



Ente per le Nuove tecnologie,  
l'Energia e l'Ambiente



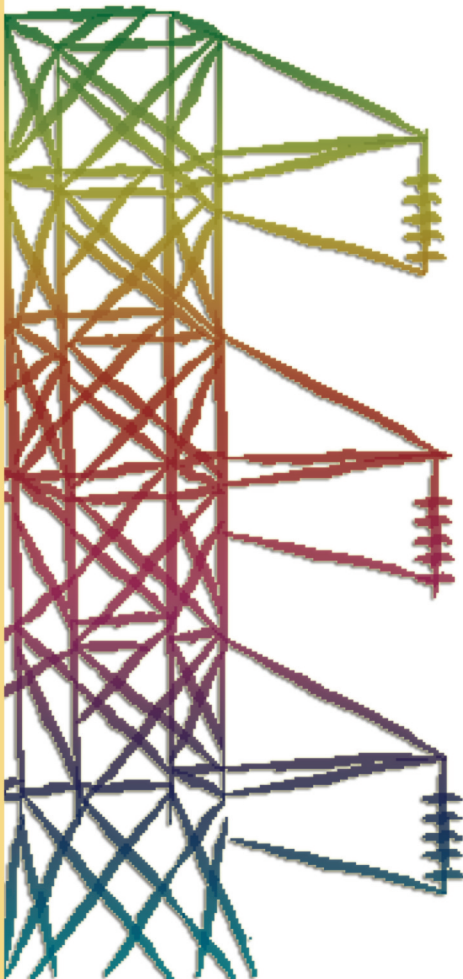
*Ministero dello Sviluppo Economico*

## **RICERCA SISTEMA ELETTRICO**

---

# **Decommissioning e gestione rifiuti radioattivi: la situazione internazionale e in Italia**

**Alfredo Luce**





Ente per le Nuove tecnologie,  
l'Energia e l'Ambiente



*Ministero dello Sviluppo Economico*

RICERCA SISTEMA ELETTRICO

## Decommissioning e gestione rifiuti radioattivi: la situazione internazionale e in Italia

*Alfredo Luce*

DECOMMISSIONING E GESTIONE RIFIUTI RADIOATTIVI: LA SITUAZIONE INTERNAZIONALE E  
IN ITALIA

Alfredo Luce (ENEA)

Febbraio 2009


Report Ricerca Sistema Elettrico

Accordo di Programma Ministero dello Sviluppo Economico – ENEA

Area: Produzione e fonti energetiche

Tema: Nuovo Nucleare da Fissione

Responsabile Tema: Stefano Monti, ENEA

 <b>FPN</b>	<b>Sigla di identificazione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Distrib.</b>	<b>Pag.</b>	<b>di</b>
	FPN – LP4 - 002	0	L	2	56

## INDICE

1	RIFERIMENTI LEGISLATIVI E NORMATIVI.....	3
1.1	Riferimenti normativi internazionali ed europei.....	3
1.2	Joint Convention.....	6
1.3	Riferimenti legislativi e normativi nazionali.....	10
2	STRATEGIE DI GESTIONE E PRATICHE CORRENTI.....	16
2.1	La situazione internazionale.....	16
2.2	L'approccio della UE.....	21
2.3	La situazione italiana.....	23
3	INVENTARIO E CLASSIFICAZIONE E DEI RIFIUTI RADIOATTIVI.....	29
3.1	Classificazione dei rifiuti radioattivi.....	29
3.2	La guida tecnica 26.....	31
3.3	Livelli di Rilascio (Clearance Levels).....	33
3.4	La dimensione del problema.....	34
4	LO SMALTIMENTO DEI RIFIUTI RADIOATTIVI.....	37
4.1	Depositi di superficie e depositi geologici.....	37
4.2	La situazione internazionale.....	41
4.3	Il problema del deposito nazionale in Italia.....	50
4.3.1	Generalità.....	50
4.3.2	Gruppo di Lavoro DM 25 Febbraio 2008.....	51
4.3.3	Il ruolo dell'ENEA.....	54
5	RIFERIMENTI.....	55

## 1 RIFERIMENTI LEGISLATIVI E NORMATIVI

### 1.1 RIFERIMENTI NORMATIVI INTERNAZIONALI ED EUROPEI

La dimensione internazionale dei problemi connessi con l'uso pacifico dell'energia nucleare ha dato luogo alla adozione di numerose convenzioni e trattati internazionali che sono stati recepiti (o sono in via di recepimento) dal nostro paese, che tra l'altro aderisce anche a diversi organismi europei e internazionali che si occupano della materia (IAEA, EURATOM, OECD-NEA, etc.).

Un elenco completo delle convenzioni e trattati internazionali che direttamente o indirettamente hanno incidenza sul tema nucleare, e quindi anche su quello del decommissioning e della gestione dei rifiuti radioattivi, può essere trovato sul sito della IAEA (International Atomic Energy Agency <http://www.iaea.org>), ai seguenti indirizzi:

<http://www.iaea.org/Publications/Documents/Conventions/index.html>

<http://www.iaea.org/Publications/Documents/Treaties/index.html>

Le convenzioni e i trattati internazionali hanno valore legale per gli stati contraenti e quindi richiedono ratifica da parte dei parlamenti (o strumento equivalente). Di seguito si porta una breve descrizione di quelle che hanno un maggiore e più specifico impatto con il tema del decommissioning e della gestione dei rifiuti radioattivi:

Trattato di non proliferazione (*Treaty on the Non-Proliferation of Nuclear Weapons*): ha lo scopo di prevenire la diffusione delle armi nucleari e la relativa tecnologia, e quindi di promuovere il disarmo nucleare e l'uso pacifico dell'energia nucleare. Il trattato stabilisce un sistema di salvaguardie sotto la responsabilità e il controllo della IAEA, è stato adottato il 12 Giugno 1968 presso le Nazioni Unite a New York ed è entrato in vigore il 5 Marzo 1970. L'Italia è stata tra i primi firmatari il 28 Gennaio 1969 con ratifica il 2 Maggio 1975. Oggi tutti gli stati del mondo vi aderiscono, tranne India, Israele, Pakistan e Cuba. La stipula del TNP ha dato origine ad una serie di atti e strumenti correlati, fra cui il cosiddetto Accordo di Verifica, concluso nel 1973 fra IAEA, Euratom e gli Stati membri della Comunità Europea (ad eccezione di Francia e Regno Unito, dotati di armi nucleari, con i quali sono stati conclusi accordi specifici ai fini delle salvaguardie). Con l'Accordo del 1973 gli Stati firmatari hanno assunto l'impegno di accettare le verifiche di salvaguardia su tutte le materie utilizzate nelle attività nucleari pacifiche sui propri territori, al fine di verificare che le materie nucleari non siano "distolte" verso la fabbricazione di armi nucleari e altri congegni nucleari esplosivi. Recentemente (1998), per rinforzare l'azione di salvaguardia, l'Accordo di Verifica è stato integrato con un Protocollo Aggiuntivo, entrato in vigore nell'Unione europea il 30 aprile 2004 a seguito della ratifica da parte di tutti gli Stati membri, il quale prevede un sistema di controlli anche su tecnologie e componenti che, pure se di natura convenzionale, potrebbero essere utilizzate in ambito nucleare (ad es. per l'arricchimento dell'Uranio). Il protocollo aggiuntivo è stato ratificato in Italia con legge 332 del 31 ottobre 2003.

fonte: <http://www.iaea.org/Publications/Documents/Treaties/npt.html>

[http://www.apat.gov.it/site/it-IT/Temi/Radioattivita\\_e\\_radiazioni/](http://www.apat.gov.it/site/it-IT/Temi/Radioattivita_e_radiazioni/)

Convenzione sulla protezione fisica dei materiali nucleari (*Convention on the Physical Protection of Nuclear Material*): obbliga gli Stati contraenti a garantire, durante trasporti nucleari internazionali, la protezione del materiale nucleare all'interno del loro territorio o a bordo delle loro navi o aeromobili. La Convenzione è stata adottata a Vienna il 26 Ottobre 1979 ed è entrata in vigore l'8 Febbraio 1987. L'Italia l'ha firmata il 13 Giugno 1980 e l'ha ratificata il 6 Settembre 1991 con entrata in vigore il 6 Ottobre 1991. Nel corso di una conferenza diplomatica dell'8 Luglio 2005 la Convenzione è stata emendata e il testo aggiornato entrerà in vigore quando sarà ratificato dai due terzi degli stati partecipanti.

fonte: <http://www.iaea.org/Publications/Documents/Conventions/cppnm.html>

Convenzione sulla sicurezza nucleare (*Convention on Nuclear Safety*): impegna giuridicamente gli Stati partecipanti, che hanno centrali nucleari sul territorio, a mantenere un elevato livello di sicurezza, sulla base di parametri di riferimento internazionali condivisi. La Convenzione è stata adottata a Vienna il 17 Giugno 1994, è entrata in vigore il 24 Ottobre 1996 e a tutt'oggi ha 65 stati firmatari e 60 stati contraenti. In effetti la Convenzione, pur avendo valore legale, ha natura essenzialmente incentivante e non prevede controlli o sanzioni ma si basa sull'interesse comune di raggiungere alti livelli di sicurezza. Tale obiettivo viene perseguito con riunioni periodiche (review meetings) tra le parti contraenti a Vienna, dove ogni Stato si impegna a presentare un Rapporto Nazionale in tema di sicurezza nucleare, che viene sottoposto ad esame critico da parte di tutti gli altri, con eventuali commenti e richieste di chiarimenti. L'Italia ha firmato la Convenzione il 27 Settembre 1994 e ratificato il 15 Aprile 1998 con entrata in vigore il 14 Luglio 1998.

Fonte: <http://www-ns.iaea.org/conventions/nuclear-safety.htm>

Convenzione comune sulla sicurezza della gestione del combustibile esaurito e sulla sicurezza della gestione dei rifiuti radioattivi (*Joint Convention on the Safety of Spent Fuel Management and on the Safety of Radioactive Waste Management*): è il primo trattato internazionale giuridicamente vincolante sulla sicurezza in questi settori. Essa prevede un impegno degli Stati partecipanti di raggiungere e mantenere un elevato livello di sicurezza nella gestione del combustibile esaurito e dei rifiuti radioattivi, come parte del regime di sicurezza globale atto a garantire la protezione della popolazione e dell'ambiente. Tale obiettivo viene perseguito in maniera analoga a quanto effettuato per la Convenzione sulla Sicurezza Nucleare, cioè attraverso "review meetings" periodici nel corso dei quali gli stati contraenti presentano un Rapporto Nazionale. L'Italia ha firmato la Convenzione il 26 Gennaio 1998 e il Parlamento l'ha ratificata l'8 Febbraio 2006 con entrata in vigore il 9 Maggio 2006.

Fonte: <http://www-ns.iaea.org/conventions/waste-jointconvention.htm>

Si descrivono adesso le principali basi legislative su cui si basa l'attività delle istituzioni dell'Unione Europea in campo nucleare con particolare riferimento al

problema del decommissioning e della gestione dei rifiuti radioattivi. Maggiori e dettagliate informazioni si possono trovare sul sito della Commissione Europea:

[http://ec.europa.eu/energy/nuclear/legislation/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/energy/nuclear/legislation/index_en.htm)

[http://ec.europa.eu/energy/nuclear/waste/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/energy/nuclear/waste/index_en.htm)


[http://ec.europa.eu/energy/nuclear/decommissioning/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/energy/nuclear/decommissioning/index_en.htm)

Il primo passo formale nel tentativo di uniformare i criteri di gestione dell'uso pacifico dell'energia nucleare nell'Unione Europea fu il Trattato istitutivo della Comunità Europea dell'Energia Atomica (EURATOM) entrato in vigore il 25 Marzo 1957. L'obiettivo dei primi paesi fondatori (Belgio, Francia, Germania, Italia, Lussemburgo e Olanda) era di dare impulso allo sviluppo dell'energia nucleare come mezzo per raggiungere l'indipendenza energetica e di contribuire alla formazione e allo sviluppo delle industrie nucleari europee e provvedere affinché tutti gli Stati membri potessero trarre beneficio dallo sviluppo dell'energia atomica, garantendo la sicurezza di approvvigionamento del combustibile. Allo stesso tempo, il trattato doveva garantire un livello di sicurezza elevato per la popolazione, assicurando che le materie nucleari destinate a finalità civili non venissero utilizzate per fini militari. In tale ottica il trattato istituisce un sistema di controlli (in sinergia con quelli della IAEA) atti a garantire che le materie nucleari non vengano distolte per scopi diversi dalle finalità civili cui sono destinate. Lo schema istituzionale del trattato è, in linea di massima, simile a quello del trattato CEE istitutivo della Comunità Economica Europea (poi Unione Europea) ed è basato su un "triangolo istituzionale": Consiglio, Commissione e Parlamento Europeo. Tuttavia la Comunità Europea dell'Energia Atomica non si è ancora fusa con l'Unione Europea e mantiene una personalità giuridica separata, pur condividendo le stesse istituzioni.

Attraverso il trattato EURATOM la Commissione Europea acquisisce insomma lo status di autorità regolatoria sovra-nazionale in tre aree principali: la protezione sanitaria dalle radiazioni, il commercio delle materie fissili e le salvaguardie nucleari. Invece il trattato non approfondisce molto gli aspetti operativi di sicurezza degli impianti e di gestione dei rifiuti radioattivi, probabilmente perchè all'epoca in cui fu scritto queste problematiche non erano considerate di grande rilevanza. Per cui questi aspetti sono stati sviluppati più che altro a livello dei singoli stati e solo organizzazioni internazionali quali la IAEA e la OECD-NEA (Nuclear Energy Agency, agenzia specializzata in ambito OCSE, <http://www.nea.fr/>) hanno promosso e promuovono (ma senza vincoli legali) la standardizzazione e l'armonizzazione in termini di criteri di sicurezza e di procedure.

Le stesse direttive, raccomandazioni e regolamentazioni varie, successivamente emesse, coprono solo marginalmente la materia, essendo nella gran parte dei casi dirette a regolamentare gli aspetti, peraltro importantissimi, di protezione sanitaria dalle radiazioni e di movimenti trans-frontalieri; ad esempio:

- Direttiva del Consiglio 92/3/EURATOM del 3 febbraio 1992 relativa alla sorveglianza ed al controllo delle spedizioni di residui radioattivi tra Stati membri e di quelle verso la Comunità e fuori da essa. (in corso di revisione)
- Risoluzione del Consiglio del 15 Giugno 1992 concernente al rinnovo del piano d'azione comunitario in materia di residui radioattivi.

 <b>FPN</b>	<b>Sigla di identificazione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Distrib.</b>	<b>Pag.</b>	<b>di</b>
	FPN – LP4 - 002	0	L	6	56

- Risoluzione del Consiglio del 18 Giugno 1992 sui problemi tecnologici della sicurezza nucleare.
- Regolamento del Consiglio (Euratom) n. 1493/93 del 8 giugno 1993 sulle spedizioni di sostanze radioattive tra gli Stati membri.
- Risoluzione del Consiglio del 19 Dicembre 1994 sulla gestione dei rifiuti radioattivi.
- Direttiva del Consiglio 96/29/EURATOM del 13 maggio 1996 che stabilisce le norme fondamentali di sicurezza relative alla protezione sanitaria della popolazione e dei lavoratori contro i pericoli derivanti dalle radiazioni ionizzanti.
- Raccomandazione della Commissione 1999/669/EURATOM del 15 settembre 1999 su un sistema di classificazione dei residui radioattivi solidi.
- Decisione 1999/819/EURATOM del 16 novembre 1999. Decisione della Commissione riguardante l'adesione della Comunità europea dell'energia atomica (Euratom) alla Convenzione sulla sicurezza nucleare del 1994.
- Direttiva del Consiglio 2003/122/EURATOM del 22 Dicembre 2003 sul controllo delle sorgenti sigillate ad alta attività e delle sorgenti orfane.

Recentemente c'è stata una proposta della Commissione Europea per l'adozione di due direttive EURATOM del Consiglio Europeo (doc. COM(2003) 32 del 30 Gennaio 2003): la prima, 2003/0021(CNS), che definisce gli obblighi fondamentali e i principi generali nel settore della sicurezza degli impianti nucleari (compreso il decommissioning); la seconda, 2003/0022(CNS), sulla gestione del combustibile nucleare esaurito e dei rifiuti radioattivi. Le proposte di direttive sono state successivamente modificate con doc. COM(2004) 526 del 8 Settembre 2004, dopo che la discussione in Parlamento Europeo aveva prodotto diversi emendamenti. Anche la seconda stesura non è stata approvata dal Parlamento, pertanto rimane ancora aperta la questione di una legislazione comunitaria specifica in tema di decommissioning e gestione dei rifiuti radioattivi.


Tuttavia la strada è stata decisamente tracciata con la Decisione del Consiglio del 24 Gennaio 2005 per l'adesione dell'Euratom alla *Joint Convention*, resa esecutiva dalla decisione della Commissione del 14 Giugno 2005.

## 1.2 JOINT CONVENTION

Ai fini della presente trattazione la maggiore rilevanza a livello internazionale è connessa con la già citata *Convenzione Congiunta sulla Sicurezza della Gestione del Combustibile Nucleare Esaurito e dei Rifiuti Radioattivi (Joint Convention)*, adottata e aperta alla firma il 29 Settembre 1997 alla Conferenza Diplomatica di Vienna ed entrata in vigore il 18 Giugno 2001.

La Joint Convention rappresenta il primo strumento giuridico per affrontare direttamente questi problemi su scala globale e si applica al combustibile esaurito e ai rifiuti radioattivi derivanti da reattori nucleari civili; si applica anche alla gestione dei rifiuti radioattivi di origine non elettronucleare se lo stato contraente lo dichiara esplicitamente, cosa che l'Italia ha fatto. Si applica inoltre a combustibile esaurito e rifiuti radioattivi provenienti da programmi militari se e quando tali materiali sono



 <b>FPN</b>	<b>Sigla di identificazione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Distrib.</b>	<b>Pag.</b>	<b>di</b>
	FPN – LP4 - 002	0	L	7	56

trasferiti in modo permanente e gestiti esclusivamente all'interno di programmi civili. La Convenzione si applica infine anche alle emissioni nell'ambiente liquide o gassose da impianti nucleari.

Come per la convenzione sulla sicurezza nucleare anche la Joint Convention, pur avendo valore legale, ha natura incentivante e non prevede controlli o sanzioni ma si basa sull'interesse comune di raggiungere alti livelli di sicurezza. La convenzione impegna quindi le parti contraenti a partecipare a periodici "review meetings", nel corso dei quali ciascuna parte contraente è tenuta a presentare un rapporto nazionale che descrive nel dettaglio le misure adottate per l'attuazione degli obblighi derivanti dalla convenzione stessa. Finora si sono tenute due riunioni, la prima nel Novembre del 2003, a cui l'Italia non ha partecipato non avendo ancora ratificata la convenzione, la seconda nel Maggio 2006, a cui l'Italia ha partecipato presentando il primo Rapporto Nazionale. La terza riunione è programmata per il Maggio 2009.

Per dare un'idea della progressione con cui la Joint Convention acquisisce consensi, si pensi che alla prima riunione hanno partecipato 350 delegati da 33 parti contraenti. Alla seconda riunione hanno partecipato 41 paesi contraenti, tra cui otto nuovi, cioè Brasile, Estonia, EURATOM, Islanda, Italia, Lituania, Russia e Uruguay, con quasi 500 delegati.

Alle riunioni le parti contraenti adottano un documento in cui vengono riassunti i temi discussi e le conclusioni raggiunte. Questa relazione di sintesi viene messa a disposizione del pubblico come richiesto dall'articolo 34 della convenzione. A disposizione del pubblico vengono anche messi la maggior parte dei rapporti nazionali (decisione che però dipende dal singolo stato), garantendo quindi la massima trasparenza.

Altre informazioni sulla Joint Convention, compresi i rapporti nazionali, sono reperibili sul sito web della IAEA già segnalato. Molte delle informazioni riportate nel presente documento sono peraltro riprese dal primo rapporto nazionale italiano, reperibile sia sul sito della IAEA sia in quello dell'APAT che, per conto del Governo Italiano, si è occupata della redazione in coordinazione con gli operatori del settore (SOGIN, ENEA, NUCLECO, etc.)<sup>1</sup>.

Lo status relativo all'adesione alla Joint Convention è riportato nella tabella che segue, ripresa dal sito IAEA con aggiornamento al 12 Dicembre 2007.

