

Una difficile eredità

Stefano Pisani

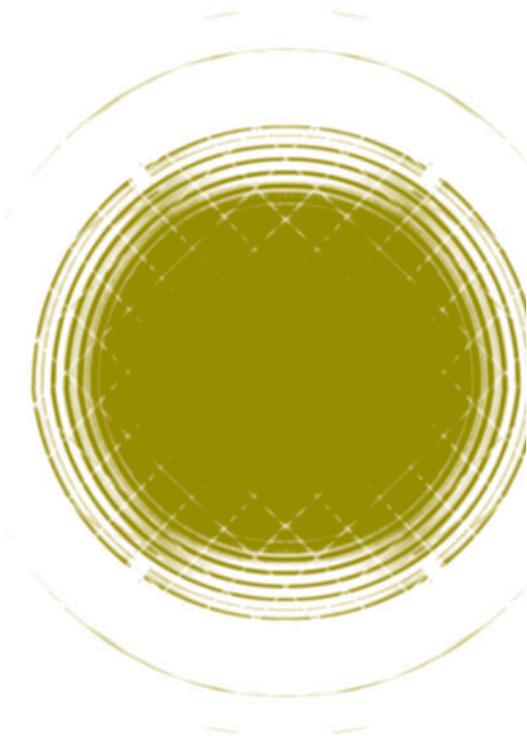
Fra le questioni più delicate lasciate dalla guerra fredda c'è sicuramente il problema delle scorie nucleari

All'inizio degli anni Novanta la fine della guerra fredda fra gli Stati Uniti e l'allora Unione Sovietica in disfacimento si lascia dietro questioni ancora "calde", come lo smaltimento dei rifiuti atomici connessi alla dismissione delle armi nucleari delle due superpotenze. Una quantità notevole di "spazzatura" atomica di difficile gestione che si aggiunge alle scorie usuali che derivano dall'attività non bellica delle centrali nucleari. La situazione globale degli armamenti atomici è comunque oggi molto più rassicurante di alcuni anni fa grazie ai numerosi trattati, come START (*Strategic Arms Reduction Treaty*) e SORT (*Strategic Offensive Reductions Treaty*) ad esempio, che hanno determinato una riduzione degli arsenali nucleari delle due grandi potenze e hanno espresso l'impegno (dei cinque Stati ufficialmente nuclearizzati) per un prossimo raggiungimento del disarmo nucleare totale. Dalle oltre 65mila armi nucleari attive nel mondo, si è passati alle 20mila del 2002 e nel prossimo decennio si aspetta una riduzione ulteriore del numero di armi attive fra il 30 e il 50 per cento. Ma molte testate sono state smantellate, non distrutte.

Per gli Stati Uniti l'eredità della gestione delle scorie della guerra fredda ricade sulle spalle del Doe (*Department of Energy*), la struttura governativa che sovrintende ai settori strategici dell'energia, della scienza e della produzione di armamenti nucleari. Per la gestione, provvisoria e definitiva, delle scorie nucleari nel solo anno 2000 il dipartimento ha speso 6,4 miliardi di dollari, 300 milioni di dollari in più di quanto lo stesso Doe abbia speso per la sicurezza nazionale. E mezzo miliardo di dollari in più di quanto l'Epa (*Environment Protection Agency*) ha speso per affrontare tutte le altre questioni ambientali degli Stati Uniti. Per tentare di dare una collocazione definitiva alle scorie nucleari, che in tutti gli Stati Uniti occupano un volume di 37 milioni di metri cubi (un po' meno, peraltro, di quelli che in Russia si trovano nella sola Seversk), e per cercare di decontaminare le aree in cui in questo momento si trovano i rifiuti nucleari

di origine militare, il Doe ha pensato di impiegare da 70 a 100 anni e contata di spendere da 200 a 1.000 miliardi di dollari. A grandi linee, il programma prevede di decontaminare le aree inquinate (le principali sono dieci), raccogliere il materiale radioattivo più pericoloso disperso in svariati siti e di trasportarlo in grandi depositi sotterranei per la sistemazione definitiva.

