



La prima centrale di tipo EPR, in costruzione in Finlandia (6 settembre 2009 – foto TVO)

Energia.2

[Nucleare]



Nuova Versione del 1 ottobre 2009

“L’energia nucleare è la sola alternativa disponibile per controllare efficacemente e con costi sostenibili le emissioni di CO₂”.

Alessandro Clerici¹

“Il nucleare permette di ottenere energia in abbondanza a un costo contenuto, con zero emissioni”.

Fulvio Conti²

"Entro questa legislatura porremo la prima pietra per la costruzione nel nostro paese di un gruppo di centrali nucleari di nuova generazione".

Claudio Scajola³

“L’erogazione di energia dai processi nucleari è complessa in tutte le fasi, prima, durante e dopo. Sotto nessun aspetto è un succedaneo del petrolio. [...] il costo dell’energia nucleare è un’incognita; lo scopriranno i posteri”.

Luigi Sertorio, Erika Renda⁴

“Chi soffre di amnesia del nucleare ha dimenticato perchè il nucleare sia scomparso dalla scena energetica originariamente, quante volte ha fallito nel dare soluzioni, quanto ha deluso persino i sostenitori più determinati, quanto ha sprecato somme di denaro pubblico senza precedenti, generosamente fornite dei contribuenti in tutto il mondo, lasciandoli con dei pesi che potrebbero durare millenni”.

Walt Petterson⁵

¹ Formiche anno 4, numero 20, novembre 2007. Clerici ha un lungo curriculum di incarichi in società del settore energia e associazioni di categoria; attualmente è membro del Comitato per l’Energia di Assolombarda. Curriculum su http://www.fast.mi.it/pdf/clerici_07.pdf

² Amministratore delegato di Enel S.p.A., affermazione tratta dall’audizione tenuta presso la X Commissione Attività Produttive, Commercio e Turismo mercoledì 5 dicembre 2007.

³ Attuale ministro per lo Sviluppo Economico, affermazione fatta all’assemblea annuale di Confindustria, 22 maggio 2008.

⁴ Autori di “Cento Watt per il prossimo miliardo di anni”, Bollati Boringhieri gennaio 2008.

⁵ Associate Fellow of the Energy, Environment and Development Programme al Royal Institute of International Affairs (Chatham House) - The World Today, “Nuclear Amnesia”, Aprile 2006.

Il governo italiano ha promesso di posare la prima pietra del nuovo parco di centrali nucleari italiane entro la fine dell'attuale legislatura, ponendo fine alla moratoria scaturita dai referendum del novembre 1987.

Con la Legge n. 99 del 23 luglio 2009, l'esecutivo è stato delegato a disciplinare con decreti legislativi la "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".

La scelta del ritorno al nucleare è stata fatta senza alcun dibattito relativo a quale strategia energetica il nostro paese intenda perseguire nei prossimi anni. E sono mancate risposte valide alle sfide che sin dall'inizio hanno contrassegnato l'energia nucleare: costi, sicurezza, rifiuti, rischio di proliferazione.

Neppure è stato analizzato se oggi l'energia nucleare sia davvero in grado di fare la differenza per risolvere i problemi relativi alla sicurezza degli approvvigionamenti ed alla mitigazione dei cambiamenti climatici.

Si è parlato di "rinascimento nucleare", ma il termine appare totalmente inadatto a definire lo stato attuale dell'industria nucleare nel mondo. Volendo essere benevoli potremmo parlare di ritorno in vita di una industria che negli ultimi vent'anni si è limitata a sopravvivere.

La storia insegna due cose: prudenza rispetto alle promesse messianiche dell'industria atomica ed accurata analisi dei problemi; questo testo è stato scritto seguendo queste indicazioni, per capire se ha senso scegliere il ritorno al nucleare, visto che, come ha scritto Roberto Adinolfi, amministratore di Ansaldo Nucleare, "*sul nucleare si scrivono un sacco di sciocchezze*"⁶.

Questa pubblicazione è strutturata come una sequenza di brevi schede, la prima è dedicata al nucleare nel mondo, la seconda all'Italia, la terza si focalizza sulla dismissione della più recente centrale italiana, la quarta affronta i problemi più dibattuti: sicurezza, scorie e costi del nucleare, mentre l'ultima riassume i risultati. E' disponibile un allegato contenente un approfondimento sul legame fra nucleare civile e militare.

⁶ Intervista riportata sul Secolo XIX del 5 luglio 2008

Sintesi

Il 27 giugno del 1954, il primo impianto nucleare al mondo, quello di Obninsk, venne commesso alla rete elettrica di Mosca. Cinquantacinque anni dopo, il governo italiano ha promesso di posare la prima pietra del nuovo parco di centrali nucleari italiane entro la fine dell'attuale legislatura. **Il nucleare viene pubblicizzato come una fonte economica, pulita e sicura**; il futuro energetico del mondo sembra "illuminato" dal ritorno in auge di questa fonte.

Ma la realtà è totalmente diversa e queste promesse appaiono illusorie.

Nel mondo reale la generazione nucleare è in declino da venti anni perché non è concorrenziale con le altre fonti né in termini economici, né in termini di sicurezza, né in termini ambientali. E' una tecnologia obsoleta, pericolosa e costosa.

Il Nucleare si è dimostrato molto più oneroso di quanto a suo tempo ipotizzato e soprattutto, è il mezzo più costoso per produrre corrente elettrica: senza interventi governativi non ha né presente né futuro.

Contrariamente a quanto sostenuto, non è neppure la soluzione ai problemi ambientali. Certo un reattore quando funziona non produce CO₂ ma la sua costruzione, il ciclo di preparazione e gestione del combustibile e la sua dismissione generano tanta CO₂ da rendere le sue emissioni paragonabili a quelle delle centrali termiche a gas metano. Ma soprattutto l'industria mondiale non è nelle condizioni di realizzare in tempi rapidi un piano di espansione tale da influire sulla riduzione delle emissioni climalteranti. Pertanto se gli investimenti previsti fossero indirizzati in impianti di generazione con altre fonti si otterrebbero migliori effetti nella riduzione della CO₂.

Infine, nucleare significa scorie radioattive da consegnare alle generazioni future e rischio di proliferazione nucleare.

Se l'obiettivo è passare a sistemi di generazione sostenibili sia dal punto di vista ambientale che economico, e ridurre al contempo la dipendenza dall'estero per aumentare la sicurezza energetica nazionale è inutile rincorrere il treno del nucleare.

Molto più saggio puntare sull'efficienza energetica e lanciarsi con convinzione nello sviluppo di tecnologie innovative per produrre con fonti rinnovabili.

Sia chiaro, al momento attuale le rinnovabili non bastano, ma sono potenzialmente sovrabbondanti rispetto al nostro fabbisogno energetico e virtualmente gratis, visto che il sole ancora non ci manda alcuna bolletta.

Quello che occorre è un cambiamento ampio di orizzonte, la crisi è una sfida che offre la possibilità di trovare nuove soluzioni che producano posti di lavoro e contemporaneamente perseguano l'obiettivo di consumare meno energia e di produrla con fonti rinnovabili.

Roberto Meregalli (roberto@beati.org)

Beati i costruttori di pace – Rete Lilliput

Versione aggiornata il 1 ottobre 2009 – Il contenuto è liberamente utilizzabile citando la fonte.

Le opinioni espresse non sono da considerarsi rappresentative delle associazioni di cui appaiono i loghi in copertina.

Disponibile sul sito web www.martinbuber.eu

Unità di misura della potenza elettrica

1 MW = 1 megawatt = un milione di watt

1 GW = 1 gigawatt = 1000 MW(e) = un miliardo di watt

1 TW = 1 terawatt = mille miliardi di watt

1. il nucleare nel mondo



La centrale francese di Tricastin

Cinquantacinque anni fa, nel Settembre 1954, l'Atomic Energy Commission Statunitense affermò che l'energia nucleare sarebbe diventata "troppo economica da misurare": ovvero il costo della produzione di energia elettrica tramite centrali nucleari sarebbe risultato così basso da non giustificare i costi di installazione dei contatori¹. Nel 2001 l'Economist scriveva invece che: "*L'energia nucleare, che una volta si diceva fosse troppo a buon mercato, ora è troppo costosa*"².

Oggi, l'Agenzia atomica Internazionale ci dice che sono in esercizio **436³ centrali** (tre reattori sono stati chiusi nel 2008), pari ad una potenza installata di 370.260 MW⁴.

I dati⁵ dell'Agenzia Internazionale per l'Energia rivelano che nel 2007 l'energia elettrica mondiale prodotta da nucleare è stata pari a 2.719 Terawattora, ovvero il 13,8% del totale, nel 2006 era il 15%, nel 2005 il 16%; se invece parliamo di energia primaria, la percentuale nucleare scende al 6% circa. Gli impianti attivi sono relativamente datati visto che solo 31 hanno meno di dieci anni di servizio, la maggior parte ha più di 20 anni, nove sono in attività da quaranta anni.

¹ The World Nuclear Industry Status Report 2007, Mycle Schneider, Parigi gennaio 2008.

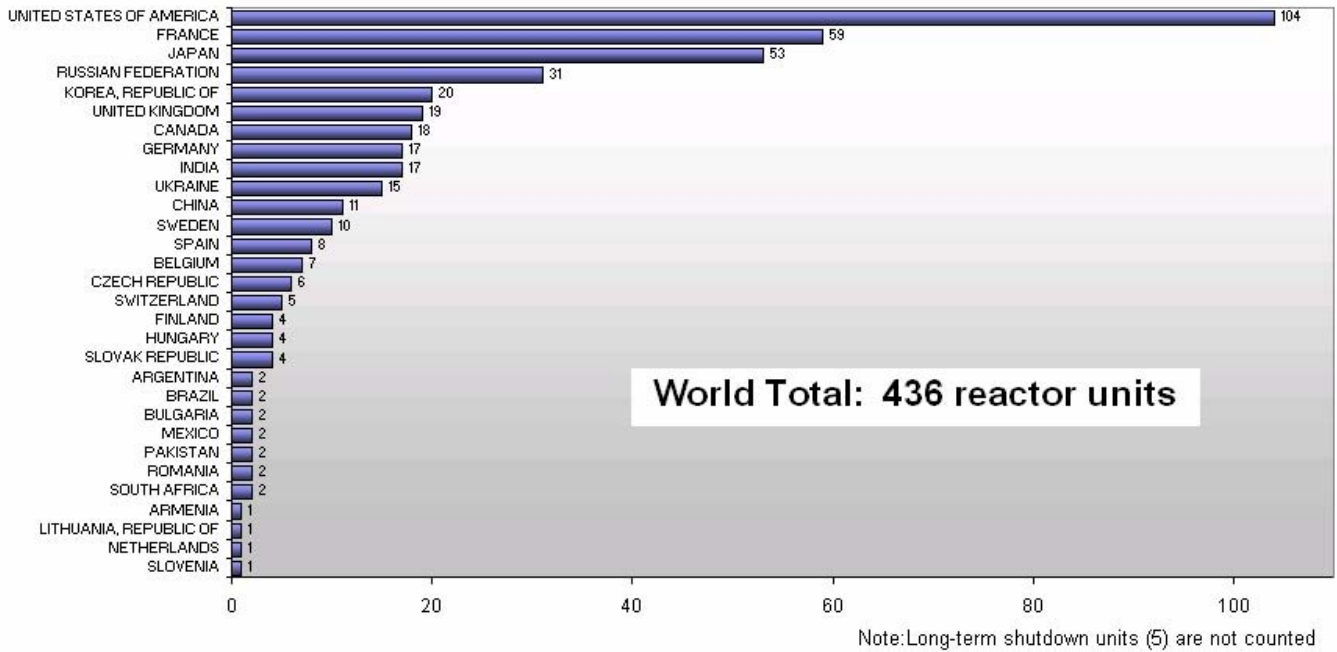
² Cover story, 19 Maggio 2001.

³ Dati aggiornati al 23/9/2009, fonte Agency's Power Reactor Information System (<http://www.iaea.org/programmes/a2/index.html>)

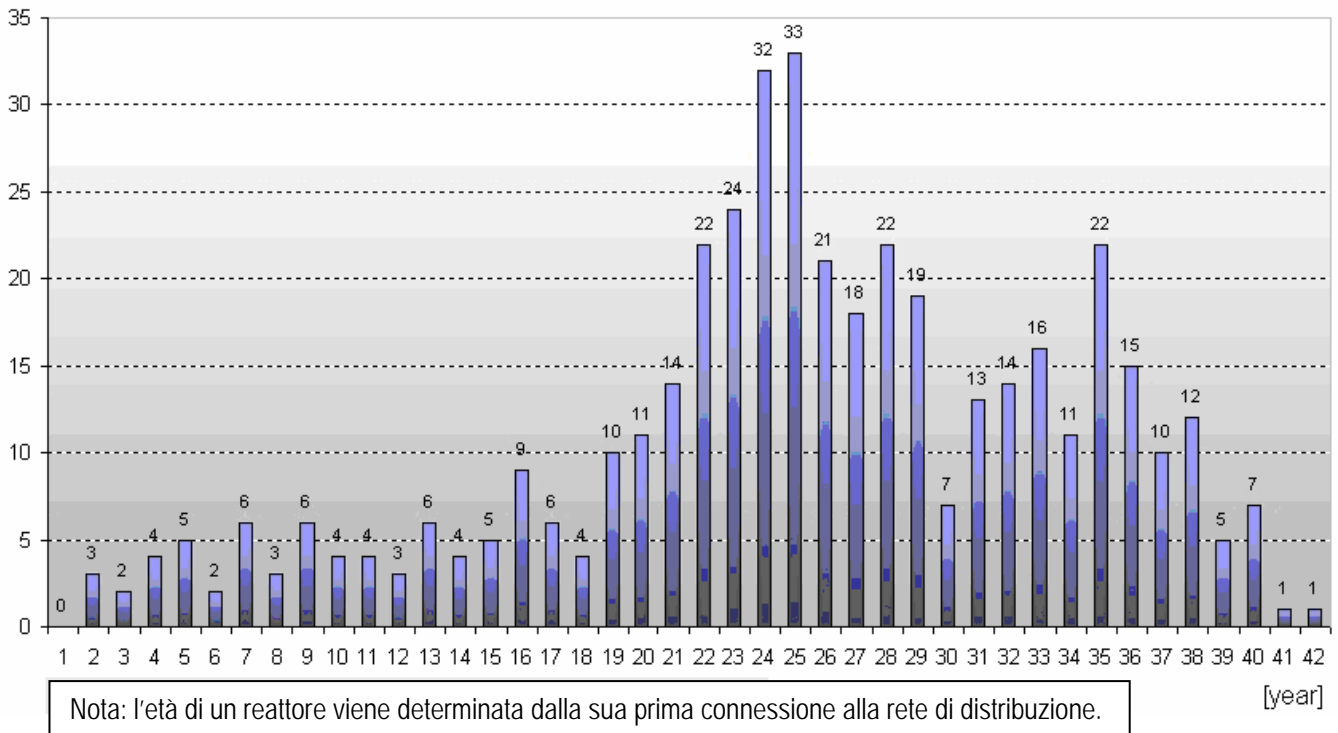
⁴ Relativamente alle unità di misura si ricorda che: 1 KW = 1.000 (mille) Watt - 1 MW (megawatt) = 1.000.000, un milione di Watt - 1 GW (giga) = 1.000.000.000, un miliardo - 1 TW (tera) = 1.000.000.000.000 un triliardo.

⁵ "KEY WORLD ENERGY STATISTICS", INTERNATIONAL ENERGY AGENCY, 2009.

NUMERO TOTALE DEI REATTORI ATTUALMENTE OPERATIVI AL MONDO



SCHEMA DELL'ETA OPERATIVA DEI REATTORI ATTUALMENTE OPERATIVI AL MONDO (A MARZO 2009)



Quello dell'allungamento della vita delle centrali è un fenomeno che si sta verificando in tutto il mondo. Va detto che delle tre componenti del costo del KWh nucleare quella di gran lunga prevalente è il costo capitale, mentre il costo del combustibile è molto minore e paragonabile a quello di esercizio e manutenzione. In pratica, dopo l'ammortamento, il costo del KWh si dimezza e le società elettriche cominciano a guadagnare sensibilmente. Ecco perché si assiste alla tendenza di prolungare la vita operativa dei reattori ben oltre i trenta anni che si prevedevano una volta. Negli USA,

ad esempio, 47 dei 104 reattori hanno avuto dalla autorità di controllo NRC un prolungamento di licenza di 20 anni che allungherà la loro vita a complessivi sessanta anni. Anche gli altri paesi sono intenzionati a ripetere questa procedura ad esempio lo ha fatto l'Olanda con l'impianto di Borssele nel 2007. Questa estensione è ottenibile con la sostituzione di alcuni componenti (ad es. i generatori di vapore nei reattori ad acqua pressurizzata PWR), con un ammodernamento della strumentazione, e con una verifica approfondita dello stato di conservazione dell'impianto.

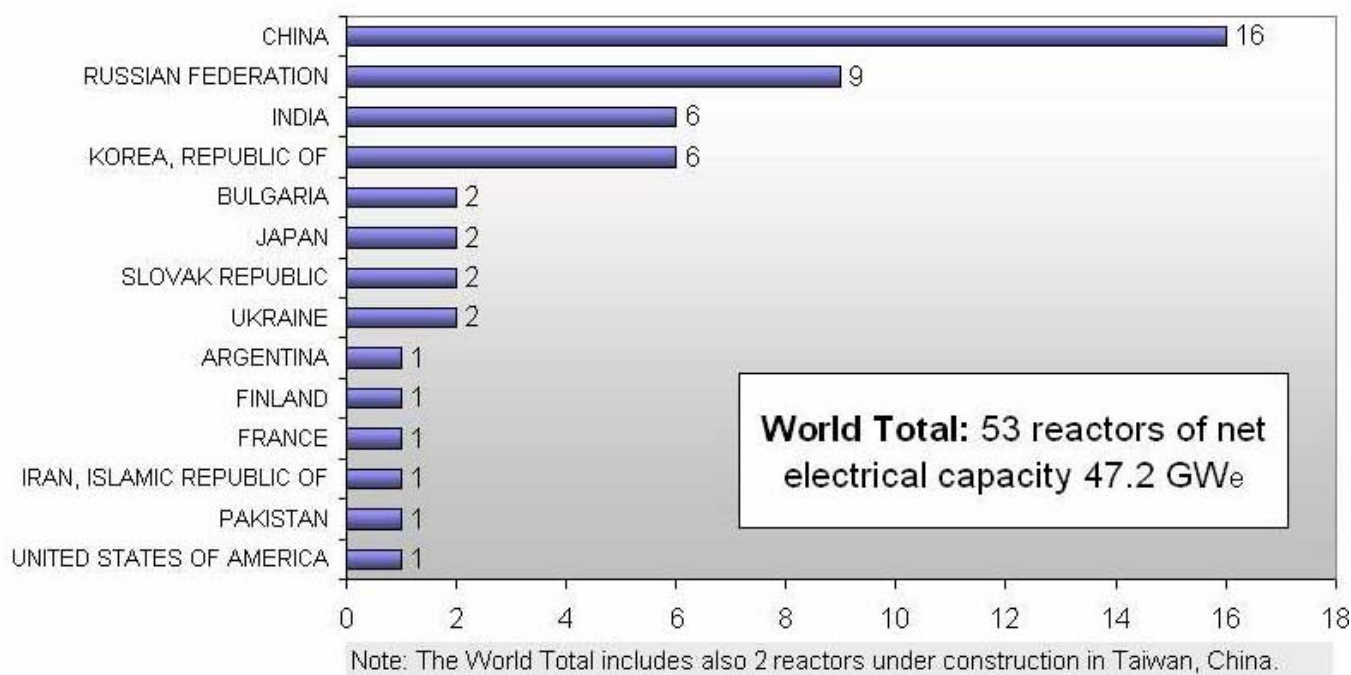
Nuovi impianti

Sono 53 gli impianti in costruzione, più di metà in Cina, India e Russia; in Europa solo Francia, Bulgaria, Finlandia e Slovacchia sono impegnate con sei reattori in totale. Gli Stati Uniti figurano con un impianto in costruzione (Watts-bar 2), ma non è certo un nuovo progetto visto che la costruzione di questo reattore si sta trascinando dal 1972! Del resto, fra i 53 impianti in costruzione, dieci lo sono da più di vent'anni.

In effetti negli ultimi venti anni il nucleare ha smesso di svilupparsi ed il numero dei reattori attivi è variato di poco: erano 423 nel 1989, oggi sono 436. La capacità generativa a livello mondiale, dal 2000 al 2004 è aumentata di circa 3 GW⁶ all'anno, ma non per effetto di nuove centrali ma tramite rialzi dei regimi produttivi⁷.

Tra il 2004 ed il 2007, nonostante l'incremento di sfruttamento degli impianti, la crescita della capacità si è ridotta, assestandosi al valore di 2 GW all'anno a causa della chiusura di alcuni impianti. Si consideri, come riferimento, che l'eolico da solo ha totalizzato un incremento annuo di 13,3 GW tra il 2004 ed il 2006, più di 6,5 volte la crescita del nucleare, che nel solo 2007 sono stati installati 19,5GW, addirittura 27GW nel 2008!

NUMERO DI REATTORI ATTUALMENTE IN COSTRUZIONE NEL MONDO



⁶ Dati tratti da: Lo stato dell'industria nucleare mondiale nel 2007, (Aggiornato al 31 Dicembre 2007) di Mycle Schneider, con contributi di Antony Froggatt, Gennaio 2008 Commissionato dal Gruppo dei Verdi – ALE al Parlamento Europeo.

⁷ Ovvero tramite interventi migliorativi molti impianti hanno aumentato la loro potenza produttiva.

Pertanto, considerando l'aumento globale di produzione elettrica, pari a circa 135 GWh all'anno⁸, la produzione elettrica da nucleare, almeno a breve e medio termine, continuerà a ridursi come quota percentuale.

Nel 2008, l'aumento della domanda di energia e il parallelo aumento del costo del petrolio hanno suscitato un notevole interesse sulla fonte nucleare sia in paesi privi di impianti sia in paesi i cui programmi nucleari giacevano da tempo in uno stato di attesa. E' universalmente riconosciuto che le fonti fossili entro la fine del secolo non saranno in grado di fornire l'energia necessaria e che superata la crisi economica il prezzo del petrolio e delle altre materie prime utilizzate come combustibile nelle centrali termiche tornerà a salire. Un raddoppio del prezzo del carbone si traduce in un aumento del 35-45% del costo di generazione di corrente elettrica, mentre arriva al 70-80% nel caso del gas. In contrasto, un raddoppio del prezzo dell'uranio significa un incremento dei costi di generazione del nucleare del solo 5%. Ecco perché il nucleare appare economicamente appetibile.