<sup>1</sup> [http://www.apat.gov.it/site/it-IT/Temi/Radioattivita\\_e\\_radiazioni/](http://www.apat.gov.it/site/it-IT/Temi/Radioattivita_e_radiazioni/)



Registration No: 1729

## Joint Convention on the Safety of Spent Fuel Management and on the Safety of Radioactive Waste Management

Notes: The Convention, pursuant to Article 40.1, entered into force on 18 June 2001, i.e. on the ninetieth day after the day of deposit with the Depository of the twenty-fifth instrument of ratification, acceptance or approval, including the instruments of fifteen States each having an operational nuclear power plant.

Parties: **46** (subject to entry into force date)  
 Signatories: **42**

**Last change of status: 12 December 2007**

Country/Organization	Signature	Instrument	Date of deposit	Declaration etc. / Withdrawal	Entry into force
<sup>1</sup> Argentina	19 Dec 1997	ratification	14 Nov 2000	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	18 Jun 2001
Australia	13 Nov 1998	ratification	05 Aug 2003	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	03 Nov 2003
Austria	17 Sep 1998	ratification	13 Jun 2001	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	11 Sep 2001
Belarus	13 Oct 1999	ratification	26 Nov 2002	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	24 Feb 2003
<sup>1</sup> Belgium	08 Dec 1997	ratification	05 Sep 2002	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	04 Dec 2002
<sup>1</sup> Brazil	31 Oct 1997	ratification	17 Feb 2006	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	18 May 2006
<sup>1</sup> Bulgaria	22 Sep 1998	ratification	21 Jun 2000	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	18 Jun 2001
<sup>1</sup> Canada	07 May 1998	ratification	07 May 1998	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	18 Jun 2001
<sup>1</sup> China		accession	13 Sep 2006	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	12 Dec 2006
Croatia	09 Apr 1998	ratification	10 May 1999	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	18 Jun 2001
<sup>1</sup> Czech Republic	30 Sep 1997	approval	25 Mar 1999	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	18 Jun 2001
Denmark	09 Feb 1998	acceptance	03 Sep 1999	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	18 Jun 2001
Estonia	05 Jan 2001	ratification	03 Feb 2006	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	04 May 2006
<sup>1</sup> Finland	02 Oct 1997	acceptance	10 Feb 2000	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	18 Jun 2001
<sup>1</sup> France	29 Sep 1997	approval	27 Apr 2000	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	18 Jun 2001
<sup>1</sup> Germany	01 Oct 1997	ratification	13 Oct 1998	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	18 Jun 2001
Greece	09 Feb 1998	ratification	18 Jul 2000	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	18 Jun 2001
<sup>1</sup> Hungary	29 Sep 1997	ratification	02 Jun 1998	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	18 Jun 2001
Iceland		accession	27 Jan 2006	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	27 Apr 2006
Indonesia	06 Oct 1997			<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
Ireland	01 Oct 1997	ratification	20 Mar 2001	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	18 Jun 2001
Italy	26 Jan 1998	ratification	08 Feb 2006	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	09 May 2006
<sup>1</sup> Japan		accession	26 Aug 2003	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	24 Nov 2003
<sup>1</sup> Kazakhstan	29 Sep 1997			<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
<sup>1</sup> Korea, Republic of	29 Sep 1997	ratification	16 Sep 2002	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	15 Dec 2002
Kyrgyzstan		accession	18 Dec 2006	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	18 Mar 2007
Latvia	27 Mar 2000	acceptance	27 Mar 2000	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	18 Jun 2001
Lebanon	30 Sep 1997			<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	

Registration No: 1729


Last change of status: 12 December 2007

**Joint Convention on the Safety of Spent Fuel Management and on the Safety of Radioactive Waste Management**

Country/Organization	Signature	Instrument	Date of deposit	Declaration etc. (Withdrawal)	Entry into force
<sup>1</sup> Lithuania	30 Sep 1997	ratification	16 Mar 2004	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	14 Jun 2004
Luxembourg	01 Oct 1997	ratification	21 Aug 2001	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	19 Nov 2001
Morocco	29 Sep 1997	ratification	23 Jul 1999	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	18 Jun 2001
<sup>1,2</sup> Netherlands	10 Mar 1999	acceptance	26 Apr 2000	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	18 Jun 2001
Nigeria		accession	04 Apr 2007	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	03 Jul 2007
Norway	29 Sep 1997	ratification	12 Jan 1998	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	18 Jun 2001
Peru	04 Jun 1998			<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
Philippines	10 Mar 1998			<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
Poland	03 Oct 1997	ratification	05 May 2000	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	18 Jun 2001
<sup>1</sup> Romania	30 Sep 1997	ratification	06 Sep 1999	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	18 Jun 2001
<sup>1</sup> Russian Federation	27 Jan 1999	ratification	19 Jan 2006	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	19 Apr 2006
<sup>1</sup> Slovakia	30 Sep 1997	ratification	06 Oct 1998	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	18 Jun 2001
<sup>1</sup> Slovenia	29 Sep 1997	ratification	25 Feb 1999	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	18 Jun 2001
<sup>1</sup> South Africa		accession	15 Nov 2006	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	13 Feb 2007
<sup>1</sup> Spain	30 Jun 1998	ratification	11 May 1999	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	18 Jun 2001
<sup>1</sup> Sweden	29 Sep 1997	ratification	29 Jul 1999	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	18 Jun 2001
<sup>1</sup> Switzerland	29 Sep 1997	ratification	05 Apr 2000	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	18 Jun 2001
Tajikistan		accession	12 Dec 2007	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	11 Mar 2008
<sup>1</sup> Ukraine	29 Sep 1997	ratification	24 Jul 2000	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	18 Jun 2001
<sup>1</sup> United Kingdom	29 Sep 1997	ratification	12 Mar 2001	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	18 Jun 2001
<sup>1</sup> United States of America	29 Sep 1997	ratification	15 Apr 2003	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	14 Jul 2003
Uruguay		accession	28 Dec 2005	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	28 Mar 2006
EURATOM		accession	04 Oct 2005	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	02 Jan 2006

<sup>1</sup> Indicates that the State has at least one operational nuclear power plant.

<sup>2</sup> for the Kingdom in Europe

 <b>FPN</b>	<b>Sigla di identificazione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Distrib.</b>	<b>Pag.</b>	<b>di</b>
	FPN – LP4 - 002	0	L	10	56

### 1.3 RIFERIMENTI LEGISLATIVI E NORMATIVI NAZIONALI<sup>2</sup>

Il quadro legislativo italiano di base si compone come segue:

*Legge 1860 del 31 dicembre 1962* (impiego pacifico dell'energia nucleare) pubblicata nella Gazzetta Ufficiale n. 27 del 30 gennaio 1963, modificata dal DPR n. 1704 del 30 dicembre 1965 (Gazzetta Ufficiale no. 112 del 9 maggio 1966) e dal DPR n. 519 del 10 maggio 1975 (Gazzetta Ufficiale no. 294 del 6 novembre 1975). Tale legge ha avuto diversi DM, DPCM, DPR applicativi qui non riportati.

*D.Lgs. 230 del 17 marzo 1995*, pubblicato nella Gazzetta Ufficiale n. 136 del 13 giugno 1995, ed entrato in vigore dal 1° gennaio 1996, attuazione delle direttive EURATOM 80/836, 84/467, 84/466, 89/618, 90/641 e 92/3 in materia di radiazioni ionizzanti.

Modificato ed integrato da:

- Decreto Legislativo 26 maggio 2000, n. 241 "Attuazione della Direttiva 96/29/EURATOM in materia di protezione sanitaria della popolazione e dei lavoratori contro i rischi derivanti dalle radiazioni ionizzanti", pubblicato come supplemento ordinario Gazzetta Ufficiale n. 203 del 31/8/2000.
- Errata-corrige pubblicata nella Gazzetta Ufficiale n. 68 del 22/3/2001 alle pagine 79 e 80.
- Decreto Legislativo 9 maggio 2001, n. 257 "Disposizioni integrative e correttive del decreto legislativo 26 maggio 2000, n. 241, recante attuazione della direttiva 96/29/Euratom in materia di protezione sanitaria della popolazione e dei lavoratori contro i rischi derivanti dalle radiazioni ionizzanti", pubblicato nella Gazzetta Ufficiale n. 153 del 4 luglio 2001.

Il D.Lgs. 230, come sopra modificato, comprensivo di 13 allegati tecnici, disciplina quasi tutti gli aspetti relativi all'impiego pacifico dell'energia nucleare, compresi il decommissioning e la gestione dei rifiuti radioattivi, anche se a livello molto generale; necessita tuttavia ancora di alcuni decreti attuativi e leggi regionali per essere pienamente operativo.

Per quanto riguarda il decommissioning degli impianti nucleari valgono gli articoli 55, 56 e 57, di seguito parzialmente riportati in quanto sufficientemente esaurienti nella loro sinteticità:

**Articolo 55 Autorizzazione per la disattivazione degli impianti nucleari.**

*1. L'esecuzione delle operazioni connesse alla disattivazione di un impianto nucleare e' soggetta ad autorizzazione preventiva da parte del Ministero dell'industria, del commercio e dell'artigianato, sentiti i Ministeri dell'ambiente, dell'interno, del lavoro e della previdenza sociale e della sanità, la regione o provincia autonoma interessata e l'ANPA, su istanza del titolare della licenza. Detta autorizzazione è rilasciata, ove necessario, per singole fasi intermedie rispetto allo stato ultimo previsto.*

*OMISSIS .....*

<sup>2</sup> In questo capitolo, laddove vengono inserite citazioni testuali dalle leggi vigenti, si tenga conto che il Ministero dell'Industria e dell'Artigianato (MICA) è oggi Ministero dello Sviluppo Economico (MAE) e che l'ANPA è oggi ISPRA.

**Articolo 56 Procedura per il rilascio dell'autorizzazione alla disattivazione - Svolgimento delle operazioni.**

1. Le Amministrazioni di cui all'articolo 55 trasmettono all'ANPA, non oltre sessanta giorni dal ricevimento della documentazione prevista allo stesso articolo 55, le proprie eventuali osservazioni.
2. L'ANPA, esaminata l'istanza di autorizzazione e la relativa documentazione e tenendo conto delle osservazioni delle amministrazioni di cui al comma 1, predispone e trasmette alle stesse amministrazioni una relazione con le proprie valutazioni e con l'indicazione degli eventuali limiti e condizioni da osservare.
3. Le amministrazioni di cui al comma 2, non oltre trenta giorni dal ricevimento della relazione trasmettono le loro osservazioni finali all'ANPA la quale, sentita la Commissione tecnica, predispone e trasmette al Ministero dell'industria, del commercio e dell'artigianato il proprio parere con l'indicazione delle eventuali prescrizioni.
4. Il Ministro dell'industria, del commercio e dell'artigianato, rilascia l'autorizzazione di cui all'articolo 55, condizionandola all'osservanza delle eventuali prescrizioni definite dall'ANPA.
5. L'esecuzione delle operazioni avviene sotto la vigilanza dell'ANPA che, in relazione al loro avanzamento e sulla base di specifica istanza del titolare dell'autorizzazione, verifica l'effettivo venir meno dei presupposti tecnici per l'osservanza delle singole disposizioni del presente decreto e delle prescrizioni emanate.

**Articolo 57 Rapporto conclusivo.**

1. Il titolare dell'autorizzazione, al termine delle operazioni di cui all'articolo 56, trasmette all'ANPA uno o più rapporti atti a documentare le operazioni eseguite e lo stato dell'impianto e del sito.
2. Il Ministero dell'industria, del commercio e dell'artigianato, sentite le amministrazioni interessate e l'ANPA, emette, con proprio decreto, le eventuali prescrizioni connesse con lo stato dell'impianto e del sito al termine delle operazioni.

Per quanto riguarda la gestione dei rifiuti radioattivi, peraltro strettamente connessa con le operazioni di decommissioning, la materia è molto più complessa e le disposizioni contenute nel D.Lgs. 230 impostano il problema solo a livello generale, rimandando il dettaglio a più specifici decreti attuativi in buona parte non ancora emessi, in particolar modo per lo smaltimento definitivo.

Troviamo prima le disposizioni relative alle installazioni di CAPO VI (regime autorizzativo per le installazioni e particolari disposizioni per i rifiuti radioattivi):

**Articolo 30 - Particolari disposizioni per l'allontanamento dei rifiuti**

1. L'allontanamento di materiali destinati ad essere smaltiti, riciclati o riutilizzati in installazioni, ambienti o, comunque, nell'ambito di attività a cui non si applichino le norme del presente decreto, se non è disciplinato dai rispettivi provvedimenti autorizzativi, è comunque soggetto ad autorizzazione quando detti rifiuti o materiali contengano radionuclidi con tempi di dimezzamento fisico maggiore o uguale a settantacinque giorni o in concentrazione superiore ai valori determinati ai sensi dell'articolo 1. I livelli di allontanamento stabiliti negli atti autorizzatori debbono soddisfare ai criteri fissati con il decreto di cui all'articolo 1, comma 2, che terrà conto anche degli orientamenti tecnici forniti in sede comunitaria.

OMISSIS...

**Articolo 31 - Attività di raccolta di rifiuti radioattivi per conto di terzi**

1. L'attività di raccolta, anche con mezzi altrui, di rifiuti radioattivi, provenienti da terzi, allo scopo di conferire i medesimi ad installazioni di trattamento o di deposito oppure di procedere allo smaltimento di essi nell'ambiente ai sensi dell'articolo 30, è soggetta ad autorizzazione del Ministero dell'industria, del commercio e dell'artigianato, sentita l'ANPA.

OMISSIS....

#### **Articolo 32 Spedizioni, importazioni ed esportazioni di rifiuti radioattivi**

1. Le spedizioni di rifiuti radioattivi provenienti da Stati membri dell'Unione europea o ad essi destinate, le importazioni e le esportazioni dei rifiuti medesimi da e verso altri Stati, nonché il loro transito sul territorio italiano debbono essere preventivamente autorizzati.

OMISSIS ...

#### **Articolo 33 Nulla osta per installazioni di deposito o di smaltimento di rifiuti radioattivi**

1. Ferme restando le disposizioni vigenti in materia di dichiarazione di compatibilità ambientale, la costruzione, o comunque la costituzione, e l'esercizio delle installazioni per il deposito o lo smaltimento nell'ambiente, nonché di quelle per il trattamento e successivo deposito o smaltimento nell'ambiente, di rifiuti radioattivi provenienti da altre installazioni, anche proprie, sono soggette a nulla osta preventivo del Ministero dell'industria, del commercio e dell'artigianato, di concerto con i Ministeri dell'ambiente, dell'interno, del lavoro e della previdenza sociale e della sanità, sentite la regione o la provincia autonoma interessata e l'ANPA.

2. Con decreto del Ministro dell'industria, del commercio e dell'artigianato, d'intesa con i Ministri dell'ambiente e della sanità e di concerto con i Ministri dell'interno e del lavoro e della previdenza sociale, sentita l'ANPA, sono stabiliti i livelli di radioattività o di concentrazione ed i tipi di rifiuti per cui si applicano le disposizioni del presente articolo, nonché le disposizioni procedurali per il rilascio del nulla osta, in relazione alle diverse tipologie di installazione. Nel decreto può essere prevista, in relazione a tali tipologie, la possibilità di articolare in fasi distinte, compresa quella di chiusura, il rilascio del nulla osta nonché di stabilire particolari prescrizioni per ogni fase, ivi incluse le prove e l'esercizio.

(n.d.r.: il decreto annunciato al comma 2 dell'art.33 non è stato mai emanato.)

#### **Articolo 34 Obblighi di registrazione**

1. Gli esercenti le attività disciplinate negli articoli 31 e 33 devono registrare i tipi, le quantità di radioattività, le concentrazioni, le caratteristiche fisico-chimiche dei rifiuti radioattivi, nonché tutti i dati idonei ad identificare i rifiuti medesimi ed i soggetti da cui provengono.

OMISSIS....

Per quanto riguarda il CAPO VII (Impianti) la materia è ben disciplinata per le nuove autorizzazioni:

#### **Articolo 36 Documentazione di sicurezza nucleare e di protezione sanitaria**

1. Il richiedente l'autorizzazione .....OMISSIS....., ai fini dell'accertamento delle condizioni di sicurezza nucleare e di protezione sanitaria, deve trasmettere, oltre che al Ministero dell'industria, del commercio e dell'artigianato, all'ANPA i seguenti documenti:

a) progetto di massima dell'impianto corredato dalla pianta topografica, dai piani esplicativi, dai disegni e descrizioni dell'impianto e da uno **studio preliminare di smaltimento dei rifiuti radioattivi**;

..... OMISSIS

Per gli impianti vecchi (cioè la totalità in Italia) invece il problema della destinazione dei materiali radioattivi di risulta è accennato negli articoli già citati per la disattivazione. Viene poi ripreso genericamente nel CAPO IX relativo alla protezione sanitaria della popolazione:

**Articolo 102 Disposizioni particolari per i rifiuti radioattivi**

*1. Chiunque esercita un'attività soggetta al presente decreto deve adottare le misure necessarie affinché la **gestione dei rifiuti radioattivi** avvenga nel rispetto delle specifiche norme di buona tecnica e delle eventuali prescrizioni tecniche contenute nei provvedimenti autorizzativi, al fine di evitare rischi di esposizione alle persone del pubblico.*

*OMISSIS.....*

Vengono poi definite delle norme transitorie tra le quali quelle più rilevanti, ai fini della presente descrizione, riguardano i livelli di esenzione e i livelli di rilascio:

**Articolo 154 Rifiuti con altre caratteristiche di pericolosità - Radionuclidi a vita breve**

*1. Con decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri, su proposta formulata d'intesa dai Ministri dell'ambiente e della sanità, di concerto con il Ministro del lavoro e della previdenza sociale, sentita l'ANPA, sono definiti i criteri e le modalità da rispettare per la **gestione dei rifiuti radioattivi** che presentano anche caratteristiche di pericolosità diverse dal rischio da radiazioni, nonché per il loro **smaltimento nell'ambiente**.*

*2. Le norme del presente decreto non si applicano allo smaltimento di rifiuti radioattivi nell'ambiente, né al loro conferimento a terzi ai fini dello smaltimento, né comunque all'allontanamento di materiali destinati al riciclo o alla riutilizzazione, quando detti rifiuti o materiali contengano solo radionuclidi con tempo di dimezzamento fisico inferiore a settantacinque giorni e in concentrazione non superiore ai valori determinati ai sensi dell'articolo 1, sempre che lo smaltimento avvenga nel rispetto delle disposizioni del decreto legislativo 5 febbraio 1997, n. 22, e successive modificazioni.*

*3. OMISSIS.....*

*3-bis. Fuori dei casi di cui al comma 2, l'allontanamento da installazioni soggette ad autorizzazioni di cui ai capi IV, VI e VII di materiali contenenti sostanze radioattive, destinati ad essere smaltiti, riciclati o riutilizzati in installazioni, ambienti o, comunque, nell'ambito di attività ai quali non si applichino le norme del presente decreto, è soggetto ad apposite prescrizioni da prevedere nei provvedimenti autorizzativi di cui ai predetti capi. I livelli di allontanamento da installazioni di cui ai capi IV, VI e VII di materiali, destinati ad essere smaltiti, riciclati o riutilizzati in installazioni, ambienti o, comunque, nell'ambito di attività ai quali non si applichino le norme del presente decreto debbono soddisfare ai criteri fissati con il decreto di cui all'articolo 1, comma 2, ed a tal fine tengono conto delle direttive, delle raccomandazioni e degli orientamenti tecnici forniti dall'Unione europea.*

A fronte di questo quadro legislativo generale, orientato essenzialmente alla protezione sanitaria della popolazione e dei lavoratori, era palese la necessità di uno o più provvedimenti legislativi che definissero gli aspetti essenziali relativi allo smantellamento degli impianti nucleari dismessi, alla gestione dei rifiuti radioattivi, incluso lo smaltimento, e alla formazione delle relative risorse finanziarie.


Assodata tale necessità negli ultimi anni si sono succeduti provvedimenti legislativi in modo disordinato e spesso inefficace, sia per il ripetuto cambio di strategia in corso

d'opera sia per la mancata risoluzione del problema del deposito nazionale di smaltimento definitivo dei rifiuti radioattivi.


