circa 17 Miliardi di Sterline (30%), per un totale di 73 Miliardi di Sterline (104 Mld di €). Il piano Aprile 2008 - Marzo 2013 prevede un aumento del 41% rispetto al piano del 2005 e del 24% rispetto al piano del 2006. Peccato però che tutti questi soldi non ci siano. Come raccontato al capitolo 2.5, quando British Energy è fallita per via della privatizzazione voluta dalla Thatcher, i fondi accantonati per il decommissioning sono stati usati per ripianare i debiti della società e così ora gli inglesi dovranno ripagare per intero lo smantellamento delle centrali, per i decenni a venire.

Anche in Francia il parco nucleare sta invecchiando e ciò comincia a porre dei problemi, soprattutto sul piano finanziario. Nel 2006, nell'annuale rapporto sullo smantellamento delle installazioni nucleari e la gestione dei rifiuti radioattivi (4), la Corte dei Conti francese segnala senza mezzi termini le gravi omissioni e la mancanza di trasparenza riscontrate nei piani finanziari presentati dai tre principali attori industriali del paese in materia di smantellamento impianti e gestione delle scorie

È VERO CHE LO SMANTELLAMENTO DI UNA CENTRALE NUCLEARE È UN'OPERAZIONE TUTTO SOMMATO FACILE E VELOCE?

nucleari, l'Areva, la Cea e l'EdF. I dubbi e le critiche sono piuttosto pesanti e non risparmiano gli organismi governativi di controllo sul nucleare civile, il Ministero di Economia - Finanze - Industria, il Ministero della Difesa, la natura e il controllo dei fondi di finanziamento dedicati a coprire i costi futuri in materia nucleare, il Commissariato per l'energia atomica, la Commissione nazionale di dibattito pubblico. Non ultimo, viene segnalato un brillante gioco delle tre carte, perfetto per confondere le acque: un impianto militare dimesso e quindi non più sottoposto a vincoli di tipo militare, viene affidato per lo smantellamento ad un consorzio di imprese civili; tuttavia il fondo che finanzia il progetto è definito "difesa", quindi classificato "segreto", ma viene alimentato da contributi industriali, quindi civili. C'è da perdersi, ma la Corte dei Conti li sa fare. Conosce le norme contabili, e ... conosce i suoi polli. La Corte stima che, a prezzi 2004, le previsioni dei costi per lo smantellamento dei reattori e per lo stoccaggio definitivo delle scorie, ammontano a un totale di 70 Miliardi di Euro, ma i soldi non ci sono. Nel 2006 la "legge Birraux" imponeva a EdF di costituire entro il 2011 un portafoglio di azioni e obbligazioni di 17 Miliardi di Euro per finanziare i primi interventi. Ma nel 2009, complice la crisi finanziaria, il valore del portafoglio si è ridotto a 11,4 Miliardi di Euro, inducendo EdF a sospendere i versamenti e a chiedere una proroga al Governo. Proroga prontamente concessa fino al 2016.

Negli Stati Uniti d'America le cose non vanno meglio. Secondo la Nuclear Regulatory Commission, smantellare i 25 reattori attualmente fermi, viene a costare, a prezzi attuali, tra i 280 e i 612 Milioni di Dollari per impianto. Assumendo quindi un costo medio di 450 Milioni di Dollari per impianto, servono poco più di 11 Miliardi di Dollari, peraltro già accantonati grazie ad un sovrapprezzo di 1-2 centesimi per kilowattora prodotto e venduto. Se poi consideriamo l'intero parco operativo degli USA composto da ben 104 reattori, serviranno qualcosa come 50 Miliardi di dollari, ovviamente non ancora completamente accantonati.

I DEBITI CHE LASCIA IL NUCLEARE

IL COSTO DEL "DECOMMISSIONING"

FRANCIA:	70 MILIARDI DI EURO A PREZZI 2004
GRAN BRETAGNA:	104 MILIARDI DI EURO A PREZZI 2007
USA:	11 MILIARDI DI DOLLARI PER SMANTELLARE I 25 REATTORI GIÀ CHIUSI; 50 MILIARDI DI DOLLARI PER I REATTORI ANCORA ATTIVI.
ITALIA:	5,2 MILIARDI DI EURO A PREZZI 2008 (NON ANCORA TUTTI STANZIATI)

FONTE: RAPPORTI DELLE CORTI DEI CONTI DI FR, GB, USA E IT

Ma se Atene piange, Sparta non ride. Sebbene i costi per lo smantellamento delle centrali nucleari italiane e la chiusura del ciclo del combustibile siano di un ordine di grandezza inferiori ai costi francesi e inglesi, anche da noi i costi lievitano. Nel Bilancio del 2001, la Sogin, Società per Azioni costituita e posseduta dal Ministero dell'Economia e delle Finanze, stimava che i costi per il decommissioning delle 4 centrali italiane (Trino, Caorso, Latina e Garigliano) e per gestire la chiusura del ciclo del combustibile, ammontavano a 2,6 Miliardi di Euro a moneta 2001. Nel Bilancio 2006, una nuova stima incrementa tali costi a 4,3 Miliardi di Euro a moneta 2004. Nel 2008 la cifra è stata aggiornata a 5,2 Miliardi di Euro. Nel giro di 5 anni l'incremento è stato del 100%. Ciò è dovuto anche al fatto che nel 2003 sono stati affidati in gestione alla Sogin anche gli impianti di ricerca sul ciclo del combustibile dell'Enea e nel 2005 l'impianto di fabbricazione del combustibile di Bosco Marengo. Anche qui il giudizio della Corte dei Conti è impietoso e, tra gli altri, commenta due tipici vizietti italiani (5): "Particolare considerazione meritano poi gli aspetti relativi all'attività contrattuale e alla gestione del personale. I primi riguardano la disciplina contrattuale adottata in ambito Sogin, i cui regolamenti e capitolati applicano i principi vigenti per i settori esclusi, nel cui ambito resta peraltro problematica la coerente inclusione di attività finalizzate, per missione istituzionale, alla protezione dai rischi di contaminazione nucleare.

Il che comporta l'esigenza da parte della società di un attento ripensamento ai fini della corretta individuazione, sulla base dei principi comunitari e nazionali, della disciplina contrattuale applicabile in materia di lavori, servizi e forniture". Tradotto significa che la Sogin non "fa gare" e assegna gli appalti per i lavori di *decommissioning* in modo discrezionale.

Prosegue la "Corte": "Preoccupazione destano poi gli effetti economici prodotti in Sogin dal forte incremento numerico del personale con un aumento del costo del lavoro pari al 12% sull'anno precedente. Resta poi la questione del personale distaccato presso il Ministero della Attività Produttive (oggi Sviluppo Economico) e quello dell'Ambiente. A tale riguardo, va ulteriormente confermato l'orientamento più volte espresso da questa Corte nel senso di non condividere la prassi di comandi o distacchi di personale presso altre amministrazioni allorché manchi il sostegno di specifica previsione normativa, specie allorché l'onere ricada a carico dell'amministrazione che si priva di proprio personale, com'è il caso di Sogin. Va poi considerato il rischio che tale meccanismo si risolva in un aggiramento del divieto di assunzioni, disposto con le ultime finanziarie".

In effetti il personale della Sogin è lievitato da 627 dipendenti nel 2002, a 709 nel 2004, poi a 784 nel 2005 e infine a 857 dipendenti nel 2006, con un aumento del 37%. Evidentemente "entrare in Sogin" fa gola a molti, considerando che ci sarà lavo-

ro almeno per i prossimi 25 anni. Se poi il Governo "riapre il nucleare" ci sarà lavoro di "pulizia" per i secoli a venire. Dopo essere stati poeti e navigatori potremmo diventare un "popolo di spazzini".

E cosa dire dei reattori navali? Attualmente a solcare i mari vi sono 172 mezzi navali a propulsione nucleare, tra cui 158 sommergibili, 9 portaerei e 5 rompighiccio. Ma alla fine della guerra fredda, vi erano oltre 400 sommergibili atomici e considerando le portaerei, che in genere dispongono di due reattori, vi erano oltre 500 reattori nucleari in navigazione.

Il principale e forse unico vantaggio della propulsione nucleare è di non aver bisogno di aria per funzionare, cosa che permette di restare in immersione per lunghi periodi, consentendo presenze tattiche e strategiche in completo anonimato. Per contro, gli svantaggi in termini di costi e di complicazioni di ogni genere sono talmente enormi che, se da una parte la propulsione nucleare non ha mai preso piede nella marina civile, dall'altra si può capire la velocità con cui i militari hanno radiato, nell'ultimo decennio, oltre la metà delle flotte nucleari militari (6).

Quello di cui però non si sa molto è dove sia finito tutto il combustibile cosiddetto "esaurito" che poi esaurito assolutamente non è, e dove sono finiti tutte gli altri 2 milioni di tonnellate di carcasse più o meno radioattive.

Racconta Franco Venturini, del Corriere della Sera,

LIBERALIZZAZIONI E... DECOMMISSIONING

Il Nuclear Management Partners - NPM, un consorzio formato da URS, Areva e Amec si è aggiudicato nel novembre del 2008 un contratto multimiliardario che potrebbe essere il più grande appalto mai assegnato dal Governo britannico. Le tre società, una americana, l'altra francese e l'ultima inglese, dovranno pulire a Sellafield, in Gran Bretagna, il più intricato comples-

so nucleare sia civile che militare del mondo. Il contratto avrà una durata di 17 anni e il costo è di 1,5 Miliardi di Euro all'anno. Questo è soltanto il primo di una serie di Decommissioning delle installazioni nucleari sparse in Gran Bretagna i cui costi saranno pagati con l'istituzione di apposite tasse tramite la Nuclear Decommissioning Authority - NDA che è proprietaria dei siti.