Secondo una classificazione del *National Safety Council*, esistono essenzialmente sette tipi di scorie nucleari. Le categorie delle scorie radioattive sono basate sull'origine della scoria, non necessariamente sul suo livello di radioattività. Ad esempio, alcune scorie di basso livello sono altamente radioattive. Le scorie radioattive possono rimanere nocive per pochi giorni, centinaia o anche migliaia di anni. Da attività connesse con la difesa come ricerca, produzione e pulizia delle armi nucleari, derivano soprattutto le scorie transuraniche (TRUW, *Transuranic Waste*) che contengono radioisotopi artificiali più pesanti dell'uranio. Generalmente consistono in vestiti, strumenti, residui, macerie, attrezzature, cristalleria, suolo, liquami e altri oggetti contaminati con piccole quantità di elementi radioattivi (principalmente plutonio). I TRUW danno origine a contaminazioni con radionuclidi con periodo di dimezzamento superiore ai 20 anni e che emettono una specifica concentrazione (100 nanocurie per grammo) di particelle alpha, che possono colpire un essere umano attraverso la radiazione ma anche attraverso ingestione, inalazione o ferite nella pelle. Le piccole particelle – proprio attraverso ingestione o inalazione – possono entrare nell'organismo e danneggiare il tessuto polmonare e gli organi interni. I TRUW possono essere maneggiati a 'contatto' (CH, *contact-handled*) oppure a 'distanza' (RH, *remote handled*), a seconda della quantità di radiazioni che emettono. Dai CH-TRU ci si può difendere semplicemente con una lieve schermatura (anche un foglio di carta). Gli RH-TRU sono invece più pericolosi, perché emettono radiazioni gamma, molto pene-



tranti, e devono essere schermati con piombo, acciaio o cemento. Attualmente, scorie nucleari si trovano in 120 siti di 39 stati americani.

Per le scorie transuraniche americane la procedura seguita comporta l'immagazzinamento in fusti schermati e bidoni metallici e poi l'invio all'impianto di smaltimento permanente del Doe, l'impianto pilota di isolamento delle scorie WIPP (*Wast Isolation Pilot Plant*). Il WIPP, collocato vicino Carlsbad, in New Mexico, è un deposito sotterraneo articolato in una rete di tunnel in cui vengono abbandonati i rifiuti nucleari stivati in sfere container avvolte in sacchi di ossido di magnesio (per prevenire l'infiltrazione nel terreno dei radionuclidi solubili). L'impianto è capace di accogliere 175.600 metri cubi di rifiuti, e la struttura rispetta gli standard ambientali dell'Epa.

Dal 26 marzo 1999 - a dieci anni dalla prima stesura del progetto e venti dal via libera del Congresso - è diventato operativo per realizzare l'isolamento dei rifiuti transuranici a media e bassa intensità radioattiva. Il WIPP è il primo deposito geologico al mondo destinato allo smaltimento di rifiuti transuranici a media e bassa intensità radioattiva. Si trova in una miniera di sale 700 metri sottoterra: isolare elementi che, come il Plutonio 239, dimezzano la propria radioattività in decine di migliaia di anni non è un'impresa da poco perché è difficile trovare materiali che assicurino la tenuta o strati geologici che garantiscano la più assoluta stabilità in tempi così lunghi. Le miniere si sono rivelate la scelta migliore. E non tutti i tipi di miniere: solo quelle di sale sembrano possedere tutti i requisiti richiesti. A Carlsbad, ad esempio, lo strato di sale è profondo un chilometro ed è immobile da almeno 240 milioni di anni. I rifiuti transuranici, arrivano a destinazione a bordo di speciali container chiamati TRUPACT II (*Transuranic Package Transporter Model II*) che possono contenere 14 cilindri da 70 litri ciascuno circa. Secondo i test effettuati dal *Vehicle Research Center* americano, sono così resistenti da uscire completamente intatti da un impatto venti volte superiore a quello provocato in un incidente autostradale medio. Il WIPP è autorizzato dal 2006 a ricevere scorie pericolose come le RH-TRU, mentre per quanto riguarda i rifiuti CH-TRU, che costituiscono attualmente la quasi totalità delle scorie stivate, le spedizioni sono cominciate già dalla sua apertura. A gennaio scorso, il WIPP ha toccato il suo centesimo carico di RH-TRU, proveniente dall'*Idaho National Laboratory*, uno dei maggiori produttori di rifiuti di questo genere e, a oggi, sono 6300 i carichi complessivi arrivati. Fra gennaio 2004 e novembre 2005,