Di seguito si fa un freddo elenco dei principali provvedimenti legislativi, rimandando al capitolo successivo la disamina della situazione nazionale e degli indirizzi strategici alla base di tali provvedimenti:

- *Decreto legislativo del 16.03.1999, n. 79 (Decreto Bersani) "Attuazione della direttiva 96/92/CE recante norme comuni per il mercato interno dell'energia elettrica".*
- *Ministero dell'Industria, del Commercio e dell'Artigianato di concerto con Ministero del Tesoro, del Bilancio e della Programmazione economica: decreto 26.01.2000 "Individuazione degli oneri generali afferenti al sistema elettrico"*
- *Decreto del Ministero dell'Industria del Commercio e dell'Artigianato 7 maggio 2001 "Indirizzi strategici ed operativi alla Sogin - Società gestione impianti nucleari S.p.a., ai sensi dell'art. 14, comma 4 del decreto legislativo 16 marzo 1999, n. 79 (Decreto Bersani) di liberalizzazione del mercato elettrico"*
- *Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri del 14 febbraio 2003 "Dichiarazione dello stato di emergenza in relazione all'attività di smaltimento dei rifiuti radioattivi dislocati nelle regioni Lazio, Campania, Emilia-Romagna, Basilicata e Piemonte, in condizioni di massima sicurezza" (reiterato, con successivi DPCM, fino al 31-12-2006).*
- *Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3267 del 7 marzo 2003 "Disposizioni urgenti la relazione all'attività di smaltimento in condizioni di massima sicurezza, dei materiali radioattivi dislocati nelle centrali nucleari e nei siti di stoccaggio."*
- *Decreto Legge 14 novembre 2003, n. 314 (G.U. n. 268 del 18 novembre 2003), coordinato con la legge di conversione 24 dicembre 2003, n. 368 (G.U. n. 6 del 09/01/2004) "Disposizioni urgenti per la raccolta, lo smaltimento e lo stoccaggio, in condizioni di massima sicurezza, dei rifiuti radioattivi"*
- *Legge 24 Dicembre 2003, n. 368 "Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 14 novembre 2003, n. 314, recante disposizioni urgenti per la raccolta, lo smaltimento e lo stoccaggio, in condizioni di massima sicurezza, dei rifiuti radioattivi".*
- *Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3355 del 7/05/2004 "Ulteriori disposizioni urgenti in relazione all'attività di smaltimento, in condizioni di massima sicurezza, dei materiali radioattivi dislocati nelle centrali nucleari e nei siti di stoccaggio."*
- *Legge 23 agosto 2004, n. 239 "Riordino del settore energetico, nonché delega al Governo per il riassetto delle disposizioni vigenti in materia di energia" (G.U. n. 215 del 13/09/2004), recante, ai commi da 99 a 106 dell'art.1, integrazioni delle disposizioni di cui al decreto legge 14 novembre 2003 n.314, convertito, con modificazioni, nella legge 24 dicembre 2003, n. 368.*
- *Decreto 2 dicembre 2004 del Ministro delle Attività Produttive, recante indirizzi strategici ed operativi alla SOGIN, ai sensi dell'art.13, comma 4, del decreto legislativo 16 marzo 1999, n.79.*



 <b>FPN</b>	<b>Sigla di identificazione</b> FPN – LP4 - 002	<b>Rev.</b> 0	<b>Distrib.</b> L	<b>Pag.</b> 15	<b>di</b> 56
--	--	------------------	----------------------	-------------------	-----------------

- *Legge 282 del 16 Dicembre 2005, “Ratifica della Convenzione congiunta in materia di sicurezza della gestione del combustibile esaurito e dei rifiuti radioattivi, fatta a Vienna il 5 settembre 1997”.*
- *Decreto Legislativo 6 Febbraio 2007, n. 52, “Attuazione della direttiva 2003/122/CE EURATOM sul controllo delle sorgenti radioattive sigillate ad alta attività e delle sorgenti orfane”.*
- *Accordo intergovernativo firmato il 24 novembre 2006 tra il Governo della Repubblica italiana e il Governo della Repubblica francese e perfezionato il 2 Maggio 2007, per il riprocessamento del combustibile irraggiato depositato negli impianti nucleari italiani, che prevede tra l’altro il rientro in Italia dei relativi rifiuti entro il 2025.*
- *DM 25 Febbraio 2008 del Ministero dello Sviluppo Economico, “Costituzione del gruppo di lavoro per l’individuazione della tipologia, delle procedure e della metodologia di selezione dirette alla realizzazione, su un sito del territorio nazionale, di un centro di servizi tecnologici e di ricerca ad alto livello nel settore dei rifiuti radioattivi”.*

 <b>FPN</b>	<b>Sigla di identificazione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Distrib.</b>	<b>Pag.</b>	<b>di</b>
	FPN – LP4 - 002	0	L	16	56

## 2 STRATEGIE DI GESTIONE E PRATICHE CORRENTI

### 2.1 LA SITUAZIONE INTERNAZIONALE

La gestione delle attività di smantellamento degli impianti nucleari obsoleti e la gestione dei rifiuti radioattivi, in particolare lo smaltimento, sono temi strettamente interconnessi tra loro e, data la delicatezza della problematica e l'attenzione dell'opinione pubblica, richiedono una strategia nazionale globale, definita con il contributo di competenze tecniche, scientifiche, amministrative e politiche.

La disattivazione (*decommissioning*) di un impianto nucleare ha l'obiettivo di consentire la rimozione di alcuni o di tutti i vincoli normativi radiologici, garantendo la sicurezza a lungo termine della popolazione e dell'ambiente. Questo processo dipende da molti fattori e può comportare varie fasi intermedie e di durata variabile in funzione di parametri che variano da paese a paese, quali lo stato e le prospettive di utilizzo dell'energia nucleare, la disponibilità di personale qualificato, le questioni sociali locali, la disponibilità di finanziamenti, la disponibilità di un sito di smaltimento per i rifiuti radioattivi, etc..


Dal punto di vista tecnico le esperienze di smantellamento già condotte hanno permesso di selezionare le tecniche più opportune e queste tecniche sono già state applicate con successo a un buon numero di vecchi impianti utilizzati in passato come prototipi dimostrativi, permettendo in alcuni casi anche il riutilizzo del sito senza vincoli di tipo radiologico. Le stesse tecniche e procedure si applicano oggi anche a un buon numero di progetti di *decommissioning* di impianti commerciali.

Dal punto di vista economico sono stati proposti e resi operativi meccanismi di finanziamento per le attività di *decommissioning* che si fondano generalmente sull'accantonamento di fondi nel corso della vita operativa dell'impianto. In tali meccanismi la parte più difficile è quella di una corretta valutazione dei costi, specialmente quelli di gestione del combustibile esaurito e di smaltimento dei rifiuti radioattivi. In Italia, come è noto, l'attuale meccanismo di finanziamento si basa su un'aliquota della bolletta elettrica (componente A2), stabilita anno per anno dall'Autorità per l'Energia Elettrica ed il Gas.

Per identificare i diversi possibili livelli di avanzamento nell'attività di *decommissioning* di un impianto nucleare si fa normalmente riferimento ad una scala proposta dalla IAEA, che individua tre livelli o stadi:

- **Stadio 1 – Conservazione con Sorveglianza:** minimo indispensabile di attività necessarie per la conservazione in sicurezza (nel caso di centrali nucleari il combustibile irraggiato viene allontanato dal sito).
- **Stadio 2 – Rilascio Condizionato:** si smantellano o decontaminano le parti meno contaminate e le parti convenzionali dell'impianto. Il cuore dell'impianto viene messo in conservazione in sicurezza.
- **Stadio 3 – Rilascio Incondizionato:** si smantella completamente l'impianto e il sito viene rilasciato senza ulteriore necessità di sorveglianza. Il sito può essere riutilizzato per attività convenzionali o rilasciato come "prato verde".

Ovviamente sono possibili anche situazioni intermedie.

 <b>FPN</b>	<b>Sigla di identificazione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Distrib.</b>	<b>Pag.</b>	<b>di</b>
	FPN – LP4 - 002	0	L	17	56

In base alla scala IAEA sono possibili le seguenti strategie generali di decommissioning:

- DECON (Decontamination) – Si procede subito, dopo la fermata dell’impianto, all’inizio dello smantellamento per portarsi allo Stadio 3 nei tempi tecnici necessari.
- SAFESTOR (Safe Storage)) – Dopo la fermata si procede verso uno stadio compreso tra 1 a 2 ed in tale stadio si mantiene in sicurezza l’Impianto per un periodo di alcune decine di anni, in attesa che la radioattività decada a livelli più accettabili per le operazioni di smantellamento, dopodichè si passa alla strategia DECON.
- ENTOMB - Le parti radioattive dell’impianto vengono confinate (ad es. inglobate in un colata di calcestruzzo) in attesa del decadimento a livelli di fondo ambientale.

Attualmente nel mondo non c’è una scelta definitiva a favore di una delle strategie DECON o SAFESTOR, mentre la strategia ENTOMB non viene praticamente seguita mai per una centrale nucleare di potenza. Infatti optare per una strategia ENTOMB equivarrebbe a trasformare ogni sito nucleare in un sito di smaltimento definitivo per rifiuti radioattivi.

In Europa e negli USA le due strategie SAFESTOR e DECON convivono; in Germania si sono orientati preferenzialmente verso la strategia DECON, mentre in Francia e nel Regno Unito è stata di solito utilizzata la strategia SAFESTOR. In uno stesso paese si verificano cambiamenti di strategie in corso d’opera. In Italia ad esempio si è passati da una iniziale strategia di SAFESTOR a una DECON, senza peraltro riuscire a trarne le opportune conseguenze in termini di strategia di gestione dei rifiuti radioattivi.

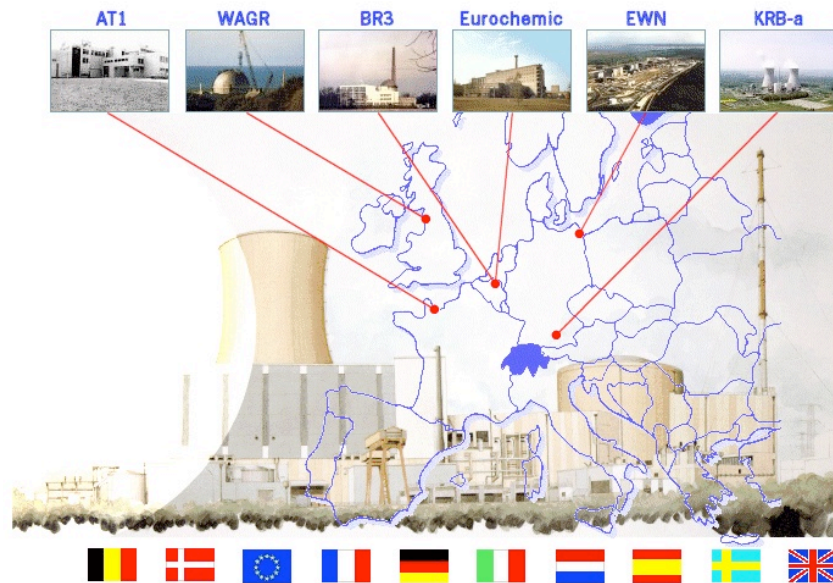
In ambito europeo fin dal 1979 la Commissione Europea ha finanziato programmi di ricerca e sviluppo sul *decommissioning* di installazioni nucleari, per la messa a punto di tecniche di decontaminazione e smantellamento, tecnologie per la minimizzazione dei rifiuti, procedure di gestione, etc..

A partire dall’inizio degli anni 90 alcuni impianti di diversa tipologia sono stati inseriti in un programma europeo di ricerca e sviluppo sul decommissioning, per comparare i diversi tipi di approccio in dipendenza di differenti problematiche<sup>3</sup>:

- Impianto di ritrattamento AT1 in La Hague (Francia): è stato completamente smantellato ed è in corso la bonifica del sito per il riutilizzo.
- WAGR a Windscale (Inghilterra), reattore nucleare raffreddato a gas e moderato a grafite; è stato inserito nel programma proprio per lo specifico problema della grafite attivata, che va quindi gestita come rifiuto radioattivo.
- KRB-a Gundremmingen in Germania: reattore nucleare ad acqua bollente (BWR) da 250 MWe il cui smantellamento è pressochè terminato.
- BR3 in Belgio, reattore nucleare ad acqua pressurizzata (PWR), dove si sono sperimentate tecniche di taglio per materiali metallici altamente attivati.

<sup>3</sup> da “European website on Decommissioning of Nuclear Installations” <http://www.eu-decom.be/siteentrance/index.htm>

- Impianto di ritrattamento Eurochemic a Dessel (Belgio): il decommissioning dovrebbe essere completato entro il 2008.
- EWN-KGR Greifswald in Germania, con 8 reattori di tecnologia sovietica VVER-440: dove si sono sperimentate tecniche remotizzate avanzate. Le attività sono ancora in corso.



**Figura 1 - Progetti di ricerca UE per il Decommissioning**

Sempre a livello europeo, recentemente è stato attivato un “Co-ordination Network on Decommissioning of Nuclear Installations” (<http://ec-cnd.net/>), che ha l’obiettivo di favorire l’interscambio di informazioni scientifiche e tecniche nell’area del decommissioning.

Iniziative per una sempre maggiore collaborazione internazionale sono promosse anche dalla IAEA: <http://goto.iaea.org/decommissioning/>.

In tutto il mondo sono state costruite e messe in funzione oltre 500 centrali nucleari e la maggior parte di esse sono localizzate in paesi membri OCSE e in particolare i paesi membri della NEA<sup>4</sup>. Circa 80 centrali sono arrivati a fine vita e sono in diversi stadi di decommissioning, compresi alcuni casi di stadio 3; ad esempio in Germania le vecchie centrali KKN in Niederaichbach (HWGCR) e HDR in Grosswelzheim (BWR) sono state completamente smantellate e i siti portati nelle condizioni di “prato verde”. Questo senza contare altre tipologie di impianti: impianti di fabbricazione del combustibile, impianti di ritrattamento del combustibile irraggiato, reattori di ricerca, etc.. Fare una panoramica completa dei programmi di decommissioning attualmente in atto richiederebbe molto più spazio di quello qui disponibile, e non risulterebbe molto utile, visto che chi fosse interessato può dettagliatamente documentarsi nei siti web già indicati. Basti qui riassumere che nei paesi pionieri dell’industria nucleare (compresa l’Italia) decine di impianti sono in fase di decommissioning con

<sup>4</sup> “The Decommissioning and Dismantling of Nuclear Facilities: Status, Approaches, Challenges” - 2002, OECD-NEA

problematiche diverse e derivanti dalla diversa tipologia di impianto.

Il problema della gestione dei rifiuti radioattivi è il più importante in riferimento alla definizione di una strategia di decommissioning. Il processo di disattivazione di un impianto nucleare implica infatti la gestione di notevoli quantità di materiali con diverse caratteristiche (materiali metallici, materiali di demolizione di opere civili, materiali di isolamento, etc.) e con diverso contenuto di radioattività, quest'ultima a sua volta dovuta a contaminazione o attivazione.

Non è pensabile definire una strategia di decommissioning senza nello stesso tempo definire la strategia per la gestione dei rifiuti radioattivi, in particolare per la fase di smaltimento, dove occorre individuare ed allestire uno o più depositi nazionali che permettano di liberare i siti nucleari dai rifiuti prodotti e permetterne quindi il rilascio per altre attività o a prato verde.

In particolare la gran maggioranza dei rifiuti radioattivi prodotti dalle attività di smantellamento, in termini volumetrici, sono rifiuti a bassa e media attività, per i quali lo smaltimento ritenuto più idoneo è quello in depositi superficiali.

Per quanto riguarda i rifiuti ad alta attività il problema è più complesso in quanto lo smaltimento ritenuto più idoneo è quello geologico. Tuttavia il volume limitato di rifiuti ad alta attività consente allo stato attuale di optare per una strategia interlocutoria di stoccaggio temporaneo, dovendo solo fare una scelta relativa alla gestione del combustibile irraggiato.

Alcuni paesi (Francia e Regno Unito in primis) hanno optato in passato per il ritrattamento del combustibile irraggiato con recupero del materiale nucleare riutilizzabile (Uranio, Plutonio) e produzione di rifiuti ad alta attività vetrificati.

Altri paesi preferiscono invece considerare il combustibile irraggiato direttamente come rifiuto o preferiscono rimandare la decisione e ne progettano quindi lo stoccaggio di medio-lungo periodo in attesa di sviluppi futuri. Ad esempio la Germania, dopo un primo periodo in cui inviava il combustibile irraggiato in Francia o in Inghilterra per il ritrattamento, dal 2005 ha optato per lo stoccaggio. Non a caso è in Germania dove si è maggiormente sviluppata la tecnologia per lo stoccaggio a lungo termine del combustibile irraggiato. L'industria nazionale, sulla base della notevole esperienza acquisita nella tecnologia dei contenitori di trasporto, ha sviluppato contenitori metallici per il trasporto e lo stoccaggio a secco (Castor) largamente utilizzati anche all'estero. Altri paesi europei che hanno seguito l'esempio sono la Spagna, la Svezia, la Finlandia e il Belgio. In controtendenza l'Italia che, dopo una prima campagna di ritrattamento in Inghilterra, aveva optato per lo stoccaggio a secco di lungo termine in contenitori Castor, oggi ha di nuovo cambiato strategia con un accordo per il ritrattamento del restante combustibile in Francia. Fuori dall'Europa il Giappone ha siglato in passato diversi contratti per il ritrattamento di combustibile sia in Inghilterra sia in Francia, e attualmente sta realizzando un impianto di ritrattamento nazionale. Gli USA, dopo una prima fase in cui il combustibile irraggiato commerciale veniva ritrattato, dal 1992 hanno interrotto ogni attività di ritrattamento e il combustibile viene stoccato in attesa di smaltimento geologico.

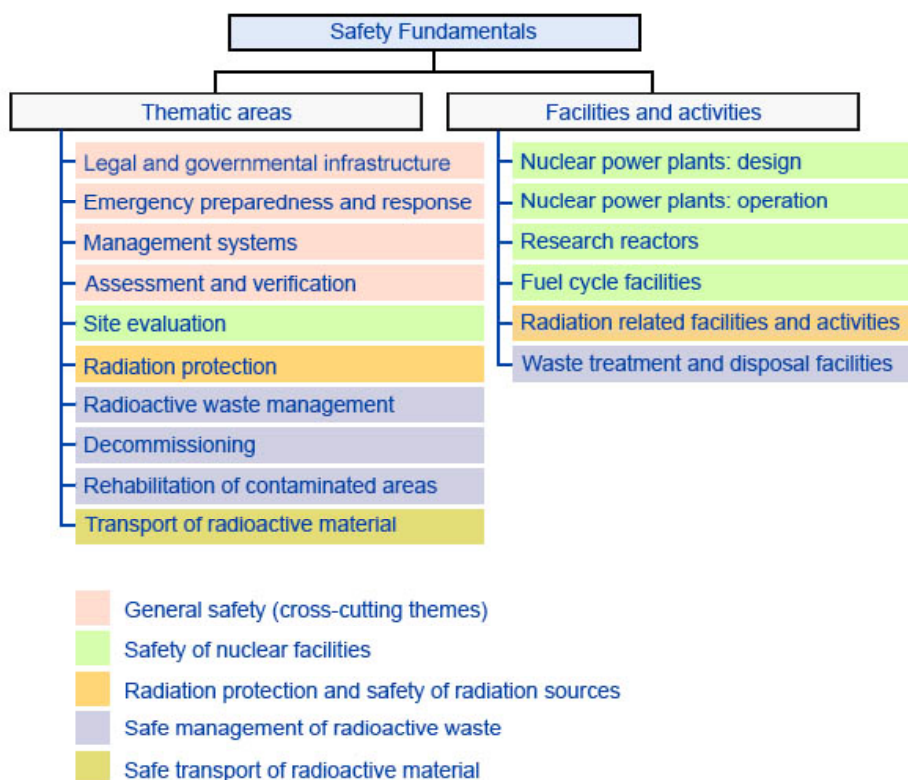
Al di là delle singole politiche di gestione, che dipendono dalla particolare situazione di ciascun paese, in ambito internazionale il libero interscambio di informazioni e di

know-how è considerato indispensabile per favorire la diffusione delle migliori pratiche in tema di gestione dei rifiuti radioattivi e del combustibile irraggiato.


La IAEA indirizza i propri sforzi soprattutto alla diffusione di standards di sicurezza in varie aree tematiche relative al nucleare, compresa la gestione dei rifiuti radioattivi, con il “Waste Management Safety Standards Committee (WASSC) (<http://www-ns.iaea.org/standards/>).

La IAEA organizza inoltre Conferenze Internazionali, “Missioni” di supporto ai programmi nazionali nei paesi membri che ne fanno richiesta, è depositaria delle principali convenzioni internazionali in tema di energia nucleare, compresa la Joint Convention, e ha una ricca produzione di documentazione tecnica in gran parte liberamente consultabile on-line (<http://www.iaea.org/Publications/index.html>).