Per le attività sono previsti 10.000 operai specializzati e circa 2.000 contractors. Il contratto firmato però non garantisce al consorzio nessun margine di profitto. Per fare utili il management dovrà migliorare l'efficienza di tutte le complesse attività lavorative previste dal programma dei lavori approvato. No comment (7).

È VERO CHE LO SMANTELLAMENTO DI UNA CENTRALE NUCLEARE È UN'OPERAZIONE TUTTO SOMMATO FACILE E VELOCE?



DEPOSITO DI CILINDRI DI URANIO IMPOVERITO A PORTSMOUTH, OHIO, USA

che nella sola penisola di Kola e nel Mare di Kara, nella Russia artica, dove peraltro anche gli inglesi e i francesi scaricano le loro scorie atomiche, giacciono non meno di 120 reattori nucleari spenti ma ancora carichi. La centrale di Kara, che provvede al loro raffreddamento, ha due reattori che vengono considerati a rischio dalle competenti autorità internazionali. Gli impianti per riprocessare il liquido nucleare delle navi in disuso non ce la fanno a smaltire la lista d'attesa, e servono con urgenza «sarcofaghi» sotterranei di contenimento per i quali la Russia non ha mezzi finanziari, e forse nemmeno tecnici adeguati. Se si pensa che il pensionamento delle navi a propulsione nucleare fatalmente continuerà, non è difficile capire le dimensioni della potenziale catastrofe che si prepara. Altro che Chernobyl.

Nessun grande impianto nucleare è mai stato

smantellato; nessun paese ha ancora identificato un sito in cui conferire definitivamente le scorie radioattive per i prossimi secoli. I costi sociali, ambientali ed economici di queste attività si prospettano così elevati che molti ormai sostengono che è più conveniente abbandonare e isolare i reattori nucleari alla fine della loro vita utile, con tutte le loro scorie radioattive dentro, invece che smantellarli e trasferire i residui non si sa dove. Vedi la cosiddetta "strategia dell'entombment" descritta precedentemente. Migliavacca riferisce di un recente studio dell'università dell'Ohio secondo cui occorreranno almeno 50 anni di fermo impianto per ridurre il livello di radioattività generale di un sito, a cui far seguire 60 anni di smantellamento effettivo. Ma nei casi più complicati secondo il National Audit Office britannico si può arrivare anche a superare i 300 anni. ■

(1) Vedi "Cento anni per staccare l'atomo" su il Sole 24 Ore del 31 gennaio 2010

(2) dal rapporto "Taking Forward Decommissioning" redatto dal National Audit Office. www.nao.org.uk

(3) Ibidem

(4) Vedi: www.ccomptes.fr/CC/documents/RPA/InstallationsNucleaires.pdf

(5) Relazione della Corte dei Conti sul risultato del controllo eseguito sulla gestione della Sogin S.p.A. per l'esercizio 2005. <http://www.corteconti.it>

(6) Per chi vuole approfondire le problematiche si vedano, di Massimo Zucchetti "Storia della propulsione nucleare civile" e "L'insicurezza intrinseca dei sommergibili nucleari" rispettivamente su: http://staff.polito.it/massimo.zucchetti/Navale_nucleare.pdf; <http://www2.polito.it/didattica/climatechange/Maddalena.pdf>

(7) vedi: <http://news.bbc.co.uk/2/hi/business/7733487.stm>

11 IL CONFINAMENTO DELLE SCORIE È UN PROBLEMA RISOLVIBILE?

Ogni anno una centrale nucleare da 1.000 MW produce circa 30 tonnellate di cosiddetto “combustibile esausto”, che poi esausto proprio non lo è, visto che continua ad emettere enormi quantità di calore rimanendo altamente radioattivo per decine di migliaia di anni. Queste scorie sono confinate, per i primi 10-15 anni, in enormi vasche di raffreddamento, chiamate eufemisticamente “piscine”, situate generalmente presso le centrali nucleari stesse e guardate a vista da reparti militari.

Ai sostenitori del “nucleare” piace minimizzare quest’aspetto raccontando che in Francia il combustibile esausto generato dall’intero parco nucleare rappresenta l’equivalente di una pallina da “ping-pong” per ogni cittadino francese e che quindi è poca cosa ...

Ma vediamo quali sono i numeri in gioco a livello mondiale di tutte le scorie radioattive prodotte fino ad ora:

- Uranio complessivo prodotto (U_3O_8) fino al 2008: 2.320.000 Tonnellate
- Inventario mondiale degli scarti di lavorazione di Uranio: 2,35 Miliardi di Tonnellate
- Inventario mondiale di Uranio impoverito: 1.188.600 Tonnellate
- Inventario mondiale delle scorie di medio e basso livello: 2 Milioni di metri cubi
- Combustibile esausto accumulato al 2010:



Vasche di raffreddamento di combustibile nucleare irradiato nel complesso di La Hague in Francia. La luce blu è generata dalla radiazione di Cherenkov, che origina dalle particelle che si propagano a una velocità superiore alla velocità che la luce ha nell’acqua.

340.000 Tonnellate HM (*Heavy Metal*)

- Combustibile esausto previsto al 2020: 445.000 Tonnellate HM

Attualmente circa il 70% del combustibile esausto viene conservato presso le centrali stesse, immerso in piscine di raffreddamento (*At Reactor Storage Pools*) per i primi 10-15 anni e poi in depositi a secco. La tendenza è comunque di incrementare i depositi lontani dai reattori (*Away From Reactor Storage*) al fine di ridurre gli enormi costi di manutenzione e di sorveglianza armata e di confinare le scorie in depositi geologici permanenti situati a grandi profondità. Premesso che attualmente non esistono depositi geologici permanenti in funzione e che le scorie sono



**Deposito di rifiuti radioattivi a Soulaines
in Châlons-en-Champagne - Francia.**



**Deposito di scorie radioattive in Germania
(Fonte: nationalgeographic.it)**

accumulate in depositi provvisori, per lo più all'interno dei sedimenti delle centrali nucleari stesse, le domande che si pongono sono:

1. Il deposito geologico è una soluzione fattibile?
2. Il deposito geologico risponde a criteri oggettivi, è etico e dunque accettabile?
3. È l'unica soluzione?

Lo scopo del deposito geologico profondo è di fornire alle generazioni future, e soprattutto a quelle molto future, una protezione passiva dalle radiazioni, anche dopo la perdita della memoria del deposito stesso.

Il deposito ideale dovrebbe essere situato in un'area stabile e dovrebbe essere abbastanza profondo da

I REATTORI AL TORIO

Il Torio è un attinide con peso atomico 232 e nella tavola periodica degli elementi viene prima dell'Uranio. È debolmente radioattivo, abbonda in natura, la sua disponibilità nella crosta terrestre è 4-5 volte superiore a quella dell'Uranio e la sua lavorazione non è dispendiosa come l'Uranio. Il Torio non è "fissile", ma è "fertile"; cioè se assorbe un neutrone trasmuta in Uranio 233 che è "fissile" e può sostenere una reazione a catena continuando a convertire il Torio in energia. Il grande pregio del Torio è che il "combustibile" esausto scaricato da un reattore al torio ha una radiotossicità estremamente più bassa rispetto a qualunque reattore all'uranio-plutonio: dopo meno di un secolo è infatti inferiore a quella dell'uranio naturale ed addirittura, nei reattori termici al torio è fin dall'inizio inferiore. Le scorie an-

drebbero confinate solamente, si fa per dire, per circa 300 anni.

Un reattore al Torio ha un altro pregio: non produce Plutonio e con le sue scorie è impossibile costruire bombe nucleari. E questo è stato il suo principale handicap: ingabbiati nella logica della "Guerra Fredda", USA, Francia e URSS hanno scelto la filiera del più "problematico" Uranio per costruire i loro reattori civili, in quanto questo consente di produrre come sottoprodotto parecchio Plutonio ri-utilizzabile per gli arsenali militari. Ma ora, a guerra fredda finita, i reattori a Torio stanno suscitando un nuovo interesse, soprattutto con nuovi reattori che utilizzano Fluoruro di Torio Liquido (LFTR, in gergo detti *Lifter*) che, grazie alle sue caratteristiche termiche, è immune da fusione del nocciolo, incubo dei gestori di centrali nucleari.

In tutto il mondo la ricerca è concentrata su questo tipo di reattori nucleari: in Francia si stanno sperimentando varianti di reattori LFTR; l'India, che possiede le più grandi riserve mondiali di Torio, ha annunciato piani per sviluppare una filiera che arrivi al 20-25% del suo fabbisogno di energia. La Cina, che pianifica di costruire decine di reattori nucleari sta accantonando Torio in previsione di poterlo utilizzare quando la tecnologia sarà matura.

Anche negli Stati Uniti, diventati ormai importatori netti di Uranio, ma con grandi riserve di Torio, sta prendendo piede il concetto di costruire reattori LFTR e il Congresso ha approvato il "Thorium Energy Independence and Security Act", con un finanziamento di 250 Milioni di Dollari per incentivare la ricerca e lo sviluppo di reattori al Torio.

essere protetto dalle erosioni superficiali, dai cambiamenti climatici, dai terremoti e dall'intrusione umana per periodi superiori ai 10.000 anni. Ma soprattutto dovrebbe essere garantita la non circolazione di acqua, anche in piccole quantità che, corrodendo i contenitori con processi lunghi, possono riportare elementi radioattivi nella biosfera.

Inoltre, secondo l'opinione prevalente in ambito AIEA, prima di confinare il combustibile esausto in depositi geologici permanenti occorre tenerlo in superficie per almeno 50 anni per evitare alterazioni dovute alle alte temperature prodotte dalle scorie

alle barriere geologiche stesse.

Tutto questo è difficile da comprendere in quanto i tempi geologici sono molto più lunghi della vita umana e dunque il problema si sposta sul piano etico in quanto le nostre decisioni e azioni impatteranno sulla vita dei nostri nipoti e pronipoti. La nostra generazione beneficia dell'energia prodotta con il nucleare e il nostro dovere è di non lasciare debiti, ovvero gli effetti negativi che produrranno le scorie alle generazioni future.

