

## Sommar

## Il silenzio della scienza

Angelo Baracca 16

## Sicurezza a rischio

Giorgio Ferrari 18

## Chernobyl non docet

Giorgio Nebbia 21

## L'uranio che uccide

Gianni Tamino 24

# RADIOATTIVI AL NUCLEARE

## A cura di Angelo Baracca

Le proposte di rilancio dell'energia nucleare si collocano in un contesto molto lontano dalla retorica progressista che mezzo secolo fa accompagnò il lancio della campagna dell'“Atomo per la Pace”. Siamo piuttosto davanti ai disastri generati da questo sviluppo; in balia di una super-potenza militare che cerca di supplire con la forza bruta alla crisi della sua struttura economica e sociale; mentre il saccheggio indiscriminato ci sta conducendo verso una crisi epocale di tutte le risorse e alla guerra globale per il controllo di quelle residue e delle aree strategiche. Tutte le promesse di un futuro di pace e di benessere ci hanno invece condotto a un mondo sempre più ingiusto e invivibile, verso l'orlo del baratro.

In questo contesto il nucleare si ripresenta oggi quasi come ultima spiaggia: e le contraddizioni che ha sempre portato con sé diventano essenziali. Da un lato, infatti, gli armamenti nucleari sono considerati dai militari come arma risolutiva: non è un mistero che, dopo che gli USA si sono impantanati in Iraq e il fedele alleato Israele in Libano, potrebbe scattare l'attacco (forse nucleare) all'Iran.

Dall'altro lato, essendo ormai impossibile negare la gravità della disastrosa crisi climatica e ambientale, l'energia nucleare viene riproposta come l'ennesimo toccasana per legittimare lo stesso modello di sfruttamento e di rapina. Su entrambi i fronti, militare



e civile, è in corso una vera offensiva di disinformazione. Sul primo – ripercorrendo l'escalation già vista per l'Iraq – si drammatizzano in modo sconsiderato il pur grave test della Corea del Nord, e i programmi nucleari di Teheran (con una cialtroneria ridicolizzata dalla stessa Agenzia Internazionale per l'Energia Atomica): per continuare invece a legittimare la violazione degli obblighi di disarmo nucleare e gli arsenali di Israele, India e Pakistan, e ad alimentare di fatto la proliferazione latente di molti Paesi, quali Giappone, Germania, Brasile (la IAEA denuncia che 44 Stati hanno le capacità per realizzare la bomba). Per quanto riguarda il nucleare “civile”, mentre si insiste sui taumaturgici effetti che l'adozione massiccia di que-

sta fonte energetica (che non è riuscita in mezzo secolo) avrebbe sulla produzione di CO<sub>2</sub> (anidride carbonica), si coprono e minimizzano gli effetti dell'incidente di Chernobyl.

Il tutto è aggravato dal nuovo contesto economico: con la sconsiderata politica delle privatizzazioni gli Stati si sono privati degli strumenti di controllo delle scelte generali e di salvaguardia degli interessi della collettività.

La scelta nucleare cercherà di passare attraverso l'impossibilità attuale di elaborare un Piano Energetico Nazionale effettivo: chi avrebbe potuto oggi impedire all'ENEL di acquistare le centrali nucleari in Slovacchia?

# IL SILENZIO DELLA SCIENZA

Di fronte all'inaudita gravità dell'inquinamento incombe lo spettro di un crimine contro l'umanità

Angelo Baracca

Fisico, Università di Firenze

**U**n primo aspetto drammatico della cortina fumogena con la quale è stato coperto il nucleare riguarda l'impatto sulla salute e l'ambiente, che va ben al di là dei pur fondamentali aspetti dell'affidabilità delle centrali nucleari (sui quali la popolazione viene rassicurata garantendo la sicurezza intrinseca delle nuove generazioni di reattori). La tecnologia nucleare, in tutte le sue forme, ha infatti provocato un *inquinamento radioattivo dell'atmosfera terrestre* di inaudita gravità, con pesanti conseguenze sulla salute e sull'ambiente. L'opinione pubblica è tenuta completamente all'oscuro, mentre l'intera comunità scientifica – che si proclama depositaria del sapere e dell'obiettività, sempre pronta a difendere la neutralità della scienza e qualunque innovazione (dall'uranio depleto agli O.G.M.) – si è resa complice di un vero crimine contro l'umanità. Ma scienziati *non embedded* (anzi emarginati e anche perseguitati dall'*establishment*) hanno documentato l'inaudita gravità dell'inquinamento radioattivo dell'atmosfera; perfino l'OMS parla di una "epidemia di cancro". Questo inquinamento radioattivo è stato causato prima dai test nucleari nell'atmosfera e sotterranei (iodio radioattivo, a breve vita nella tiroide; stronzio-90 nelle ossa ecc.) e dall'uranio (quello contenuto nelle bombe che, a temperature di milioni di gradi, rilascia nanoparticelle ancora più persistenti e mobili in tutta l'atmosfera, e inalabili o ingeribili: nelle testate più perfezionate la percentuale di uranio a fissione non arriva al 40%), poi dai rilasci delle centrali nucleari. Anche i

disastri nucleari sono stati accuratamente celati, in Occidente come in Urss. Il ventennale dello spaventoso incidente di Chernobyl, avvenuto nel 1986, ha visto ancora il tentativo di autorevoli istituzioni di sdrammatizzarne completamente la portata e le conseguenze (come era stato fatto per l'incidente di Harrisburgh, 1979).

## Al servizio del nucleare militare

Come si spiega questa drammatica, quanto sottovalutata, situazione se il programma di sviluppo del nucleare "civile" è sostanzialmente fallito? In questi 60 anni sono infatti stati realizzati nel mondo circa 500 reattori, a fronte di 130.000 bombe! Ma il costo dei programmi militari è in realtà maggiore, poiché richiedono un sistema integrato di enorme complessità e altissima tecnologia: lanciatori, sommergibili nucleari, sistemi satellitari di allarme, di allerta e di controllo e comando, addestramento del personale, manutenzione e verifica delle testate ecc. Dietro i progetti e le spinte per il rilancio del nucleare "civile" vi sono evidentemente enormi interessi: ma i puri conti economici non tornano. La risposta di fondo è che *i programmi nucleari civili crescono all'ombra di programmi militari, i quali ne costituiscono il supporto e la motivazione reali*. Questa rivista ha documentato e denunciato più volte la cor-

sa alla proliferazione nucleare in atto, il perfezionamento delle armi nucleari e l'intenzione dei militari a usarle effettivamente, anche a scopo preventivo (l'Iran potrebbe essere il primo obiettivo). Tutti i calcoli economici che vengono presentati sul costo dei programmi nucleari "civili" non hanno molto senso, o sono al più validi per le situazioni specifiche a cui si riferiscono, ma non direttamente trasferibili ad altre (eppure testimoniano sempre di un costo complessivo dei reattori nucleari superiore a quello di centrali elettriche convenzionali). Ad esempio, i filo-nucleari si riferiscono spesso al basso costo dell'energia elettrica che



Manifestazione a Scanzano

© Olympia

la Francia produce per via nucleare, ma lo Stato francese gestisce, oltre al sistema energetico, uno degli arsenali militari più moderni del mondo: sfiderei chiunque a suddividere i costi, dello Stato, tra civile e militare; questa politica ha inoltre portato a una super-produzione di energia elettrica, che viene venduta a basso costo. La situazione negli USA è opposta: il programma militare è governativo, mentre l'energia elettrica è prodotta da imprese private, le quali sanno bene che il nucleare non è conveniente, tant'è vero che da un quarto di secolo non ordinano nuove centrali. In Italia il problema sarebbe ancora diverso, poiché dopo il referendum del 1987 sono state smantellate gran parte delle strutture e delle competenze, e sfiderei chiunque a calcolare il costo per ricostituirle, al di là del costo specifico delle centrali nucleari.