## IAEA Safety Standards



L’Agenzia Nucleare dell’OCSE (OECD-NEA) ha da tempo costituito un “Radioactive Waste Management Committee” (RWMC, <http://www.nea.fr/html/rwm/rwmc.html>), formato da esperti provenienti da varie istituzioni nazionali (autorità di controllo, enti di ricerca, agenzie per la gestione dei rifiuti radioattivi, organismi politici, etc.) con l’obiettivo di promuovere la cooperazione internazionale in tema di gestione dei rifiuti radioattivi, con particolare riferimento ai rifiuti ad alta attività e quindi allo smaltimento geologico. Nell’espletamento delle proprie funzioni il RWMC costituisce un forum per l’interscambio di informazioni ed esperienze, promuove l’adozione di filosofie d’approccio comuni, mantiene aggiornato un data-base di documentazione sullo stato dell’arte nel campo del decommissioning e delle gestione dei rifiuti radioattivi a

 <b>FPN</b>	<b>Sigla di identificazione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Distrib.</b>	<b>Pag.</b>	<b>di</b>
	FPN – LP4 - 002	0	L	21	56

livello tecnico e scientifico e offre infine agli stati membri la possibilità di usufruire di “peer review” internazionali per i programmi di attività nazionali.

Internamente al RWMC operano gruppi di lavoro su aspetti specifici, ad esempio il “*Forum on Stakeholder Confidence*” (FSC), che si occupa degli aspetti sociali dei temi discussi e promuove metodologie per un corretto dialogo con il pubblico nei processi decisionali, e il “*Working Party on Decommissioning and Dismantling*” (WPPD) che si occupa specificamente del tema dei rifiuti provenienti dalle attività di *decommissioning*.

Di particolare interesse, il tema degli aspetti sociali legati ai programmi di gestione dei rifiuti radioattivi, e in particolare alla fase di smaltimento, è stato affrontato con molta serietà e ha prodotto rilevanti metodologie e documenti guida mirati a facilitare il dialogo con il pubblico, per es. “*Learning and Adapting to Societal Requirements for Radioactive Waste Management*”(2004); “*Stepwise Approach to Decision Making for Long-term Radioactive Waste Management*”(2004).

In sintesi, alcune delle raccomandazioni tratte dai documenti citati:

- *il processo decisionale deve essere effettuato in modo visibile e iterativo, con una flessibilità tale da adattarsi ai cambiamenti contestuali, per esempio con un approccio graduale che fornisca il tempo sufficiente per sviluppare un discorso competente e trasparente;*
- *la comprensione da parte del pubblico deve essere facilitata, ad esempio promuovendo interazioni tra i vari gruppi interessati (stakeholders) e gli esperti;*
- *il coinvolgimento del pubblico nei processi decisionali deve essere facilitato;*
- *tenere il pubblico informato è considerata una funzione chiave degli organi di controllo; gli obiettivi di un'autorità di controllo nella comunicazione con il pubblico sono di promuovere la comprensione, guadagnare la fiducia del pubblico e fornire agli organi decisionali nazionali e locali le informazioni necessarie sugli argomenti rilevanti;*
- *le caratteristiche principali di un'autorità di controllo sono: apertura, chiarezza, responsabilità, indipendenza e competenza;*
- *la strategia per la sicurezza deve essere chiaramente definita.*

## **2.2 L'APPROCCIO DELLA UE**

In tema di uso pacifico dell'energia nucleare e problematiche connesse, a partire dal trattato Euratom, la Commissione Europea ha pubblicato numerose direttive, raccomandazioni, risoluzioni, regolamenti o semplici documenti tecnici di gruppi di esperti (alcuni largamente utilizzati su base volontaria dagli stati membri). Tuttavia il tema del decommissioning e della gestione dei rifiuti radioattivi non è stato mai quello centrale; a tutt'oggi la maggiore rilevanza a livello legislativo è ancora associata alla direttiva 96/29/Euratom il cui importante tema principale è la protezione sanitaria della popolazione e dei lavoratori contro le radiazioni ionizzanti (direttiva recepita in Italia con il D.lgs 230/95).

Recentemente (prima dell'allargamento a 25 della UE) la Commissione ha cominciato a porsi seriamente il problema di un nuovo approccio comunitario con l'obiettivo di dotarsi di una regolamentazione giuridicamente vincolante per

l'armonizzazione dei criteri di sicurezza degli impianti nucleari e della gestione del combustibile esaurito e dei rifiuti radioattivi.

(vedi [http://ec.europa.eu/energy/nuclear/legislation/new\\_package\\_en.htm](http://ec.europa.eu/energy/nuclear/legislation/new_package_en.htm))

Il nuovo approccio comunitario è stato prima proposto al Consiglio e al Parlamento Europeo con un documento di carattere generale del 6 Novembre 2002, COM(2002) 605 "Comunicazione dalla Commissione al Consiglio e al Parlamento Europeo - Sicurezza Nucleare nell'Unione Europea".

L'obiettivo proposto (poi sostanzialmente fallito) era di dotare urgentemente l'UE di un nuovo quadro normativo, ancora prima dell'allargamento ai paesi dell'Est dotati di industria nucleare obsoleta, con l'emanazione di due direttive che praticamente portassero la trasposizione a livello comunitario di criteri e principi già esistenti:

1) *Una direttiva sulla sicurezza degli impianti nucleari in esercizio e in corso di disattivazione*: questa direttiva deve istituire norme comuni di sicurezza e meccanismi di controllo che garantiscano l'applicazione di metodi e di criteri comuni, aventi forza di legge in tutta l'Europa allargata. Ogni Stato membro deve disporre di un'autorità di sicurezza in grado di esercitare le sue attività in piena indipendenza. La base di queste norme comuni di sicurezza è costituita da norme già esistenti, da quelle emanate dall'Agenzia internazionale dell'energia atomica (IAEA) e da quelle elaborate da 25 anni dalle autorità di sicurezza nazionali nell'ambito di gruppi di lavoro costituiti dalla Commissione, e dalla *Western European Nuclear Regulators' Association* (WENRA).

La direttiva deve comportare due aspetti: da un lato, un insieme di norme e, dall'altro, un meccanismo che permetta di verificare il rispetto e, se necessario, sancire gli inadempimenti. Il controllo comunitario non deve avere natura ispettiva ma solo di vigilanza di come le singole Autorità di sicurezza nazionali realizzano il loro compito.

La Commissione avrà poi il compito di pubblicare ogni due anni una relazione sullo stato della sicurezza nucleare nell'Unione europea. Allo stesso tempo la direttiva deve definire norme comunitarie di costituzione, gestione e uso dei fondi per lo smantellamento degli impianti obsoleti, in modo che le operazioni di smantellamento si realizzino in condizioni di protezione delle popolazioni e dell'ambiente dalle radiazioni ionizzanti.

2) *Una direttiva sulla gestione dei residui radioattivi e del combustibile esaurito*: la direttiva deve contribuire ad apportare una risposta chiara, trasparente ed entro un termine ragionevole al problema del trattamento dei residui radioattivi. La proposta indica l'interramento geologico dei residui ad alta attività e a lunga vita come tecnica più sicura nello stato attuale delle conoscenze. Prevede che gli Stati membri dell'Unione Europea adottino, secondo un calendario prestabilito, programmi nazionali di stoccaggio dei residui radioattivi in generale e del deposito in profondità dei residui ad alta attività in particolare. Per i residui ad alta attività i siti di stoccaggio (nazionale o regionale) dovrebbero essere selezionati al più tardi nel 2008 ed essere operativi al più tardi nel 2018. Per i residui a bassa attività e a vita breve, lo stoccaggio dovrebbe essere realizzato al più tardi nel 2013.

Con i contenuti sopra riassunti, la proposta è poi stata effettivamente fatta col documento COM(2003) 32 del 30 Gennaio 2003, e successivamente modificata con



proposta COM(2004) 526 del 8 Settembre 2004, dopo che la discussione nel Parlamento Europeo aveva prodotto numerosi emendamenti.

Anche la seconda stesura non è stata approvata dal Parlamento Europeo, sostanzialmente per l'opposizione di alcuni stati membri che avrebbero notevoli difficoltà a trasformare le disposizioni delle direttive in norme giuridiche nazionali.

Nel frattempo l'allargamento dell'UE a 25 e poi a 27 ha reso il problema ancora più complicato e quindi il Consiglio Europeo ha allora deciso di "temporeggiare" adottando un documento di "conclusioni" nel Giugno 2004 (doc.10823/04).

In tali conclusioni si dava mandato al "*Working Party on Atomic Questions*" (WPAQ) di attivare un "*Ad Hoc Working Party on Nuclear Safety*" (WPNS) che effettuasse delle consultazioni nei paesi membri al fine di valutare lo stato dell'armonizzazione raggiunta in termini di sicurezza, con specifico riferimento:

- ai risultati raggiunti con la partecipazione degli stati membri alla "*Convention on Nuclear Safety*" e alla "*Joint Convention*";
- al lavoro condotto dalla WENRA (*Western European Nuclear Regulators' Association*);
- all'utilizzo da parte degli stati membri dei documenti e degli standards prodotti dalla IAEA, dall'OECD-NEA e dalla Commissione Europea.

Il gruppo di lavoro WPNS si è organizzato in tre sottogruppi, SG1 per la sicurezza nucleare, SG2 per la gestione del combustibile esaurito e dei rifiuti radioattivi e SG3 per gli aspetti finanziari legati al *decommissioning*. I rapporti conclusivi dei sottogruppi sono stati regolarmente consegnati a fine 2006 e hanno innescato un nuovo processo di consultazioni ancora in corso.

Nel frattempo uno degli eventi più rilevanti nella strategia di armonizzazione è stata la decisione di aderire alla *Joint Convention* come EURATOM il 14 Giugno 2005, con la conseguente partecipazione al secondo "*review meeting*" del Maggio 2006 a Vienna, con un rapporto che descrive lo stato dell'arte sull'implementazione a livello europeo degli obblighi derivanti dall'adesione alla *Joint Convention*.

Notevole attenzione viene anche prestata alla percezione di queste problematiche da parte del pubblico, percezione che viene periodicamente sondata con il cosiddetto Eurobarometro. Nel 2005 è stato effettuato un sondaggio nei paesi dell'UE-25 sulla percezione dei problemi relativi alla gestione dei rifiuti radioattivi, che ha messo in evidenza un basso livello di conoscenza da parte del pubblico, con una conseguente errata percezione del rischio. Nello stesso tempo il pubblico consultato ha espresso l'esigenza di essere maggiormente coinvolto nei processi decisionali. Uno dei risultati più interessanti del sondaggio è che quasi il 60% del campione considera accettabile l'uso dell'energia nucleare solo se il problema dello smaltimento dei rifiuti radioattivi potrà considerarsi risolto; la % scende sotto il 40% se il problema non è risolto.

## 2.3 LA SITUAZIONE ITALIANA

Dopo il referendum popolare del 1987 che di fatto ha determinato la cancellazione dei programmi nucleari italiani, la strategia di chiusura ha subito vari cambiamenti nel corso del tempo: all'inizio si era preferito mantenere in sicurezza gli impianti per un periodo di tempo di non meno di 50 anni prima dell'avvio dello smantellamento

“custodia protettiva passiva”); successivamente si è deciso di procedere con lo “smantellamento accelerato”, da realizzare nel corso di circa 20 anni.

Il problema di una strategia globale fu posto alla prima Conferenza Nazionale sul tema dei rifiuti radioattivi, organizzata dall'ANPA nel luglio 1995, ed è stato poi riproposto nell'analoga Conferenza del novembre 1997. In quest'ultima Conferenza il Ministro dell'industria annunciò la costituzione di un “tavolo” fra tutti gli attori interessati alla dismissione degli impianti nucleari in Italia per la definizione di un piano di azione nel settore. In attesa del “tavolo”, lo stesso Ministro propose alla Conferenza Stato-Regioni l'attivazione di un “*percorso partecipativo che permettesse una scelta concertata del sito sulla base di una corretta e completa informazione, scientificamente fondata, che consentisse la conseguente assunzione di responsabilità da parte delle Autonomie locali*”.

Nel luglio 1998 fu effettivamente costituito il “*Tavolo Nazionale per la gestione degli esiti del nucleare*”, al quale furono invitati Regioni, Enti locali, Organizzazioni sindacali, ENEL, ANPA ed ENEA.


Nel novembre 1999 fu poi approvato un Accordo di programma Stato-Regioni e Province autonome di Trento e Bolzano riguardante la definizione e l'allestimento di alcune misure volte a promuovere la gestione in sicurezza dei rifiuti radioattivi prodotti in Italia, nel cui ambito era previsto anche un piano per individuare un sito per la realizzazione del deposito nazionale per i rifiuti radioattivi

La strategia nazionale generale fu definita con il documento “*Indirizzi strategici per la gestione degli esiti del nucleare in Italia*” (Dicembre 1999), portato all'approvazione del Governo e del Parlamento. Nel documento furono identificati tre obiettivi generali:

- Primo obiettivo: trattamento e condizionamento di tutti i rifiuti radioattivi liquidi e solidi in deposito sui siti degli impianti, in gran parte ancora non trattati, al fine di trasformarli in manufatti certificati, temporaneamente stoccati sui siti di produzione, ma pronti per essere trasferiti al deposito nazionale non appena quest'ultimo fosse realizzato. Per quanto riguardava il combustibile irraggiato si ipotizzò la sua sistemazione temporanea sui siti degli impianti mediante stoccaggio a secco in appositi contenitori “*dual purpose*” (stoccaggio-trasporto), in attesa del loro trasferimento al deposito nazionale oppure, in alternativa, mediante il ritrattamento all'estero.
- *Secondo obiettivo* (che doveva procedere in parallelo col precedente, dati i lunghi tempi di realizzazione): scelta del sito e predisposizione del deposito nazionale sia per lo smaltimento definitivo dei rifiuti condizionati di II categoria (a media e bassa attività), sia per lo stoccaggio temporaneo a medio termine dei rifiuti di III categoria (ad alta attività e a vita lunga), in particolare quelli derivanti dal ritrattamento e il combustibile irraggiato non avviato al ritrattamento. L'infrastruttura di deposito temporaneo doveva essere localizzata sullo stesso sito destinato allo smaltimento dei rifiuti di II categoria condizionati.

Il primo ed il secondo obiettivo dovevano essere raggiunti contemporaneamente in un arco di tempo non superiore a dieci anni (entro il 2010).

- *Terzo obiettivo*: smantellamento accelerato degli impianti nucleari nella loro globalità (Il terzo obiettivo doveva essere raggiunto in un arco di tempo

 <b>FPN</b>	<b>Sigla di identificazione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Distrib.</b>	<b>Pag.</b>	<b>di</b>
	FPN – LP4 - 002	0	L	25	56

complessivo di circa 20 anni, di cui i primi dieci in parallelo con il perseguimento del primo e del secondo obiettivo).

Per l'attuazione di questi obiettivi si cominciò con l'emanazione di due decreti:

1) Ministero dell'Industria, Commercio e Artigianato di concerto con Ministero del Tesoro, del Bilancio e della Programmazione economica - *Individuazione degli oneri generali afferenti al sistema elettrico* – Decreto 26 gennaio 2000.

2) Ministero dell'Industria, del Commercio e dell'Artigianato – Decreto 7 maggio 2001 – *Indirizzi strategici ed operativi alla SOGIN* – Società gestione impianti nucleari S.p.A., ai sensi dell'art.14, comma 4 del decreto legislativo 16 marzo 1999, n.79, di liberalizzazione del mercato elettrico.

Si definiva un assetto istituzionale a regime degli operatori del settore con:

- una Società responsabile della gestione e dello smantellamento di tutti gli impianti nucleari obsoleti. La società è stata identificata, come è noto, nella SOGIN S.p.A., costituita dall'ENEL e poi trasferita al Ministero del Tesoro, per la gestione e lo smantellamento delle centrali nucleari ex-ENEL. Alla stessa, nel 2003, l'ENEA ha conferito anche la responsabilità di gestione degli impianti nucleari obsoleti afferenti al ciclo del combustibile;
- un organismo nazionale pubblico, gestore del sito di deposito nazionale, da costituire attraverso una assunzione di nuovo personale attorno al nucleo di competenza esistente all'ENEA e nella sua società partecipata NUCLECO, prendendo a modello le agenzie per la gestione dei rifiuti radioattivi di molti paesi esteri (tale organismo non è stato poi mai costituito).

Contestualmente, sulla base di un accordo sottoscritto da Governo, Regioni e Province autonome il 4 Novembre 1999, fu istituito un *Gruppo di Lavoro* con il compito di sottoporre all'attenzione della Conferenza Stato/Regioni un documento contenente lo stato dell'arte sugli studi e sulle ricerche relativi alla localizzazione e realizzazione del deposito per i rifiuti radioattivi e le proposte relative a: iniziative di informazione e strumenti di coinvolgimento delle popolazioni e degli enti locali; procedure per la scelta del sito e strumenti di collaborazione tra Governo ed amministrazioni locali; soluzioni e strumenti per promuovere le condizioni per l'armonico inserimento del deposito nel contesto territoriale circostante.

Il GDL, composto da sette membri dei quali tre designati rispettivamente dal Ministero dell'Industria, del Commercio e dell'Artigianato, dal Ministero dell'Ambiente e dal Ministero della Sanità e quattro designati dalla Conferenza dei Presidenti delle Regioni e delle Province Autonome, concluse le attività nel giugno 2001 con la redazione di un Rapporto per la Conferenza Stato/Regioni. Il documento riportava un rilevante approfondimento delle problematiche e prospettava una ampia gamma di soluzioni da un punto di vista organizzativo, metodologico e operativo. I lavori del GDL e la documentazione informativa raccolta furono pure pubblicati su un sito web dedicato (oggi non più on-line), al fine di assicurare la trasparenza e il coinvolgimento del pubblico con un apposito forum.

Con la XIV legislatura il nuovo Governo, a seguito dei noti eventi di terrorismo internazionale, non diede seguito alle soluzioni proposte dal Gruppo di Lavoro, ma dichiarò lo stato di emergenza con il DPCM 14 Febbraio 2003 di *“Dichiarazione dello stato di emergenza in relazione all’attività di smaltimento dei rifiuti radioattivi dislocati nelle regioni Lazio, Campania, Emilia-Romagna, Basilicata e Piemonte, in condizioni di massima sicurezza”* (reiterato, con successivi DPCM, fino al 31-12-2006).

Il 7 marzo 2003 fu poi emanata l’Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3267, recante *“Disposizioni urgenti in relazione all’attività di smaltimento in condizioni di massima sicurezza, dei materiali radioattivi dislocati nelle centrali nucleari e nei siti di stoccaggio”*. Il Presidente della SOGIN fu nominato Commissario Delegato con ampi poteri di deroga alla vigente normativa.

Lo stesso Governo emanò successivamente il decreto legge 314/2003 per la realizzazione di un deposito definitivo geologico a Scanzano Ionico in provincia di Matera. Dopo le note manifestazioni di dissenso al cosiddetto “decreto Scanzano”, la Conferenza dei Presidenti delle Regioni chiese il ritiro del decreto legge. Nella successiva conversione in legge (368/2003) sparirono quindi i riferimenti a Scanzano Ionico e fu prevista la realizzazione di “un deposito nazionale riservato ai soli rifiuti di III Categoria”, che doveva essere realizzato dalla SOGIN entro e non oltre il 31 dicembre 2008 e il cui sito doveva essere individuato entro un anno da un altro commissario straordinario, peraltro mai nominato. Successivamente con la legge 239/2004 fu previsto che con la stessa procedura adottata per la realizzazione del deposito di III Categoria (legge 368/2003) dovesse essere anche *“individuato il sito per la sistemazione definitiva dei rifiuti di II Categoria”*.

Entrambe le leggi non hanno poi dato seguito ad alcuna iniziativa e, alla scadenza dell’ultima reiterazione dello stato di emergenza (31 dicembre 2006), il Governo subentrante ha ritenuto di non prorogare l’emergenza sui rifiuti radioattivi.

In sostanza la situazione generale italiana non è molto cambiata durante la parentesi emergenziale e recentemente, al tavolo MSE-REGIONI dell’11 Ottobre 2007 a Roma, il Ministero dello Sviluppo Economico ha riaperto la questione riproponendo un percorso analogo a quello tracciato negli anni 1999-2001.

La proposta è stata di ricostituire il Gruppo di Lavoro composto da rappresentanti del Governo e delle Regioni, e da altri esperti, con il compito di elaborare un metodo che, partendo dalle esperienze messe in atto a livello europeo, definisca le caratteristiche dell’insediamento per un deposito superficiale, e dia indicazione sui criteri di selezione dei siti (autocandidature, concertazione, gare, procedure negoziate, etc.).

Il Gruppo di Lavoro Stato-Regioni è stato poi effettivamente costituito con DM 25 Febbraio 2008 e ha concluso i suoi lavori il 25 Settembre con la consegna del Rapporto Finale al Ministro dello Sviluppo Economico, rapporto che al momento della stesura è all’esame della conferenza Stato-Regioni.