1860 cilindri sono stati trasferiti dal *Nevada Test Site* al WIPP. La maggior parte dei rifiuti transuranici statunitensi gestita al *Nevada Test Site*, sede di test atmosferici e sotterranei condotti dal governo federale sulle armi nucleari, è stata prodotta come parte del programma nucleare di ricerca e sviluppo di armi atomiche del *Lawrence Livermore National Laboratory* di Oakland, in California. Al luglio 2007, restavano ancora in loco 58 scatole, 2 sfere e circa 100 cilindri che non soddisfacevano i requisiti di stoccaggio del WIPP. Questi materiali sono conservati nel TRU Pad, posto nell'Area 5 del complesso per la gestione delle scorie radioattive, una struttura opportunamente

Secondo una stima del Dipartimento americano, solo la decontaminazione delle aree con presenza di scorie richiederà dai 70 ai 100 anni di tempo

isolata e schermata anche rispetto alle infiltrazioni nel suolo. Il volume totale di TRUW e di suolo contaminato da TRUW in America è stimato intorno al milione di metri cubi. In base al WIPP *Land Withdrawal Act* varato dal Congresso degli Stati Uniti nel 1992, il Doe non potrà stoccare più di 150 mila metri cubi di rifiuti transuranici nell'impianto sotterraneo. L'inventario ufficiale federale dei rifiuti transuranici prodotti dal programma di difesa, parla però di circa 66 mila metri cubi nel 2000 a cui dovranno essere aggiunti i circa 100 mila metri cubi di rifiuti che saranno prodotti fino alla sua chiusura (si prevede nel giro dei prossimi trent'anni circa). L'intero trasferimento dei rifiuti transuranici dovrebbe essere completato prima del 2034. La messa in sicurezza del deposito richiederà ulteriori cinque anni. Solo tra più di un secolo, nel 2134, cesseranno, infine, i controlli attivi.

LA SITUAZIONE RUSSA

Dopo una serie di controverse vicende legislative, nel 2001 il MinAtom (il Ministero per l'Energia Atomica russo) ha indicato le strutture ancora attive della centrale di Mayak come luogo di riprocessamento dei rifiuti radioattivi importati da paesi esteri come Germania, Gran Bretagna, Svizzera, Spagna, Giappone, Corea del Sud, Corea del Sud, Taiwan. Il riprocessamento consiste in una serie

di trattamenti fisici e chimici che separano le scorie radioattive vere e proprie (cesio, stronzio, ecc) dal materiale fissile (uranio e plutonio) allo scopo di poter riutilizzare quest'ultimi o per usi militari o per fabbricare nuovi elementi di combustibile. Un trattamento che produce per ogni tonnellata di combustibile 45 metri cubi di scorie liquide ad alta attività, 150 metri cubi a media attività e 2000 metri cubi a bassa attività, 1 tonnellata di scorie solide di terza categoria, 3 tonnellate di seconda categoria e 3.5 tonnellate di prima categoria.