### Gli inganni del nucleare "civile"

Ma la principale critica alle proposte di rilancio del nucleare consiste, a mio avviso, nell'alimentare l'illusione che, in vista della fine dell'era del petrolio, questa tecnologia consentirà di continuare a produrre e consumare energia senza limiti; del resto, vi sono profondi legami tra gli interessi e i programmi nucleari e petroliferi. Con il nucleare si produce *solo energia elettrica*, che costituisce una frazione (meno del 20% in Italia, meno del 17% nel mondo) dei consumi energetici: ma è anche quella che si presta ai maggiori sprechi, la cui eliminazione, con il rispar-

mio, costituirebbe la risorsa energetica più importante, insieme alle fonti rinnovabili.

In Italia la capacità di generazione elettrica eccede il consumo, eppure si costruiscono nuove centrali!

La riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub> è ampiamente discutibile (varie fasi del ciclo di estrazione, costruzione,

**L'intera comunità scientifica si è resa complice di questa deriva dell'ambiente vitale**

smantellamento producono CO<sub>2</sub>): anche "un obiettivo modesto – evitare con il nucleare un piccolo aumento del riscaldamento globale per la fine del secolo – richiederebbe di elevare il numero di reattori nel mondo dagli attuali 441 ad almeno 700 per la metà del secolo, e mantenerne stabile il numero per 50 anni. Per coprire la chiusura degli impianti obsoleti, questo richiederebbe la costruzione di 1.200 nuove centrali, a un ritmo di 17 all'anno.

Le necessità di supporto sarebbero impressionanti. Gli USA hanno accantonato il riprocessamento del combustibile a favore del "monoutilizzo": d'altra parte nessun altro Paese ha ancora fatto la scelta, e tanto meno avviato la realizzazione, di un deposito per le scorie. L'energia elettronucleare arriverebbe comunque troppo

tardi per tamponare la crisi del petrolio. I reattori di nuova generazione, a sicurezza intrinseca, non saranno utilizzabili prima di 20-30 anni! Si noti poi la contraddizione tra la strumentalizzazione del pericolo di attentati terroristici e la progettata proliferazione di centrali nucleari: sembra evidente la perfetta sintonia con il processo di militarizzazione della società civile e di svuotamento dei principi democratici.

### Privatizzazioni e lauti affari

Non si pensi però che l'industria non si stia organizzando per cogliere l'occasione di lauti affari: per quanto i programmi nucleari siano irrazionali e antieconomici, la privatizzazione del mercato dell'energia attuata in tutto il mondo rende molto probabile la ripresa dei programmi nucleari, sotto la spinta di politiche di

### Arsenali nucleari

Nel 2004 il numero di testate nucleari esistenti a livello mondiale era valutato in quasi 13.500 testate operative (tra le quali si valutavano all'incirca 4.000 testate tattiche), su un totale di 27.600 intatte. Alle quali erano però da aggiungere altre migliaia di nuclei (pits) di plutonio immagazzinati come riserva strategica.

Quando le ulteriori riduzioni degli USA e della Russia saranno completate, nel 2012, si prevede che rimarranno ancora 14.000 testate intatte degli 8 Stati nucleari attuali. (SIPRI, Istituto Internazionale di Stoccolma di ricerca per la Pace, *Annuario 2005*).

### Residui radioattivi del ciclo nucleare

Il ciclo nucleare lascia dei "residui" radioattivi, dei quali non è possibile il riuso (spesso chiamati "scorie"), e il combustibile irraggiato, che ha un valore (soprattutto militare) contenendo plutonio, ma costituisce il residuo più pericoloso.

I criteri di classificazione, normativi e di gestione dei rifiuti radioattivi variano da Paese a Paese. Alcuni parametri per classificarli sono: la radiotossicità dei radionuclidi presenti, la radioattività e il tipo di radiazione emessa ( $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  neutroni), lo stato fisico (solido, liquido, gassoso), la destinazione finale (tipo di smaltimento definitivo). I rifiuti liquidi per essere immagazzinati devono assumere consistenza solida, amalgamandoli con calcestruzzo o vetro.

Il parametro più importante nella classificazione dei rifiuti è quello relativo all'attività radiologica, spesso abbinata alla emissione di calore che essa genera (importante nella progettazione dei depositi, di superficie o geologici). Così si distinguono rifiuti ad alta, media e bassa attività; e a vita breve (dimezzamento dell'ordine di anni), media o lunga (la cui radioattività decade a valori compatibili con il fondo naturale entro migliaia di anni e oltre). Lo smantellamento delle centrali dismesse (*decommissioning*) è un problema complesso e costoso, che produce altri rifiuti radioattivi: in Italia non è mai cominciato.

incentivi statali, che scaricheranno sulla collettività i costi a lungo termine. Le industrie si stanno attrezzando per commercializzare i reattori avanzati di terza generazione, derivati dalle precedenti filiere o più o meno innovativi.

Anche l'industria russa si sta attivamente preparando. E la nostra Ansaldo ha ricostituito il settore nucleare. Questa accumulazione di interessi e la preparazione di questa offensiva induce a pensare che il rilancio dell'energia nucleare avverrà comunque, dietro i pretesti del buco energetico e dell'accumulo della CO<sub>2</sub>, sui quali verrà sollevato un polverone che sarà difficile diradare.

# SICUREZZA A RISCHIO

*Il problema  
di smantellare  
i rifiuti tossici  
deve fare i conti  
con un caos legislativo  
unico in Europa*

Giorgio Ferrari

Ex funzionario ENEA

**L**a chiusura del nucleare in Italia dopo il referendum del 1987 ha lasciato in eredità la questione dei rifiuti e dello smantellamento degli impianti nucleari, questione del resto mai affrontata organicamente anche prima del referendum. Apparentemente il referendum congelava la situazione di fatto allora esistente: l'ENEL – in quanto proprietaria degli impianti – aveva l'obbligo di mantenerli in sicurezza, l'ENEA – attraverso la divisione sicurezza e protezione (Disp) – aveva il compito di sorvegliare e approvare le procedure di sicurezza adottate dall'ENEL.

## Privatizzazioni

Ma nel 1992 venne decisa un'ampia campagna di privatizzazioni delle società controllate dallo Stato che coinvolse in primo luogo l'ENEL e successivamente anche l'ENEA. Inizia così un periodo di disordine legislativo e normativo in materia di sicurezza e protezione nucleare, che permane tuttora e che non ha eguali nell'ambito dei Paesi aderenti all'Euratom. Nel 1994 viene istituita l'ANPA (Agenzia Nazionale Protezione Ambientale, dipendente dal ministero dell'Ambiente) a cui vengono trasferite le competenze e parte del personale della ENEA.

Nel 1995, a seguito del recepimento di

numerose direttive dell'Euratom in materia di radiazioni ionizzanti, viene emanato un provvedimento organico di riordino della materia (D.lgs n. 230/1995) che all'art. 9 istituisce, nell'ambito dell'ANPA, una Commissione Tecnica per la sicurezza nucleare e la protezione sanitaria composta di 12 membri nominati da diversi ministeri.