Non possiamo lasciare alle prossime generazioni il compito di trovare soluzioni a lungo termine ai no-

YUCCA MOUNTAIN

Il futuro del controverso sito di stoccaggio nazionale americano sembra essere segnato. Yucca Mountain, una montagna di roccia vulcanica a 100 chilometri da Las Vegas, in Nevada, fin dagli anni '80 è stato candidato a deposito nazionale, ma un parere concorde della comunità scientifica non è mai arrivato. Nel 1987 fu il Congresso a individuarlo come sito predestinato; nel 2000 Clinton fermò il progetto, due anni dopo l'amministrazione Bush lo riprese e accelerò con determinazione. Nel 2005, un carteggio riservato tra geologi dell'U.S. Geological Survey reso pubblico, parlava di falsificazione dei dati e riaccendeva i dubbi sull'idoneità del sito, che sarebbe soggetto a infiltrazioni d'acqua che porrebbero rischi d'inquinamento per le falde acquifere. Nel 2006 i tecnici del Department of Energy avevano approvato il progetto, ma la popolazione del Nevada, per il 60% contraria al deposito, non ne è mai stata tranquillizzata.

Obama ha lasciato al progetto solo i fondi sufficienti affinché la Nuclear Regulatory Commission completi il suo studio e dia un parere tecnico sul sito e il segretario per l'energia Steve Chu ha dichiarato pubblica-



YUCCA MOUNTAIN

mente che Yucca Mountain non è più un'opzione da tenere in considerazione. Sembra dunque improbabile che il sito nel deserto del Nevada accolga le 700 mila tonnellate di rifiuti radioattivi americani a partire dal 2020, come era in programma. Il materiale radioattivo resterà invece con ogni probabilità ancora per molto stoccato presso le centrali, dove è fermo da decenni.

I 10,4 miliardi di dollari spesi finora per trovare un posto ai rifiuti del nucleare americano non sono serviti a nulla. Anzi, adesso, riporta il New York Times, c'è il rischio che i

gestori delle centrali facciano causa al Governo federale, chiedendo altre decine di miliardi di dollari per i costi sostenuti per lo stoccaggio, causati dall'incapacità del Governo di individuare un sito adatto.

La legge, infatti, ha già riconosciuto all'industria nucleare rimborsi per un miliardo di dollari perché il Governo non ha tenuto fede all'accordo siglato in passato, di prendersi in carico le scorie entro il 1998. Ora è probabile che le compagnie dell'atomo chiedano indietro anche i 22 miliardi pagati al DOE per individuare un sito e non ancora spesi.

COME TRAMANDARE LA MEMORIA DI DOVE SONO LE SCORIE RADIOATTIVE? ⁽¹⁾

Quando, negli anni '80, il Dipartimento americano per l'Energia (DOE) avviò la pianificazione del deposito permanente delle scorie nucleari dello Yucca Mountain nel Nevada, istituì, dopo una accurata selezione, una Tavola Rotonda di esperti per studiare la messa a punto di un sistema di segnalazione volto a tramandarne la conoscenza per almeno 10.000 anni, dato che una involontaria intrusione potrebbe avere come risultato un rilascio accidentale di radiazioni. Della Tavola Rotonda facevano parte linguisti, semiologi, antropologi, storici, filosofi etici, archeologi, geologi, ingegneri, architetti paesaggisti, cosmologi, studiosi di petroglifi e il loro incarico era di progettare dei cartelli che potessero essere riconosciuti anche dopo 10.000 anni. Il compito non era di poco conto. La storia dimostra che le lingue si trasformano velocemente e dopo 1.000 anni dei semplici cartelli di avvertimento in inglese contemporaneo sarebbero completamente incomprensibili ai contemporanei di un futuro così remoto. Quindi bisognava trovare dei segni uni-

versali che potessero essere riconosciuti dopo 10.000 anni. Thomas Sebeock, il maggior esperto americano di semiotica, pur essendo convinto che l'universo è, di fatto, composto di segni, era convinto che questo non garantiva che i segni fossero comunicativi. Sebeock propose, tra l'altro, l'istituzione di una "Casta Sacerdotale Atomica", un'istituzione internazionale a lungo termine composta da 200 individui, che resti in servizio per i prossimi 10 millenni, i cui membri si autoselezionino, siano indipendenti da qualunque corrente politica e siano autorizzati a farsi rispettare con qualunque mezzo a loro disposizione, compresi quelli di natura folcloristica, con la responsabilità di ricordare e tramandare la pericolosità di Yucca Mountain, tracciando anche un sentiero di leggende sul luogo in questione in modo da tenere lontana la gente ... Stando agli ultimi rapporti del DOE, quello che sembra essere la soluzione migliore è di installare intorno al deposito una serie di monumenti alti sei metri scolpiti a forma di piramide, realizzati in



L'URLO DI EDVARD MUNCH

granito locale e con in cima una incisione che riproduca il volto angosciato dell'Urlo di Edvard Munch. "E' il quadro più riconoscibile del mondo" disse un portavoce del DOE. "La cultura umana cambierà in modo drastico nei prossimi dieci millenni, ma le emozioni no. Perciò chiunque verrà in contatto con con quel volto capirà che cosa si cela nel sito, che si tratta di un luogo pericoloso, spaventoso e che potrebbe farlo star male" ...

stri guasti e di pagare per rimediare ai danni che noi provochiamo. Cercare di trasformare i radionuclidi a vita lunga in elementi a vita più corta o in elementi stabili è sicuramente un'idea logica e da perseguire. Ma questo richiede ancora molto tempo e investimenti enormi. La tecnologia dei reattori auto-fertilizzanti si è dimostrata un *flop* e dopo la chiusura del Superphenix, il reattore francese con il quale anche Enel ci ha rimesso un po' di penne, sempre meno sforzi vengono fatti per sviluppare questa tecnologia. I reattori di quarta generazione non sono ancora nemmeno sulla carta e comunque anche il processo di transmutazione/incenerimen-

to che dovrebbero realizzare questi reattori non porterà mai alla distruzione completa dei radionuclidi. Di fatto in 50 anni di attività scientifiche e industriali nel settore nucleare non siamo stati capaci di trovare una soluzione per la sistemazione dei rifiuti e sembra quindi ragionevole desistere dall'incrementare la costruzione di nuove centrali con questa tecnologia. Carlo Rubbia, premio Nobel per la fisica, sostiene infatti che l'attuale tecnologia nucleare è morta e che bisogna smettere di replicare le attuali centrali, ma investire in ricerca per utilizzare combustibili e reattori alternativi come, ad esempio, i reattori al Torio (vedi box a pag. 41). ■

(1) Tratto da "About a Mountain" di John D'Agata - W. W. Norton, 2010

12 SI POSSONO RISOLVERE I PROBLEMI ENERGETICI DELL'ITALIA INVESTENDO SOLO SULLE ENERGIE RINNOVABILI?

Tutti i sostenitori del nucleare e la maggior parte degli analisti nucleari, compresi coloro che si occupano di analisi del mercato dei capitali, ritengono che la partita dell'energia elettrica si giochi solamente tra nucleare, carbone e gas naturale.

D'altra parte, Armory B. Lovins (1) sostiene che "confrontare il nucleare solo con queste due alternative è obsoleto e fuorviante. Nel mercato attuale essi sono i concorrenti sbagliati, perché, nel mercato globale, altre due diverse classi di risorse energetiche stanno insidiando gli impianti centralizzati e in particolare le centrali nucleari. Questi nuovi concorrenti sono i **Negawatt**, ovvero l'elettricità non consumata con l'utilizzo di più efficienti tecnologie da parte dei consumatori finali e la **Generazione Distribuita** che comprende due classi di tecnologie: la generazione combinata di elettricità e calore presso i consumatori finali, detta anche cogenerazione, e le fonti rinnovabili distribuite".

I sostenitori del nucleare dichiarano regolarmente di professare un grande rispetto e supporto per queste due modalità di produrre energia distribuita, ma non li considerano dei concorrenti perché li ritengono troppo costosi, troppo inaffidabili, troppo piccoli, troppo lunghi da realizzare e soprattutto troppo limitati nel loro potenziale globale. Molti di essi non si professano contro le

fonti rinnovabili, ma a favore di una strategia di sviluppo energetico sostenibile che non escluda nessuna fonte. Ma la convivenza tra nucleare e fonti rinnovabili è pernicioso e fuorviante, perché si cerca in questo modo di sottrarre risorse allo sviluppo e al potenziamento dell'efficienza energetica, delle fonti rinnovabili e di tutte quelle nuove tecnologie che consentono la produzione decentrata dell'energia e quindi la realizzazione di un vero sviluppo duraturo. Inoltre, anche se non si osteggiano apertamente il risparmio energetico e le fonti rinnovabili, esse vengono però sminuite diffondendo la credenza che comunque esse sono marginali e quindi, per il bene della Nazione, non si può non investire adeguatamente in un grande programma di centrali nucleari, che garantisca sicurezza e energia a basso costo.

I "Negawatt" ovvero l'Efficienza Energetica

L'efficienza energetica è una risorsa distribuita, ovvero essa è allocata dove l'energia viene utilizzata; pertanto essa non incappa nei costi di combustibile né tantomeno nei costi di distribuzione perché è un'energia che non si consuma e quindi non si paga.