Si è già scritto che gli impianti nucleari hanno la caratteristica di costare parecchio per essere costruiti, ma di essere economici nella gestione operativa, pertanto gli impianti esistenti risultano generalmente convenienti rispetto ad altre fonti. Diverso è il discorso per quelli nuovi perché la convenienza economica dipende dalle altre fonti energetiche disponibili in un determinato paese, dalla crescita interna di domanda di energia, dalle condizioni della rete di distribuzione e da tanti altri fattori. Certamente i costi iniziali di un impianto nucleare appaiono poco attrattivi per un investitore privato che opera in un mercato liberalizzato.

Negli Stati Uniti, la patria del nucleare, citata da molti come esempio positivo, è lo stato che sta cercando di stimolare la costruzione di nuovi impianti, non il "mercato". La US Energy Policy Act del 2005⁹ contiene nuove disposizioni legislative che comprendono garanzie di prestito, copertura da parte del governo dei costi connessi con possibili ritardi nella concessione di licenze e nulla osta di produzione, crediti di imposta e miglioramento del trattamento fiscale dei fondi accantonati per il decommissioning degli impianti.

Nonostante queste facilitazioni sinora non è stato aperto nessun nuovo cantiere.

La realtà del nucleare negli Stati Uniti d'America

1978 anno dell'ultimo impianto ordinato
 1979 ultimi due permessi di costruzione concessi
 1995 ultimi due ordini cancellati

259 il numero totale dei reattori ordinati
 124 gli ordini annullati
 132 le licenze di produzione rilasciate
 28 le centrali chiuse
 104 le centrali attualmente operative



⁸ Aggiunta media annuale netta tra il 2003 and 2010 come stimato dalla International Energy Agency nel documento "International Energy Outlook 2006".

⁹ Il Congresso degli Stati Uniti ha approvato il 29 luglio e il Presidente Bush ha firmato l'8 agosto 2005, trasformandola in legge, la proposta dei senatori Dominici e Burton nota ora come Energy Policy Act 2005.

2. il Nucleare in Italia



La centrale di Caorso¹

Dal 1930, intorno ad Enrico Fermi (1901-1954) si formò un gruppo eccezionale di ricercatori, impegnati nella fisica nucleare. L'avventura del gruppo di Via Panisperna finì con il trasferimento di Fermi negli Usa, a causa delle leggi razziali del 1938.

Il 2 dicembre 1942, a Chicago, Enrico Fermi ottenne la prima reazione a catena controllata. La sua "pila", in ricordo di quella di Volta, produceva un nuovo tipo di energia dalle potenzialità apparentemente illimitate.

La generazione elettrica nucleare in Italia ebbe inizio alla fine degli anni '50. In quel periodo le compagnie elettriche private, prima fra tutte la Edison, avviarono un programma di produzione di energia elettrica usando la via del nucleare che permise al nostro paese di acquisire in breve tempo le competenze necessarie per la costruzione di reattori senza alcun sostegno dall'estero.

Nel 1959 venne costruito il primo reattore di ricerca ad Ispra (Varese). Nel 1964 esistevano ben tre centrali nucleari con tre tecnologie diverse: la centrale ad acqua in pressione di Trino Vercellese (PWR), quella ad acqua bollente a Garigliano (BWR) e quella a gas - grafite di Latina (GCR). A metà degli anni '60 l'Italia era il quarto Paese al mondo dopo U.S.A., U.R.S.S. e Gran Bretagna a disporre di centrali funzionanti e di particolari competenze e tecnologie. Alla fine degli anni '70 l'Enel mise in esercizio la centrale ad acqua bollente di Caorso (PC) da 830 MW.

¹ Foto tratta dall'articolo pubblicato il 5 febbraio 2005 sul Piccolo Giornale di Cremona di Simone Ramella.

L'incidente nella centrale nucleare di Three Miles Island (Pennsylvania - Stati Uniti) avvenuto nel 1979 iniziò a far crescere timori e sfiducia nell'opinione pubblica nei confronti dell'utilizzo del nucleare in ambito civile. La successiva esplosione di un reattore della centrale di Chernobyl (attuale Bielorussia) determinò, nel nostro paese, un atteggiamento totalmente critico nei confronti dell'energia nucleare.

Nel 1987 un referendum popolare ne sancì la fine; le quattro centrali esistenti vennero chiuse e destinate al totale smantellamento. A questo scopo, nel corso dell'anno 1999 venne costituita una Società per Azioni denominata SOGIN S.p.A., con lo scopo di procedere allo smantellamento totale degli impianti ed alla sistemazione del combustibile e dei materiali radioattivi. Le azioni di questa società, stabilita dal decreto Bersani, dopo un anno, il 3 novembre 2000, vennero trasferite per intero dall'ENEL all'allora Ministero del Tesoro, del Bilancio e della Programmazione Economica (D.L. 79 del 16.03.1999) e i costi del nucleare confluirono nel bilancio statale.

Gli impianti nucleari italiani:

Località	Tipo Reattore	Potenza Netta MW	Data connessione alla rete nazionale	MWh totali prodotti
Borgo Sabotino (Latina)	GCR	153	12/05/1963	25.489,2 GWh
Garigliano (Caserta)	BWR	150	1/01/1964	12.246 GWh
Trino Vercellese	PWR	260	22/10/1964	24.307,1 GWh
Caorso (Piacenza)	BWR	860	23/05/1978	27.725,8 GWh

Fonte: IAEA International Atomic Energy Agency: <http://www.iaea.org/>

Cernobyl: 26 aprile 1986

Nel corso di un test di sicurezza, un aumento brusco ed incontrollato della potenza (e quindi della temperatura) del nocciolo del reattore numero 4 della centrale di Chernobyl, causò la scissione dell'acqua di refrigerazione e l'accumulo di idrogeno a così elevate pressioni da provocare la rottura delle strutture di contenimento, il contatto dell'idrogeno e della grafite incandescente con l'aria innescò l'esplosione e lo scoperciamento del reattore.

Una nube di materiali radioattivi ricadde su vaste aree intorno alla centrale che furono pesantemente contaminate, rendendo necessaria l'evacuazione e il reinsediamento in altre zone di circa 336 000 persone. Nubi radioattive raggiunsero anche l'Europa, la Finlandia e la Scandinavia con livelli di contaminazione via via minori. Nelle operazioni di spegnimento e di ricopertura del reattore furono impiegati centinaia di migliaia le persone, i cosiddetti "liquidatori", quanti di loro si siano poi ammalati e deceduti è una questione controversa: per il Rapporto del Forum di Chernobyl le stime dei morti possono essere diverse migliaia; secondo le agenzie governative delle tre repubbliche ex sovietiche i liquidatori morti nel corso del tempo sono stati circa 25 mila.

Il rapporto ufficiale redatto da agenzie dell'ONU stila un bilancio di *65 morti accertati con sicurezza e altri 4 000 presunti*. Il bilancio ufficiale è contestato da associazioni antinucleariste fra le quali Greenpeace che presenta una stima di fino a 6 milioni di decessi su scala mondiale nel corso di 70 anni, contando tutti i tipi di tumori riconducibili al disastro secondo lo specifico modello adottato nell'analisi.

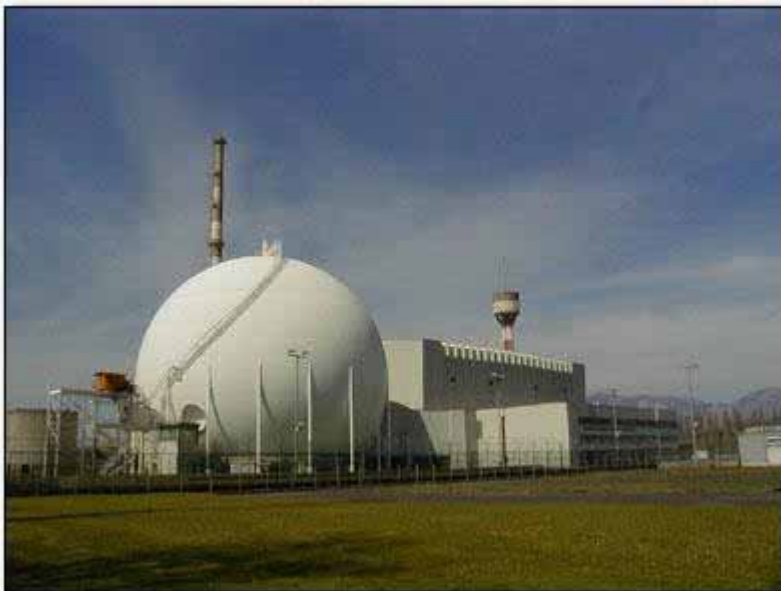
Borgo Sabotino (Latina)

La centrale nucleare di Latina² fu la prima ad entrare in funzione in Italia, nel 1962, per opera dell'ENI. All'epoca dell'entrata in servizio era il reattore più grande in Europa con una potenza elettrica di 160 MW. Il reattore, basato sulla tecnologia inglese a gas grafite (GCR-Magnox) e alimentato con uranio naturale metallico, raggiunse la prima criticità³ il 27 dicembre 1962. Il primo parallelo⁴ della centrale con la rete elettrica nazionale venne effettuato il 12 maggio 1963, al termine delle prove sui sistemi d'impianto. Dall'inizio dell'esercizio fino all'ultimo arresto (26 novembre 1986), l'impianto ha prodotto poco meno di 26 miliardi di kWh con un fattore di disponibilità medio del 76% e massimo del 96% (nel 1983). Dal 1986 la centrale è rimasta ferma a seguito della sopravvenuta chiusura dell'impianto per decisione governativa.

Tutto il combustibile nucleare utilizzato durante l'esercizio è stato allontanato e inviato in Inghilterra per il trattamento. Nel periodo marzo-giugno 1991 è stato alienato anche il combustibile fresco non utilizzato presente in centrale; presso l'impianto rimangono altri rifiuti radioattivi pari ad un volume di 950 metri cubi.

Garigliano

La centrale del Garigliano sorge in un'ansa dell'omonimo fiume, nel comune di Sessa Aurunca (CE). Appartiene alla prima generazione degli impianti nucleari e fu costruito tra il 1960 e il 1963 dalla General Electric su commissione della SENN (Società Elettro Nucleare Nazionale) del gruppo IRI-Finelettrica. Il reattore, della potenza (lorda) di 160 MWe, raggiunse la prima criticità il 5 giugno 1963. Basato su una configurazione impiantistica eccessivamente complicata (presto abbandonata dalla stessa General Electric), il reattore del Garigliano ebbe un funzionamento discontinuo, finché nel 1978 venne fermato a causa di un guasto tecnico a un generatore di vapore secondario. Considerato il costo dell'intervento di sostituzione, nel 1981 l'ENEL (subentrata alla SENN nel 1965) decise di non riavviare più la centrale, in considerazione della breve vita residua dell'impianto. Nel novembre 1999 la proprietà



della centrale – così come per le altre tre centrali nucleari italiane – è stata trasferita a SOGIN per smantellare l'impianto e ripristinare l'area in cui sorge.

Attualmente vi sono giacenti materiali radioattivi costituiti da materiale metallico ad alta attività, estratti e condizionati mediante cementazione, depositati temporaneamente in un locale opportunamente predisposto oltre a rifiuti radioattivi a media e bassa attività, temporaneamente conservati e stoccati nell'area rifiuti radioattivi dell'impianto.

² Diverse informazioni sono tratte dal documento programmatico della CONSULTA ANCI COMUNI SEDI DI SERVITU' NUCLEARI - 27 settembre 2007 - Roma.

³ Detto in parole molto brutali, la prima criticità è la prima reazione a catena che si verifica nel reattore.

⁴ Ovvero il primo collegamento alla rete elettrica.

Trino Vercellese

I lavori per la sua costruzione iniziarono il 1 luglio 1961, tre anni dopo, il 21 giugno 1964 il reattore nucleare PWR di Trino Vercellese raggiunse la prima criticità e il 22 ottobre venne connesso alla rete nazionale.

Questa centrale venne progettata dalla Edison all'indomani della Conferenza di Ginevra "Atoms for peace", nel 1955, in quello stesso anno venne creata una apposita società, la SELNI, con sottoscrizione paritetica del capitale da parte di elettroproduttori privati (Edison, SADE, Romana, SELT-Valdarno e SGES) e pubblici (IRI-Finelettrica con SME, SIP, Terni e Trentina)⁵.

Nel dicembre '56 la Edison sottoscrisse con la Westinghouse una lettera d'intenti per la fornitura di un reattore PWR da 134⁶ Mw subordinata alla conclusione di un accordo Italia-USA per la fornitura di combustibile nucleare e la concessione di un finanziamento Eximbank⁷, finanziamento garantito da IMI ed Eximbank per un importo di 34 milioni di dollari.

Il reattore, passato a ENEL nel 1966 per effetto della legge sulla nazionalizzazione elettrica, fu fermato nel '67 a causa di problemi tecnici allo schermo radiale del nocciolo e fu riavviato nel 1970 dopo gli interventi di riparazione. Una seconda fermata fu imposta nel 1979 per gli adeguamenti decisi in seguito all'incidente di Three Mile Island (USA) e la sosta si prolungò sino a tutto il 1982. Dopo il riavvio, continuò ad operare fino al 1987. L'impianto aveva una potenza di 270MW e produsse nel suo ciclo di vita 24.307 GWh. Attualmente vi sono stoccati 780mc di scorie radioattive e 47 elementi di combustibile irraggiato (14,3 tonnellate).

Caorso

La centrale di Caorso, in provincia di Piacenza, è stata la più recente e la più grande fra quelle realizzate in Italia.

L'impianto venne realizzato nel periodo 1970 - 1977, con la procedura "chiavi in mano", dal Consorzio di imprese Getsco - AMN (Gruppo Ansaldo) su licenza General Electric per il committente ENEL.

La progettazione richiese circa 3 milioni di ore-uomo di ingegneria nell'arco di 5 anni, mentre per la realizzazione furono necessari 9 milioni di ore-uomo di manodopera in un periodo di 7 anni (prove di avviamento escluse). Il costo complessivo dell'opera, a moneta 1970, fu di 300 miliardi di vecchie lire (equivalenti a circa 2,35 miliardi € del 2006⁸).

Il reattore raggiunse la prima criticità il 31 dicembre 1977 e il primo parallelo con la rete nazionale venne effettuato il 23 maggio 1978.

Nel periodo di esercizio, durato fino al 1986, la centrale produsse complessivamente 29 miliardi di kWh. Presso la centrale è rimasto stoccato tutto il materiale utilizzato in fase di esercizio (1032 elementi), e circa 6800 fusti da 220 litri di rifiuti non condizionati, per complessivi 1600mc circa. I 1032 elementi relativi al combustibile utilizzato, sono in corso di trasferimento in Francia.

⁵ Alcuni dati sono tratti da IL DECOMMISSIONING DELLA CENTRALE NUCLEARE DI TRINO, Dott. Davide Galli, SOGIN - Responsabile Area di Disattivazione di Trino.

⁶ Per effetto delle trasformazioni apportate al primo progetto, la potenza finale fu elevata a 270 Mw.

⁷ Nel secondo dopoguerra l'IMI partecipa al processo di ricostruzione del Paese, innanzitutto assicurando la gestione delle risorse finanziarie derivanti dagli aiuti internazionali. Viene individuato come partner italiano per l'amministrazione dell'Eximbank, il primo e fondamentale prestito concesso dagli Stati Uniti all'Italia dopo i viaggi e le perorazioni di Alcide De Gasperi. La designazione dell'Istituto come unico interlocutore nazionale di Eximbank da parte del governo americano è del 19 maggio 1947.

⁸ Calcolo fatto utilizzando i coefficienti di rivalutazione Istat.

3. I Referendum¹

L' 8-9 novembre 1987 si votò in Italia per cinque quesiti referendari: due sulla giustizia e tre sul nucleare. Questi ultimi sancirono l'abbandono, da parte dell'Italia, del ricorso al nucleare come forma di approvvigionamento energetico. In attuazione di questo referendum, nel 1988 il Governo italiano, in sede di approvazione del nuovo «Piano energetico nazionale», deliberò la moratoria nell'utilizzo del nucleare da fissione quale fonte energetica.

Per risolvere il problema dello smantellamento delle centrali esistenti e della messa in sicurezza dei rifiuti radioattivi derivanti dal funzionamento delle stesse, il CIPE approvò diverse delibere, tra la fine degli anni '80 e l'inizio degli anni '90, che disposero la chiusura definitiva degli impianti interessati.

Ecco il testo e i risultati dei tre quesiti referendari:

1. Volete che venga abrogata la norma che consente al Cipe (Comitato interministeriale per la programmazione economica) di decidere sulla localizzazione delle centrali nel caso in cui gli enti locali non decidono entro tempi stabiliti?
(la norma a cui si riferisce la domanda è quella riguardante "la procedura per la localizzazione delle centrali elettronucleari, la determinazione delle aree suscettibili di insediamento", previste dal 13° comma dell'articolo unico legge 10/1/1983 n.8)

1- Referendum per l' abolizione della procedura per la localizzazione delle centrali elettronucleari		
	Elettori	45.869.897
	Votanti	29.862.376
	% Votanti	65,1
	Astenuti	16.007.521
	% sugli Elettori	34,9
Voti Validi	RISPOSTA AFFERMATIVA	20.984.110
	%	80,6
	RISPOSTA NEGATIVA	5.059.819
	%	19,4
	Totale	26.043.929
Voti non Validi	Totale	3.818.447
	% sui Votanti	12,8
	Schede Bianche	2.536.648
	% sui Votanti	8,5

2. Volete che venga abrogato il compenso ai comuni che ospitano centrali nucleari o a carbone?
(la norma a cui si riferisce la domanda è quella riguardante "l'erogazione di contributi a favore dei

¹ Le tabelle riportate in questo capitolo sono state recuperate dal Ministero dell' Interno - Dipartimento per gli Affari interni e territoriali - Direzione Centrale dei Servizi Elettorali.

comuni e delle regioni sedi di centrali alimentate con combustibili diversi dagli idrocarburi", previsti dai commi 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12 della citata legge)

2 - Referendum per l'abolizione dei contributi a regioni e comuni sedi di impianti elettronucleari		
	Elettori	45.870.230
	Votanti	29.871.570
	% votanti	65,1
	Astenuti	15.998.660
	% sugli Elettori	34,9
Voti Validi	RISPOSTA AFFERMATIVA	20.618.624
	%	79,7
	RISPOSTA NEGATIVA	5.247.887
	%	20,3
	Totale	25.866.511
Voti non Validi	Totale	4.005.059
	% sui votanti	13,4
	Schede Bianche	2.654.572
	% sui votanti	8,9

3. Volete che venga abrogata la norma che consente all'ENEL (Ente Nazionale Energia Elettrica) di partecipare ad accordi internazionali per la costruzione e la gestione di centrali nucleari all'estero? (questa norma è contenuta in una legge molto più vecchia, e precisamente la N.856 del 1973, che modificava l'articolo 1 della legge istitutiva dell'ENEL).

3 - Referendum per l'abolizione della partecipazione dell'Enel alla realizzazione di impianti elettronucleari all'estero		
	Elettori	45.849.287
	Votanti	29.855.604
	% votanti	65,1
	Astenuti	15.993.683
	% sugli Elettori	34,5
Voti Validi	RISPOSTA AFFERMATIVA	18.795.852
	%	71,9
	RISPOSTA NEGATIVA	7.361.666
	%	28,1
	Totale	26.157.518
Voti non Validi	Totale	3.698.086
	% sui votanti	12,4
	Schede Bianche	2.388.117
	% sui votanti	8,0



Immagini Sogin dello smantellamento di alcuni componenti della centrale

4. La dismissione della centrale di Caorso

La centrale di Caorso, in provincia di Piacenza, è stata la più recente e la più grande fra le centrali nucleari italiane.

L'impianto è stato realizzato nel periodo 1970 - 1977, con la procedura "chiavi in mano", dal Consorzio di imprese Getsco - AMN (Gruppo Ansaldo) su licenza General Electric per il committente ENEL¹.

Il reattore, chiamato familiarmente Arturo, ha raggiunto la prima criticità il 31/12/1977 e il primo parallelo con la rete nazionale è stato effettuato il 23/05/1978. L'impianto era stato fermato per le normali attività di ricarica nel mese di ottobre 1986, subito dopo l'incidente di Chernobyl (avvenuto nel mese di maggio); il riavviamento, che avrebbe dovuto aver luogo nel mese di dicembre non venne autorizzato dall'Ente di controllo.

¹ Queste informazioni e gran parte di quelle relative al decommissioning sono tratte da: "IL DECOMMISSIONING DELLA CENTRALE NUCLEARE DI CAORSO", Ing. Renzo Guerzoni - SOGIN - Responsabile Area di Disattivazione di Caorso, 2005.

Caratteristiche e storia della centrale di Caorso

Tipo di impianto	BWR – 870 MWe
Fornitore	AMN-GETSCO
Energia prodotta	29 TWh
Inizio dell'esercizio commerciale	Dicembre 1981
Fermata per la IV ricarica	Ottobre 1986
Delibera CIPE di chiusura definitiva	Luglio 1990
Scarica del combustibile dal reattore alle piscine	Novembre 1998
Decreto Ministero dell'Industria, del Commercio e dell'Artigianato (MICA) decommissioning accelerato	Agosto 2000
Presentazione istanza di disattivazione accelerata	Luglio 2001

La dismissione

Quattordici anni dopo la sua fermata, nell'agosto 2000 venne approvato il decreto relativo al *decommissioning* accelerato che autorizzava una serie di attività di messa in sicurezza e di avvio della dismissione:

- sistemazione del combustibile irraggiato in contenitori idonei allo stoccaggio ed al trasporto;
- trattamento e condizionamento dei rifiuti radioattivi;
- interventi nell'Edificio Turbina e sistema Off-Gas²;
- smantellamento Edificio Torri RHR (torri di raffreddamento).
- decontaminazione circuito primario.

