

ENEA

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

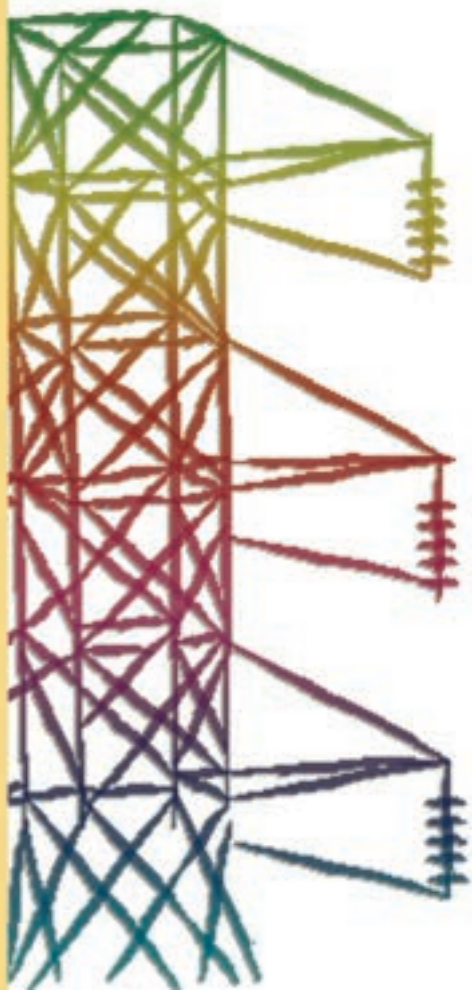


Ministero dello Sviluppo Economico

RICERCA SISTEMA ELETTRICO

Le attività condotte dall'ENEA fra il 1996 e il 2003 per il sito nazionale di deposito dei rifiuti radioattivi

A. Luce, A. Mura, A. Taglioni, F. Zarlenga





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



Ministero dello Sviluppo Economico

RICERCA SISTEMA ELETTRICO

Le attività condotte dall'ENEA fra il 1996 e il 2003 per il sito nazionale di deposito dei rifiuti radioattivi

A. Luce, A. Mura, A. Taglioni, F. Zarlenga

LE ATTIVITÀ CONDOTTE DALL'ENEA FRA IL 1996 E IL 2003 PER IL SITO NAZIONALE DI
DEPOSITO DEI RIFIUTI RADIOATTIVI

A. Luce, A. Mura, A. Taglioni, F. Zarlenga (ENEA)

Giugno 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

Sommario

Nel 1996 l'ENEA, per dare seguito alle indicazioni della Commissione Grandi Rischi del Dipartimento della Protezione Civile della Presidenza del Consiglio, costituì una "Task Force per il Sito Nazionale di Deposito dei Rifiuti Radioattivi", incaricata di intraprendere le azioni di natura progettuale e sitologica dirette alla individuazione di un sito idoneo ad ospitare il deposito, incluso quello per l'immagazzinamento temporaneo di lungo periodo dei rifiuti ad alta attività. Nel 2002 la Task Force ENEA cambiò denominazione in "Grande Servizio Paese 3 - Sito", che ha concluso le attività quando gli impianti del ciclo del combustibile dell'ENEA furono affidati in gestione alla SOGIN sulla base delle disposizioni dell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3267 del 7 marzo 2003, 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"*. Scopo del presente documento è di fare una disamina delle attività effettuate dalla Task Force e dal GSP3, individuando e analizzando anche i documenti tecnico-scientifici più significativi prodotti nel periodo.