Secondo il rapporto redatto dall'Energy Efficiency Research Group (eErg) del Politecnico di Milano (2), e qui riportato in alcuni passaggi essenziali, "in Italia il costo medio per risparmiare un kWh

IL PIÙ TEMIBILE CONCORRENTE DEL NUCLEARE ... L'EFFICIENZA ENERGETICA

POTENZIALE
ECONOMICO CONVENIENTE
(COSTO < DI 6 € CENT/kWh)



82.000 GWh: 19,5 % AL 2020
COSTO: 5 MILIARDI DI EURO

POTENZIALE DI RISPARMIO OTTENIBILE AL 2020 [GWh]

	ILLUMINAZIONE	MOTORI ELETTRICI	ELETTRODOMESTICI	ALTRO	TOTALE
RESIDENZIALE	3.200	1.000	15.000	3.000	22.200
COMMERCIALE	15.100	5.000	-	7.000	27.100
TERZIARIO PUBBLICO	3.400	-	-	2.000	5.400
INDUSTRIALE	11.300	11.000	-	5.000	27.300
TOTALE	33.000	17.000	15.000	17.000	82.000

ELABORAZIONE SU DATI eERG. POLI-MI

BENEFICI ECONOMICI: 65 MILIARDI DI EURO AL NETTO DEGLI INVESTIMENTI
BENEFICI OCCUPAZIONALI: 63.000 POSTI DI LAVORO STABILI

FONTE: RAPPORTO eERG, POLITECNICO DI MILANO - 2008

di energia elettrica con le tecnologie attualmente disponibili commercialmente, risulta inferiore a 6 €cent/kWh". Secondo l'eErg, il potenziale tecnico di risparmio negli usi finali nei settori residenziale, terziario commerciale, terziario pubblico e industriale, ottenibile tra il 2007 e il 2020, è dell'ordine di 140.000 GWh all'anno. Inoltre, prosegue il rapporto, "applicando soltanto le misure già oggi economicamente convenienti, si potrebbe accumulare un beneficio economico al netto degli investimenti di 65 miliardi di euro (attualizzati al 2007), e un risparmio energetico man mano crescente fino a raggiungere 82.000 GWh/anno nel 2020, quota che rappresenta il 20% dei consumi elettrici finali a quella data. La conseguente riduzione di emissioni di CO₂ è stimabile in circa 50 milioni di tonnellate al 2020, cosa che comporterebbe non un costo, ma un beneficio economico netto per la società. Infine il potenziale di risparmio economicamente conveniente individuato nello studio, attiverebbe investimenti per circa 80 miliardi di euro e 63.000 posti di lavoro stabili".

Il Piano di Azione per le Energie Rinnovabili - PAN (3) assume come baseline al 2020, tenendo conto dell'effetto della crisi economica, un Consumo Finale Elettrico Lordo di 407.000 GWh. Tuttavia, supponendo ulteriori misure supplementari di efficienza che dovrebbero esplicitarsi sui 24.000

GWh di minori consumi, il "PAN" individua un Consumo Elettrico Finale Lordo previsto al 2020 intorno ai 380.000 GWh.

Assumendo come ScENARIO di Riferimento quello indicato dal PAN e depurando i possibili risparmi indicati dal Politecnico di Milano, il fabbisogno di Energia Elettrica richiesta in rete al 2020, si attesta intorno i 330.000 GWh.

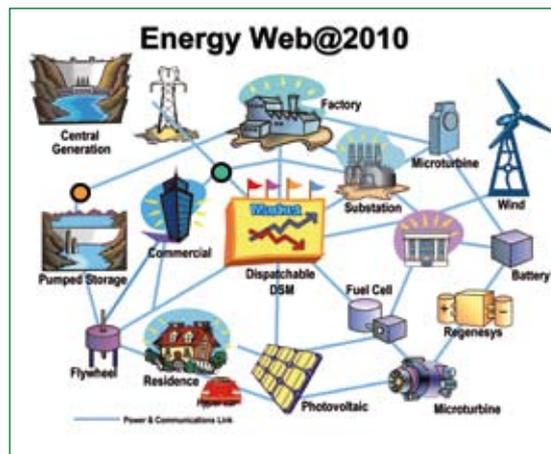
La Generazione Distribuita

La Generazione Distribuita è un modo di produrre e distribuire energia, basandosi non più su pochi grandi impianti produttivi, ma integrando e connettendo alla rete di distribuzione elettrica miriadi di impianti di cogenerazione piccoli e medi a gas o che utilizzano fonti rinnovabili. Spesso questi impianti sono localizzati presso l'utente finale, e questo consente da una parte di ridurre i costi per realizzare le reti di trasmissione e distribuzione e dall'altra parte consente la riduzione delle perdite sulle grandi reti di trasporto, riducendo quindi i costi di distribuzione. La Generazione Distribuita si "sposa" molto bene con le fonti rinnovabili, sia che si tratti di generatori eolici o impianti fotovoltaici, sia che si tratti di piccoli impianti idroelettrici e consente una eccellente integrazione con gli impianti di cogenerazione, tipicamente a gas naturale, ma anche alimentati da biogas o biocombustibili.



Un "Trigeneratore" per un condomino, in grado di produrre energia elettrica, acqua calda per il riscaldamento e acqua fredda per il raffrescamento estivo. Può essere alimentato con gas naturale, biogas o biocombustibili.

La cogenerazione, che consiste nella produzione combinata di elettricità e calore, consente infatti di recuperare la maggior parte del calore che altrimenti andrebbe disperso con piccoli impianti a livello di quartiere o di insediamenti industriali. Cogenerare elettricità e calore può essere conveniente anche nei condomini perché il calore può essere utilizzato per riscaldare gli ambienti in inverno. Analogamente le industrie che utilizzano acqua calda per fabbisogni di processo possono risparmiare sulla produzione di tale calore, utilizzando il calore di scarto dell'impianto di cogenerazione. Oltre a tutto ciò in estate il calore di scarto può essere utilizzato proficuamente per produrre freddo e quindi climatizzare gli ambienti. Esistono ormai sul mercato delle macchine dette "pompe di calore ad assorbimento" in grado di utilizzare il calore per ricavare l'energia frigorifera utilizzabile per raffreddare gli ambienti. La diffusione di questa tecnologia consente di limitare il fabbisogno di elettricità per far funzionare i tradizionali condizionatori a compressione, che necessitano di energia elettrica. In Italia ormai il fabbisogno di energia elettrica in estate ha superato il consumo invernale per via della rapida diffusione dei condizionatori d'aria. Nei condomini, ma anche nelle case singole, è possibile e diventerà sempre più



conveniente ricorrere alla cosiddetta "Trigenerazione" ossia la produzione combinata di elettricità, calore e freddo, anche contemporaneamente. Lo stesso tipo di rivoluzione che ha sostituito i grandi calcolatori (*mainframes*) con le reti di personal computer, i sistemi telefonici centralizzati con le reti cellulari decentralizzate e che ha creato Internet e il World Wide Web, può trasformare anche le reti elettriche, inventando l'EnergyWeb e cambiando radicalmente il sistema industriale. L'antagonismo non deve essere quindi tra centrali nucleari e centrali a carbone o a gas, ma tra Generazione Concentrata in grandi impianti e Generazione Distribuita in una miriade di piccoli impianti. Ma vediamo in dettaglio i contributi che le Fonti Rinnovabili possono fornire al fabbisogno di Energia al 2020, riferendoci ai potenziali espressi da vari Enti e Associazioni di settore.

L'Idroelettrico.

In uno studio condotto dal CNR (Consiglio Nazionale delle Ricerche), assieme ad ENEA (Ente per le nuove tecnologie, l'energia e l'ambiente), Università degli Studi di Roma "La Sapienza", CIRPS (Centro interuniversitario di ricerca per lo sviluppo sostenibile) si afferma che mini e micro-idroelettrico possono far aumentare la potenza installata di centrali idroelettriche dagli attuali 20.000 MW a 30.000 MW; il maggiore potenziale sarebbe quindi di un 50% circa, considerando solo impianti mini e micro a bassissimo impatto



ambientale.

Inoltre, all'interno di un possibile e necessario riassetto del sistema idrogeologico per prevenire ed ovviare agli eventi alluvionali, questi Enti ritengono che si possa attuare un migliore e potenziato sistema idroelettrico di centrali inferiori ai 100 MW, attraverso un sistema di bacini a dispersione ma anche "aggiornando" con più moderne tecnologie, le centrali esistenti, soprattutto quelle ad acqua fluente. Il maggiore potenziale da tali sistemi è individuato tra 8.000 e 10.000 MW.

Il potenziale acclamato dal CNR-Enea sembra comunque molto ambizioso, e le difficoltà tecniche, normative e burocratiche sono tali che al 2020 si può presumere che solo una piccola parte di tale potenziale possa essere sfruttato. Riteniamo pertanto, in accordo con gli studi effettuati dalla European Small Hydro Association (ESHA) per l'Italia, che la capacità aggiuntiva realizzabile di mini e micro idroelettrico ammonti a 2.500 MW con una producibilità netta di 4.750 GWh al 2020.

L'Eolico

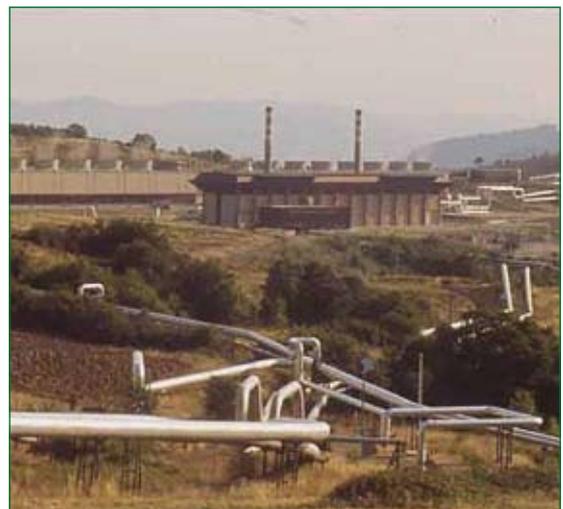
La previsioni dell'Associazione Nazionale Energia del Vento (ANEV) indicano per l'Italia al 2020, mantenendo l'attuale trend di sviluppo, una potenza eolica installata tra 16.200 MW cui corrisponderanno 27.000 GWh di elettricità prodotta. Gli scenari EWEA (European Wind Energy Association) sono ancora più ottimisti e ipotizzano ulteriori 2.000 MW di impianti offshore, 10 volte superiori ai 200 MW stimati dall'ANEV.