I tragici eventi dell'11 settembre 2001 (quando due aerei dirottati colpirono le torri 1 e 2 del World Trade Center di New York) ebbero l'effetto di imporre il rafforzamento dei presidi di sorveglianza e di protezione degli impianti, e di accelerare le attività più critiche per la sicurezza a fronte di possibili attacchi terroristici, ovvero la messa in sicurezza del combustibile irraggiato, il trattamento di tutti i rifiuti radioattivi presenti nell'ottica di un invio, una volta messi in sicurezza, al Deposito Nazionale di stoccaggio.

Ma questo deposito, stabilito dalla Legge 368/2003 del 24 dicembre 2003 (emendamento Scanzano), non è mai stato individuato cosicché nel dicembre 2004 vennero emessi un decreto ed una ordinanza del Commissario Delegato che stabilivano un nuovo programma di attività caratterizzato dalla decisione (obbligata) di provvedere al riprocessamento del combustibile irraggiato all'estero.

² Sistema per il recupero energetico off gas: sistema composto da un bruciatore off gas abbinato ad un generatore di vapore a recupero per la produzione di vapore surriscaldato che viene utilizzato in una turbina a vapore per la produzione di energia elettrica e termica.

Centrale di Caorso

Programma generale di smantellamento

	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Autorizzazione (Istanza e VIA)	■	■	■														
Smantellamento dei sistemi dell'Ed. Turbina	■	■	■	■	■	■	■										
Messa in opera della SGM			■	■													
Demolizione delle Torri RHR			■														
Demolizione impianto Off-gas					■	■	■										
Rimozione materiali pericolosi (amianto)		■	■														
Rimozione del combustibile esaurito			■	■	■												
Tratt. e condiz. dei rifiuti pregressi			■	■	■	■	■	■									
Smantellamento dei sistemi Ed. reattore							■	■	■	■	■	■	■	■	■		
Smantellamento sis. Ed. Aux, bonifica edific.									■	■	■	■	■	■	■	■	
Demolizione edifici e strutture																■	■
Rilascio del sito																	■

Nota: SGM sta per Stazione di Gestione dei Materiali

Secondo quanto riferito dalla Sogin, dopo un faticosissimo inizio e anni di attesa, le operazioni di smantellamento della centrale stanno ora marciando speditamente. In particolare:

- Nel 2004, è stata completata la decontaminazione del circuito primario.
- Nel dicembre 2006, è stato completato lo smantellamento e la rimozione del turboalternatore all'interno dell'edificio turbina.
- Nel maggio 2008, è stata completata la demolizione delle torri di raffreddamento ausiliarie.

Torri di raffreddamento



- Inizio attività: settembre 2007 ✓
- Conclusione: maggio 2008 ✓
 - Volume delle strutture demolite: 3.100 m³
 - Peso dei componenti smantellati: 300 t.

Fonte SOGIN

- Sempre nel 2008 è entrata in esercizio la stazione gestione materiali dove il materiale metallico prodotto dalle operazioni di demolizione sarà smontato, tagliato e decontaminato³.

Stazione gestione materiali



Fonte Sogin

- Nel 2009 è stato demolito l'edificio Off gas.



- Caratterizzazione radiologica edificio e componenti: fine 2007 ✓
- Approvazione piano operativo per demolizione camino e componenti interni: dicembre 2008 ✓
- Isolamento elettrico: gennaio 2009 ✓
- Rimozione carbone attivo e amianto: giugno 2009
- Demolizione camino e strutture metalliche: novembre 2009

Fonte Sogin

³ Col termine decontaminazione si intende l'estrazione dal materiale recuperato delle parti (liquide/solide) contaminate.

Rifiuti

Le stime Sogin rivelano che a Caorso saranno prodotti:

- **circa 4.100 m³ di rifiuti di Seconda Categoria**

In questa categoria ricadono i rifiuti che decadono in tempi dell'ordine delle centinaia di anni a livelli di radioattività di alcune centinaia di Bq/g, e che contengono radionuclidi a lunghissima vita media a livelli di attività inferiori a 3700 Bq/g nel prodotto condizionato. Vanno conservati in superficie o a bassa profondità con strutture ingegneristiche⁴

- **circa 150 m³ di rifiuti di Terza Categoria.**

Rifiuti che decadono in tempi dell'ordine delle migliaia di anni a livelli di radioattività di alcune centinaia di Bq/g, e che contengono radionuclidi a lunghissima vita media a livelli di attività superiori a 3700 Bq/g nel prodotto condizionato. Vanno posti in formazioni geologiche a grande profondità.

I rifiuti prodotti vengono stoccati nei depositi di cui è dotata la centrale. Il 27 luglio 2009, Sogin e la società svedese Studsvik hanno sottoscritto un contratto per il trattamento e il condizionamento di circa 270 t di rifiuti radioattivi a bassa attività.

Il contratto, che ha un valore di 6,6 milioni di euro, prevede il trattamento di 145 tonnellate di rifiuti a bassa attività, prodotti durante l'esercizio della centrale, e di 127 tonnellate di carboni attivi, che saranno rimossi dall'edificio off-gas.

I rifiuti saranno trattati e condizionati negli stabilimenti svedesi e restituiti in una forma che ne riduce i volumi e ne garantisce la sicurezza nel lungo termine. Le operazioni si svolgeranno nell'arco di 42 mesi.



Depositi ERSBA 1 e 2



Deposito ERSMA



⁴ Classificazione italiana -Guida Tecnica n.26 - ANPA

Allontanamento del combustibile

Nel dicembre 2007, è iniziato l'allontanamento dall'impianto dei 1.032 elementi di combustibile irraggiato, stoccati nella piscina dell'edificio reattore. Il primo trasporto è stato fatto da Caorso il 16 dicembre 2007, il secondo a fine febbraio 2008 (in totale nel 2008 sono stati effettuati 7 trasporti); da allora ogni due mesi dai cancelli della centrale esce un mastodontico cassone (chiamato cask) che contiene 68 barre, viene portato con i camion dalla centrale alla stazione ferroviaria di Caorso, caricato su un convoglio ferroviario e inviato in Francia, dove la società Arevà si occuperà dello smaltimento e del riprocessamento. Tutto quanto inviato, privato del plutonio e dell'uranio, tornerà in Italia entro il 2025.



- Firma contratto riprocessamento: aprile 2007 ✓
- Trasporti previsti da Caorso: 16
- Dicembre 2007- dicembre 2008: 8 trasporti per 510 elementi ✓
- Conclusione trasporti da Caorso: entro 2009

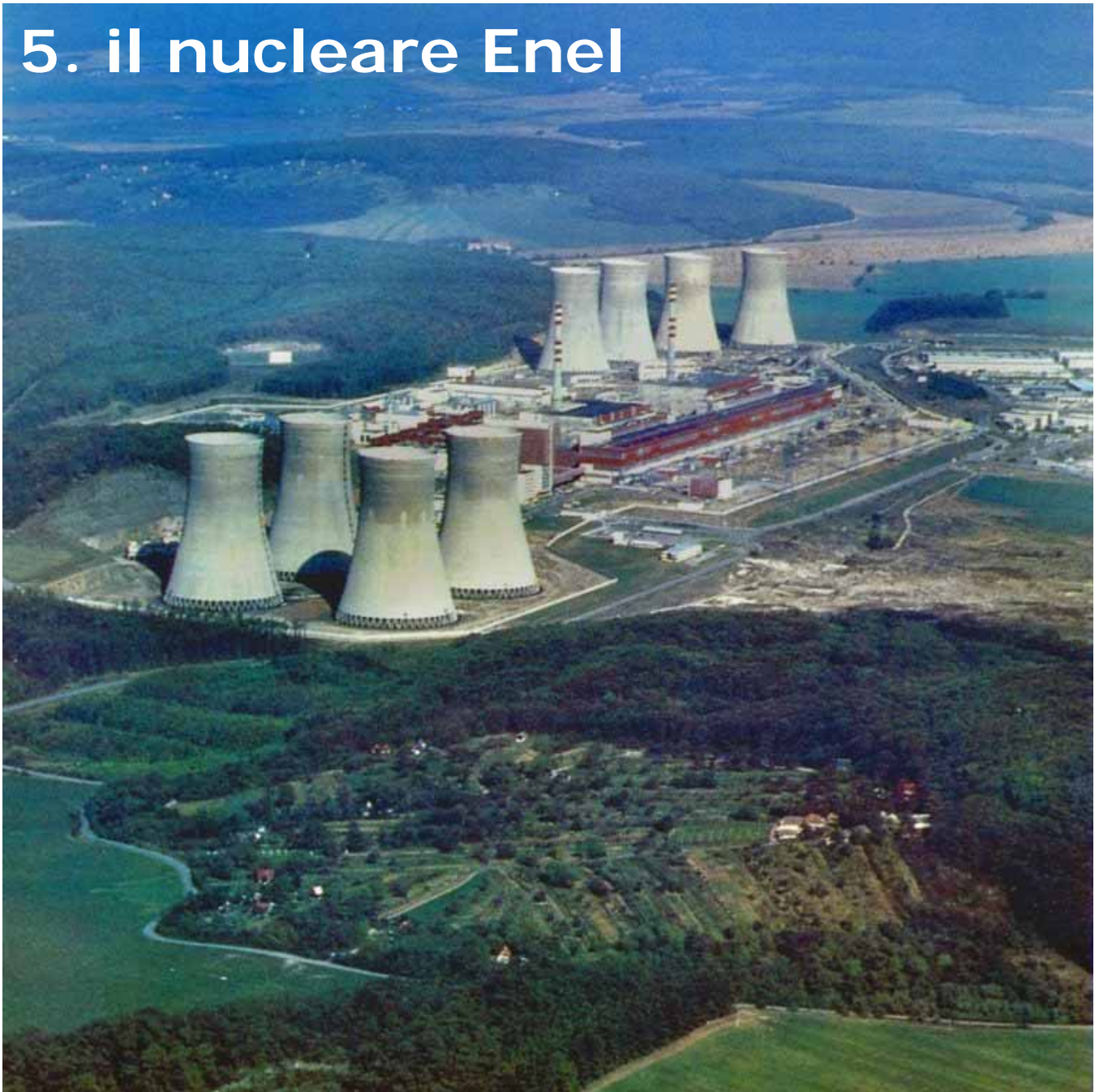
Costi

I costi complessivi per lo smantellamento dell'impianto di Caorso ammontano a 451 milioni di euro⁵, a moneta costante, escluso il riprocessamento del combustibile, il cui costo, incluso lo stoccaggio temporaneo all'estero in attesa del trasporto al Deposito Nazionale italiano, è stimato complessivamente in circa 300 milioni di Euro.

Questi costi sono a carico di tutti gli italiani. Nella bolletta della luce c'è infatti una voce specifica (componente A2) che viene periodicamente determinata dall'Autorità per l'energia elettrica e il gas e copre le spese per la dismissione degli impianti nucleari.

⁵ Fonte: Bilancio Sogin 2006.

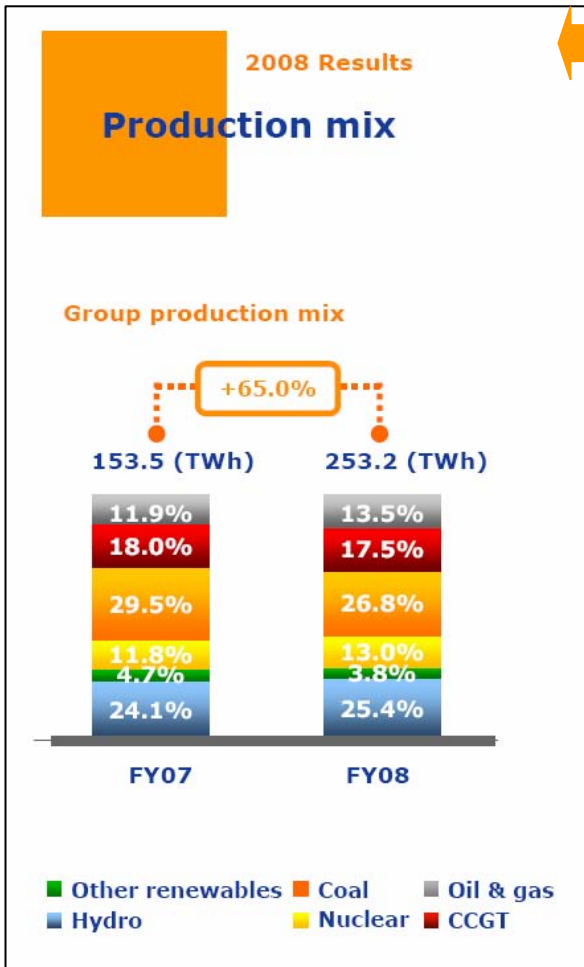
5. il nucleare Enel



Slovacchia, centrale di Mochovce

Probabilmente non sono in molti a sapere che nel 2008 Enel ha prodotto il 13% della propria energia da fonti nucleari (non parliamo di energia importata, ma di energia prodotta da impianti di proprietà Enel). L'Enel dispone attualmente di 7 centrali nucleari, ovvero 4.564MW di potenza installata¹ e partecipa alla costruzione di un ottavo impianto in Francia. Da tre anni l'ex monopolista si è avviata sulla strada del nucleare. *“L'obiettivo di Enel è quello di raggiungere un mix bilanciato di fonti energetiche, in cui carbone, nucleare e rinnovabili contribuiscono ciascuna per circa un terzo. L'energia nucleare è economicamente conveniente e rispetta l'ambiente. Non potendo sviluppare impianti in Italia, Enel si rivolge all'estero”*. Questo è il concetto alla base della scelta, ripetuto in più occasioni dall'amministratore delegato e direttore generale, Fulvio Conti, per spiegare l'impegno dell'azienda nel settore del nucleare.

¹ Enel, Bilancio di sostenibilità 2008.



Il mix produttivo di ENEL nel 2008

Note:

1) CCGT indica gli impianti termici di cogenerazione.

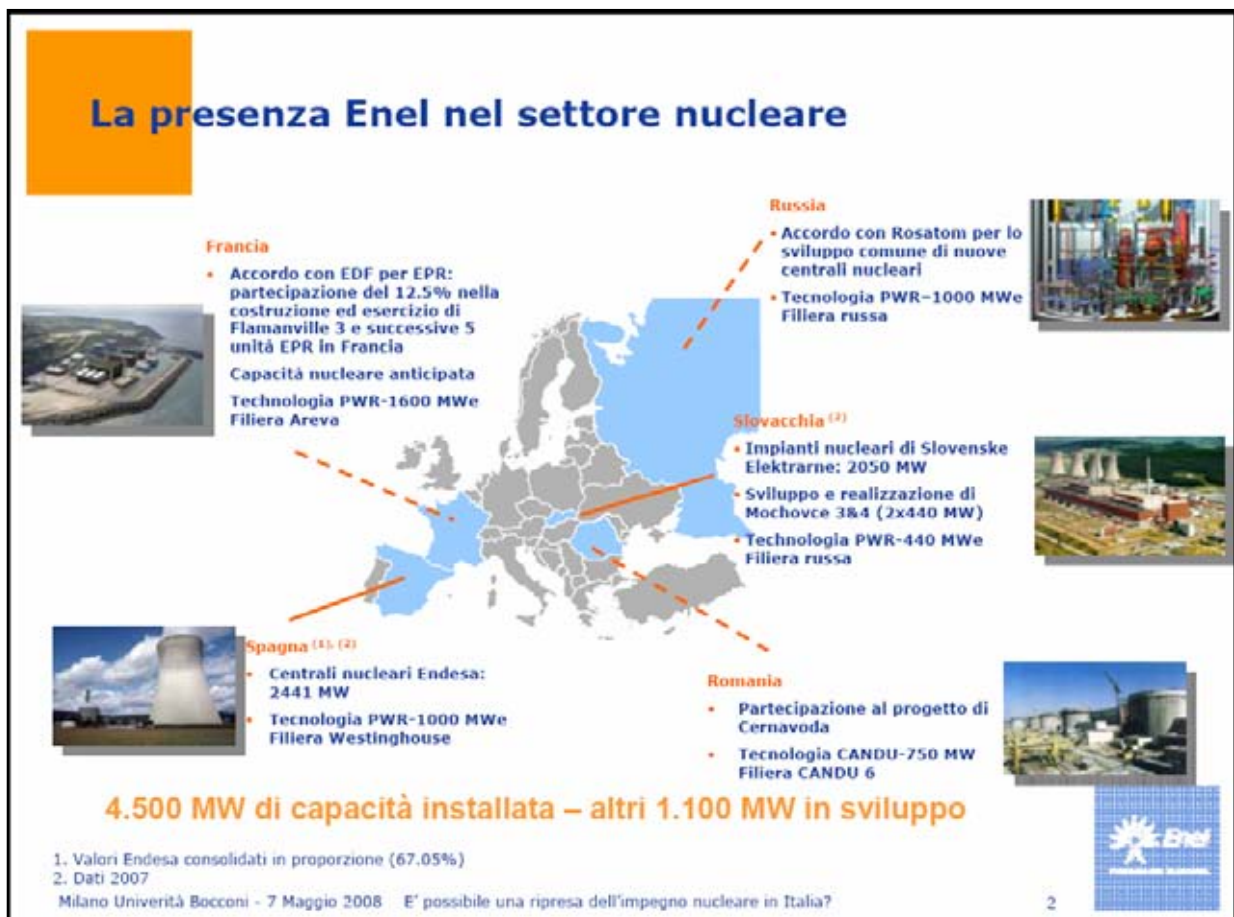
2) FY07 = anno fiscale 2007; FY08 = anno fiscale 2008

Fonte: Bilancio consolidato Enel 2008.

Per questo motivo, nel nuovo scenario multinazionale, è stata scelta la strategia di mirare a un mix diversificato di produzione comprendente il nucleare; secondo **Giancarlo Aquilanti**, responsabile dell'Area Tecnica Nucleare, per riequilibrare il mix produttivo, la quota di nucleare ideale si colloca oggi intorno al 20-30%".

Dopo gli annunci del governo italiano, relativi al rilancio del nucleare, Enel si è detta subito disponibile a costruire nuovi reattori.

Il 3 agosto 2009, insieme a EDF, ha costituito la joint venture "Sviluppo Nucleare Italia", con lo scopo di avviare gli studi di fattibilità per costruire 4 centrali con reattori di tipo EPR. La posa della prima pietra è prevista nel 2013.



Il nucleare in Slovenské Elektrárne

Bohunice 3&4



- Bohunice 3&4 (V2)
Potenza lorda: 2 X 440 MWe
Produzione: 6 TWh / yr
Vita oper.: 2014/2015 (2024/2025)

Mochovce 1&2



- Mochovce 1&2
Potenza lorda: 2 X 440 MWe
Produzione: 6 TWh / yr
Vita oper.: 2028/2030 (2038/2040)

Mochovce 3&4



- Mochovce 3&4
Potenza lorda: 2 X 440 MWe
Produzione: 6 TWh / yr
Entrata in servizio: 2012/2013



Milano Università Bocconi - 7 Maggio 2008 E' possibile una ripresa dell'impegno nucleare in Italia?

5



Gli investimenti Enel in Slovacchia

Enel nell'aprile 2006 è divenuto l'azionista di maggioranza (66%) di Slovenské Elektrárne (SE), il maggior produttore di energia elettrica del Paese, con una quota di circa l' 87%.

Enel ha pianificato investimenti in SE per circa 3,35 miliardi di € sino al 2012; poco meno del 60% di questi sono in attività nucleari, in particolare:

- Completamento delle unità 3 - 4 di Mochovce,
- Power up-rate (aumento di Potenza) di Bohunice V2,
- Power up-rate (aumento di Potenza) di Mochovce 1-2.

> Mochovce

Con la sigla Mochovce 1&2 si indicano i due reattori di tipo PWR, ciascuno di 440MW di potenza costruiti negli anni '80 ed entrati in funzione rispettivamente nel 1988 e nel 1999.

Nel corso del 2008 la potenza di questi due reattori è stata incrementata del 7%, portandola a 470 MW. Nel potenziamento la maggior parte dei cambiamenti ha interessato il circuito primario, mentre solo una parte minore di attività ha coinvolto il circuito secondario: nessuna modifica è stata fatta alle turbine, ai condensatori e alle torri di raffreddamento mentre il sistema di raffreddamento, di generatori e trasformatori e le connessioni elettriche sono stati potenziati.

L'impianto di Mochovce è oggi in fase avanzata di raddoppio pertanto ai due reattori si aggiungeranno presto i nuovi 3&4, il loro completamento ha sollevato numerosi interrogativi poiché i nuovi reattori (di tipo VVER 440/213) sono identici ai due già esistenti e pertanto sono tecnologicamente datati: il progetto si basa infatti su



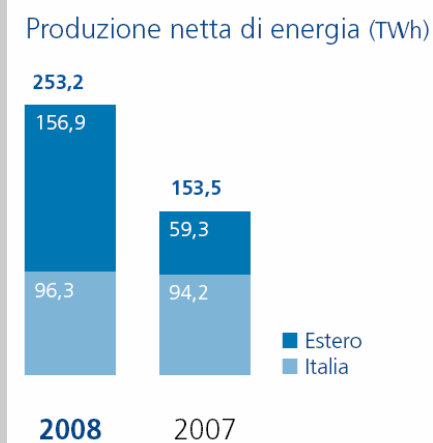
tecnologia sovietica degli anni Settanta. La decisione di costruire la centrale di Mochovce prevedeva fin da subito 4 reattori; i primi due vennero realizzati, gli altri due no per mancanza di finanziamenti.

Oggi, a più di vent'anni dal rilascio dell'autorizzazione, Enel ha ripreso i lavori dal punto in cui furono interrotti 15 anni fa, e intende completare l'impianto allacciandolo alla rete elettrica nel 2012/13. L'accordo ufficiale è stato sottoscritto il 23 febbraio 2008 a Bratislava da **Fulvio Conti** (amministratore delegato dell' ENEL) e **Robert Fico** (premier della Repubblica Slovacca).

Enel: dati consolidati 2008

Le vendite di energia elettrica del Gruppo Enel ai clienti finali nel corso del 2008 si è attestato a 270,4 TWh (miliardi di KWh), di cui 133,2 TWh all'estero.

La produzione netta del Gruppo Enel è stata pari a 253,2 TWh, di cui 156,9 TWh all'estero. In Italia le centrali del Gruppo hanno prodotto 96,3 TWh rispetto ai 94,2 TWh del 2007.



(Fonte: Enel)

Del resto, dal momento che il 70% degli edifici è già stato costruito e che il 30% delle componenti tecnologiche sono già state installate, un adeguamento della struttura alle norme tecniche previste per i reattori di oggi è quasi impossibile, l'unica alternativa sarebbe quella di bloccare definitivamente i lavori.