A fine maggio del 2002, i piani per il trasporto, l'immagazzinamento e il riprocessamento del combustibile nucleare esaurito proveniente da paesi stranieri, una misura che ha garantito all'ex Unione Sovietica introiti economici non indifferenti, hanno ricevuto parere negativo dal Corpo Regolatore della Russia per la sicurezza nucleare (*Gosatomnadzor*). Come si legge nella lettera scritta del 25 maggio 2002, le possibilità tecniche che dovrebbero garantire l'appropriata amministrazione delle scorie radioattive in accordo con le richieste normative e legislative approvate nel campo dell'uso dell'energia nucleare, della sicurezza radioattiva per la popolazione e per la protezione dell'ambiente sono assenti nell'impianto di

Il principale impianto russo destinato al riprocessamento dei rifiuti radioattivi stenta a garantire adeguati standard di modernità

Mayak. Manca infatti il necessario equipaggiamento per il trattamento e la vetrificazione delle scorie radioattive (gli esperimenti effettuati nella fornace di vetrificazione sono insoddisfacenti) e tutto ciò rappresenta una conferma dell'impossibilità di accettare il combustibile nucleare spento dai paesi stranieri per il loro riprocessamento, senza una modernizzazione generale dell'impianto. Questo parere non ha però influito sui progetti del MinAtom.

Il programma per la creazione di armi nucleari da parte di Stalin, dopo Hiroshima e Nagasaki cominciò a produrre plutonio e tritio in tre luoghi fortificati, Chelyabinsk-40 (detto Mayak), Tomsk-7 in Siberia, e Dodonovo-27, tra Dodonovo e Krasnoyarsk, sempre in Siberia. Oggi la Russia è titolare di un infelice primato: possiede infatti i tre siti più contaminati al mondo, Seversk, Mayak e Zheleznogorsk. Il complesso nucleare Mayak (che significa faro),

nella provincia di Chelyabinsk, è situato sul fianco orientale degli Urali del Sud, in un'area di circa 90 chilometri quadrati ed è attualmente il più grande complesso nucleare del mondo. Si trova in una regione di laghi (i maggiori sono il Kyzyltash e l'Irtyash), ed è attraversato dal fiume Techa. La costruzione di Mayak iniziò nel 1945 e il complesso divenne operativo per la produzione di plutonio dal giugno di tre anni dopo.

La prima bomba atomica sovietica, fatta esplodere nell'agosto del 1949 in coincidenza con il settantesimo compleanno di Stalin, fu costruita utilizzando plutonio prodotto a Mayak. Majak è famoso per essere uno dei siti più radioattivamente contaminati al mondo a causa del rilascio nell'ambiente di radionuclidi in diverse circostanze, come l'esplosione del 29 settembre 1957 di un deposito di materiali radioattivi con successivo rilascio di radionuclidi in atmosfera (incidente nucleare fra i più gravi della storia, al livello 6 su 7 della scala INES) e il recesso delle acque del lago Karachai, precedentemente usato per lo scarico di scorie radiattive, con risospensione in atmosfera dei sedimenti radioattivi del letto del lago a causa dell'azione del vento nel 1967. Come risultato dell'accidentale rilascio di materiale radioattivo nell'ambiente circostante, coloro che lavorano nell'impianto di Mayak e le popolazioni circostanti sono state esposte ad un totale di radiazioni e di materiale radioattivo estremamente sostenuto.

In molti casi, le dosi ricevute sono confrontabili con quelle ricevute dai superstiti di Hiroshima e Nagasaki. Circa 272.000 persone sono state esposte a radiazioni di alto livello e le risorse idriche sono state contaminate con isotopi radioattivi di alto livello (come plutonio, strozio-90 e cesio-137). Anche se i 5 reattori a plutonio sono stati chiusi nel 1991, la centrale RT-1 di Mayak - destinata sin dal 1976 al riprocessamento del carburante nucleare spento - effettua ancora il riprocessamento del combustibile nucleare usato da praticamente tutte le tipologie di reattori e il complesso rimane ancora oggi un centro per riprocessare le scorie atomiche provenienti dalle centrali, dai reattori di ricerca, e dalla flotta atomica russa. Il plutonio è separato dal combustibile nucleare spento. Inoltre, Mayak possiede un impianto per il trattamento delle scorie radioattive con immagazzinamento provvisorio e strutture per la produzione di combustibile di Ossido Misto (MOX) e per la vetrificazione di scorie liquide radioattive. Il riciclaggio e la riconversione delle scorie radioattive sono operazioni estremamente costose che i russi non sempre sono in grado di sostenere. Secondo i dati ufficiali,