 FPN	Sigla di identificazione	Rev.	Distrib.	Pag.	di
	FPN – LP4 - 010	0	L	2	43

INDICE

1	INTRODUZIONE	3
1.1	Quadro di Riferimento	3
1.2	Riferimenti Principali.....	4
2	INDIVIDUAZIONE E SVILUPPO DI UNA METODOLOGIA PER INDAGINI GEOGRAFICHE E TERRITORIALI	5
2.1	Generalità.....	5
2.2	Sistema Informativo Geografico (GIS)	6
2.3	Progetto SILOS	8
2.4	Riferimenti Principali.....	8
3	CARATTERIZZAZIONE DELL'INVENTARIO DEI MATERIALI DA INVIARE AL DEPOSITO.....	10
3.1	Generalità.....	10
3.2	Riferimenti Principali.....	11
4	SVILUPPO DI UNA METODOLOGIA PER L'ANALISI SITOLOGICA E DI SICUREZZA (PERFORMANCE ASSESSMENT) DI UN DEPOSITO SUPERFICIALE 12	
4.1	Generalità.....	12
4.2	Riferimenti Principali.....	13
5	CARATTERIZZAZIONE E QUALIFICAZIONE DELLE BARRIERE ARTIFICIALI DI CONFINAMENTO DEI RIFIUTI RADIOATTIVI	14
5.1	Generalità.....	14
5.2	Riferimenti Principali COMMENTATI	16
6	DEPOSITO DEFINITIVO DEI RIFIUTI A BASSA E MEDIA ATTIVITA' (II CATEGORIA).....	20
6.1	Progetto Concettuale.....	20
6.2	Riferimenti Principali	21
7	DEPOSITO TEMPORANEO DEI RIFIUTI AD ALTA ATTIVITA' E/O LUNGA VITA (III CATEGORIA).....	22
8	ATTIVITA' INFORMATIVE	24

ALLEGATI

Allegato 1	Risoluzione 22 Febbraio 1999 del Gruppo di Lavoro “Destinazione Rifiuti Radioattivi” di esperti costituito presso il Dipartimento della Protezione Civile.
Allegato 2	Note e Commenti sul Documento TECHINT: Sistema centralizzato per l'immagazzinamento dei materiali ad alta attività: Impianto per la manutenzione remotizzata dei contenitori per HLW e combustibile irraggiato - <i>Progetto preliminare</i>

 FPN	Sigla di identificazione	Rev.	Distrib.	Pag.	di
	FPN – LP4 - 010	0	L	3	43

1 INTRODUZIONE

1.1 QUADRO DI RIFERIMENTO

Il problema di una strategia globale per il decommissioning degli impianti nucleari dismessi e la sistemazione dei rifiuti radioattivi in Italia fu posto, per la prima volta in modo organico, alla prima Conferenza Nazionale sul tema dei rifiuti radioattivi, organizzata dall'ANPA (oggi ISPRA) nel luglio 1995, e fu 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.

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.


In tale contesto, a partire dal 1996, nell'ambito della Sezione Nucleare della Commissione Grandi Rischi presso il Dipartimento della Protezione Civile della Presidenza del Consiglio, fu istituito un apposito Gruppo di Lavoro sulla Destinazione dei Rifiuti Radioattivi per la valutazione di un programma di azioni, con rappresentanti di vari enti ed operatori nazionali interessati al problema (tra cui l'ENEA), e due esperti dell'ANPA (oggi ISPRA) in qualità di osservatori.

Nello stesso 1996 l'ENEA, per dare seguito alle indicazioni della Commissione Grandi Rischi, costituì una "Task Force per il Sito Nazionale di Deposito dei Rifiuti Radioattivi", incaricata di intraprendere le azioni di natura progettuale e sitologica dirette alla individuazione e qualificazione di un sito idoneo ad ospitare il deposito, incluso quello per l'immagazzinamento temporaneo di lungo periodo dei rifiuti ad alta attività.

Nel Febbraio 1997, nell'ambito del GdL sulla Destinazione dei Rifiuti Radioattivi, fu discusso il programma iniziale di azioni della Task Force dell'ENEA, e fu dato mandato alla stessa di preparare, entro la fine del 1997, uno studio di fattibilità diretto a verificare, con riferimento a due siti del demanio militare scelti tra quelli investigati dall'ENEA nel 1988-89, i criteri di valutazione e la metodologia applicabile per la progettazione di un deposito definitivo dei rifiuti a bassa attività. Lo studio di fattibilità fu portato a termine nei tempi previsti, ed i risultati presentati in una riunione del GdL presso la Protezione Civile nel Marzo 1998.

A conclusione delle sua attività, il GdL sulla Destinazione dei Rifiuti Radioattivi presso la Protezione Civile, in una riunione tenutasi il 22 Febbraio 1999, adottò una risoluzione nella quale venivano stabiliti alcuni principi sulla natura e sulla tipologia del deposito da realizzare in Italia per i rifiuti radioattivi e venivano riconosciuti adeguati e fatti propri i criteri adottati dalla Task Force per la individuazione delle aree e dei siti potenzialmente idonei per la sua localizzazione. (La risoluzione è riportata in **Allegato 1**).