Che il progetto presenti dei rischi è confermato dalla scelta di Intesa-San Paolo² di non finanziare il completamento dell'opera. Decisione che ha costretto Slovenske Elektrarne (SE) a far buon viso a cattivo gioco annunciando (il 28 aprile 2008) che il completamento dei reattori 3&4 sarebbe stato finanziato senza ricorrere al mercato, utilizzando fondi interni³.

In realtà lo scorso 10 giugno 2009, Branislav Strycek (direttore finanziario di SE) ha confidato che entro la seconda metà del 2011 la società dovrà reperire un finanziamento di 500 milioni di euro per assicurare lo svolgimento dei lavori⁴. SE ha dovuto anche

difendersi in diverse dispute legali. Vinta quella con un gruppo di cittadini austriaci legati al partito dei Verdi⁵ (26 febbraio 2008), ha subito gli attacchi di *Greenpeace*⁶ relativi alla mancanza di una "Valutazione di Impatto Ambientale" (VIA).

A tutto questo si aggiunge quanto affermato di recente da Rebecca Harms (parlamentare europea aderente al Gruppo Verde Europeo) secondo cui la Direzione Generale per l'Ambiente della Commissione Europea sta già investigando su eventuali e possibili violazioni della normativa europea sulla VIA e della Convenzione di Aarhus sulla partecipazione del pubblico ai processi decisionali.

Il 15 luglio 2008 la Commissione Europea ha comunque approvato il progetto di completamento dei due reattori⁷ dando via libera all'Enel che ha avviato le procedure per l'appalto che durerà dal 1 aprile 2009 al 30 giugno 2011⁸. L'avvio ufficiale dei lavori è stato dato da Fulvio Conti e dal ministro Claudio il 14 luglio 2009. Riguardo all'iniziativa di Greenpeace, il 22 settembre, in una lettera alle associazioni, il Ministro dell'Ambiente slovacco ha confermato che SE dovrà presentare un completo studio di VIA per la costruzione dei reattori 3 e 4 prima di ottenere la licenza operativa.

Il reattore VVER 440

La sigla VVER è l'acronimo di *Vodo-Vodyanoy Energetichesky Reaktor* (reattore energetico ad acqua pressurizzata), il numero 440 è la potenza in Mega Watt.

Si tratta di un reattore ad acqua in pressione che non ha struttura di contenimento, come ad esempio cupole in cemento armato, ma solo una struttura di confinamento costituita da vari locali interconnessi e circondanti il nocciolo. Questo tipo di realizzazione è conseguente al massimo incidente di progetto previsto.

Dopo una serie di indagini internazionali, svolte dal 1983 in poi, sono stati individuati i seguenti difetti per i reattori della filiera VVER: insufficiente capacità di refrigerazione di emergenza nel lungo periodo, insufficiente ridondanza e separazione dei sistemi di sicurezza, assenza di un sistema di contenimento, insufficiente protezione dagli incendi e da altri eventi quali allagamenti, caduta di un aereo o l'onda d'urto di una esplosione.

A fronte di questi gravi difetti, la filiera dei reattori VVER presenta le seguenti caratteristiche positive: bassa potenza del nocciolo, semplicità impiantistica, possibilità di isolamento, in maniera separata, di ognuno dei circuiti.

http://www.ariannaeditrice.it/articolo.php?id_articolo=9232

² <http://www.unimondo.org/article/view/159286/1/>

³ saranno investiti 1,8 miliardi di euro (quindi anche più degli 800 milioni di euro che sarebbero stati garantiti dalle banche) e gli 800 milioni di euro provenienti dalla linea di credito saranno usati per generali scopi d'impresa.

⁴ www.quotidianoenergia.it, 11 giugno 2009.

⁵ Mochovce non è lontana dal confine con l' Austria (si trova a meno di 180 km da Vienna).

⁶ La posizione di Greenpeace è riportata sul loro sito con diversi approfondimenti.

<http://www.greenpeace.org/italy/news/mochovce-enel>

⁷ <http://www.ansa.it/ambiente/notizie/notiziari/energia/20080715175134692248.html>

⁸ Vedi www.quotidianoenergia.it 27 agosto 2008.

I rischi dell'impianto di Mochovce

1 I reattori di Mohovce **non prevedono alcuna forma di contenimento** che servano sia a difendere l'ambiente esterno da eventuali contaminazioni dovute a guasti, sia difendere il reattore da minacce esterne casuali, ad esempio la caduta di un aereo, o volute, ad esempio un attacco terroristico. In Europa occidentale è ormai regola prevedere un doppio contenimento. Reattori come quelli di Mochovce sono stati costruiti nell'allora Cecoslovacchia, in Russia, in Ungheria (Paks 1 - 4), in Bulgaria (Kozloduj 3 - 4) dove sono stati chiusi e nell'ex Germania dell'Est (Greifswald 5 - 8 chiude dopo la riunificazione per motivi di sicurezza). E stato utilizzato anche in Finlandia (Loviisa 1, 2), ma modificando il progetto con una struttura di contenimento. Anche i due reattori destinati a Cuba (Cienfuegos 1 - 2) erano progettati con una struttura di contenimento, peraltro i due reattori non hanno mai visto la luce essendo mancati finanziamenti sufficienti al loro completamento⁹.

2 Il completamento dei due reattori dovrebbe avvenire a venti anni dalla concessione edilizia. In altre parole si vorrebbe costruire basandosi su elementi del tutto incompatibili, da un punto di vista tecnico, con lo stato dell'arte e le normative di oggi. Nel frattempo la normativa in materia in Slovacchia ha subito delle modifiche. Inoltre l'impianto di Mohovce non è mai stato sottoposto ad una verifica di impatto ambientale come previsto dalla relativa direttiva europea, mentre la Via è prevista oggi anche dalla legislazione slovacca. In aggiunta, il processo di autorizzazione che ha avuto luogo negli anni Ottanta non ha visto la partecipazione né del pubblico né degli Stati confinanti¹⁰.

3 Il completamento di entrambi i reattori costerà, secondo stime ufficiali, fra gli 1,6 e gli 1,9 miliardi di euro. Negli anni '90 sono stati condotti, tra gli altri anche dalla banca europea per gli investimenti, diversi studi sulla fattibilità economica del progetto. Tali studi sono tutti arrivati alla conclusione che il progetto non avrebbe portato a profitti economici. Nel programma energetico annuale della Slovacchia per il 2000 si legge che il progetto è troppo rischioso, anche prendendo in considerazione parametri ottimistici. Ancora nel 2005, la stessa Enel riteneva il completamento del progetto un affare in perdita. E' solo dopo il successo dei colloqui tra il governo slovacco ed Enel per la privatizzazione di Slovenske Elektrarne che l'utility italiana ha cambiato idea. Ci sono buone ragioni per ritenere che la nuova legge slovacca per i fondi di smantellamento, che fissa la quota del contributo annuale che l'impresa dovrà versare, facesse parte degli accordi fra governo slovacco ed Enel con il fine di rendere il progetto più appetibile a quest'ultima. Per sanare il deficit attuale è stata introdotta ora in Slovacchia un'imposta sull'energia atomica.

The image shows a press release from Enel. At the top left is the Enel logo with the tagline 'ENERGIA CHE TRASFORMA'. To the right is a box labeled 'Comunicato Stampa'. Below the logo are contact details for 'RELATION CON I MEDIA' and 'INVESTOR RELATIONS'. The main headline reads: 'ENEL: INIZIANO I LAVORI DI COMPLETAMENTO DELLA CENTRALE NUCLEARE DI MOCHOVCE IN SLOVACCHIA'. Below the headline is a bulleted list of key points:

- L'investimento è stimato in 2,775 miliardi di euro.
- Le due nuove unità, per complessivi 880 MW, saranno connesse alla rete di trasmissione slovacca rispettivamente nel 2012 e nel 2013: copriranno oltre il 22% dei consumi elettrici della Slovacchia.
- L'Autorità Nucleare Slovacca ha approvato tutti i miglioramenti al progetto nel campo della sicurezza. La Commissione Europea ha confermato gli standard di sicurezza e le sue raccomandazioni saranno recepite nel Progetto.
- La procedura di Valutazione di Impatto Ambientale, richiesta per le licenze per il commissioning e l'operatività, sarà avviata entro quest'anno.

Il Comunicato stampa con cui Enel annuncia l'avvio dei lavori a Mochovce: due miliardi e settecentosettantacinque milioni di euro per complessivi 880 MW.

C.s. del 3 novembre 2008

⁹ Per un approfondimento vedi: <http://www.greenpeace.org/italy/news/mochovce-enel>

¹⁰ <http://www.greens-efa.org/cms/default/dokbin/206/206762.pdf>

Mochovce 3&4

Programma delle attività

2006–2007 Studio di Fattibilità

- ✓ **Revisione del Basic Design**
- ✓ Finalizzazione delle **Autorizzazioni**
- ✓ **Studio di Impatto Ambientale**
- ✓ **Valutazione degli Asset esistenti**
- ✓ Definizione **Strategia Contrattuale**
- ✓ Definizione **budget e tempi realizzazione**
- ✓ Definizione **modello operativo e costi esercizio**
- ✓ Definizione costi **ciclo del combustibile**
- ✓ Definizione **modello e costi di de-commissioning**
- ✓ Definizione **mezzi finanziamento**
- ✓ **Business model** ed analisi sensibilità
- ✓ **Risk analysis**

2007–2008 Preparazione Sito
Preparazione Contratti

- ✓ Separazione tra Mochovce 1-2 e sito costruzione unità 3-4
- ✓ Preparazione **infrastrutture area Logistica**
- ✓ Controllo accessi
- ✓ Preparazione **documentazione tecnica / commerciale / legale** per **contratti** principali


2008–2009 Emissione Contratti Principali

- ✓ **Isola Nucleare, EPCM per Isola Convenzionale, Instrumentation & Control, Simulatore, Turbina vapore, Opere civili, Erection All Risk, etc**

2008–2013 Completamento Impianto

- ✓ **Re-start della costruzione in sito**
- ✓ **Commissioning**
- ✓ **Inizio Esercizio Commerciale (COD) unità 3 e 4 (30/09/12 e 30/3/13)**

Milano Università Bocconi - 7 Maggio 2008 E' possibile una ripresa dell'impegno nucleare in Italia?



10

Fonte: http://portale.unibocconi.it/wps/allegatiCTP/08_05_07_nucleare_Aquilanti.pdf

> **Bohunice V2**

Presso la centrale nucleare di Bohunice vi sono quattro reattori ad acqua pressurizzata da 440 Mw ciascuno. In base degli accordi firmati dalla Repubblica Slovacca al suo ingresso nell'Unione Europea il reattore A1 è stato spento definitivamente nel 2006, il reattore 2 ha subito la stessa sorte nel 2008¹¹. Questi due reattori, di concezione sovietica del tipo VVER-440/230, non potevano essere aggiornati per raggiungere standard minimi di sicurezza accettati dall'unione europea. Pertanto quando si parla di questa centrale si fa riferimento ai reattori 3 e 4 che sono anch'essi di concezione sovietica ma del tipo VVER-440/213, come a Mochovce. Analogamente a Mochovce, Slovenské Elektrárne si appresta a lavorare sull'incremento di potenza dei due reattori: sono in fase di ammodernamento e potenziamento la turbina a vapore, i generatori elettrici, i trasformatori, mentre le modifiche alle torri di raffreddamento sono ormai completate e i condensatori sono in fase conclusiva. Quindi, il circuito secondario a Bohunice sarà oggetto di un intervento più ampio e ciò si rifletterà sulla produzione elettrica massima: se a Mochovce 1&2 il massimo della potenza ottenibile sarà elevato a 470 MW per ciascun reattore, a Bohunice sarà di quasi 500 MW per ogni unità.

¹¹ Questi impianti erano considerati insieme a quello di Cernobyl fra i più pericolosi d'Europa.



Centrale nucleare di Trillo.

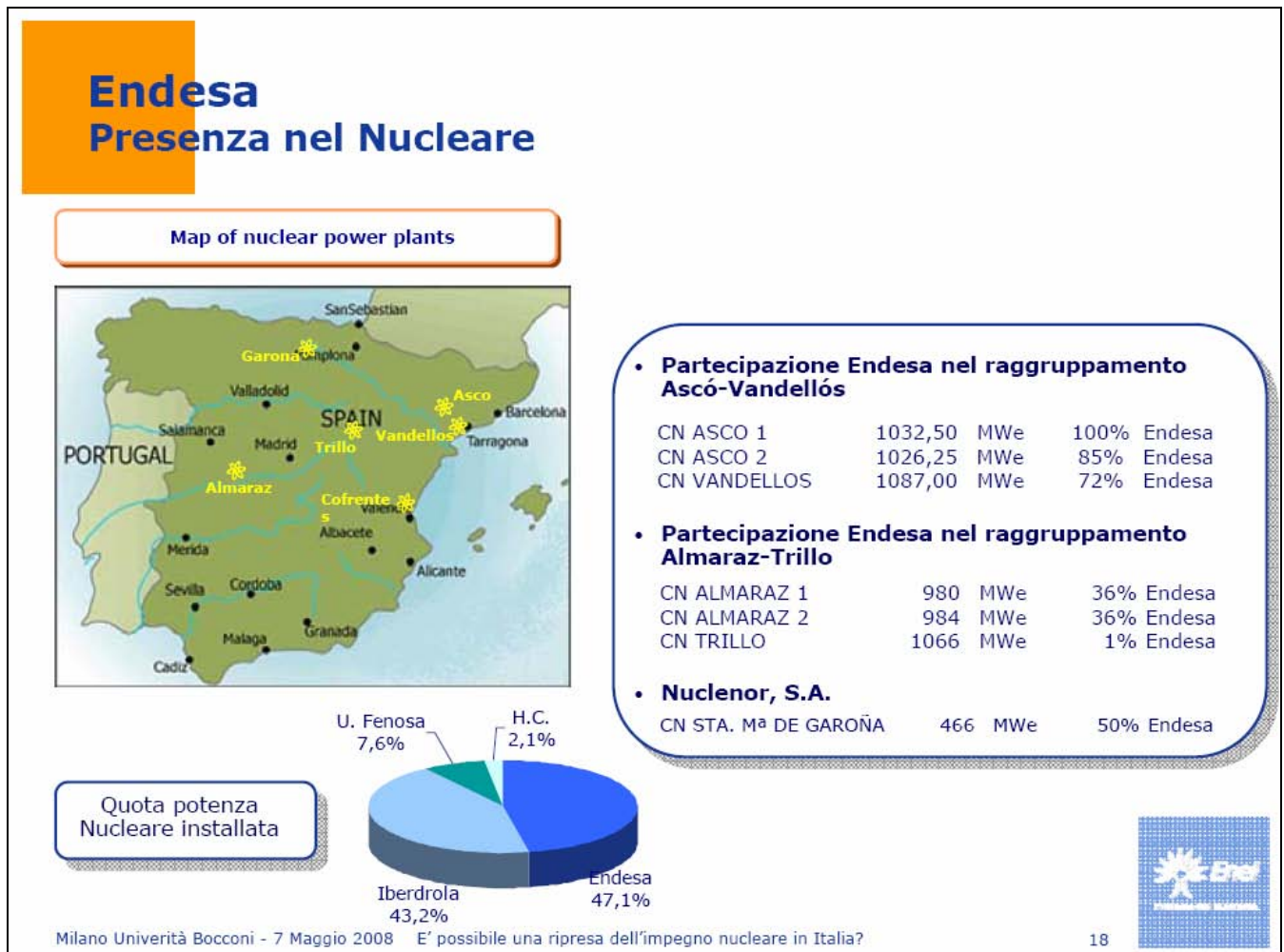
Enel in Spagna

La tabella che segue mostra il parco nucleare spagnolo, a parte Cofrentes, le altre sono tutte di proprietà Endesa, il cui controllo è stato acquisito da Enel nel 2007 con una quota del 67%, perfezionato nel 2009 (ora la quota è pari al 92,06%). Si tratta di cinque centrali costruite con tecnologie americane e una potenza **installata di 3.000 MW**.

Nome	tipo	località	Capacità netta	Capacità lorda	Data connessione
Almaraz-1	PWR	Caceres	944	977	01/05/1981
Almaraz-2	PWR	Caceres	956	980	08/10/1983
Asco-1	PWR	Tarragona	995	1033	13/08/1983
Asco-2	PWR	Tarragona	997	1027	23/10/1985
Cofrentes	PWR	Valencia	1064	1092	14/10/1984
Santa Maria de Garona	PWR	Burgos	446	466	02/03/1971
Trillo-1	PWR	Guadalajara	1003	1066	23/05/1988
Vandellos-2	PWR	Taragona	1045	1087	12/12/1987

Fonte PRIS

Tecnologicamente sono tutti reattori di tipo PWR. Enel ha in gestione quattro impianti: Asco I e II, Vandellos, Garzona e Almaraz; un quinto impianto è in cogestione con altri operatori. Vista l'età degli impianti, nei prossimi anni il governo spagnolo dovrà decidere se concedere o no rinnovi di concessione; nel 2009 Zapatero ha rinnovato la concessione relativa alla centrale di la Garona per soli due anni (sino al 2013)¹² determinando il ricorso della società che gestisce l'impianto, detenuta per il 50% da Endesa, che sostiene che la centrale debba operare sino al 2019¹³.



Enel in Francia: Flamanville 3

Flamanville è il fatidico nucleare di terza generazione in costruzione da parte di Électricité de France (EDF) e di cui Enel ha una quota del 12,5% e un'opzione sugli eventuali successivi cinque reattori; questo dà diritto all'Enel di acquisire energia per 600 MW a partire dal 2008, fino ad arrivare a 1.200 MW nel 2011. L'accordo prevede uno scambio di know how e lo sviluppo delle competenze sulla tecnologia EPR. In tal modo, Enel si fregia di essere presente nel nucleare con tutti e tre i grandi filoni della tecnologia esistenti: russa, americana e francese. Il progetto EPR costituisce una evoluzione dei reattori PWR, ne aumenta la sicurezza e ne spinge la potenza a 1600 MW, permettendo l'utilizzo come combustibile sia dell'ossido di uranio arricchito al 5%, sia del MOX¹⁴ (miscela di ossidi di uranio e plutonio).

¹² Il Sole 24 Ore, 4 luglio 2009.

¹³ Vedi staffetta Quotidiana del 16 settembre 2009.

¹⁴ Del MOX parleremo più diffusamente nell'allegato dedicato alle relazioni fra nucleare civile e militare.

Il progetto prevede sistemi di protezione sia attivi che passivi contro vari tipi di incidente:

- quattro sistemi indipendenti di refrigerazione d'emergenza, ognuno capace da solo di refrigerare il nocciolo del reattore dopo il suo spegnimento;
- un box metallico attorno al reattore per contenere eventuali fuoriuscite di materiale radioattivo in caso di incidente con rottura del circuito primario;
- un contenitore ed un area di raffreddamento passivo del materiale fuso, nell'improbabile evento che il nocciolo di combustibile nucleare radioattivo fuso possa fuoriuscire dal recipiente in pressione;
- una doppia parete esterna in cemento armato, con uno spessore totale di 2,6 metri, progettata per resistere all'impatto diretto di un grosso aereo di linea.

Il grande cantiere di Flamanville rappresenta una sfida poiché si tratta, insieme all'impianto Olkiluoto in Finlandia, del primo vero progetto innovativo di centrale nucleare. I lavori stanno procedendo non senza qualche problema visto che nel maggio 2008 i lavori hanno subito una sospensione momentanea richiesta dall' autorità francese per la sicurezza nucleare (ASN). Sono infatti state riscontrate irregolarità nell'armatura in ferro dell'isolotto su cui poggia il reattore nucleare; dall'ispezione dell' ASN sarebbero emerse altre anomalie: fessurazioni del cemento dovute a scarsa qualità dei materiali ed errori nella messa in opera dell' armatura in ferro. Questo stop ai lavori fa aleggiare su Flamanville lo spettro dei ripetuti rallentamenti che stanno caratterizzando la costruzione del reattore gemello a Olkiluoto in Finlandia.

Accordo con Edf Progetto European Pressurised Reactor



L' EPR (European Pressurised Reactor) è l'impianto di **progettazione europea più avanzato** attualmente disponibile.
 E' un impianto nucleare di **Generation III**
 Potenza unitaria: **1.600 MWe**
 In Europa vi sono attualmente due realizzazioni in corso:

- **Olkiluoto 3** – Finlandia COD: 2010-2011
- **Flamanville 3** – Francia COD: June 2012

Enel ed Edf hanno firmato una serie di accordi che prevedono, tra l'altro:

- **Quota di partecipazione Enel** (12,5%) alla costruzione ed esercizio di **Flamanville 3** con **opzione** per le eventuali **5 unità EPR** successive
- **Know-How transfer**: Project Management, progettazione, costruzione, avviamento, esercizio e manutenzione di FLA3 (e di altri Impianti Nucleari esistenti)
- **Fornitura anticipata di capacità produttiva** nucleare in Francia: 6 quote di capacità produttiva da 200 MW ciascuna, scalate temporalmente a partire da 200 MW nel 2006 sino ad una massimo di 1200 MW nel 2011 con riduzione a 200 MW nel 2016



Olkiluoto 3: il modello a cui si ispira il governo italiano

Doveva costare 3 miliardi di euro ed essere pronta per il 2009. Attualmente si stima che sarà pronta nel 2012 e costerà 5,3 miliardi.



La centrale nucleare finlandese di Olkiluoto. Sulla destra i due reattori già operativi, sulla sinistra il prossimo reattore ad acqua pressurizzata EPR (in computer grafica) (Fonte Wikipedia).

In origine, Olkiluoto 3 (in sigla OL3), doveva essere pronta per quest'anno (2009). E doveva essere il simbolo del rinascimento nucleare. OL3 è un reattore ad acqua in pressione di nuovo tipo, con una potenza prevista di 1.600MW sarà il reattore nucleare più potente al mondo (insieme al gemello in costruzione a Flamanville in Francia). Ed è il modello che Enel ed EDF intendono costruire in quattro esemplari in Italia.

Al di là del primato tecnologico, il progetto Olkiluoto 3 ha attirato molte attenzioni per il metodo di finanziamento. Il modello societario in effetti bypassa il mercato attraverso una partnership tra produttori e grandi consumatori che si sono impegnati a ritirare la futura produzione di corrente a prezzi ancorati ai costi dichiarati. Questo perché il costo di costruzione di una centrale nucleare è enorme e poiché molte sono le incertezze risulta molto costoso trovare i finanziamenti necessari. Il modello consortile finlandese ha consentito di ottenere interessi molto bassi, pari al 5%.