Dal punto di vista operativo, negli impianti oggi affidati alla SOGIN (dal 1999 le centrali nucleari ex-ENEL e dal 2003 gli impianti ENEA del ciclo del combustibile) sono in corso attività essenzialmente propedeutiche alla disattivazione. Al 2007, l’avanzamento dei lavori corrispondeva al 9% del programma complessivo di smantellamento. Il nuovo piano industriale 2008-2012 dovrebbe portare al 51%

l'avanzamento medio dello smantellamento degli impianti (fonte: SOGIN <http://www.sogin.it>).

La Centrale di Garigliano (150 MWe BWR) appartiene alla prima generazione degli impianti nucleari, è stata in funzione dal 1963 al 1978. Il combustibile esaurito è stato inviato all'estero per il ritrattamento e sono state effettuate alcune attività di decontaminazione e trattamento dei rifiuti radioattivi.

La Centrale di Caorso (860 MWe BWR) è stata in funzione dal 1981 al 1986. Sono state effettuate attività di decontaminazione ed è in corso lo smantellamento delle turbine e del sistema di ventilazione. Nella centrale sono tuttora stoccati il combustibile irraggiato e i rifiuti radioattivi, che derivano prevalentemente dal periodo di esercizio e in misura minore dalle attività di smantellamento.

La Centrale di Latina, la prima a entrare in funzione in Italia; di tecnologia inglese a gas grafite (GCR-Magnox), è stata in funzione dal 1962 fino al 1986. Il combustibile esaurito è stato inviato all'estero per il ritrattamento e sono state effettuate alcune attività di decontaminazione e smantellamento.

La Centrale "Enrico Fermi" di Trino (VC) (260 MWe PWR) è stata in funzione dal 1965 al 1987; un limitato quantitativo di combustibile esaurito è ancora presente nella piscina; è in corso la decontaminazione del circuito primario.

Per quanto riguarda gli impianti del ciclo del combustibile, sono in corso le attività di messa in sicurezza dei materiali nucleari e dei rifiuti radioattivi, prima di iniziare le vere e proprie operazioni di decontaminazione e smantellamento.

Nell'impianto pilota di ritrattamento *EUREX* (Saluggia, VC), esercito dal 1970 al 1983, tutto il combustibile irraggiato è stato allontanato dall'impianto e il principale obiettivo attualmente è il condizionamento di rifiuti liquidi a bassa e media attività. In alcune celle dell'impianto sono state già rimossi serbatoi e tubazioni di processo.

Nell'impianto pilota di ritrattamento *ITREC* (in provincia di Matera), esercito negli anni 70 con combustibile proveniente dalla Centrale Elk River (USA, ciclo Uranio-Torio), la maggior parte dei rifiuti liquidi è stata cementata ed è in corso la sistemazione in sicurezza dei rifiuti solidi a bassa attività. Il combustibile Elk River è ancora presente in piscina e se ne prevede lo stoccaggio a secco di lungo periodo.

Il laboratorio OPERazioni Calde (*OPEC*) nel Centro di Ricerca di Casaccia, entrato in esercizio nel 1962, è una installazione con celle schermate per l'analisi post-irraggiamento su elementi di combustibile a uranio metallico e a ossido di uranio. Le attività di disattivazione consistono essenzialmente nell'incapsulamento del combustibile, smantellamento delle attrezzature e decontaminazione delle celle.

L'impianto pilota Plutonio (*IPU*) per la fabbricazione di combustibile a ossidi misti di Uranio e Plutonio, presso il Centro ENEA della Casaccia (Roma), è stato operato dal 1968 ai primi anni 80. E' in corso il progetto per lo smantellamento delle "scatole a guanti" contenenti le apparecchiature di processo.

Infine FN (*Fabbricazioni Nucleari*), era un impianto su scala industriale per la fabbricazione di combustibile per centrale LWR (Light Water Reactor), si trova a Boscomarengo (AL), ed è stato in esercizio dal 1973 al 1995. Il materiale nucleare è stato tutto alienato ed è in corso la procedura per la disattivazione.

A questi impianti si aggiungono le installazioni nucleari presenti nel Centro Comune

di Ricerca di Ispra (Lago Maggiore), dove la responsabilità dello smantellamento è però dell'EURATOM.



**Figura 2 - Principali siti nucleari italiani**

### 3 INVENTARIO E CLASSIFICAZIONE E DEI RIFIUTI RADIOATTIVI

#### 3.1 CLASSIFICAZIONE DEI RIFIUTI RADIOATTIVI

Per classificare i rifiuti radioattivi possono essere presi in considerazione svariati criteri, quali:

*Origine:* industriale, ricerca e applicazioni medicali, centrali nucleari, ciclo del combustibile, smantellamento di impianti nucleari, etc.

*Proprietà radiologiche:* tempo di dimezzamento dei radionuclidi contenuti nel rifiuto, generazione di calore, intensità di dose, tipo di emissione radiologica (alfa, beta, gamma), concentrazione e radiotossicità dei radionuclidi, contaminazione superficiale, etc.

*Proprietà fisiche:* stato (liquido, solido, aeriforme), comprimibile o non comprimibile, volatilità, solubilità, etc.

*Proprietà chimiche:* rischio chimico, corrosione, contenuto organico, combustibile-non combustibile, reattività, generazione di gas, etc.

Ai fini di una corretta gestione finalizzata alla sicurezza e allo smaltimento finale, i criteri principali sono basati sul contenuto di radioattività, in quanto determina il livello di protezione richiesto durante le diverse fasi di gestione, e il tempo di dimezzamento dei radionuclidi, in quanto definisce il periodo di tempo durante il quale il rifiuto continua a rappresentare un rischio potenziale e quindi determina le modalità di smaltimento finale.

Sulla base del contenuto di radioattività è ancora molto comune l'uso delle seguenti classiche definizioni:

Definizione	Emissione di calore
Rifiuti ad alta attività (HLW)	da 2 kW/m <sup>3</sup> a 20 kW/m <sup>3</sup>
Rifiuti a media attività (ILW)	meno di 2 kW/m <sup>3</sup>
Rifiuti a bassa attività (LLW)	poco significativa

Sulla base del tempo di dimezzamento si possono discriminare due principali classi e le relative ipotesi di smaltimento:

Definizione	Tempo di dimezzamento	Tipica destinazione finale
Rifiuti a vita breve-media	≤ 30 anni	Depositi superficiali o a bassa profondità
Rifiuti a vita lunga	> 30 anni	Formazioni geologiche a grande profondità

Quando si parla di smaltimento dei rifiuti radioattivi bisogna specificare che ci si riferisce normalmente a rifiuti condizionati. Dopo la produzione infatti i rifiuti radioattivi vengono sottoposti a trattamenti chimici e fisici, diversi a seconda del tipo di rifiuto, il cui obiettivo principale è il “*condizionamento*”, cioè la loro conversione in una forma

solida stabile e duratura, che ne consenta la manipolazione, lo stoccaggio, il trasporto e infine lo smaltimento.

Il rifiuto condizionato è quindi un manufatto costituito dal materiale solidificato (es. cemento o vetro) inglobante il materiale radioattivo originario e dal contenitore esterno, solitamente un fusto in acciaio.

A livello internazionale lo sforzo di definire una classificazione condivisa finalizzata allo smaltimento ha prodotto nel tempo diverse proposte di classificazione. In particolare, in ambito IAEA l'ultima proposta ufficiale è stata pubblicata nella Safety Guide "Classification of Radioactive Waste" (Safety Series N° 111-G-1.1, 1994) che definisce le classi di rifiuto riportate nella tabella che segue.


CLASSE	CARATTERISTICHE TIPICHE	OPZIONI DI SMALTIMENTO
1. Exempt waste (EW)	Livelli di attività minori o uguali ai livelli di "clearance", basati su una dose annuale ai membri della popolazione minore di 0.01 mSv	Nessuna restrizione radiologica
2. Low and intermediate level waste (LILW)	Attività maggiore ai livelli di "clearance" e potenza termica minore a 2kW/m <sup>3</sup>	
2.1. Short lived waste (LILW-SL)	Basse concentrazioni di radionuclidi a lunga vita (alfa minore di 4000 Bq/g per singolo manufatto ma minore di 400 Bq/g come valore medio)	Depositi di superficie o a bassa profondità
2.2. Long lived waste (LILW-LL)	Radionuclidi a lunga vita con concentrazioni superiori ai limiti stabiliti per i LILW-SL	Depositi Geologici
3. High level waste (HLW)	Potenza termica maggiore di 2kW/m <sup>3</sup> e radionuclidi a lunga vita con concentrazioni superiori ai limiti stabiliti per i LILW-SL	Depositi Geologici

La Safety Guide 111-G-1.1 è in effetti attualmente in corso di revisione sia per dare una maggiore enfasi alla sicurezza di lungo periodo sia per una migliore definizione dei rifiuti ad attività molto bassa (ad es. la maggior parte di quelli provenienti dallo smantellamento degli impianti nucleari); una nuova pubblicazione ufficiale è imminente, dopo aver seguito il consueto iter di commenti e revisione da parte dei paesi membri.

La nuova proposta di classificazione, salvo imprevedibili modifiche in sede di stesura finale, prevede 6 classi di rifiuti radioattivi:

- *Exempt waste* (EW): come la precedente.
- *Very short lived waste* (VSLW): rifiuti che possono essere stoccati per un limitato periodo di tempo (fino a pochi anni) in attesa del decadimento della radioattività a valori tali da permetterne il rilascio incondizionato. Sono rifiuti contenenti radionuclidi a breve vita prodotti principalmente da attività medicali o di ricerca.
- *Very low level waste* (VLLW): rifiuti che superano i limiti degli EW, ma che non richiedono un alto livello di contenimento e isolamento e che quindi possono



 <b>FPN</b>	<b>Sigla di identificazione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Distrib.</b>	<b>Pag.</b>	<b>di</b>
	FPN – LP4 - 002	0	L	31	56

essere smaltiti in depositi superficiali senza particolari strutture di protezione e con un limitato regime di controlli. Tipicamente in questa classe sono compresi terra proveniente da bonifiche e pietrisco da demolizione, entrambi con leggera contaminazione.

- *Low level waste* (LLW): rifiuti che contengono radionuclidi a concentrazione superiore ai livelli di rilascio, ma con un limitato contenuto di radionuclidi a lunga vita. Richiedono un robusto isolamento e contenimento per un periodo di tempo fino a qualche centinaio di anni. Sono quindi destinati tipicamente a depositi ingegneristici superficiali o a bassa profondità.
- *Intermediate level waste* (ILW): Rifiuti che, per il contenuto di radioattività, in particolare i radionuclidi a lunga vita, richiedono un più alto livello di contenimento e isolamento di quanto possa garantire un deposito di superficie. Rifiuti che, pur non avendo una significativa potenza termica, hanno una concentrazione di radionuclidi a lunga vita, in particolare alfa emettitori, superiore a quella normalmente ammessa per un deposito di superficie. Sono destinati quindi allo smaltimento in depositi con barriere ingegneristiche e naturali a una maggiore profondità (non meglio definita).
- *High level waste* (HLW): rifiuti con un contenuto di radioattività tale da generare una significativa potenza termica per effetto del processo di decadimento oppure con un alto contenuto di radionuclidi a lunga vita. Lo smaltimento generalmente ammesso per tale tipologia e quello in depositi profondi (diverse centinaia di metri) con barriere geologiche stabili.

Sulla base dello schema generale di classificazione, ogni stato membro deve poi provvedere a definire un sistema di classificazione nazionale dettagliato.

Formalmente non c'è nessun obbligo a seguire lo schema di classificazione proposto dalla IAEA, ma nella pratica gli stati contraenti della Joint Convention hanno l'obbligo di avere un sistema di classificazione nazionale coerente con i requisiti di sicurezza stabiliti dalla convenzione stessa, che a sua volta si ispira sostanzialmente agli standards IAEA.

Pertanto nel tempo i vari sistemi di classificazione nazionali, pur nella loro diversità, si sono via via uniformati, in particolar modo per quanto riguarda i rifiuti con radionuclidi a lunga vita.

### **3.2 LA GUIDA TECNICA 26**

La Guida Tecnica N° 26 dell'ENEA-DISP (oggi ISPRA), ancorchè un po' datata (pubblicata per la prima volta su Sicurezza e Protezione N. 14, Maggio-Agosto 1987), è ancora la normativa italiana di riferimento per la classificazione, la gestione, il condizionamento e lo smaltimento dei rifiuti radioattivi.

Una revisione di questa Guida Tecnica è in corso da tempo per tener conto del contesto tecnico-scientifico in evoluzione, delle raccomandazioni europee e della normativa internazionale sopra richiamata.

Sulla base della Guida Tecnica 26 i rifiuti radioattivi sono classificati in tre categorie, in dipendenza della concentrazione e caratteristiche dei radionuclidi contenuti:

<b>Categoria</b>	<b>Definizione</b>	<b>Smaltimento definitivo</b>
<b>I Categoria</b>	Rifiuti la cui radioattività decade in tempi dell'ordine di mesi o al massimo di qualche anno (es. rifiuti da impieghi medici o di ricerca)	Come rifiuti convenzionali dopo il decadimento
<b>II Categoria</b>	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	In superficie o a bassa profondità con strutture ingegneristiche
<b>III Categoria</b>	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	In formazioni geologiche a grande profondità

I rifiuti radioattivi condizionati per lo smaltimento sono classificati di II Categoria se la concentrazione di radionuclidi non supera i valori prescritti nella Tabella 1. Sono classificati di III Categoria se i suddetti limiti sono superati.

I limiti indicati si intendono di norma riferiti all'intero volume monolitico in cui il materiale radioattivo è distribuito; sono pertanto di norma esclusi dal computo del peso complessivo gli strati di materiale a cui possono attribuirsi funzioni di schermaggio e altre funzioni che non siano quelle relative alla solidificazione e inglobamento del materiale radioattivo stesso. Qualora nel rifiuto da smaltire siano presenti più radionuclidi, i limiti della Tabella 1 sono rispettati quando la somma dei quozienti ottenuti dividendo la concentrazione dei singoli radionuclidi presenti nel rifiuto per il corrispondente limite riportato nella Tabella non è superiore ad 1 ( $\sum \text{Concentrazioni/Limiti} \leq 1$ ).

**Tabella 1 - Limiti per i Rifiuti Condizionati di II Categoria**

<b>Radionuclidi</b>	<b>Limiti</b>
Alfa emittitori $t_{1/2} > 5$ anni (*)	370 Bq/g
Beta/gamma emittitori $t_{1/2} > 100$ anni (*)	370 Bq/g
Beta/gamma emittitori $t_{1/2} > 100$ anni (in metalli attivati)	3.7 kBq/g
beta/gamma emittitori $5 < t_{1/2} < 100$ anni	37 kBq/g
$^{137}\text{Cs}$ e $^{90}\text{Sr}$	3.7 MBq/g
$^{60}\text{Co}$	37 MBq/g
$^3\text{H}$	1,85 MBq/g
$^{241}\text{Pu}$	13 kBq/g
$^{242}\text{Cm}$	74 kBq/g
Radionuclides $t_{1/2} \leq 5$ anni	37 MBq/g

(\*) Valore medio per il totale dei manufatti contenuti nel sito di smaltimento finale; il massimo consentito per singoli manufatti è comunque 3700 Bq/g

In certi casi i rifiuti di II Categoria non necessitano di condizionamento ai fini dello smaltimento (Tabella 2), ad esempio i rifiuti di tipo solido secco che, anche a seguito di eventuali processi di trattamento finalizzati alla riduzione del volume, presentino concentrazioni di radioattività inferiori a quelle indicate nella tabella che segue. Questi rifiuti debbono essere posti in contenitori e, nel deposito di smaltimento, separati dai rifiuti di seconda categoria condizionati.

**Tabella 2 - Limiti per i Rifiuti di II Categoria non condizionati ai fini dello smaltimento**

<b>Radionuclidi</b>	<b>Limiti</b>
Radionuclidi $t_{1/2} > 5$ anni	370 Bq/g
$^{137}\text{Cs}$ e $^{90}\text{Sr}$	740 Bq/g
Radionuclidi $t_{1/2} \leq 5$ anni	18,5 kBq/g
$^{60}\text{Co}$	18,5 kBq/g

I metodi di caratterizzazione impiegati per la valutazione delle concentrazioni nei manufatti, possono essere diretti o indiretti, ma comunque tali da consentire una verifica del rispetto dei limiti sopra riportati.

### **3.3 LIVELLI DI RILASCIO (CLEARANCE LEVELS)**

Quando si procede allo smantellamento di un impianto nucleare, particolare importanza assume la possibilità di poter discriminare i rifiuti radioattivi da tutto quel materiale che ha un contenuto di radioattività talmente modesto da poterne permettere il riciclo oppure lo smaltimento come rifiuto convenzionale.

L'allontanamento di questo materiale dall'impianto è condizionato dall'esito positivo dei controlli di caratterizzazione radiologica da effettuare in accordo col quadro normativo di riferimento, che deve definire i livelli di rilascio (o "clearance levels"). In mancanza dei clearance levels e di valide procedure di caratterizzazione radiologica, si rischia di classificare come rifiuto radioattivo un notevole volume di materiale che potrebbe invece essere riciclato oppure smaltito nell'ambiente senza un significativo impatto radiologico.

La normativa italiana vigente non definisce livelli generali per l'allontanamento di materiali debolmente radioattivi provenienti dallo smantellamento degli impianti nucleari. Nella pratica i livelli di rilascio vengono concordati di volta in volta con l'autorità di controllo (ISPRA) nei provvedimenti autorizzativi per la disattivazione degli impianti stessi. La legge stabilisce che i livelli di allontanamento *"tengono conto delle direttive, delle raccomandazioni e degli orientamenti tecnici forniti dall'Unione Europea"*.

Gli orientamenti tecnici forniti dall'Unione Europea si ritrovano nel documento EC Radiation Protection 122 "Practical use of the concepts of clearance and exemption – Part I. Guidance on General Clearance Levels for Practices" (2000), che è effettivamente un valido riferimento per le istanze autorizzative.

Un altro valido riferimento internazionale è poi costituito dalla “Safety Guide” della IAEA RS-G-1.7 - Application of the Concepts of Exclusion, Exemption and Clearance (2004).

### 3.4 LA DIMENSIONE DEL PROBLEMA

Nell’Unione Europea a 25, ogni anno, si producevano (fonte: Commissione Europea) circa 40.000 m<sup>3</sup> di rifiuti radioattivi (90 cm<sup>3</sup> per persona).

La maggior parte di questi (circa 36.000 m<sup>3</sup> per anno) sono rifiuti a bassa e media attività, la cui radioattività decade a valori trascurabili nel giro di qualche secolo. La rimanente quantità (circa 4.000 m<sup>3</sup> per anno) è rappresentata da rifiuti ad alta attività e lunga vita, cioè rifiuti la cui radioattività impiega da migliaia a centinaia di migliaia di anni per decadere a valori trascurabili.

Per quanto riguarda l’Italia si prende qui a riferimento l’inventario riportato dall’APAT (oggi ISPRA) nel primo rapporto nazionale per la Joint Convention (vedi tabella). L’ISPRA raccoglie le informazioni fornite dagli esercenti in un apposito data base, in grado di presentare i dati in termini di volumi, di massa, di attività e di stato fisico.

L’inventario APAT 2006 indica: circa 23,500 m<sup>3</sup> di rifiuti di II Categoria (6000 m<sup>3</sup> di VLLW e 17500 m<sup>3</sup> di LLW-SL), e circa 1500 m<sup>3</sup> di rifiuti di III Categoria (LLW-LL e HLW).

Ai detti quantitativi vanno aggiunti i rifiuti radioattivi di ritorno in Italia dopo il ritrattamento del combustibile esaurito all’estero e i rifiuti previsti dalle attività di smantellamento. La stima volumetrica per questi rifiuti va da 30.000 a 60.000 m<sup>3</sup> a seconda delle ipotesi fatte sul rilascio all’ambiente dei materiali al di sotto dei clearance levels.

A questi si aggiunge una produzione media annuale da usi medici, di ricerca scientifica ed industriali di circa 1.000 m<sup>3</sup> all’anno.

In termini volumetrici globalmente si può con buona approssimazione affermare che la quantità di rifiuti di III Categoria (alta attività e lunga vita) rappresenta il 5% circa del totale. Il 95% circa è rappresentato da rifiuti di II Categoria (bassa e media attività).