Contestualmente alle iniziative sopra indicate, nel novembre 1999 fu 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

 FPN	Sigla di identificazione	Rev.	Distrib.	Pag.	di
	FPN – LP4 - 010	0	L	4	43

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. 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. La Task Force presentò anche a questo GdL, in una audizione speciale, le proprie valutazioni e lo stato delle attività svolte.¹

Scopo del presente documento è di fare una disamina delle attività effettuate dalla Task Force a partire dal 1996, individuando e analizzando anche i documenti tecnico-scientifici più significativi prodotti nel periodo.

Nel 2002 la Task Force ENEA cambiò denominazione in "Grande Servizio Paese 3 - Sito" (GSP3 - SITO). Da allora le attività pratiche si ridussero, concentrandosi essenzialmente sugli aspetti normativi. Le attività si sono definitivamente interrotte quando gli impianti del ciclo del combustibile dell’ENEA furono affidati in gestione alla SOGIN sulla base delle disposizioni dell’Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3267 del 7 marzo 2003, 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”*.

1.2 RIFERIMENTI PRINCIPALI

[1] ENEA Task Force per il Sito Nazionale di Deposito dei Materiali Radioattivi – Situazione e Stato delle Azioni al Dicembre 2000 (Roma, Gennaio 2001)

[2] Sito Web: Task Force per il Sito Nazionale di Deposito dei Materiali Radioattivi (non più sviluppato dal 2001)

[3] Sito Web: ENEA: Grande Servizio Paese 3 (non più sviluppato dal 2003).

¹ Per approfondimenti vedi: A.Luce - "Decommissioning e Gestione Rifiuti Radioattivi, la situazione internazionale e in Italia" (FPN-LP4-002).

2 INDIVIDUAZIONE E SVILUPPO DI UNA METODOLOGIA PER INDAGINI GEOGRAFICHE E TERRITORIALI

2.1 GENERALITÀ


La Task Force ENEA aveva avviato una vasta indagine geografica estesa a tutto il territorio nazionale, diretta a individuare aree potenzialmente idonee per la localizzazione di un deposito superficiale per rifiuti a bassa attività. Questa attività era soprattutto basata sulla realizzazione di un **GIS (Sistema Informativo Geografico)** che ha permesso l'analisi dei fattori e dei requisiti territoriali (superficie topografica, idrogeologia, vie di comunicazione, reticolo idrografico, distribuzione della popolazione, attività socioeconomiche, idrogeologia regionale, uso del suolo, sismicità, climatologia).

Il GIS ha prodotto una **Carta Nazionale delle Aree Idonee** la quale, impiantata su supporto informatico, permetteva un elevato grado di elaborazione ed anche un rapido ed agevole aggiustamento in caso di modifica dei parametri di selezione.

Per la realizzazione del GIS furono attivate collaborazioni con qualificate strutture nazionali pubbliche e private tra cui il Servizio Sismico Nazionale e il Servizio Geologico Nazionale. La Carta Nazionale delle Aree Idonee non ha subito poi ulteriori elaborazioni, che prevedevano una estensione e un approfondimento delle analisi GIS per ambiti territoriali più ristretti e a scala di maggiore dettaglio.



Esempio di applicazione di alcuni criteri di esclusione nelle analisi GIS a scala nazionale

 FPN	Sigla di identificazione	Rev.	Distrib.	Pag.	di
	FPN – LP4 - 010	0	L	6	43

2.2 SISTEMA INFORMATIVO GEOGRAFICO (GIS)

La Task Force ENEA sviluppò sia un GIS che un'accurata metodologia per la selezione dei siti potenzialmente idonei allo stoccaggio dei rifiuti. Per quanto riguarda la selezione del sito, venne stabilito in termini generali che il sito doveva essere tale da fornire, oltre alle barriere del condizionamento ed a quelle ingegneristiche, una protezione radiologica secondo quanto stabilito dagli enti nazionali e dalle linee guida internazionali esistenti.”