Nel 1999, in conseguenza della legge di modifica dell'ordinamento dello Stato e delle funzioni di governo (mini federalismo), l'ANPA viene trasformata in APAT (Agenzia Protezione Ambientale Territoriale). Nello stesso anno in ottemperanza del D.lgs 79/1999 (decreto Bersani) di riordino e privatizzazione del settore elettrico viene creata la SOGIN (cfr. box a p. 20), a cui nel 2001 vengono assegnati gli indirizzi operativi in materia nucleare.

Con l'avvento del governo Berlusconi e l'inasprirsi degli attentati terrori-

stici a livello internazionale, la gestione della sicurezza nucleare perde ulteriormente di organicità e assume aspetti parossistici con l'accentramento delle decisioni nelle mani del presidente del Consiglio e del nuovo capo della SOGIN, non a caso scelto tra le fila dei militari: il generale Carlo Jean.

Nel 2002, con l'approvazione del Dpr n. 207, l'APAT assume l'attuale configurazione. L'APAT è sottoposta ai poteri di indirizzo e vigilanza del ministero dell'Ambiente e organizzata in Servizi e Dipartimenti: tra questi quello Nucleare, rischio tecnologico e industriale, al cui interno è costituito un Servizio di smaltimento nazionale.

Parallelamente resta in funzione la Commissione tecnica per la sicurezza nucleare istituita nel 1995.

Nel 2003, con un provvedimento del presidente del Consiglio dei ministri, viene decretato lo stato di emergenza



Manifestazione a Scanzano

© Olympia

in relazione all'attività di smaltimento dei rifiuti radioattivi dislocati in cinque regioni (Lazio, Campania, Emilia Romagna, Basilicata e Piemonte), e successivamente il presidente della SOGIN (generale Jean) viene nominato commissario delegato per la messa in sicurezza dei materiali nucleari e dei rifiuti radioattivi. Nella stessa ordinanza viene stabilito: di costituire una Commissione tecnico-scientifica composta da sette membri, con compiti di valutazione e alta vigilanza inerenti agli obiettivi dell'ordinanza; di trasferire alla SOGIN tutte le licenze e le autorizzazioni intestate all'ENEA in materia nucleare; di porre alle dipendenze della SOGIN il personale dell'ENEA; di utilizzare la SOGIN come soggetto attuatore degli obiettivi dell'ordinanza; di autorizzare la deroga di 20 leggi e decreti e di due contratti collettivi di lavoro. Appena insediato il generale Jean chiama come commissario vicario Paolo Togni, già vicepresidente in carica della SOGIN e capo di Gabinetto del ministro dell'Ambiente.

### Decreto Scanzano

Il culmine di questa politica decisionista si raggiunge a novembre del 2003 con l'approvazione del famoso decreto Scanzano che, invece della struttura ingegneristica di superficie (fino ad allora ritenuta la soluzione più idonea), stabilisce che tutti i rifiuti e materiali nucleari esistenti in Italia vadano collocati in un deposito di profondità (geologico), individuato nel sito di Scanzano Jonico.

Appena un mese dopo – costretto dalla mobilitazione delle popolazioni lucane – il governo fa una nuova legge e cancella la destinazione di Scanzano Jonico come sito nazionale, ma introduce il termine di un anno per l'individuazione di un nuovo sito e a tale scopo istituisce una nuova Commissione composta da 19 membri. Raramente presunzione, ignoranza e improvvisazione sono andate di pari passo come in questa circostanza, considerando che quello che altri Paesi non erano riusciti a compiere in decenni di studi, il governo italiano pretendeva di risolverlo nel termine di un anno, termine – manco a dirlo – abbondantemente scaduto. Inoltre, per tacitare le proteste che da Scanzano

erano rimbalzate a Saluggia, Caorso ecc. (cioè in tutte le altre località interessate dal problema dei rifiuti), ecco che nella stessa legge il Governo stabiliva misure di compensazione eco-

**Nel 1992 inizia un periodo di disordine legislativo e normativo in materia di sicurezza e protezione nucleare, che permane tuttora e che non ha eguali nell'ambito dei Paesi aderenti all'Euratom**

nomiche per i comuni e le province che ospitano centrali nucleari e impianti del ciclo del combustibile nucleare per un ammontare calcolato moltiplicando il consumo totale di energia elettrica annuo per 0,015 centesimi di euro (ai consumi attuali si tratta di una cifra intorno ai 42 milioni di euro/anno, circa 83 miliardi delle vecchie lire). Quando entrerà in funzione il deposito nazionale, questo contributo verrà destinato per il 20% al comune interessato; 30% ai comuni confinanti; 25% alla provincia interessata; 25% alla regione.

### SOGIN alle stelle

I successivi provvedimenti di legge in materia nucleare (fino all'ultimo del marzo 2006) invece di essere orientati a un approccio organico della questione sicurezza, accentuavano il ruolo di SOGIN assegnandogli l'esclusiva delle attività di trattamento e condizionamento di tutti i rifiuti nucleari solidi e liquidi e la prosecuzione delle attività di riprocessamento all'estero del combustibile nucleare irraggiato, compreso quello pertinente alla quota ex ENEL del reattore veloce di Creys-Malville (*Superphoenix*), con susseguente rientro in Italia dei rifiuti vetrificati e compattati da destinare al deposito nazionale.

Questo modo di procedere ha poco a che vedere con la prassi e la normativa internazionale in materia di sicurezza e protezione nucleare e la vicenda Scanzano ha messo in luce che anche dal punto di vista dell'informazione e della trasparenza, i nostri governanti non ottemperano a quanto previsto dalla legislazione internazionale.

In primo luogo, infatti, viene disatteso il principio n. 6 (Quadro di riferimento nazionale normativo e legisla-

tivo) dei *Principi fondamentali del maneggiamento dei rifiuti radioattivi* stabiliti dalla IAEA, senza il quale non vi è certezza del rispetto di tutti gli altri principi. Inoltre la UE nella proposta

di direttiva 2003/0021 CNS (Indipendenza dell'autorità di sicurezza), stabilisce:

*Gli Stati membri istituiscono un'autorità di sicurezza. A livello di organizzazione, struttura giuridica e decisioni, essa deve essere indipendente da qualsiasi altro organismo o organizzazione, pubbli-*

*co o privato, incaricato della promozione o dell'uso dell'energia nucleare.* Al contrario, i provvedimenti legislativi adottati in Italia dal 1994 a oggi hanno causato:

- La scomparsa di una autorità di sicurezza indipendente: l'ENEA Disp è stata sciolta e le sue funzioni sono state inglobate nell'ANPA (poi APAT) che dipende dal ministero dell'Ambiente (organismo politico).
- La sovrapposizione di responsabilità e competenze tra diversi organismi politici: ministero dell'Ambiente; ministero dell'Industria; presidenza del Consiglio, al punto che esistono due diverse commissioni e un servizio con funzioni coincidenti: Commissione tecnica per la sicurezza nucleare e la protezione sanitaria composta da 12 membri (ex D.lgs 230/95); Commissione tecnico-scientifica (19 membri) con compiti di valutazione e di alta vigilanza per gli aspetti tecnico-scientifici inerenti agli obiettivi della legge n. 368/03; Servizio sito e deposito di smaltimento nazionale APAT.
- L'accentramento di molte funzioni tecniche, scientifiche e procedurali in una sola entità (il commissario straordinario) con potere di deroga rispetto al quadro normativo vigente e con capacità decisionale superiore agli altri organismi coinvolti nella materia.
- L'affidamento di compiti di attuazione, informazione e realizzazione del deposito nazionale a una società (SOGIN) intestataria di tutte le licenze e autorizzazioni connesse alla produzione e gestione dei rifiuti radioattivi in Italia.
- Il conflitto di attribuzioni tra SOGIN (dipendente dal ministero dell'Industria), commissario straordinario (dipendente dal Presidente del Consiglio) e il ministero dell'Ambiente,



© Olympia

essendo il generale Jean presidente di SOGIN e commissario straordinario; ed essendo Paolo Togni consigliere di amministrazione di SOGIN, vicecommissario straordinario e capo di Gabinetto del ministro dell'Ambiente.