In effetti quando si parla di quantità di rifiuti radioattivi bisognerebbe sempre fare riferimento agli scopi che ci si prefigge e a volte anche a ipotesi di lavoro. Un inventario può essere costruito sulla base di differenti criteri e questo è il motivo per cui si leggono spesso numeri anche molto diversi in contesti diversi. L’obiettivo a cui si fa qui riferimento è lo smaltimento.

Anche tenendo ben presente questa esigenza un inventario può cambiare in termini volumetrici e di tipologia dei manufatti a seconda di vari fattori, tra i quali la strategia adottata per la gestione del combustibile esaurito e le ipotesi fatte e le procedure adottate per l’applicazione dei “clearance levels”.

In tale ottica un inventario nazionale dei rifiuti radioattivi deve riferirsi ai rifiuti condizionati in manufatti idonei per il deposito centralizzato scelto. La prima cosa da fare a livello nazionale, per avviare il percorso per l'individuazione di un deposito centralizzato, è in effetti un inventario affidabile dei rifiuti esistenti e di futura produzione sia in termini radiologici sia in termini di volume dopo condizionamento.

Un primo tentativo utile allo scopo è stato effettuato in passato dall'ENEA, ad opera della "Task Force Sito", non più aggiornato dal 2000; si tenga conto che all'epoca la strategia nazionale per il combustibile esaurito era quella di stoccaggio a secco in appositi contenitori, mentre oggi la strategia è stata modificata con l'accordo per il ritrattamento in Francia.

Una delle prime cose da fare in vista della ripresa del percorso per la realizzazione di un deposito nazionale, è quella dell'aggiornamento dell'inventario nazionale dei rifiuti radioattivi ai fini dello smaltimento e di stabilire la responsabilità della revisione periodica man mano che si rendono disponibili dati sempre più affidabili in termini di produzione di rifiuti dalla smantellamento e di caratterizzazione radiologica degli stessi e dei rifiuti già esistenti.



<b>Table D.2 - Inventory of the radioactive waste and spent sources stored in Italy</b>					
<b>Facility</b>	<b>I &amp; II cat. (VLLW - LLW)</b>		<b>III cat. (ILW - HLW)</b>		<b>Spent sources</b>
	<b>Volume (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Activity (GBq)</b>	<b>Volume (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Activity (GBq)</b>	<b>Activity (GBq)</b>
Caorso	2.294 (81)*	2.142			0,015
Garigliano	2.625 (42)	444.027			
Latina	1.201 (74)	19.311	12,1 (100)	7.889	
Trino	969 (26)	6.598	24,6 (100)	8.500	
Eurex	1.308 (87)	2.097	414 (95)	4.949.915	115
Itrec	3.636 (81)	266.483	9,8 (100)	7.502	37
OPEC 1	22 (100)	n.a.	4 (100)	5.433	1.666
Impianto Plutonio			98 (100)	45.000	
FN	287 (19)	31			
Avogadro	47,7(100)	80,6			
Nucleco	4.451 (4)	1.945,2			586.028
CCR - Ispra	1.796 (100)	10.159	762 (100)	46.490	130.000
Others **	4.840	6.647	160	8.826	423.835
<b>Total</b>	<b>23.477</b>	<b>759.521</b>	<b>1.485</b>	<b>5.079.555</b>	<b>1.141.681</b>

\* % of unconditioned waste

\*\* includes operators in medical and industrial waste as well as research organizations.

Inventario dei rifiuti radioattivi e delle sorgenti dismesse (da: First Italian National Report to Joint Convention).

## 4 LO SMALTIMENTO DEI RIFIUTI RADIOATTIVI

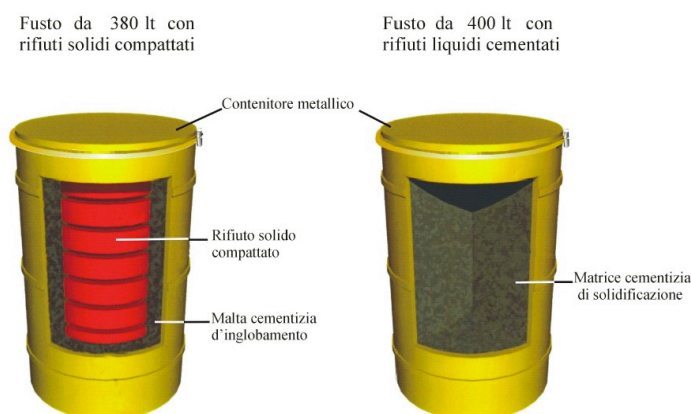
### 4.1 DEPOSITI DI SUPERFICIE E DEPOSITI GEOLOGICI

L'ultima fase della gestione dei rifiuti radioattivi, lo smaltimento, consiste nella collocazione definitiva dei manufatti di rifiuto condizionato in un deposito, con l'intenzione di non recuperarli; il deposito deve garantire il completo isolamento dalla popolazione e dall'ambiente fino a quando la radioattività residua, per effetto del decadimento, non raggiunge valori paragonabili a quelli ambientali.

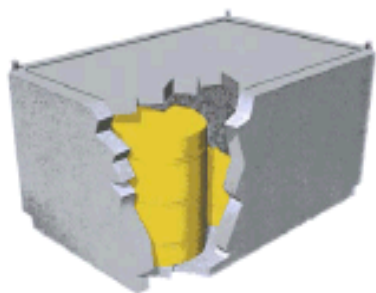
Questo obiettivo viene raggiunto tramite un sistema combinato di barriere artificiali (barriere ingegneristiche) e barriere naturali (barriere geologiche), di diversa entità nel caso di smaltimento di rifiuti a bassa o ad alta attività. La prima di queste barriere è costituita dallo stesso manufatto di condizionamento. Le barriere successive (artificiali e/o naturali) devono essere fornite dal deposito.

Nel caso di rifiuti radioattivi a bassa e media attività (II Categoria), l'isolamento deve essere garantito al massimo per qualche secolo; trecento anni è ad esempio il tempo che determina un abbattimento dei livelli di radiazione di mille volte di radionuclidi come il Cs-137 o lo Sr-90, che hanno un tempo di dimezzamento dell'ordine della trentina di anni.

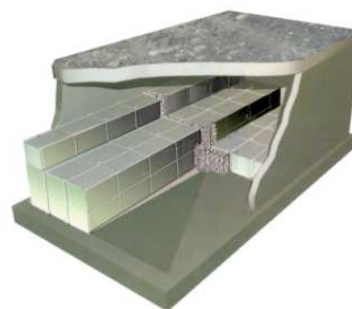
Per i rifiuti di II Categoria la soluzione di smaltimento più idonea, già da tempo adottata con successo nella maggior parte dei paesi industriali, è il deposito superficiale, di tipo "ingegneristico" in quanto si affida essenzialmente a barriere artificiali. Questo tipo di deposito prevede normalmente una messa a dimora con due o tre barriere in serie tra i manufatti e l'ambiente esterno; ad esempio i manufatti possono essere immobilizzati all'interno di contenitori prefabbricati in calcestruzzo armato, a loro volta inseriti in celle in calcestruzzo armato che sono poi coperte ed interrate; l'intero sistema è progettato e realizzato con criteri che ne assicurano la conservazione in tutte le condizioni prevedibili.



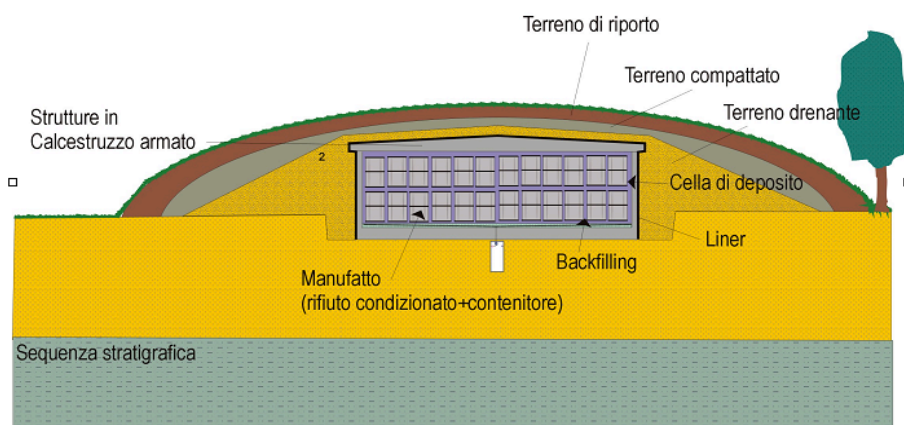
**Figura 3 - Rifiuti radioattivi condizionati**



**Figura 4 - Contenitori prefabbricati**



**Figura 5 - Cella di Deposito**

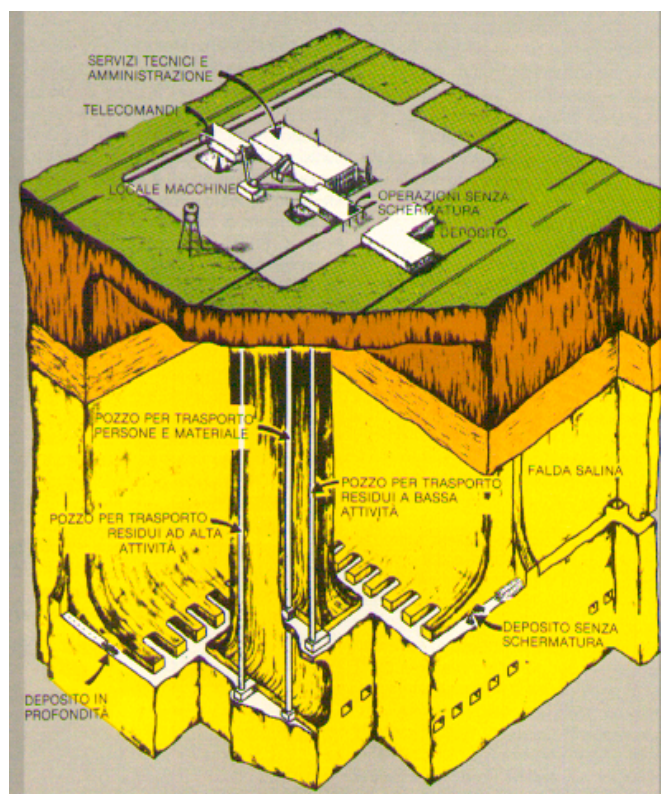


**Figura 6 - Schema di Deposito Superficiale**

C'è da dire che un deposito superficiale può avere diverse caratteristiche a seconda delle peculiarità del sito dove viene realizzato; in tale ottica nella normativa tecnica internazionale si parla infatti di “near surface disposal” comprendendo anche la possibilità di utilizzo di trincee, gallerie o addirittura caverne a qualche decina di metri di profondità, fermo restando che le barriere su cui si fa affidamento sono solo quelle ingegneristiche.

I rifiuti ad alta attività o a lunga vita (III Categoria) mantengono livelli di radioattività significativi per decine o centinaia di migliaia di anni. Per l'isolamento di tali rifiuti in questo lasso di tempo non è possibile fare affidamento su barriere artificiali ma ci si deve affidare alle barriere naturali. A tale scopo si prendono in considerazione formazioni geologiche ad elevata profondità (600-800 metri e oltre), che presentino adeguate caratteristiche di stabilità e impermeabilità, in grado di assicurare l'isolamento del rifiuto dalla biosfera per periodi paragonabili all'età del giacimento, solitamente milioni di anni. Hanno questi requisiti i giacimenti salini, quelli argillosi, ed alcuni tipi di rocce granitiche.





**Figura 7 - Schema di Deposito Geologico**

L'individuazione e la realizzazione di un sito geologico richiede un progetto di lungo respiro con decenni di studi e costose indagini in laboratori sotterranei, non alla portata di tutti. Pochi paesi al mondo hanno iniziato questi studi, ma nessun paese ha ancora preso una decisione definitiva al riguardo (laboratori sperimentali sotterranei sono in funzione o in costruzione in Svizzera, Francia, Belgio, USA, Germania, UK, Giappone, etc.). Anche quei paesi che hanno individuato dei siti geologici candidati hanno grosse remore a classificarli come siti definitivi e quindi hanno spesso adottato la "recuperabilità" come requisito essenziale di sicurezza, ovvero la possibilità tecnica di poter recuperare i rifiuti qualora se ne presentasse la necessità.

Nella UE si discute da tempo della possibilità di individuare un sito geologico comune, ma il discorso è ancora a uno stadio molto preliminare per motivi prevalentemente di accettabilità pubblica. Considerato il volume limitato di rifiuti ad alta attività e lunga vita, questa soluzione viene considerata perseguibile e quindi molti paesi europei hanno assunto una politica di attesa.

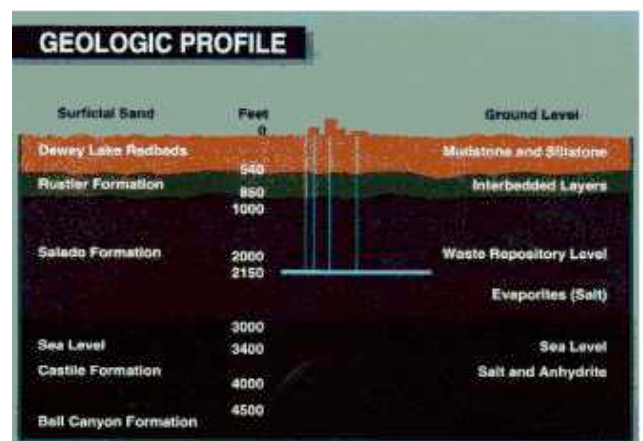
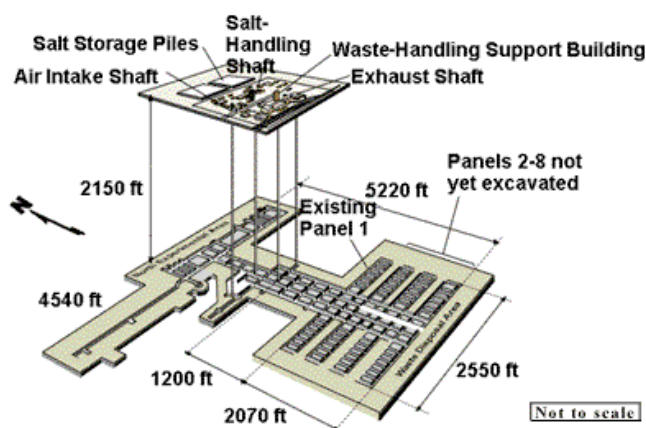
Non a caso anche nel 7° Programma Quadro la Commissione Europea ha previsto ancora fondi cospicui per i programmi di ricerca comunitari sui vari aspetti inerenti lo smaltimento geologico, parallelamente ai programmi di ricerca su "Partitioning" e Transmutation" che invece, tra le altre cose, hanno l'obiettivo di minimizzare drasticamente la produzione di rifiuti ad alta attività nei reattori nucleari di futura generazione (Generation IV).

Un caso particolare, e a oggi unico, è costituito dall'impianto WIPP (Waste Isolation Pilot Plant), un deposito di smaltimento geologico in funzione in USA dal Marzo 1999, riservato ai rifiuti contenenti plutonio di produzione militare (Long Lived ILW). Il

WIPP è costituito da gallerie scavate ad una profondità di circa 700 metri in un giacimento salino di vaste proporzioni del New Mexico e ha richiesto 25 anni per la costruzione e per l'iter autorizzativo.



**Figura 8 - Waste Isolation Pilot Plant (USA, Carlsbad, New Mexico)**




Allo stato attuale più che un deposito geologico definitivo viene considerato un laboratorio sotterraneo di ricerca avanzata<sup>5</sup>. Come tale è inserito infatti in un progetto IAEA<sup>6</sup> denominato “Network of Centres of Excellence (COE) in Training and Demonstrations of Waste Disposal Technologies”, a cui partecipano anche:

- il Canada con l'Underground Research Laboratory Lac-du-Bonnet, Manitoba;
- il Belgio con l'Underground Laboratory di Mol;
- La Svizzera con il Grimsel Test Site;
- La Svezia con l'Aspo Underground Research Laboratory e l'Università di Kalmar;
- il Galles (UK), con il Geo-Environmental Research in Cardiff;
- e appunto gli USA con il WIPP, il Yucca Mountain Project e il Lawrence Berkeley National Laboratory in California.

<sup>5</sup> <http://www.wipp.energy.gov/>

<sup>6</sup> <http://www.iaea.org/NewsCenter/Features/UndergroundLabs/index.html>

 <b>FPN</b>	<b>Sigla di identificazione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Distrib.</b>	<b>Pag.</b>	<b>di</b>
	FPN – LP4 - 002	0	L	41	56

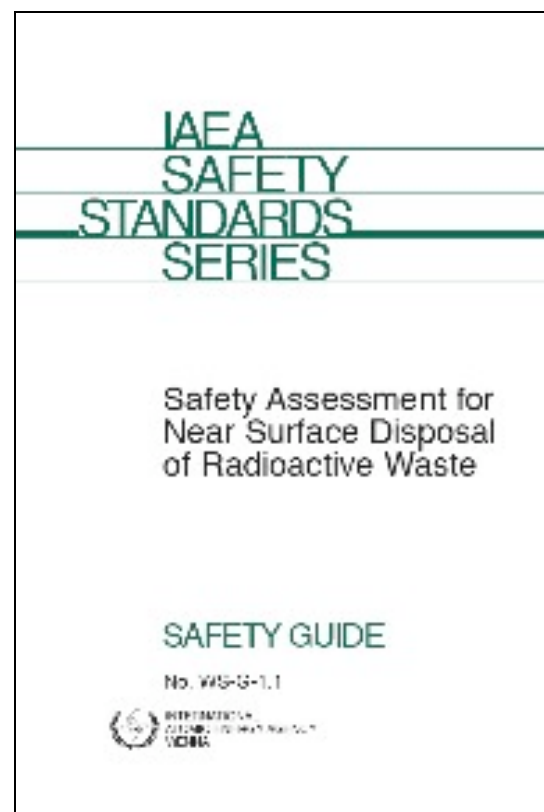
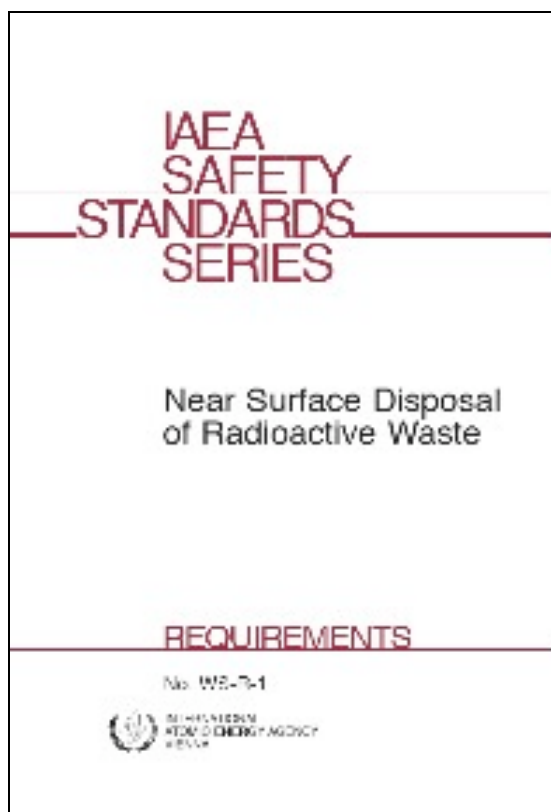
Lo scopo di questo network di laboratori sotterranei è la collaborazione per la ricerca e sviluppo di metodologie per lo smaltimento geologico dei rifiuti radioattivi; il network offre l'opportunità di condurre ricerche anche a quei paesi membri sprovvisti di simili installazioni.

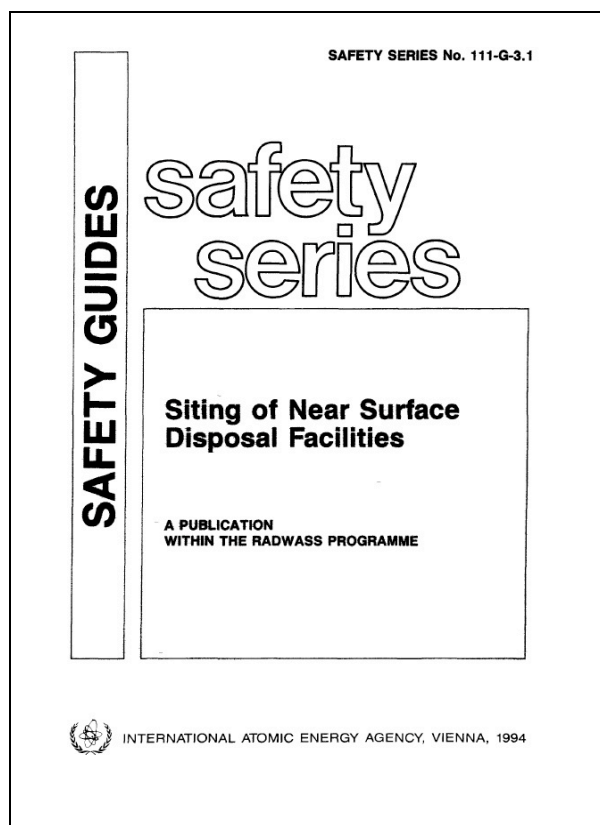
## 4.2 LA SITUAZIONE INTERNAZIONALE

A partire dalle prime operazioni di smaltimento dei rifiuti radioattivi, ad oggi, sono state maturate notevoli esperienze in questo settore e sono state sviluppate ed adottate una vasta gamma di procedure e di soluzioni tecniche.