Il GIS realizzato si basava sulle seguenti componenti principali:

- una piattaforma Hw/Sw, costituita da un personal computer, dotato del GIS ArcView, completo dell'estensione Spatial Analyst e del linguaggio di programmazione Avenue;
- un database geografico, costituito sia di dati alfanumerici che di dati cartografici, vettoriali e raster, strutturati in shapefile, grid e tabelle, secondo i modelli dei dati gestiti da ArcView;
- le funzioni di analisi ed elaborazione dei dati, basate principalmente sulle funzioni della Map Algebra di Spatial Analyst e una serie di procedure sviluppate in Avenue, organizzate in estensioni ArcView.

Per la costituzione del data base geografico furono acquisiti, in formato vettoriale, i seguenti tematismi:

- *Autostrade*: banca dati proveniente originariamente dall'ANPA (oggi ISPRA). Era stata ottenuta digitalizzando nel 1988 le informazioni contenute nelle carte IGM in scala 1:250.000. Il dato si riferiva quindi alla data di redazione delle carte IGM. Fornita dal Servizio Sismico Nazionale.
- *Strade*: banca dati proveniente originariamente dal Servizio Sismico Nazionale e dall'ANPA. Era stata ottenuta digitalizzando nel 1988 le informazioni contenute nelle carte IGM in scala 1:250.000. Il dato si riferiva quindi alla data di redazione delle carte IGM.
- *Ferrovie*: banca dati proveniente originariamente dal Servizio Sismico Nazionale e dall'ANPA. Era stata ottenuta digitalizzando nel 1988 le informazioni contenute nelle carte IGM in scala 1:250.000. Il dato si riferiva quindi alla data di redazione delle carte IGM.
- *Geologia*: Carta Geologica d'Italia in scala 1:500.000 redatta originariamente dal Servizio Geologico Nazionale. Fornita dal Servizio Sismico Nazionale.
- *Comuni*: banca dati proveniente dall'ISTAT. Conteneva, per l'intero territorio nazionale, i limiti comunali, provinciali e regionali riferiti al 1991, a scala 1:25.000. Fornita dal Servizio Sismico Nazionale.
- *Località abitate*: banca dati proveniente dall'ISTAT. Conteneva i centroidi delle località abitate dell'intero territorio nazionale, suddivisi per provincia. Fornita dal Servizio Sismico Nazionale.
- *Uso del suolo*: banca dati proveniente dall'ISTAT. Individuava sette classi di uso del suolo, suddivise per provincia, a scala 1:25.000. Fornita dall'Agenzia Nazionale per la Protezione Ambientale.
- *Zone umide*: banca dati dell'Agenzia Nazionale per la Protezione Ambientale.
- *Aree protette, riserve e parchi naturali*: banca dati dell'Agenzia Nazionale per la Protezione Ambientale. Conteneva, suddivise per regioni, le riserve e i parchi

dell'intero territorio nazionale. Fornita dell'Agenzia Nazionale per la Protezione Ambientale.

- *Topografia*: modello digitale del terreno (DEM) con risoluzione 250 m × 250 m proveniente dalla banca dati del Servizio Geologico Nazionale.

Furono inoltre acquisiti, presso il Servizio Sismico Nazionale, i seguenti dati, sotto forma di tabelle relazionabili:

- *Popolazione residente nei comuni*: dati ISTAT 91;
- *Sismicità*: base dati proveniente dal lavoro congiunto GNNDT-ING SSN "Massime intensità macrosismiche osservate nei comuni italiani" a cura di D. Molin, M. Stucchi; G. Valensise, Marzo 1996. Contiene per ogni comune l'intensità massima osservata espressa in termini di scala Mercalli. E' stato acquisito anche l'indice di sismicità relativo ad ogni comune;
- *Precipitazioni*: dati di modulo pluviometrico annuo provenienti dal Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale (SIMN), riferiti a 400 stazioni scelte in corrispondenza del trentennio 1921-1950.


La metodologia adottata può essere riassunta in quattro punti:

1. Definizione e applicazione della serie di criteri di esclusione implementabili in un sistema informativo territoriale e coerenti con le informazioni territoriali disponibili su tutto il territorio nazionale (analisi GIS di primo livello).
2. Iterazione della definizione e applicazione di criteri di esclusione su porzioni più ristrette del territorio nazionale ma a livelli di maggiore dettaglio di scala (analisi GIS di secondo livello).
3. Definizione e implementazione nel sistema informativo di una procedura di analisi parametrica sui singoli fattori fisici che determinano l'idoneità e descrivono le condizioni antropiche e infrastrutturali delle aree. Ciò utilizzando dati a scala locale e inserendo giudizi professionali (analisi GIS di terzo livello)
4. Selezione e classificazione delle aree potenzialmente idonee applicando una procedura appositamente sviluppata per il calcolo del grado di idoneità e dell'indice di inserimento territoriale.