L'eolico è sicuramente una tecnologia matura oltre che concorrenziale e secondo i ritmi di sviluppo attuali potrà avere un discreto "peso" sul fabbisogno nazionale.

Tuttavia riteniamo che le previsioni ANEV possano essere eccessive, date la problematiche di impatto ambientale e paesaggistico che le installazioni eoliche determinano. Prefiguriamo pertanto, sostanzialmente in linea con il Piano Nazionale, una capacità massima realizzabile al 2020 di 13.000 MW di cui 1.000 MW off-shore, ma con un maggiore utilizzo, che potrebbe portare la produzione netta totale intorno ai 23.000 GWh.

Il Geotermico

Alla fine del 2009, nell'area di Larderello, sono stati superati 840 MW di energia geotermica da parte di Enel Green Power. Secondo l'Istituto di Geoscienze e Georisorse del CNR, al 2020 si potrebbe raggiungere l'obiettivo di 1.500 MW installati con una produzione di oltre 10.000 GWh di energia elettrica, pari al 3% dell'energia totale prodotta sul territorio nazionale. Un recente ac-



Centrale geotermoelettrica a Larderello in Toscana

cordo tra Enel e Regione Toscana prevede di superare i 1.000 MW al 2020 con una produzione di oltre 7.000 GWh.

Sebbene il CNR ritenga che si possa raggiungere l'obiettivo dei 1.500 MW installati al 2020, la realizzazione di tali impianti è lunga e difficoltosa. Riteniamo più probabile la sola realizzazione al 2020 dell'accordo tra Enel e la Regione Toscana che prevede 1.000 MW con 7.500 GWh di produzione annua.

Il Solare

Lo studio "SET for 2020" realizzato dall'Associazione europea delle industrie del fotovoltaico (EPIA) ha identificato tre possibili scenari di diffusione del fotovoltaico, determinati da una serie di condizioni diverse:

- uno scenario di base che prevede una penetrazione del fotovoltaico del 4% entro il 2020. Si tratta di un'ipotesi di crescita "business as usual". Questo scenario non prevede modifiche al sistema elettrico esistente, ma richiede un totale impegno da parte del settore fotovoltaico nella riduzione dei costi, nel marketing e un più ampio sostegno politico in Europa.
- uno scenario di crescita accelerata che punta a coprire il 6% del mercato, rispettando ampiamente gli attuali limiti infrastrutturali. Oltre ai requisiti di base, la crescita accelerata richiede modifiche minime al sistema elettrico esistente, una filiera di produzione e distribuzione ottimizzata, una maggiore cooperazione con le utilities e una trainante offerta di prodotti e servizi.
- Infine, uno scenario di cambiamento di paradigma (*Paradigm Shift*) che punta invece ad un obiettivo del 12%. Oltre alle condizioni viste in precedenza, questo scenario richiede, oltre a miglioramenti della catena di produzione e distribuzione e delle strategie operative e di marketing, una rapida e vasta implementazione dei meccanismi di stoccaggio dell'energia e l'utilizzo delle innovative "smart grid" o reti intelligenti. La visione dell'EPIA va oltre il 2020, con una penetrazione del fotovoltaico che supera abbondantemente l'obiettivo del 12%.



Quartiere di case Energy Plus a Friburgo, Germania. Queste abitazioni, con elevati isolamenti termici e tetti interamente fotovoltaici consumano meno energia di quanta ne producano e il surplus viene venduto all'azienda Municipalizzata cittadina.

Il potenziale del fotovoltaico è sicuramente molto elevato. Lo scenario di base comporta la realizzazione di 15.000 GWh al 2020, mentre il PAN-2010 fissa un obiettivo di 8.000 MW con 9.650 GWh di produzione elettrica. La resa, evidentemente cautelativa, è fissata in 1.200 kWh/kW, valore ragionevole per il Nord-Italia, mentre nel Sud la resa può arrivare tranquillamente a valori intorno i 1.500 kWh/kW. Il PAN prevede inoltre altri 500 MW di solare termodinamico con una produzione di ulteriori 1.700 GWh. Occorre precisare che sebbene il Governo non intenda incentivare più di 8.000 MW di potenza fotovoltaica, al 2015 la tecnologia dovrebbe aver raggiunto la cosiddetta "Grid Parity" per cui riteniamo che una quota di 12.000 MW, comprensivi di solare a concentrazione sia assolutamente prevedibile e che potrebbe anche essere superata.

Le Bioenergie

Sotto questa voce sono raggruppate le Biomasse, i Biocombustibili e i Rifiuti Biodegradabili detti anche FORSU (Frazione Organica dei Rifiuti Solidi Urbani). ITABIA (Italian Biomass Association), in un poderoso rapporto pubblicato nel 2008, sostiene che l'Italia può raggiungere alcuni importanti obiettivi per il prossimo decennio

e produrre, utilizzando biomasse di vario tipo e origine: 3 Mtep di energia elettrica, pari 35.000 GWh; 9-11 Mtep di energia termica e 4-5 Mtep di biocarburanti, per un totale di energia fossile sostituita pari a 16-19 Mtep; Le biomasse, il biogas e i biocombustibili hanno grandi potenziali, ancora poco sfruttati. Gli allevamenti che disperdono i reflui sono ancora la grande maggioranza, e le coltivazioni dedicate alla produzione di biocombustibili sono ancora molto limitate. Riteniamo che raggiungere una capacità installata di 7.000 MW, pari a quattro volte quella attuale, sembra fattibile e la produzione di elettricità, comprensiva di tutto l'incenerito può situarsi intorno ai 28.500 GWh.

Escludendo dal conteggio l'incenerito non rinnovabile, la produzione di Energia dovrebbe situarsi sui 23.500 GWh. La produzione netta di energia elettrica da fonti rinnovabili può quindi attestarsi sui 118.000 GWh con un incremento di oltre 50.000 GWh di produzione, pari al 75% rispetto il 2009 e con un'incidenza del 36% sul totale dell'energia elettrica immessa in rete al 2020. Le risorse finanziarie necessarie per realizzare 25.000 MW aggiuntivi di fonti rinnovabili sono di tutto rispetto e servono quasi 70 Miliardi di Euro di impianti distribuiti sul territorio per produrre quasi 56.000 GWh all'anno di Energia Elettrica. I vantaggi occupazionali sono notevoli: 440.000 posti di lavoro stabili nelle tecnologie più varie e in occupazioni distribuite sul territorio in attività che spaziano dalla progettazione alla costruzione, alla manutenzione ai servizi commerciali, finanziari, assicurativi che possono dar vita ad un tessuto economico e sociale di largo respiro a livello locale. In termini di occupazione le azioni di Efficienza Energetica risultano quelle a più alta intensità di nuova occupazione: 13 nuovi posti di lavoro per ogni Milione di Euro investito. Seguono gli investimenti in mini e micro cogenerazione a gas e poi gli investimenti in fonti rinnovabili che risentono del fatto che buona parte della componentistica viene ormai realizzata in

aziende delocalizzate nei paesi emergenti e in particolare in Cina. La Cina infatti sta investendo risorse colossali sulle Fonti Rinnovabili ed è avviata a prendere la leadership mondiale sulle nuove tecnologie energetiche.

Per contro l'opzione nucleare, oltre ad essere la più *capital intensive*, è sicuramente la tecnologia che offre in assoluto le minori opportunità occupazionali. Secondo l'ANIE (Associazione Nazionale Industrie Elettromeccaniche) e l'ANCE (Associazione Nazionale Costruttori Edili), i posti di lavoro che si creano per realizzare 4 centrali nucleari EPR in Italia sono stimati in 25.000 posti di lavoro: 10.000 per il settore elettromeccanico e 15.000 per il settore delle costruzioni e del movimento terra. D'altra parte le cosiddette "Isole nucleari", ossia il cuore dei reattori, saranno quasi interamente appannaggio dei costruttori francesi; alle imprese italiane, a meno di poche lavorazioni ad alta tecnologia, rimarrà la fornitura di cemento e inerti, la realizzazione dei calcestruzzi, delle carpenterie metalliche, i lavori di scavo e di movimento terra. Come detto prima, un buon 60-80% dei costi di costruzione delle centrali è rappresentato dagli oneri finanziari dovuti agli interessi sui capitali prestatati, e questi sono appannaggio delle Banche non necessariamente italiane e delle società assicurative. In conclusione l'aspetto industriale del "rinascimento nucleare" risulta minoritario rispetto all'aspetto finanziario dell'intrapresa, senza contare la filiera dello smaltimento dei rifiuti radioattivi che, sul lungo periodo, è destinato a diventare predominante. Già adesso il



Impianto per la produzione di biogas in Austria

SI POSSONO RISOLVERE I PROBLEMI ENERGETICI DELL'ITALIA INVESTENDO SOLO SULLE ENERGIE RINNOVABILI?

business dei rifiuti nucleari a livello mondiale è stimato intorno ai 600 Miliardi di Euro e le previsioni, con l'aumento vertiginoso dei costi in atto raggiungerà al 2020 i 1.500 Miliardi di Euro, pari al PIL dell'Italia. Senza contare una quota non quantificabile, ma sicuramente di tutto rispetto, destinata a diventare terra di conquista di quella criminalità organizzata, che in Italia, rappresenta sicuramente un'eccellenza non invidiata. ■

POSSIBILE INCREMENTO DELLE FONTI RINNOVABILI AL 2020 RISPETTO IL 2009

FONTI	MW	GWh	MLN/€
IDROELETTRICO	2.000	4.400	4.000
EOLICO	8.000	14.400	20.000
GEOTERMICO	500	3.750	1.000
FOTOVOLTAICO	9.000	10.800	27.000
BIOMASSE, RSU, BIOCOMBUSTIBILI	5.500	22.550	14.000
TOTALE	25.000	55.900	66.000

