

# Decommissioning degli Impianti Nucleari



*Si può fare  
ed è stato fatto*

*Una delle preoccupazioni più diffuse in tema di produzione di energia elettrica da fonte nucleare è che la disattivazione degli impianti nucleari - ovvero il loro smantellamento fino allo stato finale desiderato - costituisca un problema insormontabile. L'esperienza internazionale dimostra invece che non è così. La presente pubblicazione presenta una rassegna di progetti di disattivazione di installazioni nucleari di diverso tipo realizzati con successo in tutto il mondo. Ulteriori informazioni possono essere reperite consultando le pubblicazioni della AEN e i siti web richiamati a pag. 8.*

**Documento prodotto dal Working Party on Decommissioning and Dismantling (WPDD) e dal Co-operative Programme on Decommissioning (CPD) sotto l'egida dell'OCSE / AEN Radioactive Waste Management Committee (RWMC).**

Traduzione e pubblicazione in lingua italiana a cura di SOGIN SpA,  
Area Comunicazione e Immagine - via Torino, 6 - 00184 Roma - [www.sogin.it](http://www.sogin.it)



# Impianti nucleari necessari per la produzione di energia elettrica

L'illustrazione rappresenta l'intera tipologia degli impianti comunemente richiesti per la generazione di energia elettrica da fonte nucleare. L'estrazione del minerale di uranio serve per produrre il combustibile per le centrali nucleari. Il minerale è lavorato e convertito in una forma idonea a consentire l'arricchimento dell'uranio nell'isotopo 235. L'uranio arricchito è utilizzato per la fabbricazione di elementi di combustibile da impiegare nelle centrali nucleari. Il combustibile esaurito può essere trattato come rifiuto da smaltire (smaltimento diretto) oppure da ritrattare. Nel processo di ritrattamento vengono estratti l'uranio e il plutonio, entrambi riutilizzabili per fabbricare altro combustibile.



## Risultato finale del decommissioning

La maggior parte del materiale che deriva dalle attività di decommissioning non è radioattiva e può essere riciclata o smaltita in modo convenzionale. Il materiale radioattivo è condizionato e inviato ai centri di smaltimento (come ad esempio l'impianto TFA di Soulaire e il Centre de l'Aube in Francia, o l'impianto di El Cabril in Spagna) oppure, laddove questi non siano ancora disponibili, il materiale radioattivo è immagazzinato in via temporanea. Una volta smantellati gli impianti, i siti sono restituiti per uso libero, per usi industriali o ancora per uso nucleare.

## Stoccaggio e smaltimento dei rifiuti di disattivazione



## Esempi di successo in progetti di disattivazione d'impianti

### Estrazione e macinazione del minerale d'uranio Beaverlodge, Saskatchewan, Canada

L'impianto di Beaverlodge comprendeva tre pozzi accedenti alla miniera principale, un grande impianto di macinazione presso la bocca del pozzo principale, alcune miniere a cielo aperto e diversi pozzi di esplorazione e gallerie. La disattivazione è stata completata nel 1985. Il sito sarà restituito al governo del Saskatchewan entro il 2007 alla fine del periodo di monitoraggio volto a verificarne le caratteristiche e il comportamento.



### Impianti di conversione dell'uranio Korea Atomic Energy Research Institute (KAERI)

Gli impianti di conversione servono a purificare il minerale di uranio e a trasformarlo per le successive operazioni di arricchimento e fabbricazione del combustibile a ossido d'uranio. Si tratta di installazioni di dimensioni notevoli che occupano vaste aree. L'operazione di disattivazione più impegnativa che vi viene svolta è il trattamento dei fanghi residui. L'impianto del KAERI aveva una capacità produttiva annuale di 100 tonnellate di biossido di uranio. La pianificazione della disattivazione dell'impianto è iniziata nel 2001. Le operazioni di disattivazione dureranno dal 2004 al 2007.



### Arricchimento dell'uranio Capenhurst, Gran Bretagna

Quando fu costruito, negli anni Cinquanta, l'impianto di arricchimento di Capenhurst era il più grande edificio d'Europa (1.200 x 130 x 30 metri). Le sue 4.800 celle di diffusione e i 1.800 km di tubazioni per il gas di processo con diametro fino a 55 centimetri costituivano una grande quantità di metallo che ha richiesto l'impiego su larga scala di tecniche di decontaminazione e fusione. Oltre il 99% delle 160.000 tonnellate di metallo e calcestruzzo rimosse è stato riciclato come materiale pulito idoneo al reimpiego senza restrizioni. Oggi l'impianto è completamente smantellato e l'edificio è interamente rimosso.