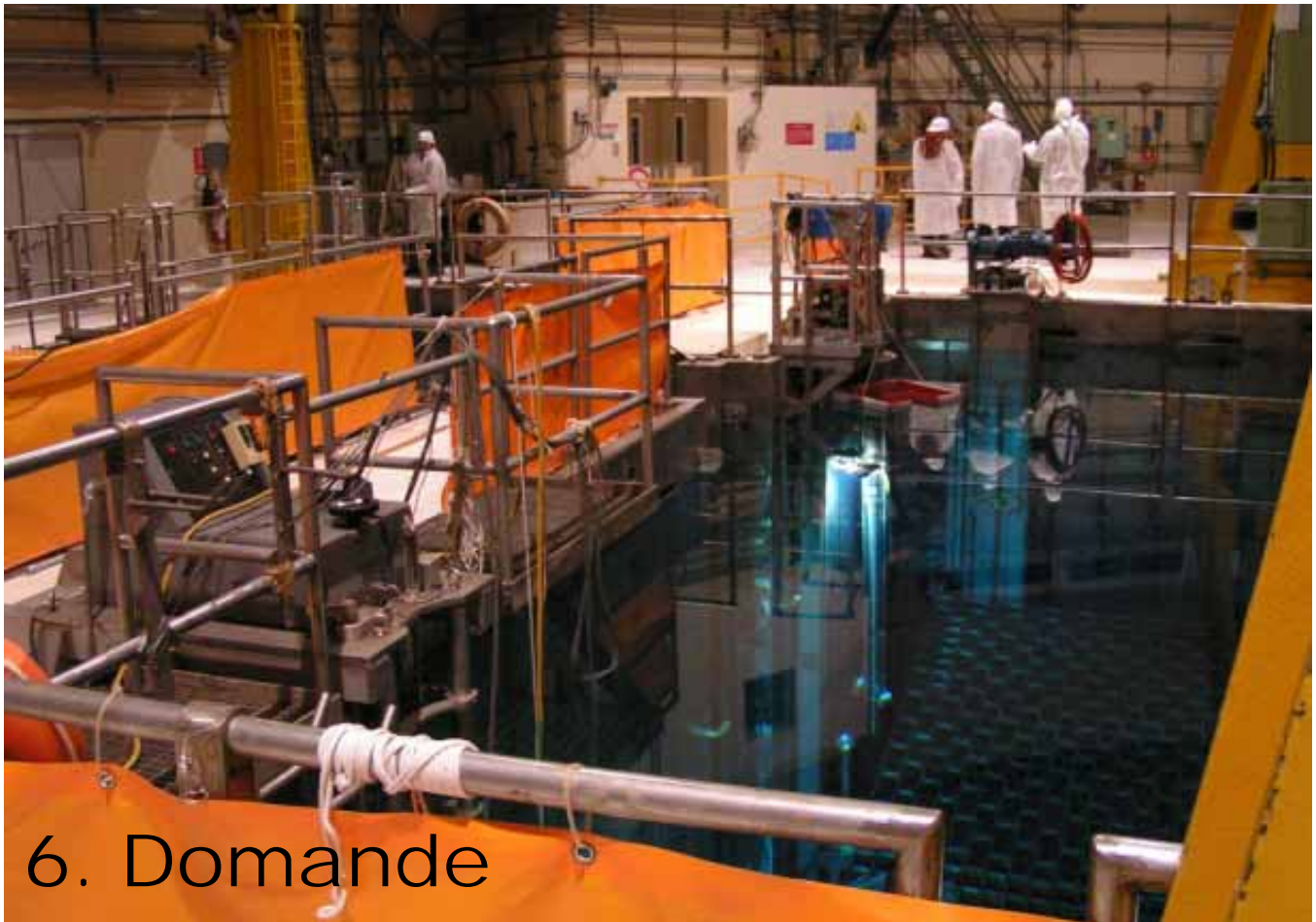
L'opera ha sinora maturato tre anni di ritardo ed ora si spera di concluderla entro la fine del 2012. Ma non sarà facile perché nel frattempo la società costruttrice Areva (consorzata con Siemens) è ai ferri corti col committente finlandese (TVO). Il contratto iniziale prevedeva infatti un costo fisso per l'opera, gli sforamenti sarebbero stati a carico del costruttore. Areva ovviamente oggi non gradisce la cosa e sostiene che i ritardi e i conseguenti aumenti di spesa sono stati causati da ritardi nei processi autorizzativi da parte di TVO.

Il 1 settembre 2009, Anne Lauvergeon, CEO di Areva, nel presentare i conti della società ha annunciato che i profitti sono scesi del 79% anche a causa dell'impianto finlandese per cui sono stati accantonati 650 milioni di euro (si stima una perdita finale di 2,3 miliardi di euro!).

Lauvergeon ha annunciato che il costo dell'impianto ha raggiunto la cifra di 5,3 miliardi di euro (in origine se ne stimavano 3 di miliardi) ammettendo che non è possibile determinare il costo finale dell'impianto finlandese (vedi Financial Times 1 settembre 2009).

Difficile dire quando sarà realmente pronto il reattore, perché l'amministratore delegato di Areva ha aggiunto che la sua società intende rifiutarsi di lavorare in alcune parti del cantiere sino a che TVO non avrà accettato un nuovo contratto che stabilisca nuove modalità di lavoro.

Niente male come simbolo del rinascimento nucleare.



6. Domande

Interno della centrale di Caorso

Il nucleare è l'unica chance per abbattere la CO₂?

“Dal momento che i reattori nucleari emettono zero CO₂, come può una persona essere contro l'energia nucleare, se questa persona è preoccupata delle emissioni di CO₂?”.

Alvin Weinberg¹

Finalmente il tema del riscaldamento globale e dell'eccessiva “invadenza” delle attività umane sull'equilibrio che permette all'uomo di vivere sul pianeta, sono entrate di forza nell'agenda politica internazionale. In questo contesto il nucleare sembra tornato di moda proprio come strumento per proteggere l'ambiente: quando genera corrente un reattore non produce² CO₂. Partendo da questa constatazione, fra i sostenitori del nucleare vi sono personalità un tempo fortemente contrarie, che basano il loro sostegno sulla tesi che senza nucleare non si possono rispettare gli impegni di riduzione delle emissioni concordati in sede europea. Chicco Testa³ lo ha ribadito più volte: *“una volta sviluppate tutte le fonti rinnovabili possibili, fatto tutto il risparmio necessario e ipotizzabile, il mondo continuerà ad andare... a carbone e a petrolio e gas. Anche in Italia, una volta raddoppiate le fonti rinnovabili, impresa non da poco, e fatto il*

¹ Scienziato americano, fondatore del National Renewable Energy Laboratory, citato da Chicco Testa nel suo libro “Tornare al nucleare?” – Einaudi 2008.

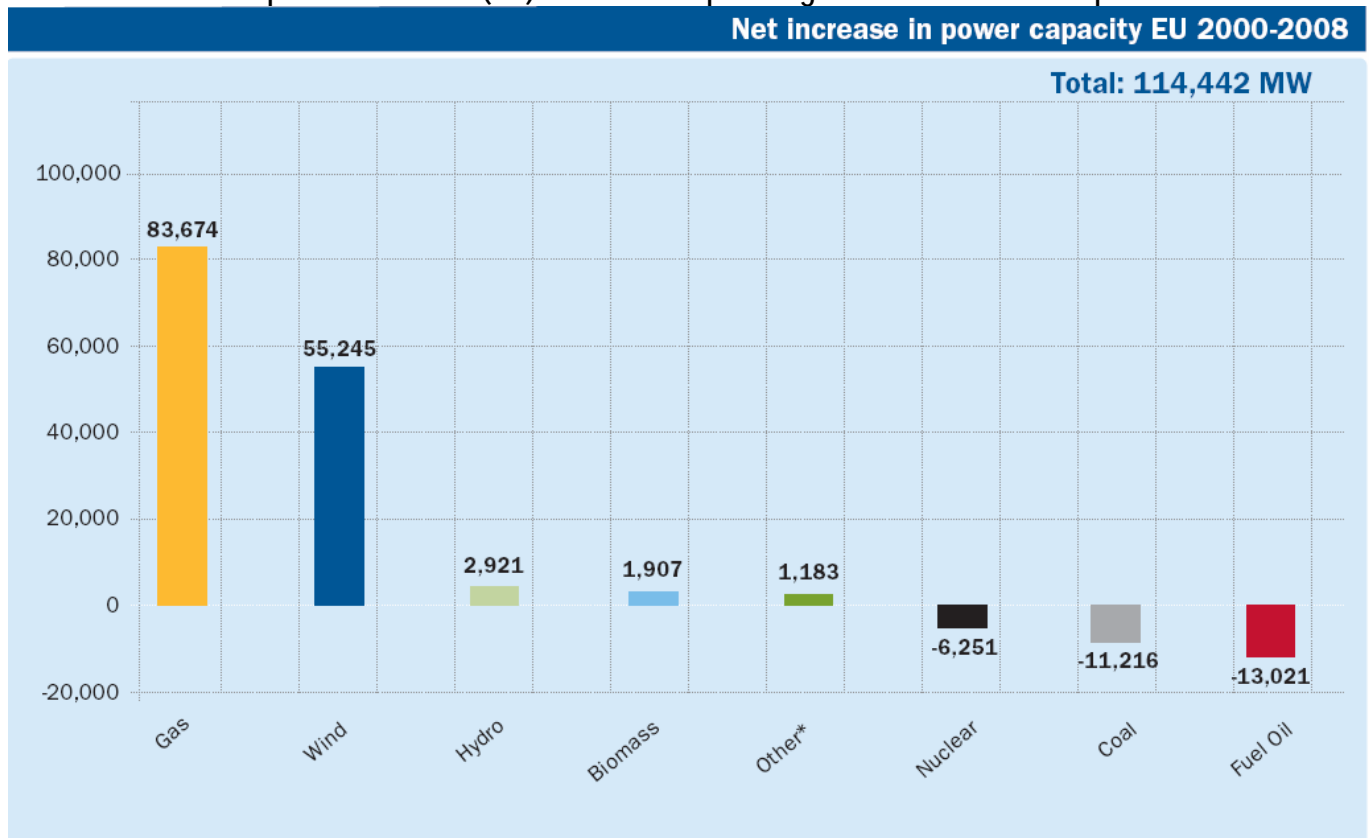
² Va comunque considerato che costruzione, manutenzione e decommissionamento di una centrale hanno un consumo di CO₂ non indifferente.

³ Roma 11 luglio 2008, Chicco Testa è stato presidente di Legambiente, Presidente del Consiglio di Amministrazione di Enel e membro del Consiglio di Amministrazione di Wind, attualmente è senior partner di Rothschild Italia.

necessario risparmio energetico, più di due terzi dell'energia elettrica sarà prodotta con gas, carbone e olio combustibile."

Queste affermazioni hanno il pregio di ricordarci l'impegno a ridurre l'emissione di anidride carbonica. Però la soluzione prospettata non appare convincente perché per costruire una centrale ci vogliono dieci anni e altri dieci per recuperare l'energia consumata nel costruirla. In Italia, se tutto andasse per il verso giusto, nel 2020 potremmo allacciare alla rete una prima centrale da 1,6 GW. Ma sarà troppo tardi, vista l'incombenza dei mutamenti climatici. Le emissioni di CO₂ vanno ridotte adesso! Pertanto conviene buttarsi su questa fonte per ripulire l'aria o conviene puntare su altre? Quali tecnologie stanno vivendo un periodo di innovazione e sviluppo? Di certo non quella nucleare, sono le rinnovabili ad avere il vento in poppa e a crescere a tassi annui del 25-50%. Il Dipartimento statunitense all'energia prevede⁴ che nel 2030 gli USA produrranno il 20% dell'energia elettrica col vento grazie all'installazione di 300 gigawatts di potenza eolica (equivalenti a 300 centrali), e la considera una stima minima perché se la crescita continuasse al ritmo degli ultimi due anni i gigawatts potrebbero essere di più.

Nuova potenza elettrica (UE) 2000-2008: a parte il gas è l'eolico a farla da padrone



*Geothermal, peat and waste

Source: EWEA and Platts Power Vision

I prossimi due decenni saranno cruciali per rispondere alla sfida del peak oil e del cambiamento climatico, il nucleare richiede tempi lunghi per essere produttivo, è costoso e fra vent'anni non sarà economicamente concorrenziale con le fonti alternative che per quella data avranno avuto un enorme sviluppo.

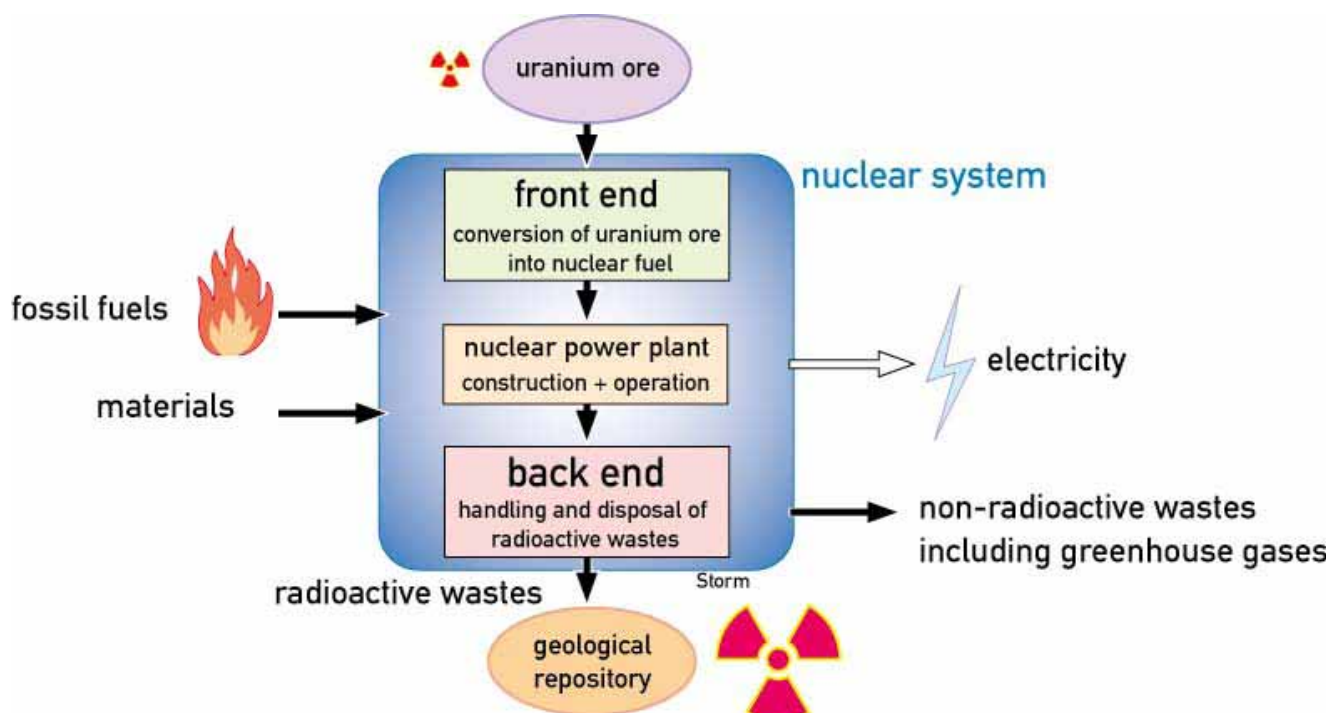
L'efficienza energetica e le rinnovabili possono contribuire da subito, e a costi inferiori, ad affrontare queste emergenze. Si badi che parlare di risparmio energetico non significa parlare di teorie visto che è indiscusso che si tratta della maggior fonte di riduzione di CO₂ disponibile. Tutte le analisi delle maggiori istituzioni internazionali indicano l'efficienza energetica come la strada maestra per ridurre le emissioni: lo

⁴ 20% Wind Energy by 2030. Increasing Wind Energy's Contribution to U.S. Electricity Supply, maggio 2008.

scenario 450⁵ dell'World Energy Outlook 2008 (edito dall'Agenzia Internazionale per l'Energia) gli assegna un ruolo di riduzione pari al 54% e lo scenario BLUE Map del 43%. Per non citare sempre studi stranieri, segnaliamo che la "nostra" Confindustria⁶ parla di un potenziale risparmio di 20 TWh all'anno (equivalenti al 7% dei consumi elettrici italiani) utilizzando motori elettrici a inverter e ad altri 15 TWh di risparmio "ottenibili con sorgenti luminose, apparecchi di illuminazione ed alimentatori di ultima generazione abbinati ad appropriati sistemi di regolazione/controllo". Uno studio del Politecnico di Milano⁷ sostiene che "*promuovere la penetrazione di tecnologie efficienti da qui al 2020 permetterebbe di risparmiare circa 100 TWh/anno sui consumi di energia elettrica*" (quasi un terzo dei consumi totali del nostro paese). Insomma per ridurre la CO₂ conviene investire sull'efficienza e su nuove fonti, non su un vecchio nucleare.

Ma il nucleare è davvero carbon free?

Parliamoci chiaro: un reattore non produce CO₂ quando funziona. Ma il carbon free finisce qui. Per costruire una centrale vanno calcolati una decina di anni durante i quali di CO₂ se ne consuma parecchia e dopo trent'anni di produzione ce ne vogliono altrettanti per smantellarla e sistemare le scorie e anche qui di CO₂ se ne consuma. Le scorie vanno conservate, diciamo per una vita perché a ciascuno non importano orizzonti superiori, e anche questo lavoro non è carbon free, almeno per ora. C'è dell'altro da calcolare? Sì, il ciclo di preparazione del combustibile, ovvero tutta l'attività di estrazione dell'uranio, l'arricchimento e il riprocessamento che non avvengono in piccoli impianti ma in stabilimenti di grandi dimensioni.

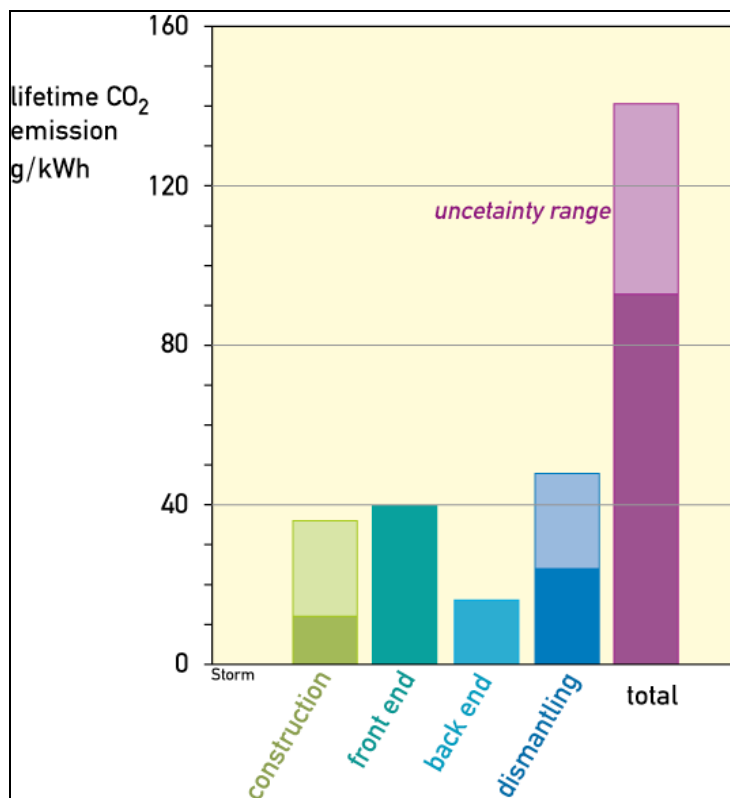


Il ciclo industriale del "sistema nucleare", tratto da *Energy from Uranium*, di Jan Willem Storm van Leeuwen, Oxford research Group, <http://www.oxfordresearchgroup.org.uk/> - luglio 2006. Anche gli altri schemi riportati di seguito provengono dalla stessa fonte.

⁵ Lo scenario 450 prevede la stabilizzazione delle emissioni di CO₂ entro il 2030 a 450 parti per milione in modo da evitare un aumento medio della temperatura di due gradi centigradi.

⁶ L'impegno di Confindustria per fonti rinnovabili ed efficienza energetica, Sara Rosati, Public Utilities, Confindustria Ragusa, 8 giugno 2007.

⁷ Il testo del rapporto è online su: <http://www.greenpeace.org/raw/content/italy/ufficiostampa/rapporti/efficienza2020.pdf>



Considerando tutte queste attività il calcolo della CO₂ cresce e non di poco, soprattutto relativamente all'estrazione dell'uranio. Non è di dominio comune sapere che l'uranio non è come il carbone, è sì molto diffuso nel mondo ma in concentrazioni molto basse per cui le miniere più convenienti sono quelle in cui da 1Kg di minerale si estraggono 1,5 grammi di ossido di uranio!

Il calcolo della CO₂ nucleare deve tener conto anche di questo e sono due i parametri che risultano rilevanti: **il numero di anni di funzionamento del reattore e la purezza del minerale estratto dalle miniere.** Considerando costante la quantità di corrente prodotta con un Kg di uranio in uno specifico reattore, la CO₂ emessa per ogni kWh aumenta al diminuire della purezza dell'uranio.

Il grafico a fianco mostra i grammi di CO₂ prodotti per kWh, suddivisi nelle fasi di: costruzione, estrazione/preparazione del combustibile, gestione combustibile utilizzato e smantellamento, per un reattore attivo per 31 anni e alimentato con minerale contenente lo 0,15% di ossidi di uranio (ovvero minerale della migliore "qualità").

Al diminuire della % di uranio presente nel minerale, aumenta la CO₂ prodotta, quando questa percentuale arriverà, per esaurimento delle miniere più convenienti, allo 0,01%, **le emissioni saranno identiche a quelle di un impianto termico a gas**, che certamente risulta più pulito del carbone ma di tecnologia *carbon free* proprio non ne parliamo più. Secondo alcune previsioni potremmo arrivare a questo punto fra 45 anni, (sempre che non ci sia alcuna "rinascita nucleare" che aumenti il consumo).