Il lavoro delle analisi territoriali è stato quindi svolto per gradi ed è stato strutturato su tre livelli di dettaglio per scendere dall'analisi dell'intero territorio nazionale alle valutazioni a scala locale sulle aree individuate. In particolare:

- le analisi GIS di I livello sono state effettuate con dati e cartografia a scala 1:250.000 – 1:500.000;
- al II livello sono stati utilizzati dati a scala 1:100.000 – 1:250.000;
- al III livello la scala di analisi sale a 1:10.000 – 1:100.000.

In conclusione si può osservare che la procedura descritta è stata definita ed applicata per validare una metodologia di analisi del territorio nazionale finalizzata alla indicazione di una serie di possibili localizzazioni dell'impianto di deposito di tipo superficiale. I risultati delle elaborazioni hanno portato alla selezione di un certo numero di siti potenzialmente idonei. I risultati vanno ovviamente interpretati rispetto alla quantità e al dettaglio dei dati utilizzati.

 FPN	Sigla di identificazione	Rev.	Distrib.	Pag.	di
	FPN – LP4 - 010	0	L	8	43

2.3 PROGETTO SILOS

Successivamente l'ENEA ha messo a punto anche un sistema di analisi territoriale per la ricerca alternativa di localizzazione del deposito in sotterraneo a poca profondità, con celle in gallerie ricavate all'interno di rilievi preferibilmente argillosi (Progetto SILOS).


Lo sviluppo del sistema ha comportato:

- il reperimento di criteri di idoneità già fissati e/o definizione di nuovi;
- l'acquisizione e "normalizzazione geografica" dei dati e delle informazioni territoriali necessarie;
- lo sviluppo di algoritmi che, applicando in modo ottimale detti criteri, conducono alla stima del "grado di idoneità" di ciascun sito;
- l'applicazione degli strumenti sviluppati per realizzare "strati informativi" che riportino cartograficamente i gradi di idoneità stimati;
- la selezione dei siti eleggibili sulla base di una soglia minima del grado di idoneità.


Lo sviluppo del sistema all'aprile 2003 consentiva l'analisi del territorio tenendo conto della morfologia (quote, pendenze, esposizione dei versanti) e delle litologie in affioramento. Il sistema comprendeva tutte le informazioni relative alla distribuzione della popolazione ed alle aree ad elevata sismicità, potendo associare a questi parametri opportuni criteri di esclusione. Era quindi in grado di identificare all'interno di rilievi con stratigrafia nota i volumi potenziali di scavo per un deposito in galleria.

2.4 RIFERIMENTI PRINCIPALI

- [1] Sistema Informativo Geografico (GIS) per l'individuazione di siti potenzialmente idonei per la realizzazione del Deposito Nazionale dei Rifiuti Radioattivi a Bassa Attività – Report Finale (1999, in collaborazione con Hydrocontrol).
- [2] “Impatto territoriale di un Centro di deposito definitivo di rifiuti radioattivi a bassa attività e di altre strutture tecnologiche ad esso collegate” (2001).
- [3] “Valutazione mediante codici di calcolo dei parametri dell'Indice di idoneità per la classificazione delle aree potenzialmente idonee per la localizzazione del Deposito Nazionale dei Rifiuti Radioattivi a Bassa Attività” - G. Mingrone, P. Ciabatti, G. Ventura (Luglio 2001).
- [4] “Messa a disposizione e interpretazione di dati sismici relativi a macro-aree della Carta Nazionale delle Aree Idonee” - Rapporto Finale (2001, in collaborazione con SOGIN).
- [5] “Identificazione e valutazione di strutture sismogenetiche” (Dicembre 2001, in collaborazione con Università di Pisa, con aggiornamento al Maggio 2002)
- [6] “Sistema Informativo Geografico per l'individuazione di aree potenzialmente idonee alla localizzazione del Deposito Nazionale dei Materiali Radioattivi a Bassa Attività - Stato delle attività al Marzo 2001” - G. Ventura (2001).