## Fabbricazione del combustibile Hanau, Germania

Il sito di Hanau ospitava quattro impianti di fabbricazione del combustibile. Uno di essi produceva elementi di combustibile per reattori ad acqua leggera (1.350 tonnellate all'anno). Diverse installazioni e aree sono state già rilasciate e sono oggi esenti dai controlli nucleari. La fine delle attività di decommissioning è prevista per il 2005. Il sito risiede in zona industriale e sarà riutilizzato come sito industriale. Resteranno alcune strutture di stoccaggio dei residui di uranio e plutonio in attesa dello smaltimento definitivo. Un problema particolare è rappresentato dalla decontaminazione degli edifici e del terreno, dal momento che l'uranio è un elemento naturale molto diffuso nel suolo.

Decontaminazione delle superfici.



Prima della disattivazione.



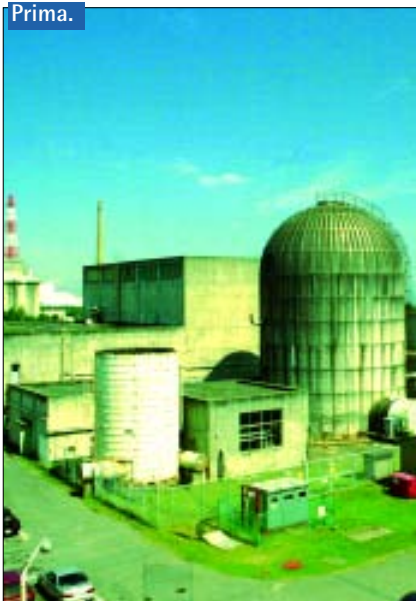
Dopo il decommissioning: stoccaggio dei rifiuti.



## Centrali nucleari

La maggior parte dei reattori disattivati fino ad oggi è costituita da impianti prototipo e dimostrativi, e quindi di minori dimensioni, in genere, rispetto a quelli delle centrali moderne. Queste ultime hanno una vita operativa di circa 40 anni e, per la maggior parte, sono ancora lontane dalla fine dell'esercizio. Solo alcune hanno raggiunto la fine della vita utile. Ecco alcuni esempi di disattivazione di centrali prototipo e commerciali.

Prima.



Durante.



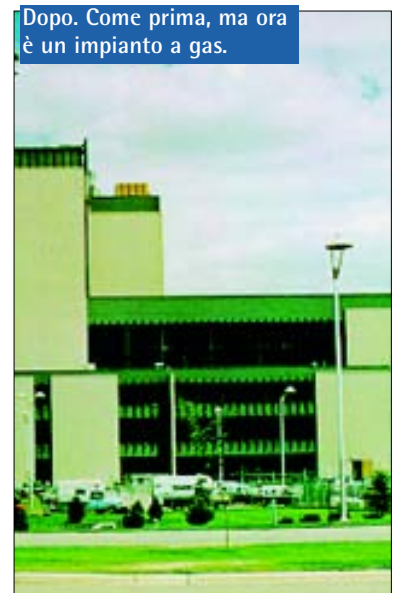
Dopo.



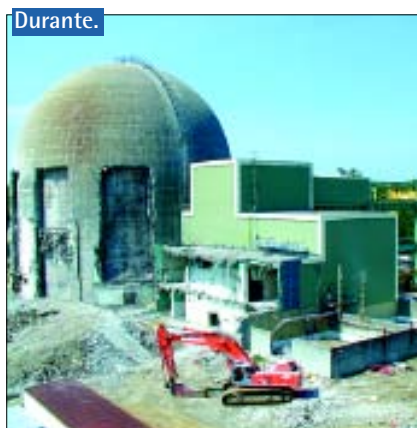
**Niederaichbach, Germania.** Reattore ad acqua pesante da 100 MWe. Sito restituito ad usi agricoli a metà del 1995.



**Fort St Vrain, USA.** Reattore a gas ad alta temperatura da 330 MWe. Disattivazione completata nel 1992. Il vecchio edificio reattore ospita oggi un impianto a gas.



**Maine Yankee, USA.** Reattore ad acqua pressurizzata da 900 MWe. Il decommissioning sarà completato nel 2005.



## a **Ritrattamento del combustibile** Eurochemic, Belgio

Le dimensioni dell'edificio principale dell'impianto di ritrattamento erano 80 x 27 x 30 metri. L'installazione includeva 1.500 tonnellate di metallo e 55.000 metri quadrati di superfici di calcestruzzo. Circa l'85% del materiale metallico è stato decontaminato e riciclato come materiale pulito. Il decommissioning sarà completato nel 2008.

Prima della disattivazione.



Durante la disattivazione.



Dopo la disattivazione.