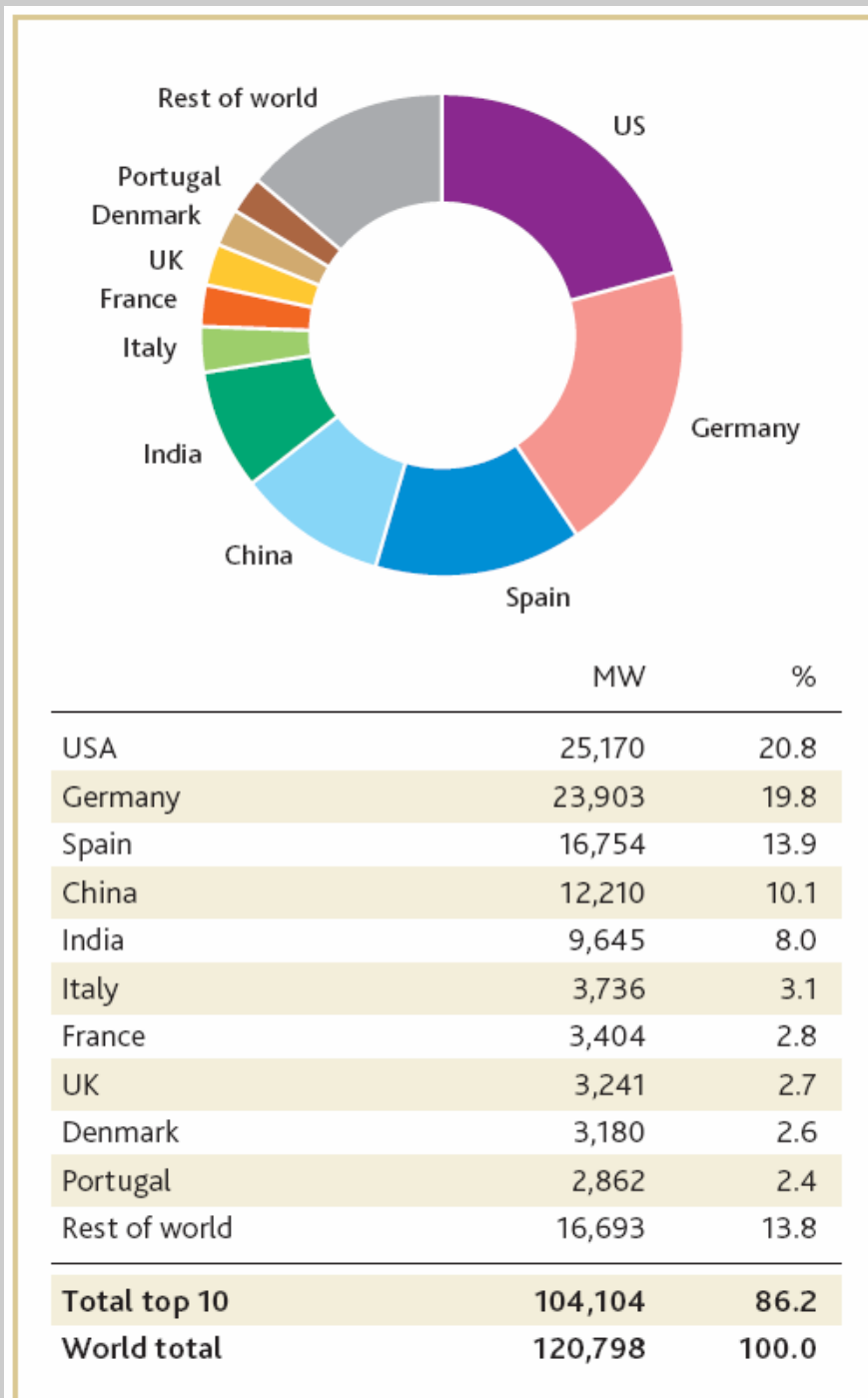
Oggi, col minerale usualmente utilizzato la media di CO₂ prodotta per kWh è di circa 90-140 grammi.

Il vento gira...

Nel marzo 2007 la potenza dei generatori eolici installata nel mondo è giunta a quota 100GW⁸, nel 2007 l'aumento è stato del 27% e per la prima volta il numero addizionale di megawatt eolici in Europa ha superato quello aggiuntivo di tutte le altre fonti, compreso il gas. La crescita è proseguita e nel 2008 i GW sono saliti a 120 (+20%).

Capacità eolica totale installata nel mondo a fine 2008.

Fonte EWEA



Crescita della capacità eolica installata in Italia

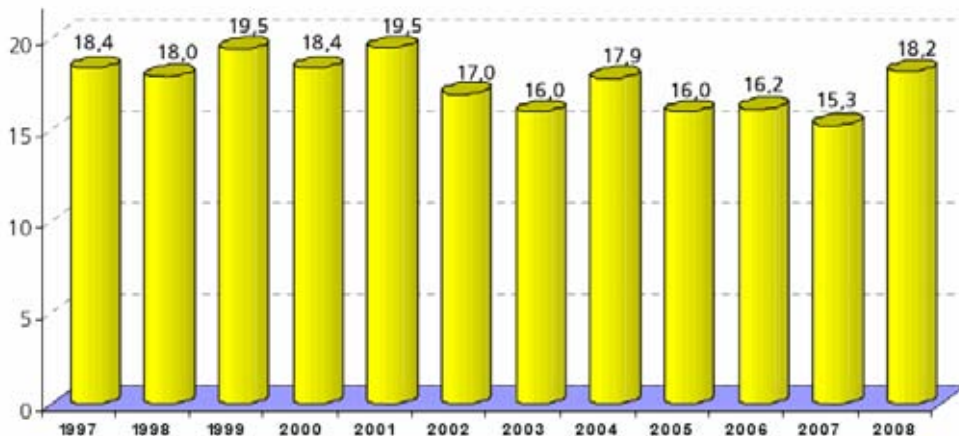
year	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
MW	427	690	797	913	1,255	1,718	2,123	2,726	3,736

⁸ Fonte: Earth Policy Institute (www.earthpolicy.org).

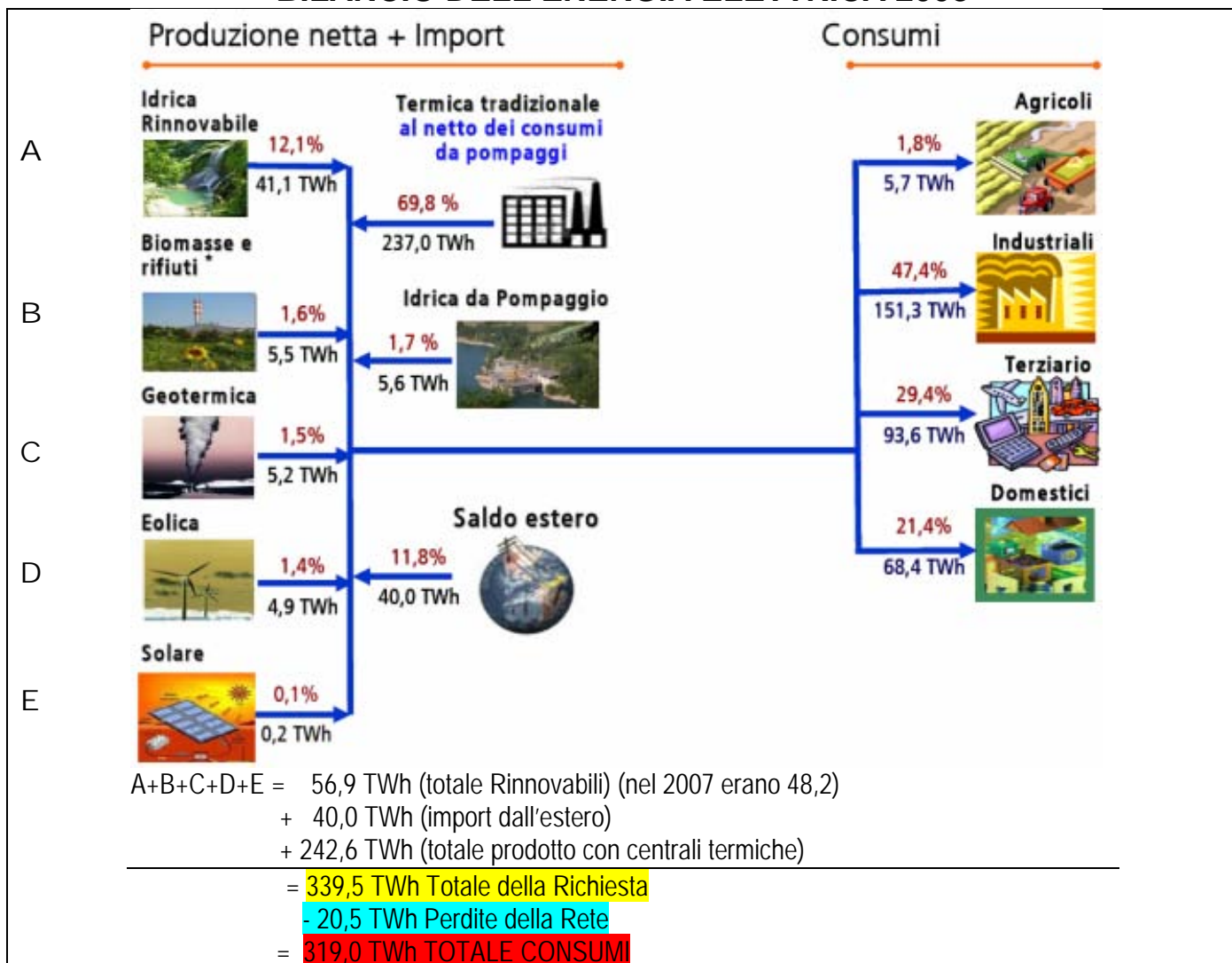
La situazione italiana nel 2008: 18,2% da fonte rinnovabile

In Italia, come illustrato nel grafico⁹, nel 2008 il 18,2% dell'energia elettrica è stata prodotta da fonti rinnovabili. E' in crescita rispetto al 2007 per la maggior produzione idroelettrica e per la crescita della produzione eolica; quella fotovoltaica sta muovendo i primi passi.

Rapporto percentuale P.rinnovabile / P.totale



BILANCIO DELL'ENERGIA ELETTRICA 2008



⁹ I grafici riportati sono tratti dal Rapporto 2008 presentato dal Gestore dei Servizi Elettrici GSE.

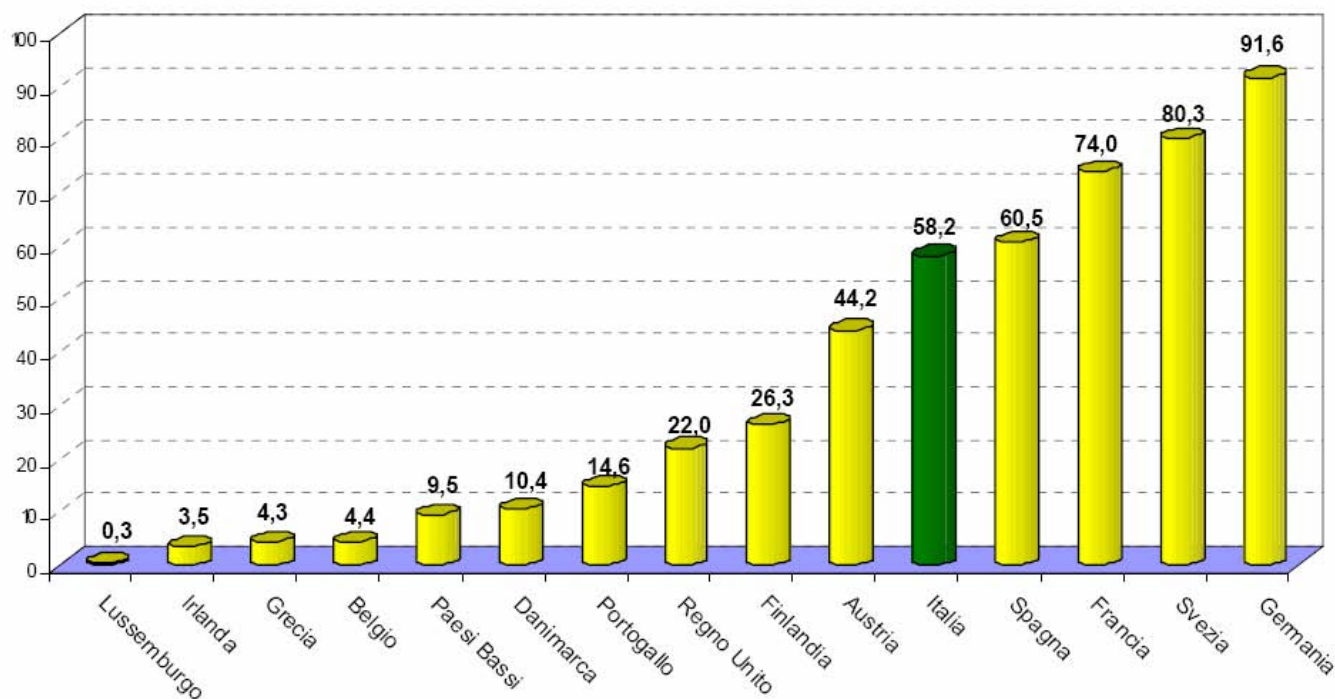
Produzione lorda e C.I.L. di energia elettrica dell'UE15 nel 2008

	Produzione lorda da fonte rinnovabile				Produzione LORDA	Saldo Estero	Consumo Int.Lordo
	Idrica	Eolica	* Altre rinnovabili	Totale			
<i>Austria</i>	37,7	2,0	4,5	44,2	66,8	4,9	69,0
<i>Belgio</i>	0,4	0,6	3,4	4,4	84,4	10,6	93,7
<i>Danimarca</i>	0,0	6,9	3,5	10,4	36,4	1,5	37,9
<i>Finlandia</i>	17,1	0,3	9,0	26,3	77,1	12,8	89,9
<i>Francia</i>	63,8	5,7	4,5	74,0	574,5	-48,3	521,6
<i>Germania</i>	20,9	40,4	30,3	91,6	633,2	-20,1	606,6
<i>Grecia</i>	2,5	1,7	0,2	4,3	59,4	3,3	61,9
<i>Irlanda</i>	1,0	2,4	0,1	3,5	28,8	0,5	29,0
Italia	41,6	4,9	11,7	58,2	319,1	40,0	353,6
<i>Lussemburgo</i>	0,1	0,1	0,1	0,3	3,5	4,3	7,0
<i>Paesi Bassi</i>	0,1	4,3	5,1	9,5	107,7	15,7	123,4
<i>Portogallo</i>	6,8	5,7	2,1	14,6	45,8	9,4	54,8
<i>Regno Unito</i>	5,0	7,1	9,9	22,0	390,3	11,0	397,2
<i>Spagna</i>	23,3	31,5	5,7	60,5	309,1	-11,1	295,4
<i>Svezia</i>	68,8	2,0	9,5	80,3	149,6	-2,0	147,5
UE 15	289,2	115,5	99,6	504,3	2886,0	32,5	2.888,5

* Biomasse, geotermica, fotovoltaica, altre

Stime GSE su dati: IEA. Terna. Eurostat

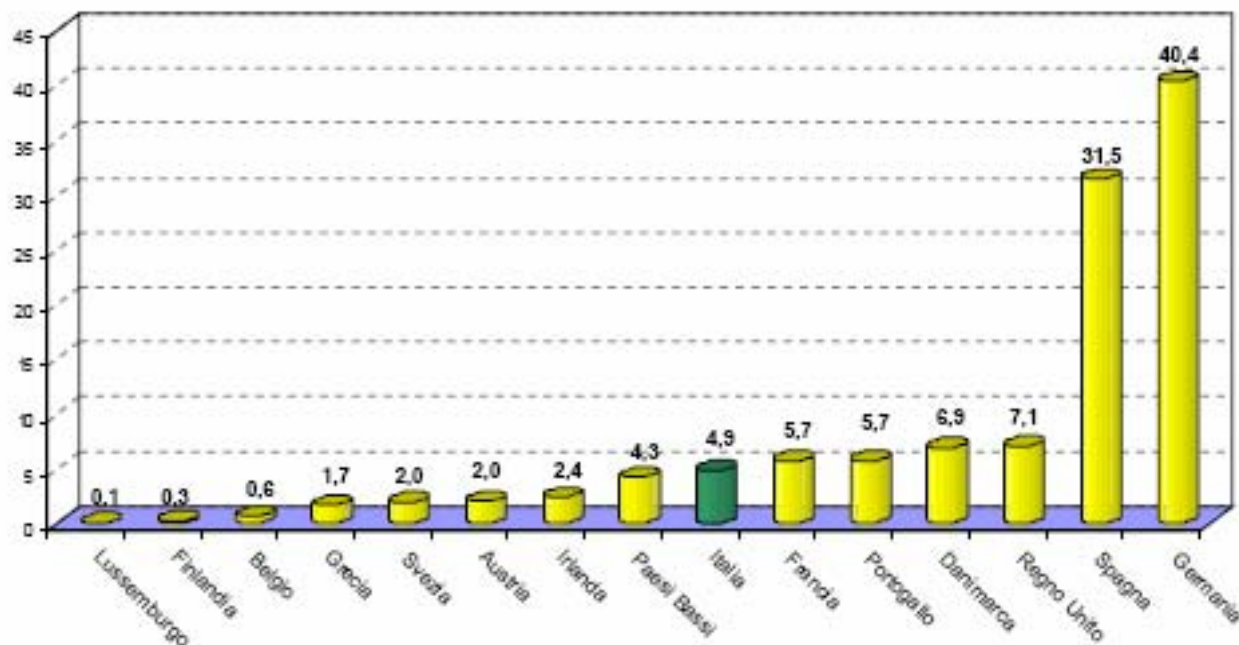
C.I.L. = consumo interno Lordo

TWh Produzione Rinnovabile**(UE15 = 504,3)**

Graduatoria della produzione lorda Eolica e Solare dell' EU15 nel 2008

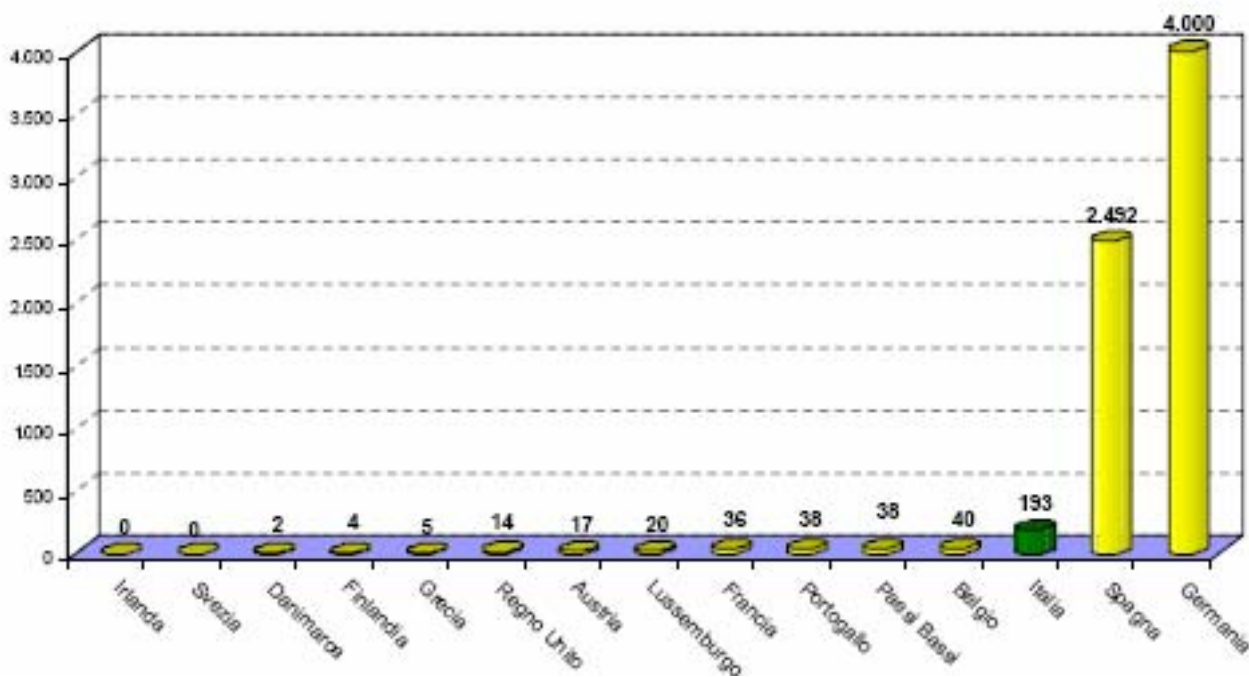
TWh Produzione Eolica

(UE15 = 115,5)



GWh Produzione Solare

(UE15 = 6.899)



Fonte GSE

Esiste abbastanza uranio per alimentare le nuove centrali?

"Stando agli studi dell'agenzia internazionale per l'energia atomica l'uranio comincerà a scarseggiare dal 2025-2035. Come il petrolio sta per raggiungere il suo peak. I prezzi, quindi, andranno presto su."
Jeremy Rifkin¹⁰

L'Uranio, a differenza di altre risorse fossili, come il petrolio, risulta geograficamente più distribuito ed attualmente è estratto in 20 Stati anche se Canada e Australia ne producono da soli, il 44%. Seguono Kazakhstan (13%), Nigeria (9%), Russia (8%), Namibia (8%), Uzbekistan (6%), Stati Uniti (5%). Da poco si è aggiunto... l' Iran.

La domanda è semplice: quanto uranio abbiamo a disposizione? Non esiste il rischio che avviando un ampio programma di nuovi impianti ci si ritrovi fra qualche anno davanti allo stesso problema del petrolio?

In realtà nessuno ha una risposta, ma il cosiddetto "Red Book"¹¹, una sorta di bibbia in materia, pubblicato nella sua più recente versione il 3 giugno 2008, propone una sua autorevole stima che si basa sulle informazioni ufficiali stilate dall' IAEA su 40 stati nel mondo, sulle ricerche di nuovi giacimenti di uranio, sull' offerta e sulla

domanda, così come previsto fino al 2030. Sulla base di questi nuovi calcoli si stima che sia possibile estrarre a meno di 130 dollari/kg circa 5,5 milioni di tonnellate (3,3 milioni sono le tonnellate ragionevolmente sicure).

Questi dati **confermano che la risorsa è limitata** perché nel 2006 la richiesta totale è stata di 66.500 t di uranio e 3,3 milioni diviso questa cifra danno quasi 50 anni, facendo riferimento ai 5,5 milioni di t. si hanno quasi 83 anni di autonomia. Questi calcoli ipotizzano che il consumo rimanga costante, ovvero che non entri in funzione nessuna nuova centrale se non per sostituire impianti chiusi.