L'esperienza che è stata maturata proviene dalle fasi di sviluppo e realizzazione e poi dall'esercizio di circa un centinaio di depositi (alcuni già chiusi); la grande maggioranza di essi sono del tipo superficiale (*near surface disposal*), caratterizzati da strutture ingegneristiche di isolamento più o meno complesse. Attualmente sistemi di deposito definitivo per rifiuti a bassa e media attività sono in funzione o in progetto in quasi tutti i paesi che detengono rifiuti radioattivi.

Il processo tecnico per l'individuazione e la realizzazione di un deposito superficiale, per quanto complesso, rappresenta ormai un percorso consolidato basato su linee di indirizzo codificate nella normativa tecnica emessa da organismi sovra-nazionali di cui l'Italia fa parte (IAEA, OECD-NEA, Commissione Europea) e ampiamente utilizzate da numerosi paesi.





Le esperienze e gli studi a livello internazionale hanno mostrato che la scelta del sito e le relative procedure di selezione necessitano di competenze sia tecnico-scientifiche sia politico-amministrative.

Un fattore chiave, riscontrato nelle esperienze maturate da altri paesi e confermato drammaticamente nel nostro paese con il caso “Scanzano Ionico”, riguarda l'accettabilità da parte della popolazione. Il naturale atteggiamento di rifiuto da parte della popolazione interessata rappresenta un forte ostacolo alla realizzazione e suggerisce di porre particolare attenzione ai fattori sociali e di predisporre procedure trasparenti di informazione e di comunicazione, rendendo il processo decisionale largamente partecipativo.

Non ultime vanno anche individuate le prospettive di sviluppo delle aree coinvolte e le eventuali compensazioni economiche, mettendo bene in evidenza che non si tratta di risarcimento del rischio radiologico, che deve sempre essere valutato separatamente e ridotto comunque al minimo possibile.

I più moderni e avanzati depositi superficiali si trovano in Francia, Spagna, Svezia, Giappone, Regno Unito, USA, etc.. Per quanto riguarda i depositi geologici profondi, l'unico operativo è il già citato WIPP, tuttavia i paesi nuclearmente più avanzati (Regno Unito, Francia, Germania, Svezia, Finlandia, Giappone, etc.) hanno messo in programma la realizzazione di un deposito geologico, con un piano temporale più o meno proiettato nel futuro; allo stato attuale, nella maggior parte dei casi, sono in corso programmi di Ricerca & Sviluppo in “laboratori sotterranei” in aree considerate buone candidate. Di seguito si riporta una panoramica non esaustiva ma abbastanza rappresentativa della situazione internazionale.

In **Francia** esistono tre depositi di smaltimento superficiali: il primo, il Centre de la Manche, accanto all'impianto di ritrattamento di La Hague, ha esaurito la capacità di progetto di circa 530.000 m<sup>3</sup>.

Il secondo, il Centre de l'Aube (250 km a est di Parigi), diventato operativo nel 1992, è progettato per ricevere 1.000.000 m<sup>3</sup> di rifiuti radioattivi ed è attualmente al 20% della sua capacità.

Nel 2003 a Morvilliers, nei pressi del sito di Aube è entrato in operazione un sito di smaltimento di superficie per i rifiuti radioattivi a bassissima attività (VLLW) che originano principalmente dalle attività di smantellamento delle centrali nucleari.

Per quanto riguarda la politica di gestione a lungo termine, la Francia ritrae il combustibile esaurito e i rifiuti ad alta attività prodotti vengono vetrificati e tenuti in stoccaggio temporaneo in attesa della realizzazione di un deposito geologico.

L'ANDRA, l'agenzia nazionale per la gestione dei rifiuti radioattivi, ha la responsabilità della individuazione di un sito per lo smaltimento geologico entro il 2015 e per la realizzazione entro il 2025; pertanto conduce ricerche per la caratterizzazione di siti idonei in diverse località, e in particolare ha realizzato un laboratorio sotterraneo a 500 m di profondità in formazione di argilla in un'area a nord-est (Meuse-Haute-Marne - sito di Bure).



**Figura 9 - Deposito Superficiale di La Manche (Francia)  
Capacità: 530.000 metri cubi (chiuso e sigillato)**



**Figura 10 - Deposito Superficiale di Aube (Francia)  
Capacità: 1.000.000 metri cubi (operativo)**

Nel **Regno Unito** i rifiuti radioattivi a bassa attività (LLW) sono smaltiti nel deposito superficiale di Drigg (Cumbria) che ha una capacità di progetto di circa 1.000.000 m<sup>3</sup>. Il combustibile irraggiato viene ritrattato e i rifiuti ad alta attività provenienti dal ritrattamento sono vetrificati e tenuti in stoccaggio per almeno cinquanta anni.

Recentemente, dopo una lunga fase di esame delle opzioni e di consultazioni con le parti interessate (compreso il pubblico) il Regno Unito si è dotato di una nuova strategia in tema di gestione dei rifiuti radioattivi ad alta attività e lunga vita sposando ufficialmente la strada del deposito geologico. Per tale obiettivo è stata incaricata la NDA (Nuclear Decommissioning Authority), agenzia che ha già la responsabilità per il decommissioning e bonifica dei siti nucleari e dello stoccaggio temporaneo dei rifiuti ad alta attività.



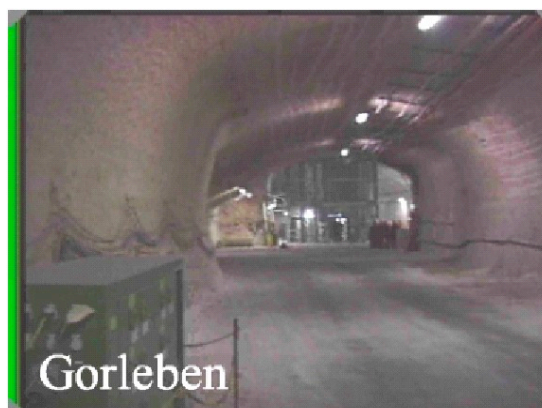
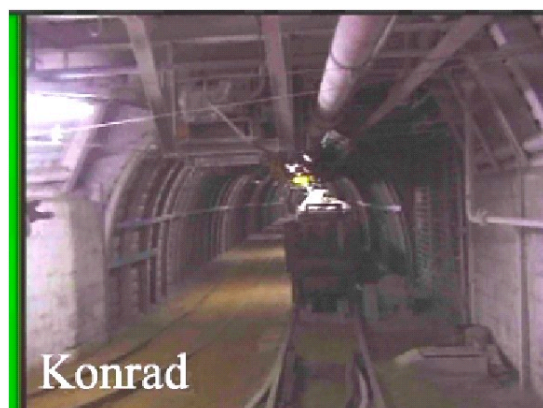
**Figura 11 - Deposito di Drigg (Regno Unito)  
Capacità: 1.000.000 metri cubi (operativo)**

In **Spagna** dal 1992 è in funzione El Cabril, un impianto di smaltimento in superficie per i rifiuti radioattivi a bassa e media attività, affidato all'agenzia nazionale per la gestione dei rifiuti ENRESA. La capacità dell'impianto (100.000 m<sup>3</sup>) dovrebbe garantire la gestione dei rifiuti LILW fino al 2020. Solo nel 2010 il Parlamento dovrebbe decidere la strategia per lo smaltimento finale dei rifiuti ad alta attività e del combustibile irraggiato, attualmente giacenti nei siti degli impianti e per i quali si prevede comunque la realizzazione di un impianto di stoccaggio temporaneo centralizzato sempre entro il 2010.



**Figura 12 - Deposito Superficiale di El Cabril (Spagna)  
Capacità: 100.000 metri cubi (operativo)**

Un caso particolare è rappresentato dalla **Germania** la cui attuale politica di gestione dei rifiuti radioattivi prevede lo smaltimento in profondità di tutti i rifiuti radioattivi, bassa, media ed alta attività, incluso il combustibile irraggiato (fatti salvi i contratti per il ritrattamento all'estero già firmati).



**Figura 13 - Studi per depositi geologici (Germania)**

Nella pratica la Germania ha allo studio da anni l'utilizzo della miniera di ferro dismessa a Konrad, caratterizzata da condizioni eccezionalmente anidre e da grande stabilità geologica e meccanica, per lo smaltimento di rifiuti a bassa e media attività a una profondità tra gli 800 e i 1300 m. Nel 2002, pur essendo state completate le procedure autorizzative, il progetto era stato congelato in attesa di nuovi indirizzi da parte del Governo; recentemente sono stati autorizzati i lavori di conversione, che dovrebbero iniziare nel 2010 per arrivare al deposito operativo nel 2013.

Analoghe esplorazioni sono state effettuate presso il sito di Gorleben, dove da circa 10 anni sono in corso studi per lo smaltimento di rifiuti ad alta attività in formazione di sale alla profondità di 840 m e oltre. Anche qui a partire dal 2000 qualsiasi decisione è stata rinviata in attesa di una revisione dei criteri di sicurezza per lo smaltimento di rifiuti ad alta attività.

Un altro caso particolare è costituito dalla **Svezia** che, approfittando della particolare geologia dell'intera area scandinava, giacente su formazioni affioranti di granito dotate di grande stabilità, ha messo in operazione un deposito centrale sotterraneo a circa 50 m di profondità in caverne rocciose per i residui a bassa e media attività, lo SFR (Swedish Final Repository) vicino a Forsmark. La capacità totale è di 90.000 m<sup>3</sup> per ospitare la totalità dei rifiuti radioattivi prodotti fino al 2010, ma non si esclude la possibilità di estenderne la capacità per smaltire i rifiuti radioattivi che si prevede verranno prodotti dallo smantellamento delle centrali nucleari; tuttavia attualmente il deposito non riceve rifiuti in quanto è in corso una revisione dei requisiti di radioprotezione.

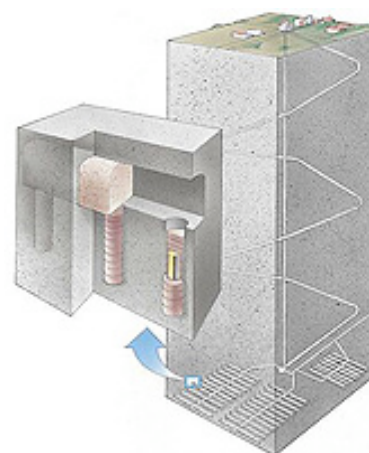
La politica svedese è inoltre orientata verso lo smaltimento geologico diretto in profondità del combustibile irraggiato. In attesa che sia operativo il sito di smaltimento geologico, il combustibile irraggiato viene trasportato al CLAB, l'impianto centralizzato di stoccaggio sotterraneo.

Gli studi per lo smaltimento geologico sono condotti in un laboratorio sotterraneo di ricerca a circa 450 m di profondità in roccia granitica, il laboratorio Hard Rock di Äspö.



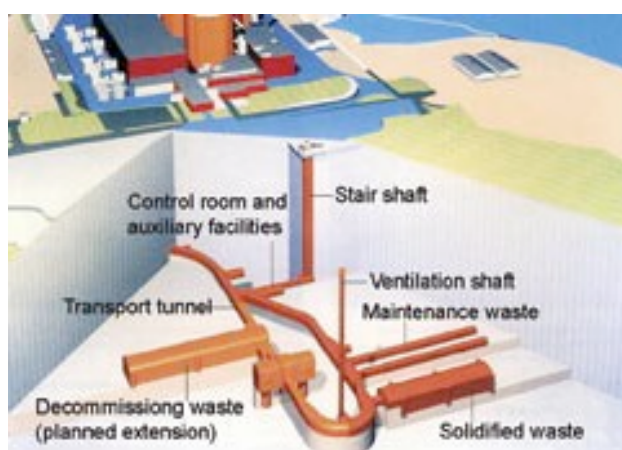
**Figura 14 - Deposito di smaltimento per LLW e ILW (Svezia)**





**Figura 15 - Impianto centralizzato per lo stoccaggio del combustibile irraggiato (Svezia)**

In una situazione analoga a quella della Svezia si trova la **Finlandia**, dove i rifiuti radioattivi provenienti dalle due centrali nucleari sono gestiti direttamente dagli esercenti degli impianti e smaltiti in depositi realizzati nella roccia (granito) negli stessi siti del reattore a circa 100 m di profondità. Troviamo quindi il deposito a Olkiluoto (9.000 m<sup>3</sup>), entrato in funzione nel 1992 e il deposito a Loviisa (11.000 m<sup>3</sup>) operativo dal 1998. I due depositi saranno allargati per accogliere anche i rifiuti provenienti dalla smantellamento delle centrali nucleari stesse. Allo stato attuale il sito di Olkiluoto viene studiato anche come deposito definitivo per il combustibile irraggiato a 500 m di profondità; in tale ottica nel 2004 è iniziata la costruzione del laboratorio sotterraneo ONKALO, tuttora in corso. L'operatività del deposito finale è prevista per il 2020.



**Figura 16 - Deposito di Loviisa (Finlandia)**

Anche in **Svizzera** la strategia di gestione dei rifiuti radioattivi stabilisce che tutti i rifiuti radioattivi dovranno essere smaltiti in depositi in formazione geologica, ma non esistono ancora depositi in operazione. Si prevede la costruzione di due depositi: uno a bassa profondità, per i rifiuti a bassa e media attività, ed uno in profondità per i rifiuti ad alta attività e/o lunga vita (il combustibile irraggiato in parte è stato ritrattato all'estero e in parte sarà smaltito direttamente).

Nel 1994 è stato proposto il sito di Wellenberg per ospitare il deposito per i LILW (circa 100.000 m<sup>3</sup>). Nel 1995 tale progetto è stato bloccato da un referendum cantonale e attualmente sono in corso le procedure per la selezione di un nuovo sito. Per quanto riguarda il sito in profondità sono in fase di investigazione due tipi di formazione geologica: granito e argilla. Dal 1984, a 450 m di profondità nelle rocce granitiche, è in funzione il laboratorio sotterraneo di Grimsel (Cantone Berna).

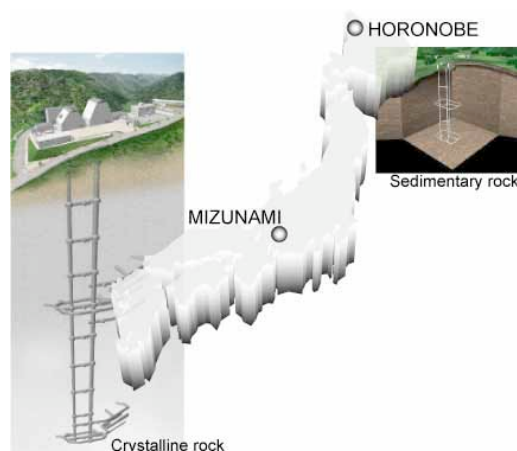


**Figura 17 - Grimsel Test Site (Svizzera)**

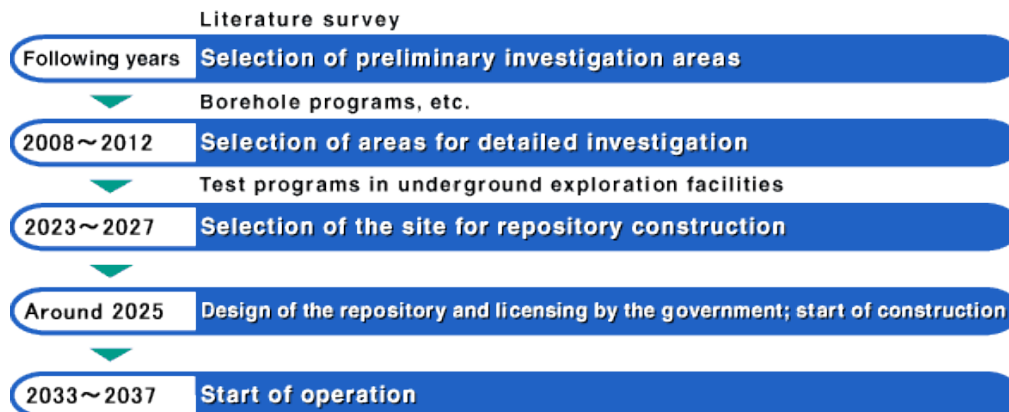
In **Giappone** dal 1992 i rifiuti a bassa e media attività vengono smaltiti in superficie nel sito di Rokkasho-mura, dove sono previsti lavori per incrementarne la capacità. Per quanto riguarda i rifiuti ad alta attività, la politica giapponese è di ritrattare il combustibile esaurito e smaltire in deposito geologico i rifiuti ad alta attività vetrificati; finora il ritrattamento è stato effettuato prevalentemente all'estero (Francia, UK) ma un impianto di ritrattamento nazionale è in avanzato stato di realizzazione nello stesso sito di Rokkasho-mura, dove vengono pure stoccati temporaneamente i rifiuti vetrificati di ritorno dall'estero. Nel 2000 è stata creata la NUMO, agenzia per la gestione dei rifiuti radioattivi con il compito di portare avanti un programma per la selezione e realizzazione di un deposito geologico, benchè con un programma temporale piuttosto lungo, che prevede l'operatività del sito geologico ben oltre il 2030. A tale scopo a Mizunami è stato insediato un laboratorio sotterraneo per lo studio dello smaltimento geologico in formazioni cristalline e sedimentarie.



**Figura 18 - Deposito Superficiale di Rokkashomura (Giappone)**



**Figura 19 - Laboratorio sotterraneo di Mizunami (Giappone)**



**Figura 20 - Giappone: programma temporale per il deposito geologico**

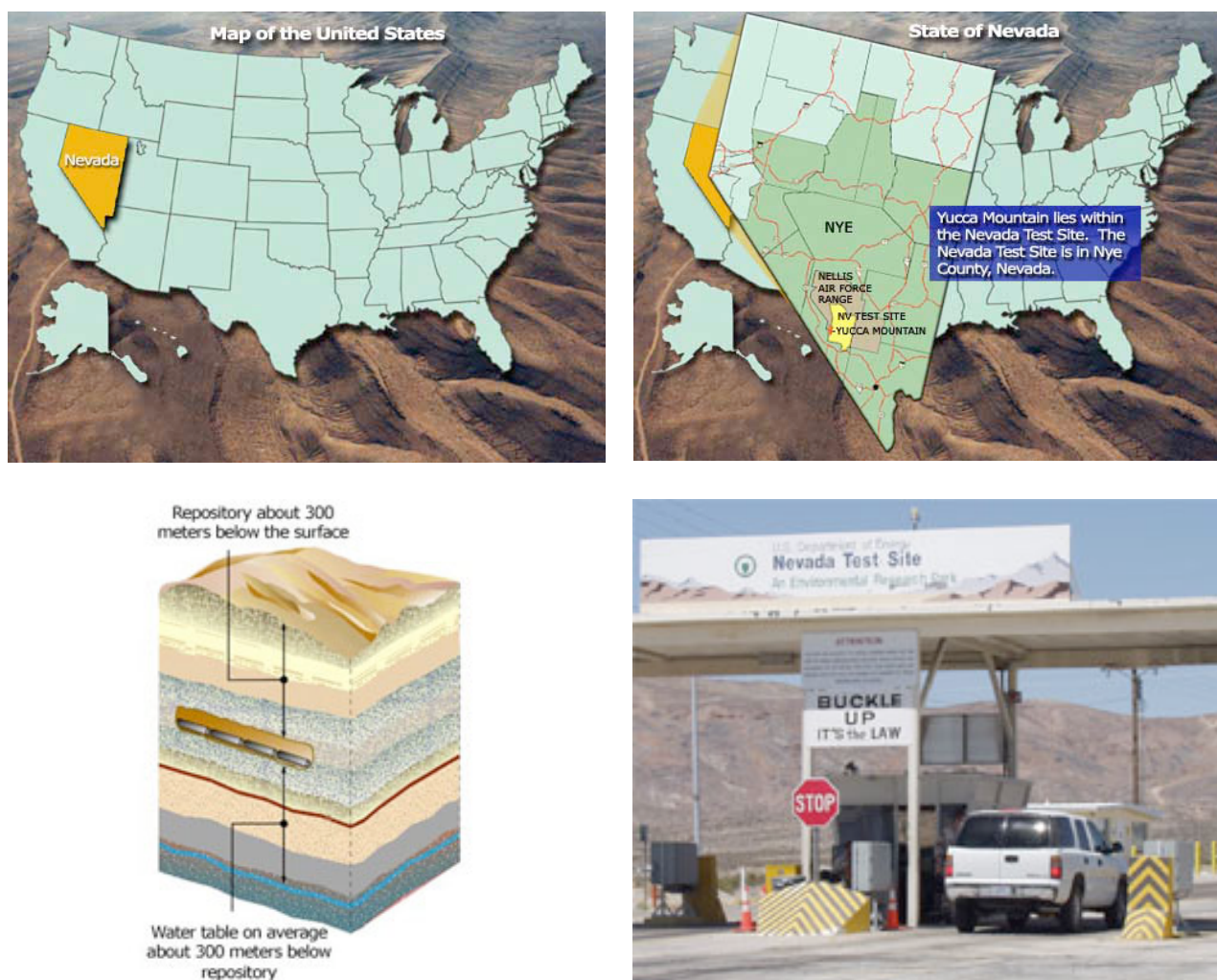
Negli **USA** sono attualmente operativi tre depositi commerciali (privati) di smaltimento di superficie per rifiuti a bassa attività: EnergySolutions Barnwell Operations (Barnwell, Sud Carolina), U.S. Ecology (Richland, Washington), EnergySolutions Clive Operations (Clive, Utah), e un quarto è in via di realizzazione in Texas.