POTENZIALE DI SVILUPPO DI EFFICIENZA ENERGETICA, GENERAZIONE DISTRIBUITA, FONTI RINNOVABILI E CONFRONTO CON L'OPZIONE NUCLEARE

	MW	POTENZIALE [GWH/ANNO]	INVESTIMENTI [MILIONI DI €]	POSTI DI LAVORO STABILI	POSTI X MIN. €
EFFICIENZA ENERGETICA	- 20.000	- 82.000	5.000	63.000	13
MICRO-MINI CO-GENERAZIONE A GAS	10.000	25.000	15.000	165.000	11
FONTI RINNOVABILI	25.000	56.000	66.000	440.000	7
QUATTRO CENTRALI NUCLEARI [EPR DA 1.600 MW]	6.400	48.000	32.000	25.000	1

SCENARIO "MONGUZZI & ZABOT" AL 2020

	POTENZA NETTA [MW]	%	PRODUZIONE NETTA [GWh]	%	PRODUCIBILITÀ [GWh]	MARGINE [%]
IDRO DA APPORTI NATURALI	23.000	22%	50.000	16%	57.500	13%
EOLICO	13.000	12%	23.000	8%	28.600	20%
GEOTERMICO	1.000	1%	7.500	2%	8.000	6%
FOTOVOLTAICO	12.000	11%	14.000	4%	15.600	10%
BIOMASSE, RSU, BIOCOMBUSTIBILI	7.000	7%	28.500	9%	33.600	15%
TERMOELETTRICO [3.800 H/A]	50.000	47%	190.000	59%	325.000	42%
IDRO DA POMPAGGI			7.000	2%		
TOTALI	106.000	100%	320.000	100%	468.300	32%
POMPAGGI (IN SOTTRAZIONE)			10.000			
IMPORT			20.000	6%		
RICHIESTA SULLA RETE			330.000			
PERDITE SULLA RETE			18.000	5%		
AI CONSUMI FINALI			312.000			
PRODUZIONE DA RINNOVABILI "PURE"			118.000	36%		

(1) Vedi: "The Nuclear Illusion" di Amory B Lovins e Imran Sheikh - maggio 2008 - <http://rmi.org>

(2) La rivoluzione dell'efficienza - rapporto di eERG - gruppo di ricerca sull'efficienza energetica negli usi finali dell'energia, Dipartimento di Energetica, Politecnico di Milano, febbraio 2008, edizione elettronica.

(3) Il Piano di Azione per le Energie Rinnovabili presentato al Ministero dello Sviluppo Economico in conformità alla Direttiva 2009/28/CE, esprime la strategia del Governo italiano nello sviluppo delle fonti energetiche rinnovabili e ne descrive le principali linee di azione. Il documento, elaborato secondo le specifiche fornite dalla Commissione europea, riporta le politiche e le misure già esistenti o previste in materia di fonti rinnovabili, fornendo una descrizione completa ed accurata di quanto fatto in passato sia nel comparto della produzione elettrica, sia di quelli del riscaldamento, del raffrescamento, e dei trasporti.

13 IN QUALE DIREZIONE DOVREBBE MUOVERSI LA POLITICA ENERGETICA ITALIANA E QUALI AZIONI SI POSSONO ADOTTARE PER GARANTIRE UN FUTURO ENERGETICO SOSTENIBILE IN ITALIA?

Una **Strategia per un Piano di Azione condiviso**. Le condizioni per raggiungere una produzione di 118.000 GWh al 2020, pari al 36% di produzione elettrica da fonti rinnovabili impongono l'eliminazione delle attuali inefficienze burocratiche e autorizzative, lo sviluppo della rete elettrica partendo dall'attuazione dei provvedimenti in buona parte già stabiliti ma tutt'ora non attuati, la costruzione di un quadro organico di regole di riferimento che superi l'attuale proliferazione di provvedimenti scollegati, incoerenti o in completa contraddizione con gli obiettivi di sviluppo delle rinnovabili.

In questa visione è fondamentale il coinvolgimento delle Amministrazioni Locali, la definizione concertata tra Governo Nazionale e Regioni degli obiettivi quantitativi delle singole fonti energetiche, la loro articolazione a livello regionale e locale (*Burden Sharing*), e conseguentemente che l'obiettivo nazionale sia formato dalla somma di target regionali e locali realistici e condivisi, con l'attivazione di un quadro stabile di incentivazione finanziaria.

In sintesi si tratta di attivare un quadro organico di politica energetica finalizzata a:

- Ridurre la domanda di energia elettrica negli usi

finali con sostegni a programmi innovativi di Demand Side Management (DSM). Il principale ostacolo alla realizzazione di programmi di DSM da parte delle Piccole e Medie Imprese, nei comparti industriale e terziario, ma anche per i singoli privati proprietari di abitazioni, consiste nella difficoltà di accesso al credito per disporre delle provviste finanziarie necessarie ad effettuare interventi di riqualificazione energetica. Uno strumento che è stato sperimentato con successo e facilmente replicabile, con costi modesti per le amministrazioni pubbliche, è rappresentato dai contributi in conto interesse in partnership con gli istituti di credito.

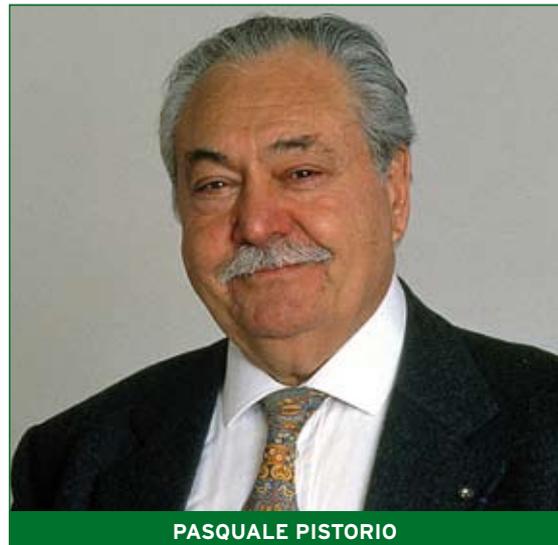
- Massimizzare il dispacciamento in rete dell'energia elettrica prodotta da fonti rinnovabili, quale condizione necessaria per il raggiungimento degli obiettivi della Direttiva 2009/28/CE, con il potenziamento della rete elettrica esistente per superare le attuali congestioni strutturali e l'avvio della realizzazione di "reti intelligenti" magliate e non gerarchiche per l'ottimizzazione della produzione e immissione in rete delle fonti rinnovabili non programmabili.
- Riequilibrare nell'immediato la domanda con l'offerta di Certificati Verdi e avviare, contestualmente, una migrazione verso un sistema, amministrato con trasparenza, di un "Feed in Premium". Attualmente l'offerta di CV è quasi doppia rispetto alla

domanda. Il riequilibrio può avvenire da una parte annullando l'eccesso di offerta mediante un meccanismo di ritiri annui effettuati dal Gestore dei Servizi Elettrici; dall'altra incrementando la domanda di CV con un sensibile aumento della quota d'obbligo, attualmente del 5,7%, decisamente insufficiente non solo a garantire il raggiungimento degli obiettivi al 2020, ma anche a permettere la remunerazione del capitale delle iniziative già sviluppate. Inoltre, occorre rivedere la lunga lista delle esenzioni dall'obbligo di acquisto, che a partire dal 2003 ha ormai eroso la metà della base d'obbligo, portando l'energia soggetta ad obbligo da 360 TWh a circa 185 TWh.

- Sviluppare un sistema di piccoli e medi bacini idroelettrici dotati di sistemi di pompaggio. Tale soluzione tecnologica rappresenta attualmente l'unica tecnica sufficientemente matura per consentire l'accumulo di quantità apprezzabili di energia e che può essere integrata anche in sistemi ad uso plurimo idroelettrico/irriguo.
- Rendere stabili e scalabili i meccanismi di incentivazione, in una logica di adeguamento dinamico del livello di incentivazione ai sovra-costi marginali di produzione per ciascuna fonte, considerando anche le dinamiche di riduzione di costo delle nuove tecnologie in virtù dell'effetto "apprendimento", tutelando le iniziative già avviate e garantendo i diritti acquisiti.
- Riutilizzare a fini energetici le biomasse già disponibili ma classificate come rifiuti; questo costituisce una delle soluzioni di maggiore efficienza consentendo di risparmiare materia prima. Attualmente questa pratica è ostacolata, non dalla scarsa disponibilità della risorsa, ma dalla mancanza di regole chiare.
- Chiarire in maniera univoca le regole per la gestione delle biomasse di origine non vergine con la revisione degli adempimenti riservati ai rifiuti e con il corretto inquadramento del digestato o delle ceneri derivanti dai processi di produzione di bioenergia, il cui trattamento è applicato in maniera non uniforme.
- Migliorare l'impiego delle biomasse forestali con

una conoscenza più puntuale delle risorse disponibili, spesso caratterizzata da dati vecchi, mancanti, o diversi da fonte a fonte; migliorare l'accessibilità alle aree boschive, caratterizzate da una frammentazione in piccole proprietà non sempre accessibili, e prevedere una maggiore sensibilizzazione delle parti interessate verso i benefici di una corretta gestione forestale.