Nel 2006 la produzione mondiale è stata di 39.603 tonnellate ed ha provveduto a soddisfare soltanto per il 60% circa la richiesta dei 435 reattori commerciali nucleari in funzione; la differenza è stata colmata da "fonti secondarie" (lo smantellamento di oltre 12.000

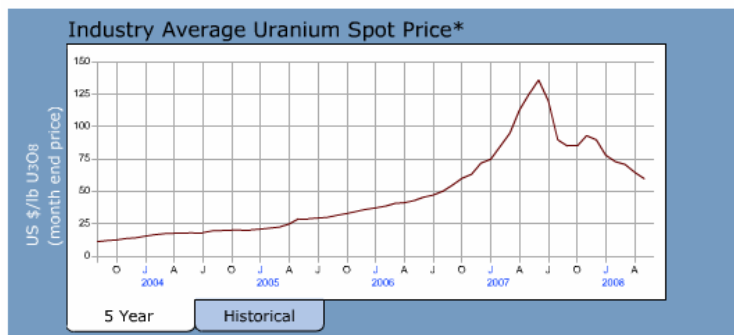
testate nucleari e il ri-arricchimento di uranio) che però ora sono in fase di declino.

Uranium Spot Price

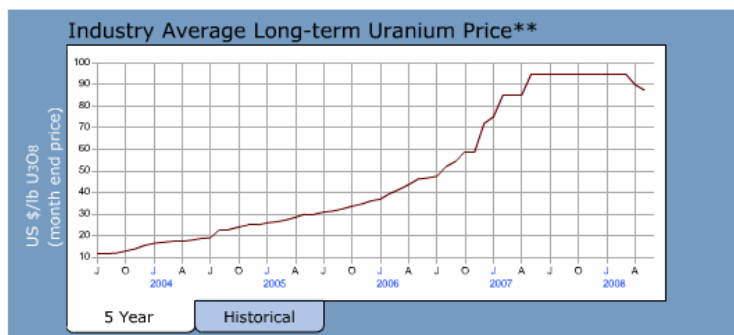
Uranium does not trade on an open market like other commodities. Buyers and sellers negotiate contracts privately. Prices are published by independent market consultants Ux Consulting and TradeTech.

Ux Consulting Company	TradeTech
\$59.00	\$58.00
US\$/lb	US\$/lb
Jun 30, 2008	Jun 27, 2008

Used with permission of Ux Consulting and TradeTech. Actual prices may vary.



[View history](#)



¹⁰ <http://www.repubblica.it/2008/04/sezioni/ambiente/rifkin-idorgeno-italia/rifkin-energia/rifkin-energia.html>

¹¹ Tale documento, "Uranium 2007: Resources, Production and Demand" è soprannominato "Red Book" ed è stato preparato congiuntamente dalla OECD/NEA (Nuclear Energy Agency) e dall' IAEA (International Atomic Energy Agency).

E poiché è solitamente lungo il periodo di tempo richiesto per portare le nuove risorse nel ciclo della produzione, si potrebbero avere carenze di uranio se i nuovi impianti di produzione non saranno ultimati in modo tempestivo¹².

Qualcuno ribatte che il totale delle risorse mondiali sono connesse ai prezzi, ovvero se aumenterà la domanda, aumenterà il prezzo e questo stimolerà nuove campagne esplorative che potrebbero portare nei prossimi anni a ulteriori quantità di uranio disponibile.

Inoltre si sostiene che con lo sviluppo di reattori tecnologicamente superiori e con un ciclo del combustibile più avanzato si potrebbe aumentare la disponibilità di uranio da 100 anni a migliaia di anni. Ma siamo nel campo delle probabilità, i dati confermano che esiste un problema di approvvigionamento. Anche la comune credenza che il prezzo dell'uranio sia ininfluenza sul prezzo dell'energia nucleare è sbagliata. Se veramente si decidesse nel futuro di puntare a un'espansione della produzione di energia nucleare, non è assurdo ipotizzare che l'aumento dei prezzi dell'uranio potrebbe mandare l'energia nucleare fuori mercato. E' stato scritto che l'incidenza del costo dell'uranio sul kWh prodotto dalle centrali nucleari oggi è intorno al 3-5%. Fino a non molti anni fa costava davvero poco, solo 7 dollari la libbra, poi il prezzo ha intrapreso una costante ascesa¹³, è decuplicato. giungendo a livelli record nell'aprile 2007 (113\$ la libbra), ora è intorno ai 50 dollari.

Il problema sicurezza è risolto?

“Il nucleare è il sistema di produzione di energia più sicuro e c'e' stata troppa enfasi sugli incidenti avvenuti in Francia.”

Claudio Scajola¹⁴

Quando nel 1987 i cittadini italiani decisero a maggioranza di bloccare il nucleare italiano, lo fecero innanzitutto temendo per la propria salute, valutando il nucleare come una fonte poco sicura. Oggi parlando con la gente questa domanda è ancora ricorrente e la convinzione/speranza è che le attuali centrali di cui si parla (terza/quarta generazione) siano più sicure di quelle di 21 anni fa.

In realtà vedendo l'età delle centrali in circolazione va detto che non molto è cambiato essendo il parco attuale basato su progetti dei tempi di Caorso. L'Enel sta addirittura per costruire due reattori in Slovacchia che implementano un progetto sovietico degli anni '70. Di cambiato ci sono le apparecchiature di contorno che ovviamente hanno subito un ricambio tecnologico, ma il cuore del reattore e la sua struttura sono immutate.

Oggi, poco più di metà (265 per la precisione) dei reattori in attività sono di tipo **PWR** (*Pressurised Water Reactors*). E' la filiera più comune al mondo ed e' stata sviluppata originariamente negli USA, (brevetto Westinghouse) per la propulsione nucleare dei sottomarini.

L' acqua, ad alta pressione (circa 150 bar), costituisce il moderatore per i neutroni e contemporaneamente e' il fluido termodinamico per il raffreddamento. L'acqua a causa

¹² L' energia elettrica da fonte nucleare prevista per il 2030 sarà superiore ai 372 GWe avuti nel 2007 e dovrebbe raggiungere i 509-663 GWe (quindi un aumento previsto che sarà tra il 38% e l' 80%). E sulla base dei reattori in uso oggi si è calcolato che sarà necessaria una quantità annuale di uranio di 94.000-122.000 tonnellate.

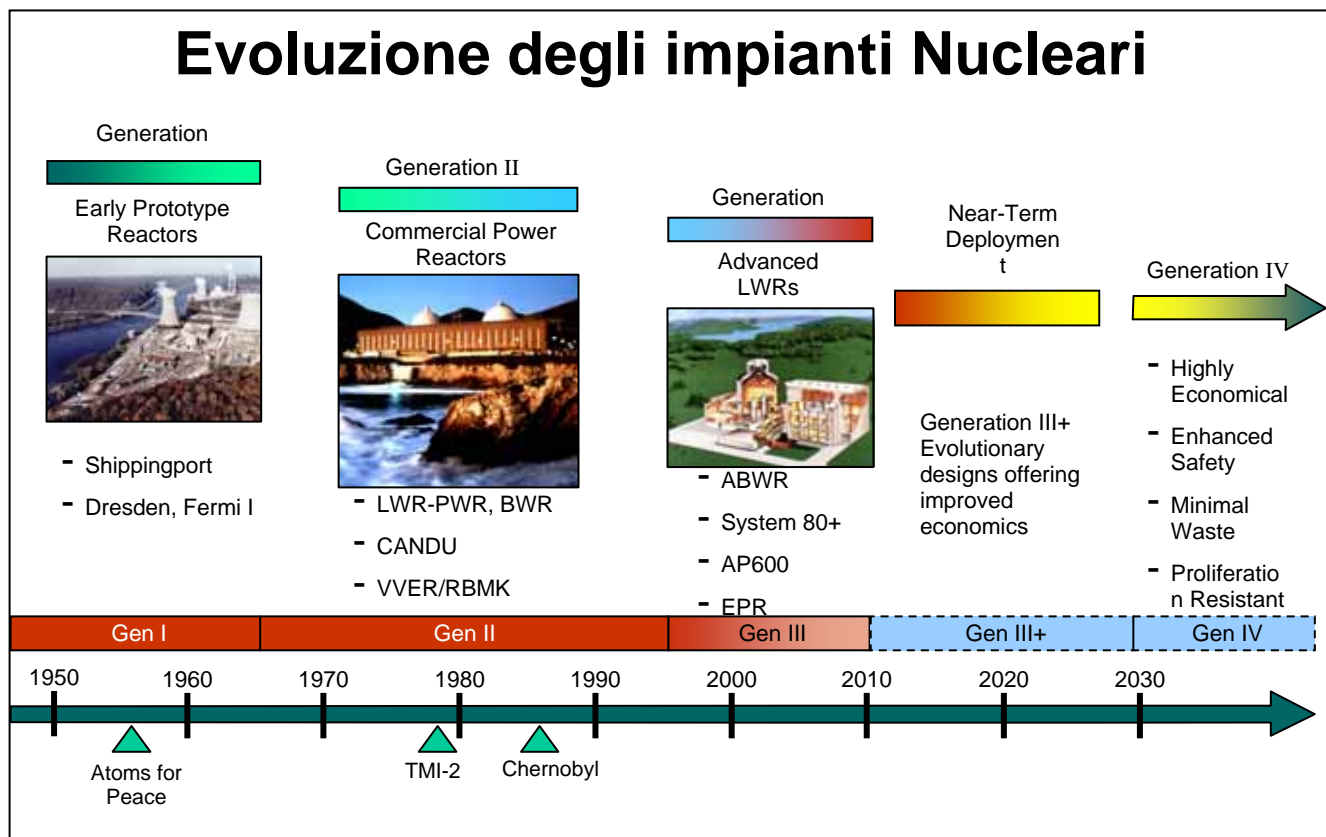
¹³ I grafici mostrano l'andamento del prezzo dell'uranio e sono tratti da:

http://www.cameco.com/investor_relations/ux_history/index.php

¹⁴ Fonte ASCA, 24 luglio 2008.

della pressione non bolle e, per mezzo di uno scambiatore di calore, genera, in un circuito secondario, il vapore che aziona le turbine. Sinora in questo tipo di reattore sono emersi problemi di corrosione e conseguenti perdite, nelle apparecchiature di generazione del vapore.

Seguono i 94 **BWR** (*Boiling Water Reactor*) che altro non sono che una variante del PWR volta a semplificare il design e migliorare il rendimento termico utilizzando un unico circuito per la generazione del vapore all'interno del reattore. In sostanza il BWR è un reattore PWR senza il generatore di vapore, tuttavia, questa modifica non si può considerare come un miglioramento della sicurezza poiché avere un singolo circuito di raffreddamento significa che il vapore che arriva alle turbine passa anche nel nocciolo. Il terzo gruppo di una certa rilevanza numerica è costituito da 44 **PHWR** (*Pressurised Heavy Water Reactor*), noti con la sigla CANDU. Sono di progettazione canadese e utilizzano l'acqua pesante come moderatore e come refrigerante. Va notato che utilizzano uranio naturale senza arricchimento.



Dunque **il parco attuale di centrali è tecnologicamente obsoleto** (tutte centrali di II generazione), non c'è stata evoluzione, ci potrà essere nei nuovi progetti che però ancora sono sulla carta. La fatidica quarta generazione è attesa fra vent'anni, non prima e comunque "gli impianti di quarta generazione saranno sicuri esattamente quanto quelli in costruzione oggi", ha riferito Roberto Adinolfi, amministratore di Ansaldo Nucleare.

Il rischio di un incidente nucleare rimane un pericolo costante, sia che si tratti di timori sulle operazioni dei reattori che della gestione dei rifiuti o altre operazioni del relativo ciclo. Nel solo periodo di redazione di questa analisi (luglio 2008) sono accaduti tre incidenti in Francia; due nella centrale di Tricastin, nel sud est del paese, l'altro (il giorno 18), in un impianto franco-belga sempre del gruppo Areva, a Romans-sur-Isère. Nel primo caso, Areva aveva annunciato la perdita da un suo impianto di 30 metri cubi di liquido contenente uranio non arricchito, finiti in terra e in un fiume nei pressi del sito di Tricastin. Nel secondo caso è stata segnalata una fuga di uranio a

seguito della rottura di una canalizzazione interrata da cui sono usciti "dei residui liquidi contenenti uranio". La tubatura in questione non è conforme ai regolamenti, ha segnalato L'Asn, l'autorità francese per la sicurezza.

"In seguito all'incidente di Tricastin, le autorità hanno proibito la pesca e la balneazione nelle aree colpite, oltre all'uso dell'acqua contaminata. L'autorità per la sicurezza nucleare ha criticato Areva per come ha gestito l'incidente, in particolare per come ha comunicato con le autorità"¹⁵. Sempre a Tricastin, il 22 luglio¹⁶ si è verificato il terzo incidente: cento operai sono stati contaminati "leggermente" da elementi fuorusciti da una tubatura nella reattore numero 4, fermo per manutenzione.

Questi casi mostrano che nonostante l'enfasi sui controlli, i rischi persistono e va ricordato che in caso di radiazioni nucleari i danni economici al territorio sono enormi, nessuna compagnia assicurativa contempla risarcimenti per danni da esplosioni o radiazioni nucleari e l'Italia è densamente urbanizzata e priva di territori isolati che possano ospitare impianti nucleari sufficientemente distanti da centri abitati.

¹⁵ Vedi notizia riportata su: http://www.ansa.it/opencms/export/site/visualizza_fdg.html_729210947.html

¹⁶ <http://www.repubblica.it/2008/07/sezioni/ambiente/francia-blocco-centrale/operai-contaminati/operai-contaminati.html>

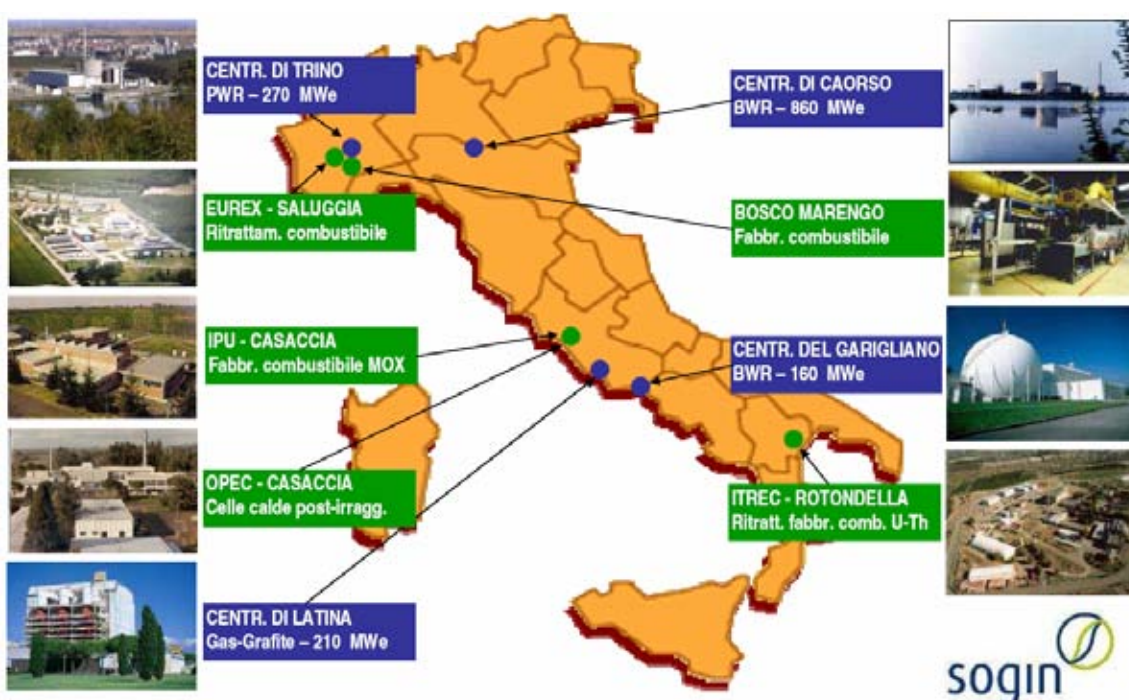
Dove mettiamo le scorie?

“E’ triste constatare come il procedere della tecnologia, in tutti i campi, tenda a educare l’uomo a tollerare le contaminazioni, invece di educare l’uomo a non contaminare”

Luigi Sertorio, Erika Renda¹⁷

“Le scorie sono “il” problema, uno dei punti su cui siamo caduti: sappiamo gestire le centrali ma in Italia non sappiamo dove mettere le scorie”

Giuseppe Zampini, Amministratore delegato di Ansaldo Energia¹⁸.



Schema dei siti nucleari italiani da decommissionare (Fonte: Sogin)

Le centrali nucleari producono scorie pericolose che richiedono migliaia di anni per diventare innocue. Questo è uno dei maggiori problemi del nucleare poiché impone una onerosa eredità alle generazioni future.

Il nostro paese nonostante da vent’anni abbia chiuso i battenti della filiera, si ritrova con l’onere di dover smantellare e sistemare in un luogo sicuro, alcune migliaia di tonnellate di rifiuti radioattivi e di lasciarli riposare indisturbati per qualche migliaio di anni.

I materiali prodotti dagli impianti nucleari sono classificati in due tipologie a seconda del tempo di decadimento richiesto (vedi parte relativa al decommissioning di Caorso) e pertanto sono richieste due differenti tipologie di siti per la loro conservazione.

Per i materiali a bassa e media radioattività nel mondo sono stati creati impianti di superficie in diversi paesi industriali (Germania, Francia, Svezia, Spagna e USA). Per i materiali ad alta attività, ovvero il combustibile utilizzato, serve un deposito geologico,

¹⁷ Tratto da “Cento Watt per il prossimo miliardo di anni”, Bollati Boringhieri, gennaio 2008.

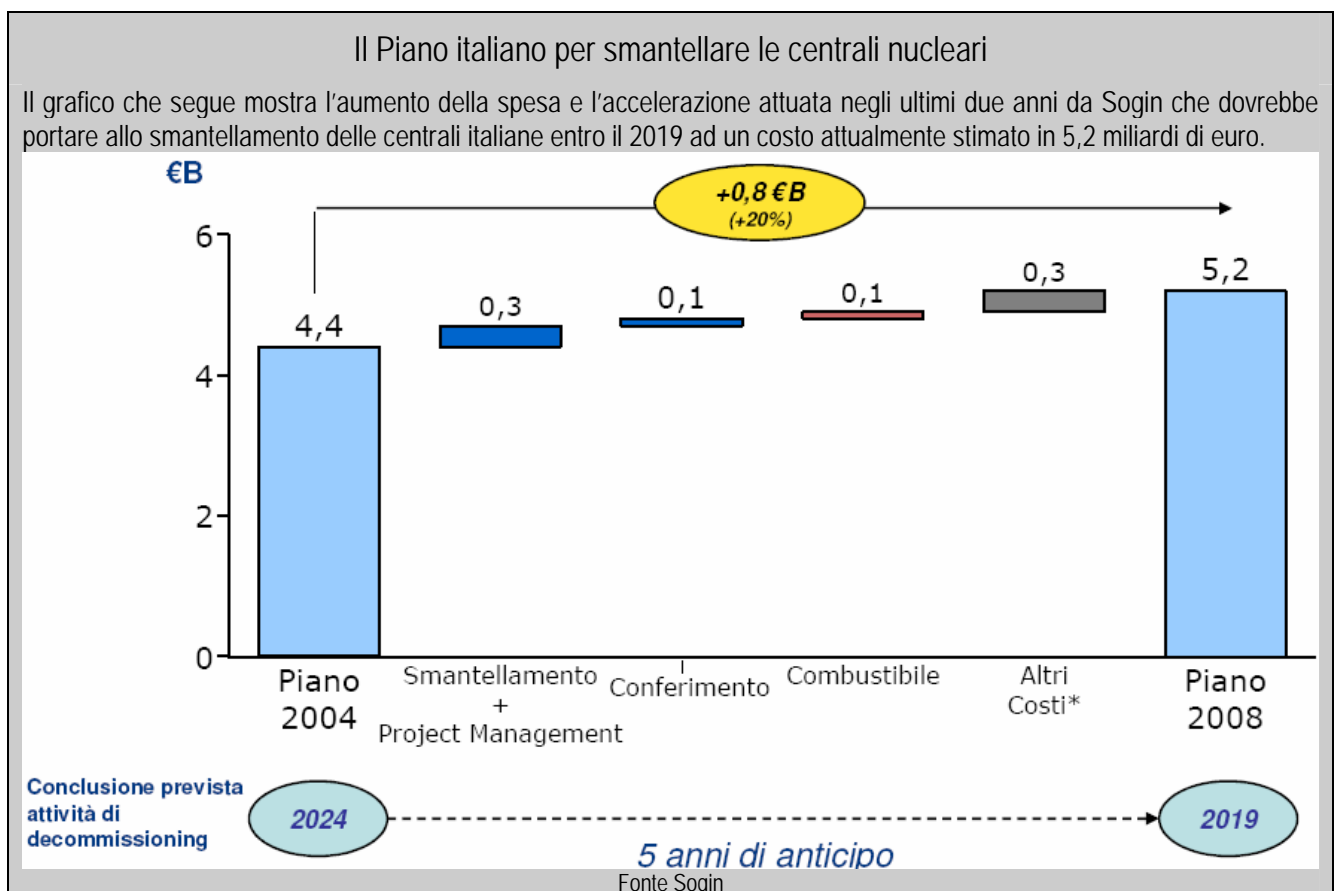
¹⁸ Citazione tratta da una intervista concessa a Il Giornale, 24 ottobre 2008.

l'unico attualmente in funzione si trova nel New Mexico (USA), ma ha lo scopo di ospitare i materiali derivati dai programmi militari.

In Italia sinora non ha avuto successo la ricerca di un sito idoneo. Nel settembre del 2007 la Sogin, preoccupata del numero crescente di materiale che si sta producendo nello smantellamento delle quattro centrali e dei quattro laboratori di ricerca dell'Enea ha concordato con la società statunitense Energy Solutions, l'export di 1.700 tonnellate di materiale. All'interno del Congresso USA qualcuno si sta però opponendo a questa importazione, anche perché la Energy Solution ha chiesto una autorizzazione per una quota di rifiuti ben superiore, circa 20 mila t, probabilmente fiutando le possibilità di business con l'Italia. Un deputato democratico, Bart Gordon ha presentato una proposta di legge per bloccare qualsiasi importazione affermando che "Gli USA non devono diventare la pattumiera nucleare del mondo"¹⁹.