(Il casco protettivo e il camice sono tipici di ogni impianto industriale.)

## o **Fabbricazione di combustibile al plutonio** Winfrith, Gran Bretagna

L'area attiva era un locale di 18 x 12 x 4,5 metri con pareti in acciaio contenente le scatole a guanti per la manipolazione del plutonio e le attrezzature per la fabbricazione del combustibile (forni di sinterizzazione, mulini a sfere, fresatrici). Era utilizzato per la fabbricazione di combustibile per reattori veloci e per reattori ad alta temperatura. Le operazioni di disattivazione si sono svolte fra il 1996 e il 1999 e il terreno è stato restituito alla condizione di uso senza restrizioni (green field).

L'impianto in esercizio.



Dopo la disattivazione.



Demolizione degli edifici.



# Uno sguardo ravvicinato a un progetto in corso

## Disattivazione del reattore AGR di Windscale, Regno Unito



### Altri esempi di progetti di disattivazione di reattori di grande potenza:

- Würzgassen, Germania. Reattore ad acqua pressurizzata da 670 MWe.
- Trojan, USA. Reattore ad acqua pressurizzata da 1.180 MWe.
- Connecticut Yankee, USA. Reattore ad acqua pressurizzata da 582 MWe.

Molti altri progetti di disattivazione sono in corso di attuazione o a stadi di pianificazione avanzati.

# I decommissioning di altri tipi di impianti

Diversi impianti industriali sono stati disattivati, ma vi sono anche numerosi esempi di decommissioning di impianti di ricerca, laboratori, impianti di produzione di isotopi, acceleratori, vecchi impianti industriali nei quali si impiegavano isotopi del radio per la fabbricazione di orologi e strumenti a quadrante fluorescente, etc.

## Conclusioni

Attraverso l'esemplificazione di progetti condotti con successo in alcuni paesi dell'OCSE, questa pubblicazione dimostra che la disattivazione di ogni tipo d'impianto della filiera nucleare è non solo fattibile ma è stata conseguita. La condizione finale dei siti e degli edifici può essere quella di libero uso o di reimpiego per scopi industriali o convenzionali.

### Ulteriori informazioni sulla disattivazione degli impianti:

#### Esempi di siti web internazionali:

Pubblcazioni del Working Party on Decommissioning and Dismantling (WPDD) e schede nazionali:  
[www.nea.fr/html/rwm/wpdd](http://www.nea.fr/html/rwm/wpdd).

Organizzazioni internazionali:  
[www-newmdb.iaea.org](http://www-newmdb.iaea.org)  
[http://europa.eu.int/comm/energy/nuclear/decommissioning/index\\_en.htm](http://europa.eu.int/comm/energy/nuclear/decommissioning/index_en.htm)

Link a siti industriali:  
[www.world-nuclear.org/wgs/decom/index.htm](http://www.world-nuclear.org/wgs/decom/index.htm)  
[www.nei.org/doc.asp?catnum=3&catid=278](http://www.nei.org/doc.asp?catnum=3&catid=278)

#### Pubblcazioni AEN sul decommissioning (aggiornate a settembre 2004):

[neapub@nea.fr](mailto:neapub@nea.fr)

	<b>Strategy Selection for the Decommissioning of Nuclear Facilities</b> Seminar Proceedings, Tarragona, Spain 1-4 September 2003 ISBN 92-64-01671-6 - 2004 Price: € 60, US\$ 75, £ 42, ¥ 7 700.
	<b>The Decommissioning and Dismantling of Nuclear Facilities</b> Status, Approaches, Challenges ISBN 92-64-18488-0 - 2002 Free: paper or web.
	<b>Decommissioning Nuclear Power Plants</b> Policies, Strategies and Costs ISBN 92-64-10431-3 - 2003 Price: € 40, US\$ 46, £ 27, ¥ 5 100.
	<b>The Regulatory Challenges of Decommissioning Nuclear Reactors</b> ISBN 92-64-02120-5 - 2003 Free: paper or web.
	<b>Nuclear Decommissioning: A Proposed Standardised List of Items for Costing Purposes</b> Interim Technical Document 1999 - Free: only available on the web.
	<b>Decontamination Techniques Used in Decommissioning Activities</b> A Report by the NEA Task Group on Decontamination 1999 - Free: only available on the web.

### OECD Nuclear Energy Agency

Le Seine Saint-Germain - 12, boulevard des Îles - F-92130 Issy-les-Moulineaux, France  
Tel.: +33 (0)1 45 24 10 15 - Fax: +33 (0)1 45 24 11 10 - E-mail: [nea@nea.fr](mailto:nea@nea.fr) - Internet: [www.nea.fr](http://www.nea.fr)