"Una politica energetica seria e lungimirante", ha detto Pasquale Pistorio (1), "deve saper mettere insieme tre soggetti e tre strumenti. I tre soggetti sono le istituzioni, le imprese e i cittadini. Gli strumenti sono gli incentivi, per rimediare gli errori del passato e riqualificare gli stock immo-



biliari esistenti, la normativa, per orientare un futuro più parsimonioso senza dover rinunciare alle attuali comodità, e infine l'educazione, per diffondere la cultura dello sviluppo sostenibile e stimolare la ricerca di nuove frontiere tecnologiche. Non è vero che l'efficienza energetica serva a poco e non è vero che le fonti rinnovabili siano marginali. Una forte campagna di risparmio energetico consentirebbe all'Italia di ridurre addirittura del 30% il fabbisogno di energia, contro il 20% richiesto dall'Unione europea al 2020. Dalle fonti rinnovabili possiamo ricavare un ulteriore 20%

del nostro fabbisogno di energia, sempre entro il 2020. E avremo tutto il tempo che ci serve per ragionare e puntare su energie nuove come la fusione nucleare, i reattori basati sul torio e non sull'uranio e infine per sviluppare quell'economia dell'idrogeno preconizzata da Jeremy Rifkin" (2).

La Task Force Efficienza Energetica di Confindustria

Per individuare possibili scenari tecnologici dai quali trarre utili indicazioni di politica energetica, Confindustria ha costituito, nell'ambito della Commissione Energia, una Task Force ad hoc sull'efficienza energetica coinvolgendo tutte le associazioni del sistema confindustriale al fine di identificare gli ambiti rilevanti nei quali appare più efficace incentivare un miglioramento dell'efficienza energetica.

L'attività della Task Force Efficienza Energetica è stata volta a:

- valutare i risparmi energetici conseguibili evitando oneri aggiuntivi alle imprese;
- individuare i settori che per dimensione e per potenziali risparmi risultino più interessanti per interventi specifici;
- evidenziare le tecnologie ora disponibili per implementare programmi di efficienza energetica sulla base di analisi di costi/benefici;
- sottolineare l'importanza di affrontare l'efficienza con un approccio integrato che considera tutti i processi energivori di un settore e trae dal loro

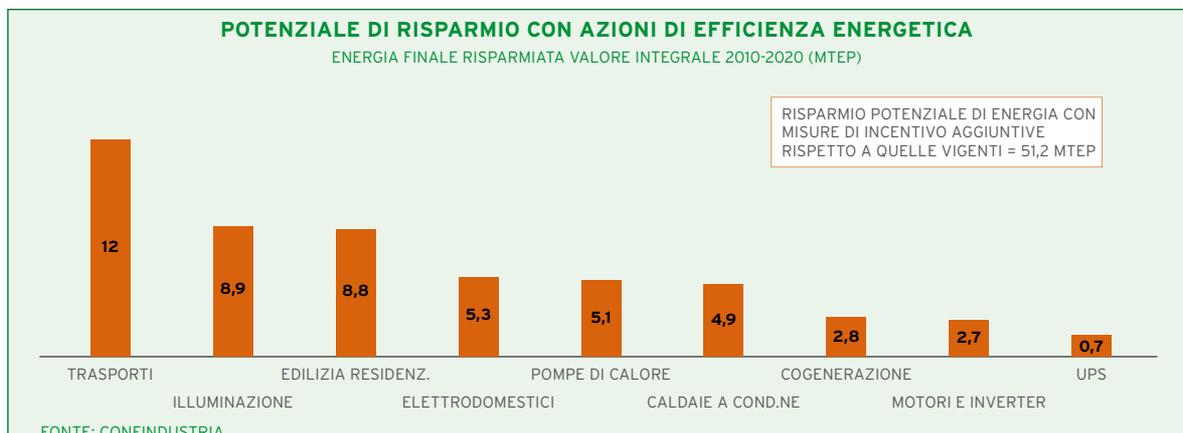
insieme le sinergie utili per raggiungere i risultati di efficienza;

- supportare i competenti Ministeri per la promozione dell'efficienza energetica attraverso un quadro coerente di politica energetica di medio-lungo termine;
- definire ed implementare azioni di comunicazione e informazione, fondamentali per il successo delle iniziative.
- valutare gli effetti delle misure di efficienza energetica sull'intero sistema economico, verificando i vantaggi per la collettività e le ripercussioni sul bilancio dello Stato;

L'efficienza energetica è il mezzo più efficace, rispetto alle fonti rinnovabili, per perseguire gli obiettivi di sostenibilità ambientale in un'ottica di contenimento dei costi, rafforzare la sicurezza degli approvvigionamenti e al contempo può rappresentare un volano importante alla crescita economica ed occupazionale del paese.

A tal fine è essenziale adottare un approccio reale costi-efficacia-benefici, con una analisi preventiva in grado di indirizzare scelte politiche di metodologia, di investimento ed incentivazione e di corretta allocazione dei costi che consenta di evitare oneri aggiuntivi alle imprese.

Potenzialmente lo sviluppo dell'industria dell'efficienza energetica può coinvolgere molteplici comparti manifatturieri, le cui applicazioni tecnologiche sono riferibili al settore dei trasporti, residenziale e degli azionamenti elettrici.



EFFETTI DELLE MISURE DI EFFICIENZA ENERGETICA SUL BILANCIO DELLO STATO E SUL SISTEMA PAESE

MILIONI DI € - VALORI CUMULATI 2010-2020

EFFETTI SUL BILANCIO STATALE - IMPOSTE DIRETTE ED INDIRETTE

IRPEF PER MAGGIORE OCCUPAZIONE	4.555
IRES E IRAP PER MAGGIORI REDDITI INDUSTRIA	2.312
IVA PER MAGGIORI CONSUMI	18.302
CONTRIBUTI STATALI PER INCENTIVI	-24.055
ACCISE E IVA PER MINORI CONSUMI ENERGETICI	-17.781
TOTALE IMPATTO ENTRATE DELLO STATO	-16.667

IMPATTO ECONOMICO SUL SISTEMA ENERGETICO

VALORIZZAZIONE ECONOMICA ENERGIA RISPARMIATA*	25.616
VALORIZZAZIONE ECONOMICA CO ₂ RISPARMIATA**	5.190

EFFETTI SULLO SVILUPPO INDUSTRIALE

AUMENTO DI DOMANDA	130.118
AUMENTO DI PRODUZIONE	238.427
AUMENTO OCCUPAZIONE (MIGLIAIA DI ULA)	1.635

IMPATTO COMPLESSIVO SUL SISTEMA PAESE

	14.139
--	--------

*CALCOLATO CONSIDERANDO IL VALORE DI 75 DOLLARI PER BARILE DI PETROLIO E UN CAMBIO DOLLARO-EURO PARI A 1,25.

**CALCOLATA CONSIDERANDO IL VALORE DI 25 €/TONNELLATA DI CO₂.

Fonte: CONFINDUSTRIA

Attraverso una corretta politica di incentivazione dell'efficienza energetica in Italia si potrebbe arrivare a conseguire un risparmio integrale di energia fossile di oltre 86 Mtep nel periodo 2010-2020, con una conseguente riduzione di emissioni di CO₂ pari ad oltre 207,6 milioni di tonnellate. I settori più promettenti in termini di risultati di risparmio di energia fossile risultano essere: illuminazione pubblica e privata (18,2 Mtep), cogenerazione (12,6 Mtep), trasporti su gomma (12 Mtep), pompe di calore (11,7 Mtep), elettrodomestici (10,8 Mtep), riqualificazione energetica dell'edilizia residenziale (8,8 Mtep), motori elettrici e inverter (5,5 Mtep), caldaie a condensazione (4,9 Mtep) e UPS (1,5 Mtep).

Il complesso delle misure di efficienza energetica nei vari settori industriali porterebbe ad un risparmio potenziale del nostro paese nel periodo 2010-2020, pari a oltre 86 Mtep di energia fossile, per raggiungere il quale si attiverebbe un impatto socio-economico pari a circa 130 miliardi di Euro di investimenti, un aumento della produzione industriale di 238 miliardi di Euro ed un crescita occupazionale di circa 1,6 milioni di unità di lavoro standard.

Complessivamente quindi, tenuto conto sia dell'impatto sul bilancio statale sia dell'impatto economico sul sistema energetico nazionale,

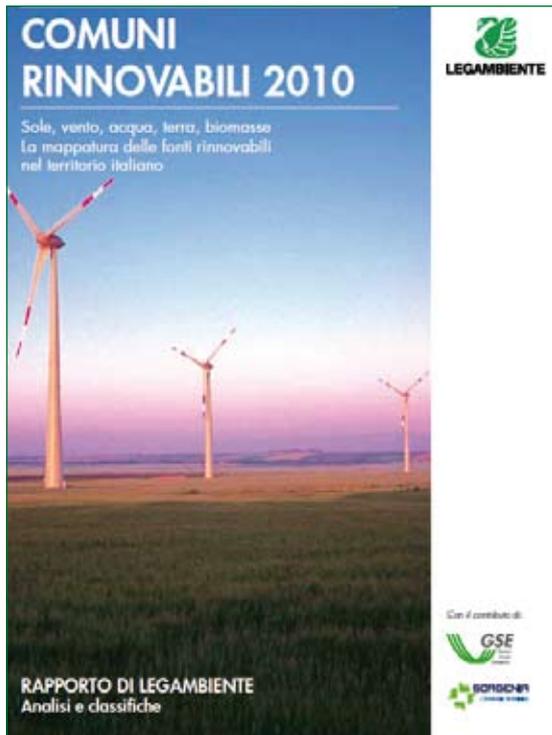
l'effetto delle misure di efficienza energetica nel periodo 2010-2020 sul sistema paese è altamente positivo, con un valore economico pari a oltre 14 miliardi di Euro.

Prendendo in esame soltanto i consumi finali di Energia Elettrica e considerando che l'aumento della penetrazione delle Pompe di Calore aumenta la richiesta di Elettricità, l'attuazione del Piano Straordinario proposto da Confindustria porta ad un risparmio finale integrale dal 2010 al 2020 di 11 Milioni di Tep pari a 128.000 GWh, pari alla produzione di 10 centrali nucleari tipo EPR da 1.600 MW ciascuna.