- L'attribuzione delle scelte definitive in materia di individuazione e validazione del sito a un organismo politico come il Consiglio dei ministri.

### E la trasparenza?

In secondo luogo è ignorato il principio della trasparenza e della messa a disposizione del pubblico delle informazioni tecniche, scientifiche, dei criteri ingegneristici e di sicurezza adottati, nonché dei risultati delle indagini effettuate in relazione a tutta la materia della gestione dei rifiuti nucleari e del combustibile irraggiato. A tale principio è informata non solo la Convenzione IAEA del 1997 (sottoscritta dall'Italia nel 1998, ma ratificata solo nel 2005) ma anche le molteplici direttive e raccomandazioni della UE e della Convenzione di Aarhus del 1998 che in materia di decisioni ambientali e ricorso alla giustizia stabilisce tra l'altro:

- Nell'ambito della legislazione nazionale di ciascun Paese, devono essere emanati provvedimenti volti a rendere disponibili tutte le informazioni su richiesta del pubblico (singoli o associazioni) al massimo entro un mese dalla richiesta (Art. 4).
- Le autorità pubbliche di qualsiasi livello devono essere messe a conoscenza di tutte le informazioni

disponibili in materia. Devono essere stabilite procedure obbligatorie per assicurare un ade-

guato flusso di informazioni verso le autorità pubbliche. Le informazioni devono essere disponibili in qualsiasi forma compresa quella elettronica (Art. 5).

- Devono essere previste e specificate le modalità di partecipazione del pubblico al processo decisionale in materia di legislazione ambientale (Art. 6) per tutti i progetti: stoccaggio definitivo del combustibile irraggiato e di rifiuti nucleari; immagazzinamento (per più di dieci anni) di combustibile irraggiato o rifiuti radioattivi in un sito differente da quello di produzione.
- La possibilità per le popolazioni direttamente coinvolte di fare ricorso agli organi di giustizia (Art. 9). Come si vede a livello internazionale non mancano espliciti e concreti provvedimenti normativi a cui fare riferimento per avviare a soluzione il problema dei rifiuti in Italia, perciò non resta che vigilare attentamente sui provvedimenti che il nuovo governo in carica non potrà esimersi dall'adottare.

### La SOGIN

G.F.

La Società Gestione Impianti Nucleari (SOGIN) è stata creata nel 1999 in ottemperanza al D.lgs 79/1999 di riordino e privatizzazione del settore elettrico. In un primo momento di proprietà ENEL, è stata ceduta nel 2000 al ministero del Tesoro con un fondo di dotazione iniziale di 1538 miliardi di lire destinato allo smantellamento delle centrali nucleari e al trattamento del combustibile irraggiato.

Oltre a questo fondo di dotazione, il finanziamento delle attività SOGIN proviene da una componente delle bollette elettriche sotto la voce "oneri nucleari", attualmente pari a 0,06 cent di euro a Kwh consumato, che ai consumi correnti (circa 300 miliardi di Kwh/anno) fanno circa 180 milioni di euro/anno. Gli indirizzi operativi di SOGIN sono sintetizzati in due decreti del 2001 e del 2004, entrambi del ministero delle Attività produttive (ex Industria). Significativo è il cambio di indirizzo intervenuto tra i due decreti in particolare per quanto riguarda le attività relative allo stoccaggio dei rifiuti. Nel decreto del 2001 (art. 2) si specificava che la SOGIN doveva collaborare col ministero dell'Industria all'individuazione, caratterizzazione e predisposizione del deposito nazionale sia per lo smaltimento definitivo dei rifiuti condizionati di II categoria, che per lo stoccaggio temporaneo a medio termine, in una struttura ingegneristica, dei rifiuti di III categoria e del combustibile irraggiato non riprocessato.

Dal punto di vista operativo la SOGIN riassume in sé tutte le contraddizioni del quadro legislativo e normativo in materia di sicurezza nucleare: è proprietaria di tutti gli impianti nucleari dismessi, stabilisce le strategie di riprocessamento del combustibile e quelle del condizionamento e alloggiamento dei rifiuti, decide tempi e modalità della disattivazione degli impianti nucleari e del recupero ambientale dei siti, senza dover rispondere a una autorità competente e indipendente che non sia il suo stesso datore di lavoro. Infatti, con la nomina del generale Carlo Jean (ex consigliere militare del Quirinale all'epoca di Cossiga e tuttora presidente della Sogin) a commissario straordinario per l'emergenza dei rifiuti nucleari, vengono riassunte nella stessa persona – e nella stessa SOGIN – le funzioni di chi è chiamato a vigilare (e se del caso intervenire) sull'efficacia delle attività SOGIN, con quelle che lui stesso esercita come responsabile diretto di queste attività.

# CHERNOBYL NON DOCET

*Nonostante  
le catastrofi  
e gli allarmi  
sta risorgendo  
in tutta Europa  
il mito del nucleare*

Giorgio Nebbia

Chimico, Università di Bari

**S**i stanno moltiplicando sulla stampa e in internet documenti e scritti, spesso ammantati di una certa autorevolezza scientifica, che indicano l'opportunità di tornare di nuovo a produrre elettricità con centrali nucleari. Le tesi revisioniste filo-nucleari sono basate sui seguenti punti:

- l'elettricità nucleare non è associata alla produzione di gas serra;
- l'elettricità nucleare non è inquinante, a differenza di quella ottenuta bruciando prodotti petroliferi e carbone;
- l'elettricità nucleare costa, per KWh, meno di quella ottenuta dai combustibili fossili e, a maggior ragione, dalle fonti rinnovabili;
- la produzione di elettricità nucleare permette di affrontare con tranquillità il problema del graduale impoverimento delle riserve di petrolio;
- il problema della sistemazione delle scorie radioattive è fastidioso, ma è risolvibile.

## Errori e bugie

Come tutte le operazioni di revisionismo, tali tesi nascondono errori e bugie dietro alcune verità:

- è vero che l'uso dei combustibili fossili comporta un aumento delle emissioni nell'atmosfera di gas (i cosiddetti "gas serra") responsabili del lento, continuo, riscaldamento planetario dell'atmosfera e degli oceani e dei mutamenti climatici;
- è vero che le riserve mondiali di petrolio (presto, anche di gas naturale) stanno impoverendosi e i problemi di scarsità e di relativo aumento dei prezzi si faranno sentire in uno o due decenni, anche come conse-

guenza della crescente conflittualità associata al controllo politico e militare delle riserve;

- è vero che l'estrazione, il trasporto e la combustione degli idrocarburi e del carbone negli attuali motori e centrali e macchine termiche immettono nell'ambiente sostanze nocive;
- è vero che l'estrazione del carbone comporta un alto prezzo di vite umane;
- è vero che il calore o l'elettricità ottenuti dalle fonti energetiche rinnovabili, tutte direttamente o indirettamente di origine solare, calore a bassa, media o eventualmente alta temperatura, elettricità fotovoltaica o termoelettrica, dal vento o dal moto ondoso, calore dalla combustione di materie organiche derivate dalle biomasse hanno, con le attuali tecniche, un costo in euro per *joule* o per KWh, superiore alle corrispondenti forme di energia ottenute dai combustibili fossili.