 FPN	Sigla di identificazione FPN – LP4 - 010	Rev. 0	Distrib. L	Pag. 9	di 43
--	--	------------------	----------------------	------------------	-----------------

- [7] "Valutazione delle pericolosità (hazard) sismica associata ad aree identificate come idonee per la localizzazione del Deposito Nazionale dei residui radioattivi a bassa attività" (Novembre 2002, in collaborazione con Università di Genova).
- [8] "Sistema Informativo Geografico per il sito del Deposito Nazionale dei Materiali Radioattivi" - G. Ventura (2003).
- [9] "Progettazione e realizzazione del Sistema Informativo territoriale finalizzato alla Localizzazione Ottimale di Siti eleggibili a deposito di materiali radioattivi (Progetto SILOS)" - A.B. Della Rocca, A. Danzi, A. Lugari, S. Marcocchia (2003).

 FPN	Sigla di identificazione	Rev.	Distrib.	Pag.	di
	FPN – LP4 - 010	0	L	10	43

3 CARATTERIZZAZIONE DELL'INVENTARIO DEI MATERIALI DA INVIARE AL DEPOSITO

3.1 GENERALITÀ

La prima cosa da fare a livello nazionale, per avviare il percorso per l'individuazione di un deposito centralizzato, è un inventario affidabile dei rifiuti esistenti e di futura produzione sia in termini radiologici sia in termini di volume dopo condizionamento.

Le attività di caratterizzazione sono quindi fondamentali al fine di pervenire ad una corretta identificazione delle dimensioni quantitative e qualitative dell'inventario nazionale.

I dati di inventario sono importanti per due aspetti:

- per la determinazione della capacità recettiva delle strutture del deposito;
- per la definizione dei criteri di accettabilità del sito.

Eventuali carenze o imprecisioni si riflettono in incertezza nei dati di input presi a base per l'analisi di sicurezza, che si avvale principalmente di modelli di trasporto delle specie radiochimiche attraverso le barriere artificiali e quelle naturali.


La "Task Force Sito" si fece carico di questo problema effettuando un ricalcolo globale dei rifiuti esistenti sulla base di una verifica diretta svolta in collaborazione con i vari operatori nazionali.

I dati raccolti vennero organizzati in una banca dati informatizzata e furono utilizzati per produrre nel 1998 un Inventario Nazionale dei rifiuti radioattivi, che fu aggiornato fino al 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.

L'inventario del 2000 in particolare fu edito sia in formato cartaceo, sia in formato CD ROM sia nel sito web della Task Force (non più in linea).

L'inventario comprendeva anche una revisione della stima di previsione dei rifiuti provenienti dallo smantellamento delle centrali dismesse e degli impianti e laboratori dell'ENEA e di altri operatori minori (CISAM, CISE, ecc).



 FPN	Sigla di identificazione	Rev.	Distrib.	Pag.	di
	FPN – LP4 - 010	0	L	11	43

L'inventario nazionale dei rifiuti e materiali radioattivi (che includeva anche i combustibili irraggiati) era (ed è) destinato ad essere oggetto di aggiornamenti periodici a ragione dei seguenti motivi :

- gli aggiustamenti continui che subiscono le stime di previsione relative ai rifiuti prodotti durante lo smantellamento delle installazioni;
- la caratterizzazione sempre più dettagliata dei rifiuti esistenti che i detentori effettuano con l'utilizzo di tecniche di misura sempre più raffinate ed in evoluzione;
- le attività di condizionamento in corso presso i vari detentori, che determinano una diversa catalogazione dei rifiuti (nella fattispecie da non condizionati a condizionati).

Una affidabile caratterizzazione dell'inventario nazionale costituisce un'esigenza imprescindibile per la corretta definizione degli obiettivi di sicurezza radiologica che devono essere soddisfatti da un deposito definitivo dei rifiuti radioattivi.

Per questa caratterizzazione devono essere mobilitate risorse scientifiche ed economiche adeguate, come più dettagliatamente descritto nei lavori eseguiti nell'ambito delle Task C ed E.