Lo smaltimento in superficie è comunque praticato da tempo, tanto è vero che esistono altri quattro depositi già chiusi: Beatty (Nevada - chiuso nel 1993), Maxey Flats (Kentucky - chiuso nel 1977), Sheffield (Illinois - chiuso nel 1978) e West Valley (New York - chiuso nel 1975). In più esistono diversi depositi di smaltimento governativi gestiti dal DOE (Department of Energy) nei siti federali da bonificare: Hanford; Idaho National Laboratory; Los Alamos National Laboratory; Nevada Test Site, Savannah River Site, Fernald, Oak Ridge.

Per quanto riguarda lo smaltimento dei rifiuti ad alta attività e/o lunga vita, oltre al già descritto WIPP, primo deposito geologico al mondo autorizzato per lo smaltimento di rifiuti ad alta attività, è in corso il Yucca Mountain Project (Nevada) per la realizzazione di un deposito geologico per il combustibile irraggiato e altri rifiuti ad alta attività provenienti dalle centrali commerciali. Le procedure autorizzative sono in corso e allo stato attuale si prevede l'operatività per il 2017.

Il deposito è previsto nella stessa area in cui venivano effettuati i test per le bombe atomiche (Nevada Test Site), che ha caratteristiche climatiche e geologiche particolarmente favorevoli all'insediamento<sup>7</sup>.

<sup>7</sup> [http://www.ocrwm.doe.gov/ym\\_repository/about\\_project/why/index.shtml](http://www.ocrwm.doe.gov/ym_repository/about_project/why/index.shtml)




**Figura 21 - Yucca Mountain Project (USA)**

### 4.3 IL PROBLEMA DEL DEPOSITO NAZIONALE IN ITALIA

#### 4.3.1 Generalità

Allo stato attuale i rifiuti radioattivi in Italia sono in deposito temporaneo presso i siti nucleari che li hanno prodotti. Questa soluzione non è ottimale in quanto obbliga al mantenimento di presidi di sorveglianza in circa 20 diversi siti del territorio italiano per la conservazione in sicurezza dei rifiuti; e poichè i depositi esistenti non sono stati progettati per uno stoccaggio di lungo periodo, ne deriva la necessità di realizzare in ciascun sito nuove strutture di deposito per sostituire quelle obsolete.

Inoltre bisogna comunque trovare una destinazione ai rifiuti radioattivi e materiali nucleari che rientreranno dall'estero in quanto provenienti dal ritrattamento del combustibile irraggiato inviato in Inghilterra (Sellafield) dalle centrali di Latina e Garigliano. A questi si aggiungono i rifiuti radioattivi e i materiali nucleari che risulteranno dal ritrattamento in Francia (La Hague) del restante combustibile

 <b>FPN</b>	<b>Sigla di identificazione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Distrib.</b>	<b>Pag.</b>	<b>di</b>
	FPN – LP4 - 002	0	L	51	56

irraggiato ancora stoccato in Italia. A proposito di quest'ultimo combustibile è stato addirittura stipulato nel 2006 un apposito accordo intergovernativo Italia-Francia. Tale accordo si è reso necessario in quanto la legge francese impone il rientro al Paese di origine delle materie e dei rifiuti derivanti dal ritrattamento entro un lasso di tempo concordato. Nella fattispecie l'accordo prevede che il combustibile italiano sarà inviato in Francia con un programma di trasporti iniziato nel 2007 e che terminerà entro il 2015, mentre i rifiuti ritorneranno in Italia tra il 2020 e il 2025.

Questo comporta la disponibilità entro il 2020 di un deposito idoneo per tali rifiuti (specialmente per quelli di III Categoria vetrificati), e a tal fine nell'accordo l'Italia si è impegnata a stabilire delle scadenze temporali ("road map") per rispettare tale data. In effetti è da questo impegno che è nata la già citata iniziativa del Ministero dello Sviluppo Economico per la ricostituzione del gruppo di lavoro Stato-Regioni.

Non è nemmeno da sottovalutare il problema dello smaltimento dei rifiuti provenienti dalle attività mediche, industriali e di ricerca scientifica (circa 1000 m<sup>3</sup> all'anno) che attualmente vengono raccolti e trattati da ditte specializzate e generalmente conferiti all'ENEA nei depositi temporanei del Centro della Casaccia (Roma) gestiti dalla Nucleco S.p.A nell'ambito di un servizio (Servizio Integrato) che l'ENEA mette a disposizione dei piccoli produttori. I detti depositi sono ormai ai limiti della loro capacità di stoccaggio.

Risulta quindi conveniente e urgente la realizzazione di un deposito nazionale che consentirebbe lo smantellamento degli impianti nucleari dismessi con tempi certi, la liberazione dei vecchi siti dai vincoli radiologici e la sistemazione dei rifiuti radioattivi e dei materiali nucleari in un'unica struttura centralizzata progettata e realizzata con i più moderni criteri di sicurezza e protezione anche nei confronti di eventuali attacchi terroristici.

Gli indirizzi attuali (tavolo MSE-REGIONI dell'11 Ottobre 2007 a Roma) propendono per una struttura superficiale dove allocare in via definitiva i rifiuti di II Categoria e, in via temporanea, quelli di III Categoria, in attesa della disponibilità di un deposito definitivo anche per questo tipo di rifiuti. Il volume di rifiuti di III Categoria in Italia non è infatti tale da giustificare oggi gli oneri per l'individuazione e la realizzazione di un sito di smaltimento geologico e quindi uno stoccaggio a lungo termine, in una apposita sezione dello stesso sito di smaltimento dei rifiuti di II Categoria, viene giudicata conveniente in vista di un possibile futuro deposito europeo o altra soluzione analoga.

#### **4.3.2 Gruppo di Lavoro DM 25 Febbraio 2008**

Allo scopo di finalizzare gli indirizzi strategici sopra delineati, il Ministro dello Sviluppo Economico ha pubblicato, in data 25 Febbraio 2008, un Decreto Ministeriale che stabilisce le azioni dirette alla individuazione di un sito per la localizzazione di un Deposito Nazionale per i materiali radioattivi.

Il Decreto, sulla base dell'intesa con le Regioni dell' 11 ottobre 2007, istituisce un Gruppo di Lavoro Stato-Regioni incaricato di individuare e proporre al Ministero dello Sviluppo Economico, entro sei mesi, una procedura per la scelta del sito.

Il Gruppo di Lavoro è stato costituito con rappresentanti delle Amministrazioni Centrali (Ministeri dello Sviluppo Economico, dell'Ambiente, della Salute), dell'ENEA,

dell'APAT (oggi ISPRA) e delle Regioni Piemonte, Lombardia, Veneto, Marche, Campania, Basilicata.

Il GdL si è insediato in data 27 Marzo 2008 ed ha concluso i lavori nei tempi previsti dal Decreto (30 Settembre 2008).

Il Gruppo di lavoro, come previsto dal DM, ha potuto avvalersi di esperti indicati sia dagli enti e organismi rappresentati che dagli stessi membri del Gruppo e ha avuto il supporto tecnico, logistico per le sue attività dalla SOGIN S.p.A.. I dati e le informazioni di natura tecnica sono state fornite prevalentemente da ENEA ed APAT (oggi ISPRA) .

Per quanto riguarda la procedura per la scelta del sito, il Gruppo di Lavoro ha suggerito una suddivisione nelle seguenti fasi (testo ripreso integralmente dal rapporto finale):

### **FASE 1: ISTITUZIONE DELL'AGENZIA E INDAGINI GEOGRAFICHE**

*Istituzione di una Agenzia Nazionale incaricata di provvedere allo svolgimento delle attività dirette alla scelta del sito ed alla realizzazione del Deposito Nazionale dei materiali radioattivi.*

*L'Agenzia, utilizzando il GIS del Ministero dell'Ambiente, in applicazione dei criteri generali di esclusione sopra indicati, derivanti dai requisiti della IAEA, procede ad una ricognizione del territorio nazionale ed elabora entro sei mesi una Carta Nazionale delle Aree Idonee (CNAI) alla localizzazione del Deposito Nazionale.*

### **FASE 2: SEMINARIO NAZIONALE SUI RISULTATI DELL'INDAGINE GEOGRAFICA**

*L'Agenzia rende pubblici i risultati delle indagini geografiche (Carta Nazionale delle Aree Idonee), li trasmette tramite la Conferenza Stato-Regioni alle Regioni e alle Amministrazioni locali con aree idonee alla localizzazione del Deposito Nazionale, e le invita ad un Seminario nazionale, con la partecipazione di tutti gli stakeholders nazionali, da tenersi entro tre mesi dalla comunicazione, per presentare i dettagli del Deposito Nazionale e del Parco Tecnologico. A conclusione del Seminario verrà richiesto alle Regioni ed alle Amministrazioni locali con aree idonee di manifestare entro un periodo di sei mesi il proprio interesse ad aprire una discussione bilaterale (tavolo negoziale) con l'Agenzia sulla localizzazione del Deposito e Parco Tecnologico. La manifestazione di interesse non comporta alcun impegno ad ospitare il Deposito Nazionale.*

### **FASE 3: TAVOLO NEGOZIALE CON LE REGIONI INTERESSATE E SCELTA DEL SITO**

*Le Regioni e le Amministrazioni locali interessate alla localizzazione del Deposito Nazionale e del Parco Tecnologico comunicano all'Agenzia, entro sei mesi dalla conclusione del Seminario Nazionale, il loro interesse e la loro partecipazione al*


*Tavolo Negoziale con l'Agencia. Entro due mesi da tale comunicazione, L'Agencia avvia con ciascuna Regione e relative Amministrazioni locali, secondo l'ordine della manifestazione di interesse, una trattativa bilaterale (Tavolo negoziale) su tutti gli aspetti connessi con la realizzazione del Deposito Nazionale (aree proposte, dettagli dell'insediamento, strumenti di garanzia e partecipazione) e del Parco Tecnologico. Alla conclusione del Tavolo negoziale, ciascuna Regione, d'intesa con le Amministrazioni locali, comunica la propria accettazione all'insediamento e dà l'assenso all'avvio delle attività di caratterizzazione locale sul sito. In caso di risposta positiva di più di una Regione, l'Agencia effettua caratterizzazioni preliminari per verificare il livello di idoneità delle aree proposte, e seleziona l'area che meglio soddisfa i requisiti di sicurezza e radioprotezione. In caso di livelli di idoneità confrontabili, verrà scelta l'area della Regione più suscettibile di sviluppo economico e sociale alla realizzazione del Parco Tecnologico. Tra la Regione e lo Stato viene stipulato un Protocollo Generale di Accordo. Le attività sopra descritte sono completate entro nove mesi dall'avvio del Tavolo negoziale tra l'Agencia e la Regione (o le Regioni).*

### **FASE 3 bis: PROCEDURA PER NUOVE INIZIATIVE DELL'AGENZIA PER SUSCITARE L'INTERESSE DELLE AMMINISTRAZIONI**

*In caso di mancato accesso al tavolo negoziale trascorsi due mesi dal Seminario Nazionale, l'Agencia promuove seminari regionali in ognuna delle Regioni con aree idonee, nel corso dei quali vengono presentati e discussi, in funzione e nell'ottica del territorio interessato, tutti gli aspetti connessi con la realizzazione del Deposito Nazionale (aree proposte, dettagli dell'insediamento, meccanismi di garanzie, informazioni) e del Parco Tecnologico. Contestualmente viene avviata a livello regionale una nuova campagna di informazione e comunicazione. Al termine di queste iniziative, da completare in sei mesi, se si avranno manifestazioni di interesse si procede secondo la procedura di cui alla Fase 3. In caso di insuccesso, l'Agencia completa in tre mesi le indagini geografiche e perviene alla individuazione di tre siti dotati delle migliori caratteristiche di idoneità. Per la verifica della procedura adottata e dei risultati ottenuti, l'Agencia chiede una peer review alla IAEA e apre un confronto pubblico con le Regioni e Amministratori locali interessati. Se si avranno manifestazioni di interesse si procede secondo la procedura di cui alla Fase 3. Se non interviene alcuna accettazione entro un periodo di due mesi, l'Agencia comunica i risultati delle sue ulteriori indagini e la mancanza di manifestazioni di interesse da parte delle Regioni e Amministrazioni locali, alla Presidenza del Consiglio dei Ministri e alla Conferenza delle Regioni e delle Province Autonome.*

Per l'attuazione di quanto sopra, il Gruppo di Lavoro indica la necessità di un riordino della normativa riferita specificamente alla realizzazione del deposito nazionale per i rifiuti radioattivi.

Al momento della stesura del presente documento, il Rapporto Finale del Gruppo di

 <b>FPN</b>	<b>Sigla di identificazione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Distrib.</b>	<b>Pag.</b>	<b>di</b>
	FPN – LP4 - 002	0	L	54	56

Lavoro è ancora allo studio della Conferenza delle Regioni e non ha ancora avuto un seguito operativo.

#### **4.3.3 Il ruolo dell'ENEA**

In Italia, lo smaltimento dei rifiuti radioattivi a medio-bassa attività (II categoria) è stato ampiamente studiato dall'ENEA in passato mediante un'apposita Task Force, istituita dall'ente a metà degli anni novanta, a cui è successivamente (2002) subentrata un'unità di primo livello (Grande Servizio Paese 3), non più operativa dal 2003.

I lavori della Task Force ENEA sono stati numerosi e già alla fine degli anni '90 un primo progetto concettuale, basato sul concetto dello smaltimento superficiale con sistema multibarriera, fu presentato all'Autorità di Sicurezza (oggi ISPRA) per un parere preliminare.

In quel periodo la Task Force ha anche elaborato una selezione geografica delle aree potenzialmente idonee ad ospitare l'insediamento, basandosi su tutta una serie di stringenti criteri di esclusione. Questo lavoro non si può considerare definitivo nelle conclusioni, che possono variare anche notevolmente in funzione dei parametri di riferimento, ma l'approccio metodologico ha comunque una sua validità intrinseca e può quindi essere riproposto.

L'ENEA ha svolto insomma in questo settore un'attività importante e significativa, e ha le competenze per dare un contributo considerevole di tipo tecnico-scientifico alla realizzazione del deposito, anche tenendo conto della sua passata attività di operatore di impianti e produttore di rifiuti radioattivi (impianti e materiali tuttora di proprietà dell'ENEA, anche se operati dalla Sogin).


Per la realizzazione del deposito definitivo per rifiuti di II Categoria l'ENEA può riprendere a svolgere importanti attività di ricerca e sviluppo propedeutiche sia alla progettazione del deposito che alla valutazione di impatto ambientale (e quindi alla scelta e qualificazione del sito), per la valutazione qualitativa e quantitativa dei fenomeni di migrazione dei radionuclidi attraverso le barriere e la qualificazione dei materiali, lo sviluppo ed acquisizione dei modelli per il calcolo dell'impatto radiologico, le valutazioni e la revisione dell'inventario nazionale dei materiali radioattivi, lo sviluppo e messa a punto delle tecniche analitiche per la caratterizzazione dei materiali radioattivi da destinare al deposito.

Per le stesse ragioni ENEA può svolgere anche attività scientifiche e di ricerca dirette o in funzione dello smaltimento geologico, anche attivando collaborazioni internazionali con i paesi che operano laboratori geologici sotterranei (Svizzera, Francia, Belgio, ecc.).



## 5 RIFERIMENTI

1. Convenzioni internazionali:  
<http://www.iaea.org/Publications/Documents/Conventions/index.html>
2. Trattati internazionali:  
<http://www.iaea.org/Publications/Documents/Treaties/index.html>
3. Trattato istitutivo della Comunità Europea dell'Energia Atomica (EURATOM)  
[http://europa.eu/scadplus/treaties/euratom\\_it.htm](http://europa.eu/scadplus/treaties/euratom_it.htm)
4. Convenzione comune sulla sicurezza della gestione del combustibile esaurito e sulla sicurezza della gestione dei rifiuti radioattivi (*Joint Convention on the Safety of Spent Fuel Management and on the Safety of Radioactive Waste Management*): <http://www-ns.iaea.org/conventions/waste-jointconvention.htm>
5. *D.Lgs. 230 del 17 marzo 1995*, pubblicato nella Gazzetta Ufficiale n. 136 del 13 giugno 1995, ed entrato in vigore dal 1° gennaio 1996, attuazione delle direttive EURATOM 80/836, 84/467, 84/466, 89/618, 90/641 e 92/3 in materia di radiazioni ionizzanti.
6. "European website on Decommissioning of Nuclear Installations" <http://www.eu-decom.be/siteentrance/index.htm>
7. *OECD-NEA-Radioactive Waste Management Committee*" (RWMC, <http://www.nea.fr/html/rwm/rwmc.html>)
8. *The Decommissioning and Dismantling of Nuclear Facilities: Status, Approaches, Challenges* - 2002, OECD-NEA.
9. *Learning and Adapting to Societal Requirements for Radioactive Waste Management* – 2004, OECD-NEA.
10. *Stepwise Approach to Decision Making for Long-term Radioactive Waste Management, 2004*, OECD-NEA.
11. *Indirizzi strategici per la gestione degli esiti del nucleare in Italia, MICA (Ministero dell'Industria Commercio e Artigianato)*, Dicembre 1999.
12. *Sito web della SOGIN (SOcietà Gestione Impianti Nucleari)* <http://www.sogin.it>.
13. *Classification of Radioactive Waste* - IAEA Safety Series N° 111-G-1.1, 1994.
14. Guida Tecnica N°26 dell'ENEA-DISP (oggi ISPRA), Sicurezza e Protezione N. 14, Maggio-Agosto 1987.
15. *Practical use of the concepts of clearance and exemption – Part I. Guidance on General Clearance Levels for Practices* - EC Radiation Protection 122 – 2000.
16. *Application of the Concepts of Exclusion, Exemption and Clearance* - IAEA Safety Guide RS-G-1.7 – 2004.
17. *First Italian National Report to Joint Convention* – Aprile 2006.
18. Sito web dedicato al WIPP – Waste Isolation Pilot Plant:

	<b>Sigla di identificazione</b> FPN – LP4 - 002	<b>Rev.</b> 0	<b>Distrib.</b> L	<b>Pag.</b> 56	<b>di</b> 56
---	--	------------------	----------------------	-------------------	-----------------

<http://www.wipp.energy.gov/>

19. Iniziative IAEA in tema di smaltimento geologico:

<http://www.iaea.org/NewsCenter/Features/UndergroundLabs/index.html>

20. Sito web ANDRA: <http://www.andra.fr/sommaire.en.php3>

21. Sito Web NRC (USA Nuclear Regulatory Commission): <http://www.nrc.gov/>

22. Sito web Yucca Mountain Repository:

[http://www.ocrwm.doe.gov/ym\\_repository/index.shtml](http://www.ocrwm.doe.gov/ym_repository/index.shtml)

23. Tavolo MSE - Regioni – Roma 11 Ottobre 2007.

24. Rapporto finale del Gruppo di Lavoro ex DM 25 Febbraio 2008 del Ministro dello Sviluppo Economico – Settembre 2008.