**L'energia nucleare  
non è né economica,  
né sicura né pulita**

Infine i revisionisti sostengono che l'energia nucleare è sicura perché nelle molte decine di anni in cui alcune centinaia di reattori hanno funzionato ci sono stati due soli incidenti "importanti", quello di Three Mile Island negli Stati Uniti, in cui non è morto nessuno, e quello di Chernobyl, in Ucraina, che si è verificato in forma catastrofica perché era stato costruito dai comunisti.

## Non è vero

Non è vero, però, che l'energia nucleare risolve o attenua i precedenti problemi. Essa, infatti, non è né economica, né sicura né pulita. Si può pensare che sia "economica" se si fanno i conti del costo, non del prezzo, che con il costo non ha niente a che fare. Il costo dell'elettricità nucleare è ben più alto del costo dell'elettricità ottenibile dai combustibili fossili, da fonte idroelettrica o geotermica e anche da fonti rinnovabili.

I costi monetari dell'elettricità nucleare devono essere calcolati in riferimento al suo intero ciclo: si comincia con i costi relativi all'estrazione dei minerali di uranio e alla relativa concentrazione a ossido, con formazione di grandi quantità di scorie, sia pur blandamente, radioattive. Seguono i costi della trasformazione per via chimica dell'ossido di uranio in esafluoruro di uranio, con formazione anche qui di scorie, sia pur blandamente, radioattive. A questo punto vi sono i costi della trasformazione dell'esafluoruro di uranio in un concentrato di esafluoruro di uranio contenente dal 3 al 4% di uranio-235, con formazione di sottoprodotti di uranio "impoverito" contenente meno dell'1% di uranio-235.

Una parte dei costi di arricchimento è pagato dal fatto che il residuo di fluoruro di uranio impoverito può essere trasformato in uranio metallico, blandamente radioattivo che, essendo un metallo pesante, trova impiego come zavorra per battelli e aerei e, essendo piroforico, trova "utile" impiego come proiettile di cannoni o di aerei. Il ricavato di questo commercio va detratto dal costo (ben mag-



Centrale nucleare a Sessa Aurunca

giore) del processo di arricchimento. A questo punto vanno contabilizzati i costi di trasformazione chimica dell'esafluoruro arricchito di uranio-235 in ossido, che viene introdotto nei reattori per liberare calore per fissione nucleare.

Cominciano poi i costi relativi alla costruzione e all'installazione del reattore e della centrale. Sfuggono a una reale valutazione del costo dell'elettricità nucleare i costi coperti da finanziamenti pubblici, da concessioni da parte di enti pubblici dei suoli, dell'acqua di raffreddamento, della protezione da assalti, delle norme di sicurezza dei lavoratori e altri costi ancora.

Ogni uno o due anni il combustibile deve essere estratto dal reattore, sotto forma di "combustibile irraggiato" ed entra in un'altra parte del ciclo che genera costi da attribuire all'elettricità prodotta.

Il combustibile irraggiato deve stazionare per mesi o anni in una piscina sott'acqua, e anche questo costa.

### Un bivio

Il combustibile irraggiato può seguire due strade.

La prima strada è quella del recupero del plutonio e sua separazione dai prodotti di fissione o di irraggiamento e dall'uranio, con i relativi costi a cui vanno aggiunti altri costi sconosciuti, ma elevati, per la sepoltura, per migliaia di anni, dei residui radioattivi diversi dal plutonio; tale operazione può peraltro avere anche un piccolo ritorno monetario sotto forma di plutonio venduto a fini militari, nessuno può dire a quale prezzo; un piccolo ritorno monetario si può anche avere dalla vendita (nessuno sa a quale prezzo)

del plutonio come "combustibile" per altri reattori nucleari in forma di ossido misto di uranio-plutonio, dopo che è svanita la follia dell'uso del plutonio in reattori autofertilizzanti.

La seconda strada consiste nella sepoltura, per migliaia di anni, del combustibile irraggiato (nessuno sa come e dove e nessuno sa quali siano i costi delle prospezioni geologiche), della costruzione di gallerie sotterranee, dei tentativi poi abbandonati.

Le precedenti considerazioni indicano che qualsiasi "ragionevole" indicazione di un basso costo dell'elettricità nucleare è falsa, essendo noti (con forti incertezze) e contabilizzabili soltanto alcuni costi ed essendo del tutto sconosciuti in gran parte i costi complessivi. Il lettore avrà notato che non ho preso in considerazione nessun costo monetario associato agli esseri umani, come spese per il ricovero di operai o di persone esposte a radiazioni, perdita di ore di lavoro, spostamento di popolazioni dalle zone a rischio, costi della militarizzazione e del controllo poliziesco delle zone coinvolte con attività nucleari.

### Energia pulita?

Non è vero che la produzione di elettricità di origine nucleare è sicura; i casi sempre citati degli incidenti ai reattori di Three Mile Island ("Tutti vivi ad Harrisburg", come scrisse ironicamente Dario Paccino) e di Chernobyl, dovuto alla nota arretratezza della tecnologia comunista (?), sono solo due episodi di una lunga, e solo in parte conosciuta, serie di incidenti che hanno avuto effetti di inquinamento ambientale e di avvelenamento di lavoratori, incidenti verificatisi lun-

go l'intero ciclo di funzionamento delle centrali, di separazione e trattamento del combustibile irraggiato, di trasporto e smaltimento dei materiali radioattivi associati a tale ciclo.

Non è vero che la produzione di elettricità nucleare è pulita. Inquinamenti radioattivi si verificano durante l'intero ciclo dal minerale alla sepoltura delle scorie, anche se i dati sono poco noti; gran parte delle contaminazioni umane e ambientali sono destinati a verificarsi – con certezza – in futuro.

I più delicati punti di inquinamento sono associati alle attività minerarie, alla fase di trattamento chimico del minerale, alla fase di arricchimento, allo stesso funzionamento del reattore che inevitabilmente è accompagnato da, sia pure in genere abbastanza limitate, emissioni di elementi radioattivi nell'atmosfera e nelle acque. Ma la parte più inquinante del ciclo nucleare si ha nella fase di ritrattamento del combustibile irraggiato e, sotto forma di contaminazioni future e certe, nelle fasi di sistemazione e sepoltura delle scorie radioattive e di quanto resterà dei reattori dopo la fine della loro vita utile. La contaminazione futura si può solo intuire perché mancano proposte affidabili di sistemazione delle scorie radioattive in modo che, per migliaia e decine di migliaia di anni le materie radioattive non vengano a contatto con le acque e con esseri viventi.