Il Ruolo degli Enti Locali

In Italia ci sono 8.101 Comuni. Il 72% di essi, pari a 5.836, hanno meno di 5.000 abitanti e ci vive un quarto della popolazione italiana. Se consideriamo i Comuni fino a 50.000 abitanti, essi rappresentano il 98% dei Comuni italiani, in cui vive oltre la metà della popolazione di tutta la penisola. Scorrendo le numerose iniziative realizzate a livello nazionale a sostegno dello sviluppo sostenibile, dai "Comuni Ricicloni" ai "Comuni Rinnovabili", promosse da Legambiente (3), è evidente il ruolo da protagonisti che giocano i piccoli Comuni. Nomi come San Biagio di Callalta, Roncade, Preganziol, Carbonera, Porto Sant'Elpidio, Cappanori, Colle Val d'Elsa, Scandicci, Montespertoli, Monsummano, Bellizzi, Terralba, Mercato San Severino, Padula, non dicono nulla all'italiano medio se non sono associati almeno alla sigla della provincia in cui questi piccoli Comuni si trovano. Eppure questi sono i "campioni" nazionali per la raccolta dei rifiuti con punte che superano l'80% di raccolta differenziata. Per contro, le grandi metropoli che si "piccano" di essere città moderne, all'avanguardia, magari città d'arte e di cultura, non arrivano neppure all'obiettivo del 35% fissato dal decreto "Ronchi" per il 2004. La Città Eterna arriva a malapena al 15%.

Se sfogliamo il rapporto di Legambiente "Comuni rinnovabili 2010", scopriamo che in Italia, escludendo i grandi impianti idroelettrici, sono 825 i



Comuni che, grazie alle fonti rinnovabili (mini-idro, eolico, fotovoltaico, biomasse, geotermico), producono più energia elettrica di quanta ne consumino.

Il ruolo determinante che possono giocare gli Enti Locali nel promuovere la sostenibilità, è dato dalla loro esclusiva competenza nell'adottare dei Regolamenti Locali che impongano cambiamenti sostanziali al comportamento dei propri cittadini. I Comuni, ad esempio, possono imporre l'obbligo di costruire case migliori, più isolate, meglio protette dal surriscaldamento estivo e con impianti più efficienti. I Comuni possono realizzare sistemi di raccolta differenziata dei rifiuti, possono istituire isole pedonali, possono intervenire nella gestione delle scuole e dei loro edifici, possono promuovere iniziative locali di generazione distribuita. I Comuni hanno degli strumenti molto potenti a loro disposizione per realizzare quello che il Governo dello Stato, assediato da lobbies e potentati di ogni genere e risma, non riesce a fare.

Le esperienze realizzate in alcune Province a in

molti Comuni italiani, dimostrano che è possibile dare vigore a un cambiamento culturale ancorché tecnologico, convogliando dal basso verso l'alto le mutate necessità a cui devono sopperire le famiglie. La popolazione che vive e abita nei piccoli Comuni esprime sempre più una forte richiesta di informazioni e consigli di ogni tipo, spesso inerente "il risparmio energetico" e la realizzazione di impianti alimentati da fonti rinnovabili. Questo spinge le Comunità Locali e i Comuni in prima istanza, a organizzare servizi di "facilitazione" per accompagnare il cambiamento culturale verso i meandri delle nuove tecnologie energetiche, vero e proprio terreno minato per chi non sa muovercisi dentro.

È fondamentale pertanto saper cavalcare le aspirazioni che vengono dai piccoli Comuni, che dimostrano come spesso i cittadini siano più avanti dei loro governanti. Il regolamento edilizio sperimentato a Carugate in provincia di Milano, primo Comune italiano a rendere obbligatori i pannelli solari nelle nuove costruzioni, nel lontano 2002, prescrive dispersioni di calore dimezzate rispetto alle vecchie normative. Almeno la metà dell'acqua calda sanitaria deve essere prodotta con collettori solari e le caldaie a gas devono essere del tipo a condensazione, accoppiate preferibilmente a sistemi di riscaldamento a bassa temperatura. Nelle case poi, i flussi di acqua devono essere opportunamente regolati e l'acqua piovana deve essere recuperata per irrigare orti e giardini. Tutto questo con sovracosti, conti alla mano, non superiori al 2%, che si ripagano in meno di dieci anni, con un risparmio sulle bollette che arriva al 30% all'anno. È come mettere i propri risparmi in banca e avere un interesse del 9% all'anno. Quale altro investimento rende di più?

Un approccio simile serve a stimolare gli Enti superiori, nel senso che spesso poi le Regioni intervengono ad estendere a livelli territoriali più ampi molte delle azioni "di successo" sperimentate dalle Comunità Locali, sia che si tratti

di nuove regolamentazioni locali, sia di modalità di gestione del territorio, sia di meccanismi di incentivazione finanziaria. In tutta la Lombardia, ad esempio, grazie all'iniziativa pionieristica degli Enti Locali, è ormai obbligatorio per tutte le nuove abitazioni e per le ristrutturazioni edilizie, installare collettori solari termici per produrre acqua calda ad uso sanitario.

In Lombardia il consumo medio annuo per riscaldare un'abitazione è di 183 kWh per metro quadrato e la normativa vigente consente ancora di costruire case che consumano fino a 120 kWh per metro quadrato. Ogni anno vengono realizzati 37.000 nuovi alloggi e la spesa per riscaldare un appartamento tradizionale di 100 m², supera ormai i 1.500 Euro all'anno. Con le nuove regole, i consumi lombardi si ridurranno ogni anno, solo per i nuovi edifici, di circa 15 milioni di m³ di gas e di 12 milioni di kWh di energia elettrica, con un risparmio per le famiglie di 25.000.000 di Euro per il primo anno, 50 milioni per il secondo e così via.

In termini energetici, due terzi dei consumi finali di energia sono assorbiti dalle abitazioni e dalle piccole e medie imprese, e sono centinaia le nuove tecnologie energetiche che possono essere introdotte in questi settori. Parliamo di tecnologie già mature commercialmente, ma che hanno ancora bisogno di sostegno per decollare definitivamente.

Le tecnologie per le fonti rinnovabili e per l'uso efficiente dell'energia sono molto interessanti per un sistema industriale, come quello italiano, incentrato prevalentemente sulle piccole e medie imprese. Infatti, sebbene si tratti di lavorazioni ad alto contenuto tecnologico, è possibile raggiungere livelli di efficienza elevati anche con fattori

di scala minimi e con dimensioni contenute, senza dover ricorrere a sistemi industriali di grande taglia e complessità come quelli necessari alla costruzione di una filiera nucleare, irta di difficoltà e soprattutto di incognite. Il settore edilizio in particolare, se da una parte è ancora un settore fortemente "artigianale", dall'altra può inglobare tutte le tecnologie più innovative esistenti sul mercato: dai nuovi materiali ai nuovi componenti edili quali laterizi, vetri, serramenti, materiali isolanti; componenti e sistemi impiantistici quali caldaie ad alto rendimento, sistemi di climatizzazione, impianti di cogenerazione, celle a combustibile, impianti solari, impianti a biomasse, componenti e sistemi di illuminazione, di regolazione e controllo.

Questi fatti sono importanti anche per capire che la sfida dello sviluppo sostenibile e duraturo, non è poi così velleitaria come in molti vogliono farci credere. L'impegno europeo, vincolante, all'interno del quale anche l'Italia deve trovare la propria strada, è di sviluppare le fonti rinnovabili per arrivare a soddisfare al 2020, il 20% dei consumi energetici e di perseguire l'efficienza per ridurre del 20% il fabbisogno di energia a quella data. Questi obiettivi sono a portata di mano e per le Comunità Locali, puntare su un modello di generazione distribuita con un forte ruolo delle fonti rinnovabili è una prospettiva ben più credibile, moderna e desiderabile di quella spinta dagli sponsor del nucleare o del carbone pulito.

Realizzare questi obiettivi può avere un effetto straordinario non solo in termini di riduzione delle importazioni di fonti fossili e quindi di risparmio economico, ma anche in termini di innovazione e di creazione di nuovi posti di lavoro, e in ultima analisi di maggior benessere per tutti. ■

(1) Vedi l'intervista a Pasquale Pistorio di Jacopo Giliberto e pubblicata su "Il Sole 24 Ore" del 17 luglio 2008. Pistorio, è stato presidente di ST Microelectronics, vicepresidente di Confindustria, responsabile del programma "Industria 2015", per il filone efficienza energetica e fonti rinnovabili, istituito dal Ministero dello Sviluppo Economico del Governo Prodi.

(2) vedi: "Economia all'idrogeno" Mondadori - 2003

(3) Vedi: www.rifiutinforma.it e www.legambiente.eu



CARLO MONGUZZI

Laureato in Ingegneria Chimica è docente di matematica. Ha tenuto lezioni di economia ambientale all'Università Bocconi, è autore di diverse pubblicazioni scientifiche, tra cui il primo studio italiano sulle piogge acide, ed è coautore di Illusione Nucleare. E' stato Presidente Regionale di Legambiente. Nel 1993, come assessore regionale all'ambiente, ha promosso la prima legge sulla raccolta differenziata e i primi provvedimenti strutturali nella lotta contro lo smog.

E' nato e vive a Milano, e sarebbe più felice se la città fosse più bella, pulita e accogliente per tutti coloro che ci vivono.



SERGIO ZABOT

Laureato in Ingegneria Civile Ergotecnica, specializzato in Energetica, è autore di numerose pubblicazioni e rapporti scientifici. Ha coordinato diverse ricerche nel campo dell'uso razionale dell'energia e delle fonti rinnovabili e ha partecipato a numerosi programmi e progetti internazionali. Già dirigente della Regione Lombardia dove ha coordinato la redazione del Programma Energetico Regionale, attualmente dirige il Settore Energia della Provincia di Milano dove co-ordina il Piano di azione provinciale per l'efficienza energetica.