sono oltre 70 mila i metri cubi di scorie altamente radioattive ancora stoccate nelle strutture dell'impianto Mayak. Per il crescente accumulo di scorie non trattate è in costruzione un deposito dove verranno conservate 50 tonnellate di plutonio estratto dalle testate nucleari russe. La costruzione del deposito è finanziata dagli Stati Uniti, ma non si conosce né la data di ultimazione né quella di entrata in funzione. Nel lago Karachai, inoltre, si sta cercando di calare sul fondo blocchi di cemento per evitare che il vento sollevi la polvere contaminata nei periodi di secca. Se il materiale radioattivo presente nell'acqua del lago raggiungesse il sistema idrico del fiume Irtysh, la contaminazione potrebbe raggiungere anche l'oceano Artico. Un secondo complesso capace di processamento di carburanti spenti di provenienza occidentale è inoltre in costruzione nella regione russa di Krasnoyarsk. Questa struttura diventerà operativa prima del 2015.

Seversk, città della Siberia sul fiume Tom, era stata scelta già dal 1949 per ospitare uno dei più grandi complessi nucleari del mondo, il Sibkhimbkombinat, che ha realizzato la gran parte delle decine di migliaia di testate nucleari montate su missili (45.000 delle quali dispiegate solo nel 1986) che hanno fatto dell'Unione Sovietica, insieme agli Stati Uniti, una superpotenza atomica. Inaugurato nel 1954, a regime poteva contare su cinque reattori nucleari militari, un impianto di separazione chimica, uno per il riprocessamento dell'uranio e del plutonio, un impianto di arricchimento dell'uranio e, infine, un sistema di stoccaggio dei rifiuti nucleari.

A Seversk oggi funziona un solo reattore militare. Nel complesso lavorano ancora 15.000 persone. I rifiuti solidi, per un totale di 127.000 metri cubi, sono conservati in un bunker nel sottosuolo, in contenitori con pareti spesse 1,5 metri. Fino al 1982 i rifiuti liquidi venivano scaricati in due pozzi, B1 e B2, che coprono un'area di 75.000 metri quadrati. In una ventina di anni vi sono stati scaricati in totale 280.000 metri cubi di liquidi contenenti isotopi radioattivi a lunga vita per un totale stimato di 4,6 milioni di TBq (miliardi di bequerel). Dal 1982 i rifiuti liquidi radioattivi vengono depositati in pozzi più attrezzati. In particolare i rifiuti a basso livello di radioattività vengono pompati in strati di sabbia posti tra 240 e 290 metri nel sottosuolo, mentre quelli ad alto livello di radioattività vengono depositati in strati di sabbia collocati a una profondità di 310-340 metri.

Riferimenti Bibliografici

<http://www.ocrwm.doc.gov>
<http://www.epa.gov>
<http://www.nv.doc.gov>
<http://www.wipp.energy.gov>
<http://www.nsc.org>
<http://apt.lanl.gov>
<http://www.sortirduclaire.fr>
<http://www.zonucleaire.com>
<http://www.ocrwm.doc.gov>
<http://www.dmsa.unipd.it/~mazzia/lavori/seminario.pdf>
<http://www.globalsecurity.org>

- I problemi del nucleare a vent'anni dal referendum, dossier Legambiente 2007
- The Arctic Nuclear Challenge, Bellona Report Volume 3 - 2001
- Mayak, a 50 year tragedy - Summary of the report released by Greenpeace Russia, 2007
- Russia, discarica nucleare d'Europa? Relazione sul nucleare di Greenpeace Italia, 2003
- Una strategia per la gestione delle scorie nucleari, di Massimo Scalia, Giuseppe Onufrio