Dovunque passa, il ciclo nucleare genera e lascia materiali radioattivi formati, spesso per irraggiamento o di parti di macchinari; lo si vede dalla circolazione di crescenti quantità di merci rese radioattive dall'impiego, nel loro ciclo produttivo, di materie che sono state a contatto con la radioattività delle centrali o dei vari processi. Anche in questo caso si hanno poche notizie sotto forma di scoperta di metalli radioattivi, soprattutto alluminio e acciaio, importati anche in Italia e provenienti da parti del ciclo nucleare, non solo come sottoprodotti di incidenti. Se si considera che esistono in funzione oltre 400 reattori nucleari, alcuni già abbandonati, ma che finiranno la loro vita utile entro alcuni decenni, e che alla fine i milioni di tonnellate di cemento, metalli e residui, tutti radioattivi, dovranno essere sepolti "da qualche parte", nessuno sa come e dove, si vede che davvero, con la scelta nucleare è stato stretto quel "patto col diavolo" di cui scrisse Alvin Weinberg, nel 1972. In cambio dell'elettricità il moderno Faust chiede alle



società umane una lungimiranza, una capacità di controllo, una onestà, una stabilità delle istituzioni e una vigilanza che nessuna società umana sembra capace di garantire.

Finora ho cercato di indicare perché, a mio parere, deve essere fermata la moltiplicazione delle centrali nucleari e delle relative attività "commerciali". Esiste poi un mondo in cui gli stessi problemi, moltiplicati per molte volte, sono associati al ciclo nucleare relativo alla produzione di esplosivi e di materiali militari, dall'uranio ad alta concentrazione dell'isotopo 235, al plutonio, al trizio, un ciclo che, a maggior ragione si può definire non sicuro e non pulito e che deve essere fermato, come chiede l'articolo VI del trattato di non proliferazione nucleare. Lo smantellamento delle armi nucleari esistenti e del ciclo nucleare militare pone problemi di sicurezza e di contaminazione radioattiva ancora più grandi di quelli del ciclo nucleare "commerciale", talvolta spacciato per "pacifico" ma che pacifico non è perché i suoi sottoprodotti trovano impiego in attività militari.

Un ultimo commento merita l'affermazione, spesso ripetuta dal revisionismo nucleare, che il referendum del 1987 è stato un clamoroso errore dettato dalla frettolosa e sconsiderata pressione del movimento antinucleare. Esaminiamo brevemente perché il "popolo" italiano decise di vietare la costruzione di altre centrali nucleari e di interrompere il finanziamento ENEL al reattore francese Superphenix, quel famoso reattore autofertilizzante che avrebbe dovuto produrre più energia di quella ricavabile dalla carica di uranio, e perché l'esito del referendum del novembre 1987 non fu dovuto soltanto allo spavento seguito alla catastrofe del reattore ucraino di Chernobyl, allora nell'Unione sovietica.

Negli anni Cinquanta e Sessanta del Novecento l'Italia era alla gloriosa avanguardia nel campo dell'energia nucleare; c'erano ambizioni di costruire una bomba atomica nazionale, una nave a propulsione nucleare, ma soprattutto i vari governi, sotto la pressione dell'ENEL, volevano costruire "tante" centrali nucleari. Bisogna rian- dare al 1973 e alla prima crisi petrolifera, quando il prezzo del petrolio greggio schizzò, in pochi mesi, da 2 a 10 dollari al barile, e fece intravedere un'Italia a piedi e al buio; in quello

spavento il governo del tempo non trovò di meglio che proporre il primo "programma energetico nazionale" del 1975, che prevedeva la costruzione di un numero imprecisato, fra 40 e 60, di centrali nucleari da 1000 megawatt ciascuna che sarebbero andate ad aggiungersi alle tre piccole centrali esistenti (in Piemonte, Lazio e Campania) e a quella ad acqua bollente costruita in Lombardia nella golena del Po a Caorso, fra Piacenza e Cremona. Già in quegli anni i dati disponibili mostravano che, dopo un avvio entusiasmante, la produzione di elettricità dalla fissione del nucleo atomico cominciava a mostrare i suoi limiti; sopravviveva bene negli Stati Uniti, nell'Unione sovietica, in Inghilterra e in Francia dove le attività nucleari civili erano funzionali a quelle militari; il plutonio, formatosi dall'uranio durante il funzionamento delle centrali, veniva separato in impianti costosi e

**Le riserve mondiali di petrolio (presto, anche di gas naturale) stanno impoverendosi e i problemi di scarsità e di relativo aumento dei prezzi si faranno sentire in uno o due decenni**

soggetti a incidenti e inquinamenti, e aveva un "mercato" come esplosivo per armi atomiche; negli anni Cinquanta, Sessanta, Settanta e Ottanta del Novecento sono state esplose a fini sperimentali centinaia di bombe atomiche nell'atmosfera e nel sottosuolo. Ma l'Italia voleva ugualmente la sua gloria; molti si chiesero dove avrebbero potuto essere messe le tante centrali del primo programma energetico e che cosa sarebbe stato del combustibile irraggiato. Per farla breve, nel successivo "programma energetico nazionale" del 1977 il numero delle centrali nucleari previste era sceso a quattro, ma ciascuna da 2000 megawatt. Un'altra sul Po in Piemonte, una nel Mantovano, una nel Lazio a Montalto di Castro, una da qualche parte in Puglia. Chi sa che qualche studente un giorno non faccia una tesi di laurea sugli errori e le menzogne e le compiacenze politiche di quegli anni; il materiale non è facile da ottenere. Una parte imponente si trova a Brescia presso la Fondazione Archivio Luigi Michelet-

ti [www.fondazionemicheletti.it](http://www.fondazionemicheletti.it), in corso di schedatura.

Apparirà allora che le proposte di insediamento erano fatte su informazioni cervelotiche, senza tenere conto dei vincoli territoriali, sulla base di valutazioni di impatto ambientale approssimative e talvolta errate, e mirate a giustificare le scelte del governo e delle autorità locali attratte dalla gran quantità di soldi che lo Stato offriva a chi accettava una centrale nucleare nel suo territorio.

In questa generale confusione si verificò l'incidente al reattore americano di Three Mile Island (marzo 1979) a cui seguirono i lavori di una commissione sulla sicurezza nucleare, resi pubblici a Venezia nel gennaio 1980; neanche questo rallentò la passione nucleare. Le popolazioni condannate a ospitare le previste centrali nucleari intanto si informavano e perfino modesti contadini impararono a conoscere parole come isotopi, radioattività, plutonio, dose massima ammissibile, eccetera. E capirono perché non dovevano essere costruite le centrali né nel loro territorio, né altrove.

Gli anni Ottanta del secolo scorso sono stati caratterizzati dall'avvio della costruzione delle centrali di Montalto di Castro che avrebbe dovuto produrre 2000 megawatt con due reattori ad acqua sotto pressione, dalle continue difficoltà del reattore di Caorso, dalle notizie sempre più scoraggianti sul funzionamento del "perfettissimo" reattore francese Superphenix nel quale l'ENEL aveva investito, di soldi pubblici, un terzo del capitale iniziale, reattore definitivamente chiuso nel 1997 con la sua carica di sodio metallico e di plutonio. A Rotondella in Basilicata cominciava il ritrattamento delle barre irraggiate importate dal reattore americano di Elk River funzionante col ciclo torio-uranio, chiuso dopo appena tre anni, barre che i proprietari avevano provvidenzialmente rifilato all'Italia dove il lavoro di separazione delle varie frazioni altamente radioattive è stato inquinante e del tutto inutile. E le relative scorie sono ancora lì, sul mar Ionico. Quando si verificò la catastrofe al reattore di Chernobyl la protesta era già al culmine e da qui il risultato del referendum del 1987, che contestava gli sconsiderati programmi nucleari italiani che qualcuno sta oggi pensando di resuscitare.