Certamente l'avvio di un programma nucleare italiano non può avvenire in condizioni di incertezza sulla sistemazione delle scorie prodotte, per dirla con le parole dell'ex ministro Bersani, prima va risolto il problema delle scorie.

Soluzione che avrà un costo elevato poiché l'allestimento di due siti, uno relativo alle scorie meno contaminate e l'altro al combustibile utilizzato, prevede cifre non indifferenti. Secondo il tavolo di concertazione promosso dall'ex ministro Bersani, composto da Enea, regioni e governo²⁰, i due depositi di superficie verrebbero a costare in totale 510 milioni di euro. Aggiungendo i costi del centro di servizi necessario a gestire i due impianti e quanto stimato a compensazione degli abitanti dei territori interessati, si arriva alla cifra totale di **1,5 miliardi di euro**. In questa cifra non è compresa la costruzione del sito geologico di profondità dove stoccare per l'eternità i rifiuti più tossici.



¹⁹ L'Espresso, 17 luglio 2008.

²⁰ Vedi articolo pubblicato su MF il 7 novembre 2008.

Quanto costa una centrale nucleare?

“Il costo dell’energia nucleare è un’incognita; la scopriranno i posteri”

Luigi Sertorio, Erika Renda²¹

“Se si mettono in fila tutti gli elementi, il prezzo del Kwh nucleare costerà come quello prodotto col gas. Certo è difficile calcolare i costi di un impianto che verrà costruito fra 5 anni, ma il nucleare non va valutato in base ai costi, ma come energia alternativa [...]”.

Giuseppe Zampini, Amministratore delegato di Ansaldo Energia²².

Rispondere a questa domanda non è facile. Negli ultimi anni sono apparse diverse stime, fra loro molto discordanti perché le variabili da considerare sono molte e tutte difficili da valutare ed ogni analisi le seleziona in maniera arbitraria; nella tabella seguente ne sono riportate alcune e come si nota il costo di generazione di un MWh oscilla sensibilmente, fra 24 e 79 euro.

Forecast	Construction cost (€/kW)	Construction time (months)	Cost of capital (% real)	Load factor (%)	Non-fuel O&M €/MWh	Fuel cost (€/MWh)	Operating life (years)	Decommissioning scheme	Generating cost (€/MWh)
Rice University									50.0
Lappeenranta Univ	1,875		5	91	13	5	60		24
Performance and Innovation Unit	<1,200	-	8 8 15	>80			30 15 15		35 42 57
Scully Capital	725-1,160	60		90	8	4	40	€390m accrued in 40 year life of plant	
Massachusetts Institute of Technology	1,600	60	11.5	85 75	11(1)	-	40 25		67 79
Royal Academy of Engineers	1,660	60	7.5	90	12	10	40	Included in construction cost	41
Royal Academy of Engineers (update)	1,520	60	10	90	13	10	40		41
Chicago University	800-1,450	84	12.5	85	8	4	40	€290m	43-58
Canadian Nuclear Assoc.	1,550	72	10	90	7	4	30	Fund. €0.45/kWh	50
IEA/NEA	1,600-3,600	60-120	5 10	85 95	10-24	4-17	40	Included in construction cost	18-40
OXERA	2,350 first plant 1,670 later unit				9	1	40	€750m in fund after 40 years life	36-76
UK Energy Review 2006	1,875	72	10	80-85	11.5	5.8	40	€600/kW	57

Fonte: Greenpeace, *The economics of nuclear power*, 2007

Nell’ambito del rinnovato interesse per il nucleare, molti sostengono (il nostro governo in primis), che si tratta della fonte attualmente economicamente più conveniente.

Se ciò fosse vero non si comprende come mai le imprese elettriche di tutto il mondo non abbiano aperto cantieri per costruire nuovi reattori.

Dopo la privatizzazione USA del settore, avvenuta nel 1978 a seguito degli accordi militari USA/URSS sul blocco degli armamenti nucleari, non è stata più ordinata alcuna centrale nucleare. Quella privatizzazione aveva tagliato le incentivazioni governative all’industria nucleare, che si esplicavano essenzialmente sotto forma di

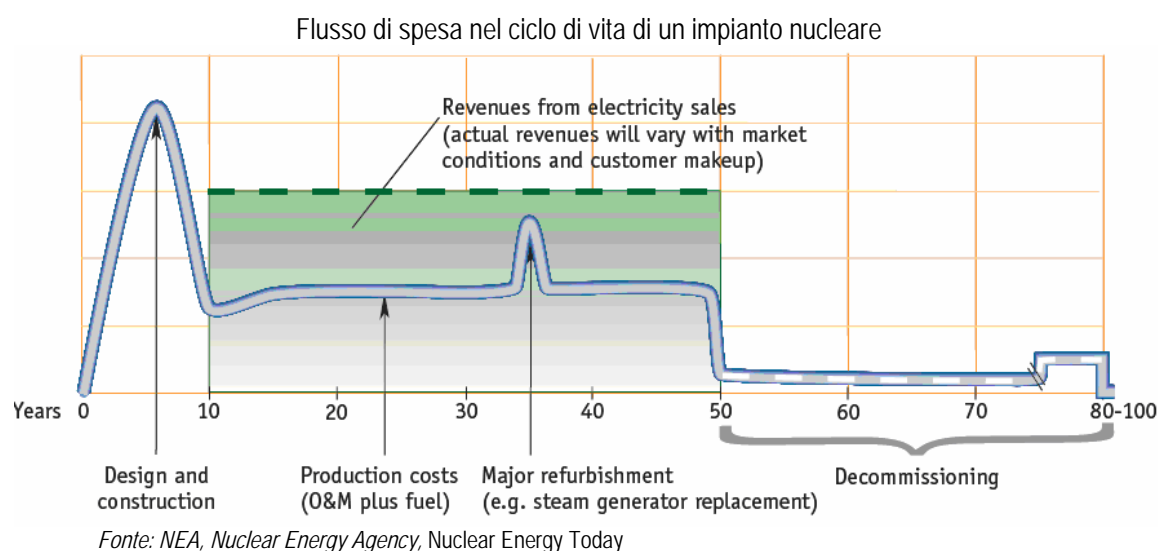
²¹ Tratto da “Cento Watt per il prossimo miliardo di anni”, Bollati Boringhieri gennaio 2008.

²² Citazione tratta da una intervista concessa a Il Giornale, 24 ottobre 2008.

acquisto da parte del governo di tutto il plutonio contenuto negli elementi di combustibile bruciati, plutonio impiegato per le testate missilistiche nucleari. E' ormai un fatto storico che, da quel momento, con il prezzo del petrolio situato sui 15 \$/barile, il costo di produzione del kWh nucleare era divenuto non competitivo senza il profitto aggiunto dalle ricadute economiche in campo militare. In poche parole, il nucleare cosiddetto pacifico conveniva solo a chi voleva farsi la bomba atomica (vedi Francia, Pakistan, India, Cina ed attualmente l'Iran)²³.

L'ultimo reattore completato (sempre negli USA), fu il Watts Bar 1 nel 1996; nell'Ottobre 2007 il gruppo Betchel si è aggiudicato la commessa per terminare il secondo reattore della centrale (Watts Bar 2), al costo di \$2,5 miliardi. La sua storia ricalca quella di alcune grandi opere italiane perché la costruzione era iniziata nel 1972, sospesa nel 1985 ed abbandonata nel 1994. Si stima che i lavori per il completamento del reattore da 1.200 MW continueranno fino al 2012!

Torniamo alle future centrali italiane. Negli ultimi due anni le stime apparse sono state diverse ma tutte sono progressivamente cresciute. Nell'aprile 2008 Zuccoli presidente del consiglio di gestione di A2A, stimava un costo pari a 20 miliardi per costruire quattro centrali²⁴.



Il massimo esperto di Enel, Giancarlo Aquilanti, in una audizione alla Camera aveva specificato queste cifre per un impianto da 1.000 MW:

- 2-2,6 miliardi per costruire
- 350-650 milioni per decommissionare
- 800 per mettere a discarica le scorie

Pertanto il totale per l'intero ciclo di vita arriva a **4 miliardi di euro**.

Per avere dei riferimenti, una centrale termica a ciclo combinato (il tipo più efficiente in questo tipo di generazione) costa **700 milioni** di euro per 1.000MW e una analoga potenza di eolico **1 miliardo di euro** (facendo riferimento ai costi annunciati da Enel in questi giorni per una nuova centrale in Belgio e i campi eolici off-shore in Sicilia).

Guardando alle poche centrali attualmente in costruzione nel mondo, quella finlandese aveva un preventivo di 3 miliardi di euro (per 1.600 MW), ma la spesa

²³ IL COSTO DELL'ENERGIA NUCLEARE, OVVERO COME SI FA DIVENTARE ULTRAECONOMICO IL COSTO DEL KWH, Domenico Coiante, Pubblicato su www.aspoitalia.net, 5 Maggio 2006.

²⁴ Vedi Corriere Economia, 14 aprile 2008.

risulta ora lievitata a **5,3 miliardi**²⁵. Difficile che da noi si faccia meglio di chi non ha mai smesso di costruire centrali nucleari.

Passando ai costi al chilowattora, il confronto con diverse tecnologie di produzione elettrica di base (carbone e ciclo combinato a gas) dipende da numerosi fattori che devono essere previsti su alcuni decenni, pertanto fondamentalmente non è possibile fare dei calcoli precisi. Si possono calcolare delle probabilità poiché ogni tipologia di generazione ha proprie specificità, ad esempio il costo di generazione del nucleare dipende soprattutto (70%) dal costo di impianto, al contrario negli impianti a gas a ciclo combinato, è determinante il costo del combustibile (85%).

Luigi De Paoli²⁶ ha stimato un costo medio in euro per MWh prodotto da nucleare in 51,69 € rispetto al 57,8 del carbone e agli 83,5 del gas.

Considerando i costi della CO₂ questi valori cambiano ancora. Per contrastare i cambiamenti climatici, dovuti alle emissioni di gas serra l'UE ha stabilito attraverso una specifica direttiva una sorta di prezzo per le emissioni (Direttiva ETS²⁷). Anche questo prezzo della CO₂ è incerto (ma tendenzialmente al rialzo se non interverranno innovazioni tecniche radicali); in ogni caso da questo punto di vista gli impianti nucleari hanno un netto vantaggio sugli impianti a carbone e anche a gas (le cui emissioni per kWh sono circa la metà di quelle del carbone): 52,1€ rispetto agli 83,2 del carbone e ai 94,5 del gas.

Ma va ribadito che è un esercizio poco significativo fare questi conti perché dipendono da assunzioni di base non verificabili. Se si guarda all'esperienza passata si può solo affermare che i costi effettivi sono sempre stati maggiori rispetto a quelli preventivati.

Ad esempio in India, fra le nazioni più attive attualmente con sette centrali in costruzione, si è visto che i costi a consuntivo superano del 200-300% quelli preventivati.

Analizzando invece gli studi internazionali, il MIT nel 2003 pubblicò un poderoso lavoro²⁸ in cui si riscontrava che le nuove centrali nucleari non potevano competere con le nuove centrali a carbone o gas naturale, anche se si faceva notare che il divario avrebbe potuto essere ridotto se fossero state varate tasse sulla CO₂ o attraverso sovvenzioni governative.

Un studio del Keystone Center²⁹, sponsorizzato anche da organizzazioni legate al nucleare e pubblicato nel giugno 2007, ha aumentato le stime sui costi, determinando un costo variabile fra gli 83 e i 111\$ al MWh (43,4 - 74,5 euro). Una analisi del maggio 2008: "The Nuclear Illusion," di Amory B. Lovins and Imran Sheikh³⁰ indica un costo al kilowattora del nucleare a 14 centesimi di dollaro, il doppio rispetto all'eolico.

Il costo del nucleare negli Stati Uniti d'America: +207%

Nel maggio 2008 il Congressional Budget Office Statunitense ha presentato uno studio sui costi preventivati e sui costi effettivi dei 65 reattori costruiti negli USA, dal 1966 al 1977. Il risultato emerso è un aumento medio dei costi del 207%. Per i quaranta impianti costruiti dopo il 1979 l'aumento del consuntivo rispetto al preventivo è stato addirittura del 250%.

²⁵ L'ingente aumento di costo sarà a carico dei contribuenti francesi poiché l'impresa costruttrice AREVA è posseduta per l'85% dal governo francese e l'accordo con la Finlandia prevedeva un prezzo massimo a carico del cliente di 3,4 miliardi.

²⁶ Professore ordinario di Economia e gestione delle imprese all'università Bocconi. Direttore dello IEFÉ - Istituto di Economia e Politica dell'Energia e dell'Ambiente..

²⁷ L'Unione Europea ha introdotto uno schema di trading delle emissioni il 1 gennaio 2005 che definiva i limiti di emissione di CO₂ per 11.500 impianti negli allora 25 stati dell'Unione.

²⁸ The future of nuclear power, online su: <http://web.mit.edu/nuclearpower/>

²⁹ Nuclear Power Joint Fact-Finding, June 2007.

³⁰ Il documento è disponibile in rete, sul sito del Rocky Mountain Institute. Nella pagina seguente è riportato un estratto.

Uno dei motivi per cui il costo capitale di un reattore è maggiore di qualsiasi altro tipo di impianto di generazione è dovuto ai tempi di costruzione, enormemente superiore agli altri e agli elevati standard di sicurezza richiesti. Vanno poi aggiunti i rischi di ritardo e di blocco dell'investimento che in questo tipo di impianto non sono remoti. Tutto questo fa sì che il costo finanziario possa raggiungere cifre elevatissime, oscillanti fra il 25 e l'80% del costo di costruzione (il cosiddetto costo overnight).

Ma un dato (quasi) certo lo abbiamo, quello relativo al decommissionamento dell'esperienza atomica italiana³¹: 5,2 miliardi di euro per smantellare 1.200 Mw. Ad essi vanno aggiunti i costi per la costruzione dei depositi definitivi per i rifiuti prodotti, stima che attualmente arriva a 1,5 miliardi di euro.

L'Ontario dice no al nucleare: costa troppo

**ONTARIO POWER
GENERATION**

In Canada, in Ontario nel 1993 è stata completata il quarto reattore della centrale di Darlington. Quattro reattori di tipo CANDU (CANada Deuterium Uranium) per un totale di 3,524 megawatts (MW) installati.

Il Governo nel 2006 aveva deciso di avviare la gara per la sostituzione dei due reattori più vecchi³².

Il 14 luglio 2009, il Toronto Star, il quotidiano maggiormente letto a Toronto, rendeva di dominio pubblico che a fronte di una cifra preventivata in 7 miliardi di dollari (canadesi), le imprese in gara avevano presentato delle offerte con costi enormemente superiori.

Atomic Energy Canada Limited aveva presentato un preventivo di ben 26 miliardi (per due reattori da 1.200 MW l'uno) e la società francese Areva (la stessa che costruirà i quattro EPR in Italia) per costruire due EPR da 1.600 MW l'uno aveva presentato un preventivo di 23,5 miliardi di dollari canadesi (circa 15 miliardi di euro).

Immediatamente veniva spiegato che il costo dell'offerta comprendeva quello di costruzione, compreso il costo finanziario, quello di dismissione finale e il costo del combustibile³³.

Project News

► June 29, 2009

The Government of Ontario suspends 'Request for Proposal' process to procure two replacement nuclear reactors planned for the Darlington site. Read the news release on the Government of Ontario [Ministry of Energy and Infrastructure website](#).

Ma il 29 giugno 2009 il governo dell'Ontario diramava un comunicato stampa in cui **sospendeva** la procedura di acquisto dei due reattori, ammettendo che: "purtroppo la procedura di gara non ha fornito all'Ontario una opzione fattibile"³⁴.

³¹ Dati ricavati da Sogin, aggiornati al 2009.

³² <http://www.infrastructureontario.ca/en/projects/energy/nuclear/profile.asp>

³³ [http://www.infrastructureontario.ca/en/news/io_news/2009/jul1709/nuclear%20statement.pdf?](http://www.infrastructureontario.ca/en/news/io_news/2009/jul1709/nuclear%20statement.pdf?fuseaction=english.news&body=yes&news_id=173)

[fuseaction=english.news&body=yes&news_id=173](http://www.infrastructureontario.ca/en/news/io_news/2009/jul1709/nuclear%20statement.pdf?fuseaction=english.news&body=yes&news_id=173)

³⁴ Segnalato sul sito <http://www.opg.com/nb/index3.asp>, il c.s. non è attualmente più visibile sul sito del ministero pe rl'energia e le infrastrutture dell'Ontario ma è in possesso dell'autore.

Conclusioni

“Non esiste il concetto di energia pulita e tantomeno di sorgente perenne. Non ci sono scappatoie facili: nella futura era solare l'uomo dovrà essere intelligente. E' questa la novità e la risorsa perenne da coltivare”.

Luigi Sertorio



Luigi Sertorio, professore associato di Ecofisica alla Facoltà di Scienze dell'Università di Torino. Per quindici anni visitatore consultant della Divisione Teorica del Los Alamos National Laboratory, e per tre anni membro della Divisione V della NATO, Affari scientifici.

Il 27 giugno del 1954, il primo impianto nucleare al mondo, quello di Obninsk, venne commesso alla rete elettrica di Mosca.

Cinquantaquattro anni dopo, il governo italiano ha promesso di posare la prima pietra del nuovo parco di centrali nucleari italiane entro la fine dell'attuale legislatura.

In questa analisi abbiamo cercato essenzialmente di capire se i problemi che il nucleare ha sempre avuto siano stati risolti, se risulti una scelta economicamente conveniente.

L'era del "bengodi" del petrolio appare alla fine; il nostro pianeta fa sempre più fatica a "gestire" la presenza degli esseri umani e le variazioni climatiche appaiono come un

rischio che non sappiamo valutare. Occorre pensare a quanta energia consumeremo domani e a come produrla mantenendo in equilibrio il pianeta.

In questo quadro il nucleare:

- non sostituisce il petrolio (si pensi solo al fatto che non tocca il settore dei trasporti);
- non è adatto a ridurre in tempi rapidi le emissioni di CO²
- non risulta così conveniente come asseriscono i nostri ministri, tant'è che nella patria del nucleare, gli Stati Uniti d'America, negli ultimi trent'anni non si è costruito nessun reattore e quello in costruzione risulta in tale stato dal 1972, nonostante una legge di incentivi varata da Bush nel 2005;
- continua ad essere fonte di rischi, non solo relativamente alla sicurezza degli impianti, ma soprattutto relativamente al rischio di proliferazione nucleare (vedi specifico allegato);
- produce scorie che non sappiamo dove mettere e che nessun paese del mondo è riuscito a sistemare in un adeguato deposito geologico.

Ciò che stupisce delle affermazioni governative in effetti è la loro superficialità, la loro distanza dal reale; è questo a renderle poco credibili.

Si parla di nucleare come se l'Enel fosse ancora l'ente di stato preposto a gestire in regime di monopolio la produzione di corrente elettrica e non una multinazionale alla ricerca di profitti per remunerare i propri azionisti. Come se l'industria italiana fosse pronta a ripartire senza problemi e in grado di fare opere in tempi inferiori a quelli impiegati da chi all'estero non ha mai smesso di produrre centrali. Se ne parla al di fuori di un percorso programmatico complessivo che "incastrerà" l'eventuale opzione nucleare con le altre fonti.

Nessuno può dirsi contento della situazione in cui siamo, c'è poco da stare allegri visto che continueremo a bruciare fonti fossili, ma ormai siamo scesi dal treno nucleare da vent'anni e corrergli dietro è inutile, antieconomico e stupido. Il futuro ha bisogno di più coraggio, il nostro paese deve puntare sull'efficienza energetica e lanciarsi con convinzione nello sviluppo di tecnologie innovative per produrre con fonti rinnovabili.

Sia chiaro, al momento attuale le rinnovabili non bastano, ma sono potenzialmente sovrabbondanti rispetto al nostro fabbisogno energetico. Per assurdo l'uso dei terreni marginali del centro-sud e delle isole permetterebbe di produrre 144Mtep¹ (201 sono i Mtep che l'Italia ha consumato nel 2005), ma è innegabile che l'impatto ambientale sarebbe rilevante e rimane il problema dell'intermittenza del fotovoltaico e dell'eolico che impongono lo studio di sistemi di accumulo.

Quello che occorre è un cambiamento ampio di orizzonte, la crisi è una sfida che offre la possibilità di trovare nuove soluzioni per una vita più decente su questo pianeta. Occorre passare da un modello in cui grandi *corporation* hanno in mano l'energia e la distribuiscono capillarmente, ad un modello in cui l'energia si produce in modo distribuito, in cui le case siano costruite in maniera diversa altrimenti è inutile coprirle di pannelli solari. Già oggi si può, la stessa Enel ha inaugurato una casa a emissioni zero² che non ha bisogno di energia perché se la produce da sé e sa accumulare l'energia del sole per poterla utilizzare quando il sole non c'è.

¹ Mtep = Mega tonnellate di petrolio equivalenti.

² Inaugurata il 10 giugno 2008 in località Angeli di Rosola (Ancona). La casa è dotata di un sistema di accumulo basato su idrogeno e celle a combustibile.

E' quantomeno sconcertante che invece il nostro governo sia l'unico governo OCSE negazionista, ovvero che non crede che il clima stia cambiando e che l'uomo ne sia fra le cause, ed ha cancellato l'obbligo del certificato energetico nelle compravendite edilizie indebolendo, piuttosto che rafforzare, il sistema della certificazione energetica degli edifici e gli obiettivi di efficienza³.

Come dice Sertorio, l'unica risorsa pulita che abbiamo è l'intelligenza, dovremmo usarla unitamente a una buona dose di buon senso, smettendo di usare tecnologie vecchie, inquinanti e pericolose per puntare risorse e ricerca verso tecnologie pulite, con l'obiettivo di preservare tutte le forme di vita del pianeta. Ma questa è una questione complessa, troppo per questo governo.

“sarà un affare!”⁴.
Claudio Scajola



Claudio Scajola, Ministro allo Sviluppo Economico.

³ Vedi il supplemento ordinario n. 196 alla Gazzetta Ufficiale n. 195 del 21 agosto 2008 (legge n. 133 del 6 agosto 2008).

⁴ Dichiarazione rilasciata dopo l'approvazione al Senato del Ddl Sviluppo, il Sole24 Ore 10 luglio 2009.