# L'URANIO CHE UCCIDE

*Impatto  
ambientale,  
rifiuti da smaltire,  
scorie da nascondere.  
L'eredità  
del processo  
produttivo  
dell'energia  
nucleare*

Gianni Tamino

Biologo, Università di Padova

**P**iù volte, negli ultimi tempi, uomini politici, economisti e i soliti “scienziati filonucleari” hanno riproposto l'energia nucleare come soluzione per la crisi energetica dovuta alla scarsità di petrolio e per risolvere l'effetto serra provocato dalle emissioni di anidride carbonica (CO<sub>2</sub>) che si verificano ogni volta che si utilizzano combustibili fossili. Si tratta comunque di valutazioni molto discutibili.

Infatti, se le stime pongono il picco del petrolio (cioè il momento in cui la domanda supera la possibile offerta) intorno al 2020 e quello del gas naturale tra il 2030 e il 2060, non molto migliore è la stima per l'uranio (U): con le attuali centrali si prevede il raggiungimento del picco nel 2060, ma se il numero di impianti dovesse crescere la data si sposterebbe al 2040-2050, cioè nello stesso periodo in cui si può collocare il picco combinato di petrolio e metano.

Per quanto riguarda, poi, l'emissione di gas serra, la produzione di CO<sub>2</sub> non dipende solo dall'impiego di un combustibile in una centrale, ma da tutto il percorso che va dall'estrazione del combustibile alla gestione di scorie e rifiuti. Inoltre va confrontato l'insieme degli impatti ambientali e sanitari delle diverse fonti di energia. In tale ottica è importante considerare il processo di produzione, di utilizzo e di smaltimento del combustibile nucleare.

## **Uranio impoverito**

Il minerale di uranio viene concentrato per macinazione e poi trasportato in un impianto di conversione, dove



Centrale nucleare a Latina

viene trasformato in esafluoruro di uranio gassoso (UF<sub>6</sub>). Nell'impianto di arricchimento isotopico, questo gas viene spinto contro una barriera porosa che funge da setaccio: l'uranio 235, più leggero, vi penetra più facilmente dell'uranio 238. Il prodotto arricchito (al 3-4% di U-235) viene quindi mandato a un impianto di fabbricazione del combustibile, dove il gas di UF<sub>6</sub> viene trasformato prima in polvere di ossido di uranio e poi nelle pastiglie di cui sono composte le barre di combustibile, che saranno trasportate al reattore, pronte per essere utilizzate.

Ma il processo di arricchimento pro-

duce anche grandi quantità di uranio impoverito, ossia uranio cui manca la corrispondente quantità di U-235. L'uranio impoverito ha un suo mercato soprattutto come metallo per i proiettili penetranti dei cannoni e dei missili, ma anche nell'industria aeronautica.

Come già detto, un terzo del combustibile nucleare ogni anno deve essere sostituito con materiale nuovo, a causa dell'impoverimento in U-235 e dell'accumulo di prodotti di fissione che assorbono neutroni. Il combustibile usato, divenuto un rifiuto nucleare, viene conservato in un contenitore metallico pressurizzato per circa un

© Olympia

mezzo e quindi immerso per almeno un anno all'interno di vasche di raffreddamento nelle vicinanze del reattore. Spesso si parla di "ciclo del combustibile nucleare", una definizione entrata nel linguaggio comune, ma che non ha alcun riscontro con la realtà. Infatti non vi è nessun ciclo, perché il processo non viene chiuso, ripristinando le condizioni di partenza, come succede nei cicli biogeochimici naturali, alimentati dall'energia solare (ciclo del carbonio, dell'acqua ecc.). Il mito del ciclo del combustibile nucleare nasce dall'antico sogno di poter separare negli impianti di ritrattamento il plutonio fissile generato dai reattori commerciali e di poterlo poi riutilizzare nei reattori autofertilizzanti veloci, dando così vita a un passaggio perpetuo da U-238 (uranio non fissile) a Pu-239 (plutonio), destinato a ulteriori reattori dello stesso tipo. L'idea era di creare un ciclo industriale con molti reattori autofertilizzanti veloci e dozzine d'impianti di ritrattamento, come quelli che oggi si trovano solo in Francia, a La Hague, e in Gran Bretagna, a Sellafield. Ma la tecnologia del reattore autofertilizzante è enormemente cara, tecnicamente poco sviluppata, ancora più controversa, dal punto di vista della sicurezza, degli impianti nucleari convenzionali, e particolarmente vulnerabile agli usi militari. Per queste ragioni il più noto reattore di questa specie, il Superphenix francese, è stato spento nel 1998. L'uranio è quindi una risorsa non rinnovabile e non vi è alcun ciclo, ma solo un processo lineare che si conclude con una grande produzione di scorie e di rifiuti, che a tutt'oggi non si sa dove mettere.

### Cosa fare dei rifiuti?

Vanno considerati rifiuti radioattivi tutti gli scarti del processo di produzione e utilizzo del materiale nucleare: dalle scorie di miniera ai sottoprodotti delle operazioni chimiche di purificazione e di arricchimento, ai sottoprodotti del funzionamento delle centrali fino ai residui delle operazioni di ritrattamento del combustibile irraggiato. Infine divengono rifiuti da gestire i materiali costitutivi delle cen-

trali, una volta esaurita la capacità di produrre energia.

La prima centrale realizzata in Italia, quella del Garigliano, caratterizzata da innumerevoli incidenti senza alcuna produzione significativa di energia elettrica, è stata anche la prima ad essere chiusa nel 1982: si tratta di 53 tonnellate di combustibile che si intende riprocessare a Sellafield. Le scorie sono state immagazzinate con altri materiali nucleari da ormai 20 anni nel deposito Fiat Avogadro vicino Vercelli. Se riprocessate, le 53 tonnellate di combustibile usato della centrale di Garigliano produrranno circa mezza tonnellata di plutonio (potenzialmente utilizzabile per usi militari), 50 tonnellate di uranio impoverito, 400 metri cubi di scorie di basso e medio livello e 5,3 metri cubi di scorie vetrificate di alto livello di radioattività. Alla

**Vanno considerati  
rifiuti radioattivi tutti  
gli scarti del processo  
di produzione e utilizzo  
del materiale nucleare**

fine gran parte o tutto questo materiale dovrà essere messo in ipotetici depositi definitivi per tali scorie e rifiuti, ma a tutt'oggi nessun Paese al mondo ha trovato una valida soluzione per lo stoccaggio finale delle scorie radioattive. Da noi è sufficiente ricordare il famigerato decreto che imponeva il deposito permanente delle scorie a Scanzano Jonico, ipotesi saltata per la ferma opposizione della popolazione locale e per l'insostenibilità delle caratteristiche del sito individuato. Preoccupante a tal proposito che queste operazioni siano affidate alla SOGIN del generale Jean, società la cui nascita e la cui atti-

vità sollevano non pochi dubbi.

### Troppo tardi!

Anche decidendo ora di ricorrere al nucleare, il suo apporto in termini di riduzione di gas serra sarebbe limitato e arriverebbe troppo tardi (come ammette un lavoro pubblicato dal Politecnico di Milano).

Ma la dipendenza da fonti fossili per il processo produttivo del combustibile nucleare comporta anche un minor rendimento energetico e la produzione di tutti gli inquinanti, legati alla combustione di tali fonti. Inoltre vi sono tutti gli impatti specifici del materiale radioattivo estratto, utilizzato ed esaurito.

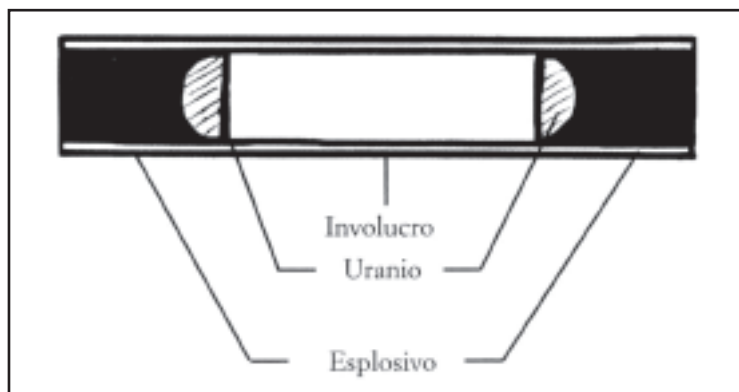
L'estrazione di uranio nelle varie miniere del mondo ha creato gravi problemi ai lavoratori, all'ambiente e alla popolazione. Ad esempio nelle prime miniere, dopo anni di duro lavoro in gallerie poco ventilate, contaminate dal radon radioattivo, migliaia di minatori morirono di tumore polmonare. Molti dei minatori statunitensi impiegati nelle miniere di uranio erano nativi Navajos, dato che molte delle miniere erano collocate nelle

loro riserve e alcuni di loro e dei loro discendenti sono stati beneficiari di una legge che nel 1990 ha riconosciuto il danno loro arrecato. Tra i più colpiti anche i minatori del sito tedesco orientale di Wismut, che all'epoca impiegava oltre 100.000 persone.

Enormi masse di terra rimossa dalle miniere venivano liberamente ammassate all'aperto e i cumuli contenevano concentrazioni relativamente elevate di gas *radon* e di altri nuclidi radioattivi, e non solo i minatori, ma anche l'area circostante e i residenti furono perciò esposti a elevate e prolungate radiazioni.

L'uranio, anche quello impoverito, può provocare danni, nonostante le particelle alfa che emette non siano in grado di attraversare la pelle. Infatti una persona può esporsi all'uranio sia inalandone le polveri nell'aria che ingerendolo con il cibo e con l'acqua.

Si è visto, infatti, che le persone che vivono in aree vicine a poligoni nucleari o a miniere in cui lavorano i minerali possono essere esposte a



Bomba nucleare a fissione: schema del meccanismo "a cannone"  
Fonte: Angelo Baracca, *A volte ritornano: il nucleare. La proliferazione nucleare, ieri, oggi e soprattutto domani*, Jaka Book, 2005

livelli di radioattività più elevati per via della produzione di polveri sottili e radon che vengono trasportati dai venti nelle zone circostanti.

Anche le acque usate dalle miniere per il trattamento del minerale possono diventare veicolo di contaminazione per le aree vicine.

La contaminazione continua nelle fasi di arricchimento, tenendo anche presente che l'esafluoruro di uranio è molto corrosivo; vi sono inoltre i rischi connessi al trasporto del combustibile e poi gli impatti della centrale nucleare nel suo normale funzionamento, anche a prescindere dal rischio di incidenti gravi, come avvenne a Chernobyl. Infatti, come ricordano Mattioli e Scalia, la dose limite di radiazioni indicata dalla Commissione Internazionale per la protezione dalle radiazioni (Icrp) per il personale addetto agli impianti e per la popolazione non significa dose al di sotto della quale non vi è rischio, bensì quel livello di radiazioni cui sono associati effetti somatici (tumori, leucemie ecc.) o genetici, che vengono considerati accettabili per l'individuo e per la collettività in vista dei

benefici economici derivanti dalle centrali. Secondo Icrp in corrispondenza alla dose ammessa si possono verificare una decina di morti all'anno per tumore su 10.000 lavoratori esposti. Rilasci di quantità nocive di sostanze radioattive avvengono poi nella routine quotidiana delle centrali di riprocessamento, come documentato dall'elevata incidenza di leucemia infantile e giovanile a Sellafield e La Hague dove,

**Le persone che vivono in aree vicine a poligoni nucleari o a miniere possono essere esposte a livelli di radioattività più elevati**

nei campi vicino al deposito, nel 2005, sono stati riscontrati livelli medi nelle falde di 9000 Bq/l (Bequerel per litro), mentre il limite europeo è di 100 Bq/l. Ma non possiamo certo dimenticare che, oltre ai gravi incidenti di Three Mile Island e di Chernobyl, molti altri sono stati gli incidenti anche mortali verificatisi nelle varie centrali nuclea-

ri sparse per il mondo. Possiamo ricordare che in Francia, per esempio sono state presentate oltre 200 denunce da cittadini con cancro tiroideo e 277 incidenti nucleari sono stati catalogati dall'osservatorio atomico di Vienna. Limitandoci poi solo all'ultimo periodo va ricordato che la *Kansai Electric Power Company* (la compagnia proprietaria dell'impianto nucleare giapponese di Mihama) è stata messa sotto

inchiesta con pesanti accuse di negligenza: la conduttura che ha provocato un incidente mortale nel 2004 non veniva adeguatamente controllata dal momento dell'installazione, nel 1976. Prima di questo incidente, negli ultimi anni in Giappone c'era già stata l'esplosione nell'impianto di Tokaimura nel 1999, con tre operai morti, molti feriti e centinaia di cittadini contaminati anche in modo grave.

Sempre a Tokaimura, nel 1997, un'esplosione aveva disperso in atmosfera gas radioattivo. Infine il 16 maggio 2004 vi è stato un incidente in una centrale nucleare francese vicino a Strassburgo: uno dei reattori è stato fermato in seguito a un incendio.

Richiesta di energia per la vita operativa di un reattore ad acqua pressurizzata (PWR) da 1000 MWe, con 0,3% di arricchimento (Chattanooga Shale), che produce 197.100.000 MWh.

PROCESSO	ELETTRICITÀ [MWh]	COMBUSTIBILI* [106 BTU]
Estrazione di 5682 tonnellate di uranio naturale	1.667.000	20.010.000
Macinatura di 5682 tonnellate di uranio naturale	2.736.000	99.800.000
Conversione di 5682 tonnellate di uranio naturale	82.960	7.676.000
Arricchimento di 3022 x 10 <sup>3</sup> SWU (cioè separative work units, unità che indica l'energia utilizzata per ottenere l'uranio arricchito)	8.533.000	2.412.000
Produzione di 822 tonnellate di uranio arricchito	247.400	2.109.000
30 anni di gestione della centrale	461.500	18.140.000
Riprocessamento** di 822 tonnellate di combustibili	16.360	292.600
Immazzinamento scorie; 30 anni di gestione	5.010	183.200
Trasporto di 5682 tonnellate di uranio naturale	597	81.930
822 tonnellate di combustibile	1.861	255.900
Energia totale richiesta	13.750.000	151.000.000

\*Esclusi i combustibili usati per generare l'elettricità.

\*\*Senza riciclaggio dell'uranio né del plutonio, non ci sarebbe probabilmente riprocessamento.

Fonti: Perry, Rotty, e Reister 1977; Rotty, Perry, e Reister 1975.

Tratta da: D. T. Spreng, *Net-Energy Analysis*, 1988