3.2 RIFERIMENTI PRINCIPALI

[1] Inventario Nazionale dei Materiali Radioattivi - Edizione 1998

[2] Inventario Nazionale dei Materiali Radioattivi - Edizione 1999

[3] Inventario Nazionale dei Materiali Radioattivi - Edizione 2000 (anche CD-ROM)

[4] Inventario Nazionale dei rifiuti radioattivi di origine non energetica - 1997

[5] Analisi critica dei dati di inventario dei materiali radioattivi di siti italiani: Casaccia, Saluggia, Trisaia, Ispra, CISAM, FN, Nucleco (2001, in collaborazione con NAGRA)

4 SVILUPPO DI UNA METODOLOGIA PER L'ANALISI SITOLOGICA E DI SICUREZZA (PERFORMANCE ASSESSMENT) DI UN DEPOSITO SUPERFICIALE

4.1 GENERALITÀ

Le valutazioni di idoneità dell'insieme sito-deposito vengono svolte mediante l'applicazione di codici e modelli che permettono di calcolare, sulla base di dati di tipo geochimico ed ingegneristico, l'eventuale migrazione di radionuclidi dal deposito alla biosfera e di determinare se l'impatto ambientale, per una determinata configurazione di deposito, soddisfa i criteri di sicurezza stabiliti dall'Autorità di Sicurezza (performance assessment di un deposito).

Le valutazioni di *Performance Assessment* costituiscono una delle principali e più ricorrenti attività da svolgere nel corso di un programma diretto a individuare un sito idoneo alla realizzazione di un deposito definitivo per i rifiuti radioattivi.

La Task Force SITO ha già condotto in passato questo tipo di valutazioni in occasione dello studio di fattibilità effettuato su due casi studio individuati in due siti del demanio militare. In collaborazione con la società inglese QuantiSci fu applicata la metodologia sopra descritta facendo uso del codice denominato AMBER, uno dei più conosciuti ed applicati al mondo per i calcoli di *performance assessment* relativi a siti di smaltimento dei rifiuti radioattivi.


Successivamente la Task Force avviò azioni per sviluppare competenze nazionali di applicazione della metodologia e di sviluppo del calcolo. La disponibilità di uno strumento metodologico nazionale ha infatti i seguenti vantaggi :

- consente di adeguare le caratteristiche dei codici a dati di input che meglio riflettono la situazione italiana (come tipologia del deposito e geografia del sito);
- permette al progettista di interagire in ambito nazionale, con ovvi vantaggi pratici;
- fornisce autorevolezza e credibilità al programma italiano, in quanto dotato di strumenti scientifici autonomi nazionali;
- comporta un vantaggio economico in quanto le valutazioni di *performance assessment* possono essere effettuate con minore spesa.



Le principali collaborazioni avviate per lo sviluppo della metodologia di calcolo sono state quella con Hydrocontrol (HyC), Centro di Ricerca e Formazione per il Controllo dei Sistemi Idrici, e con il Dipartimento di Ingegneria Nucleare del Politecnico di Milano.

Purtroppo, dopo la cessazione delle attività della Task Force e successivamente del

 FPN	Sigla di identificazione FPN – LP4 - 010	Rev. 0	Distrib. L	Pag. 13	di 43
--	--	------------------	----------------------	-------------------	-----------------

GSP3 nel 2003, la rete di collaborazioni è venuta meno, le competenze si sono disperse, ma rimane un patrimonio di documentazione, in parte ancora valida in parte da aggiornare, sulla base della quale si può ricreare il background tecnico-scientifico e le competenze necessarie per la ripresa dei lavori.

4.2 RIFERIMENTI PRINCIPALI

- [1] “Preliminary feasibility assessment for near-surface, engineered LLW repositories at two sites” – Final Report to ENEA (Dicembre 1997, in collaborazione con *QuantiSci*, UK).
- [2] “Studio di fattibilità per la localizzazione in due siti del deposito definitivo di rifiuti radioattivi a bassa attività” – Sintesi e Conclusioni (Agosto 1998, in collaborazione con *QuantiSci*, UK).
- [3] “Sviluppo e applicazione di modelli di calcolo per le valutazioni di impatto ambientale di un deposito definitivo di rifiuti radioattivi a bassa attività” – G. Ventura, P. Ciabatti (Giugno 2002).
- [4] “Fattori tecnologici e ambientali nella valutazione della sicurezza di un deposito superficiale di rifiuti radioattivi a bassa attività” – G. Ventura (Aprile 2003)

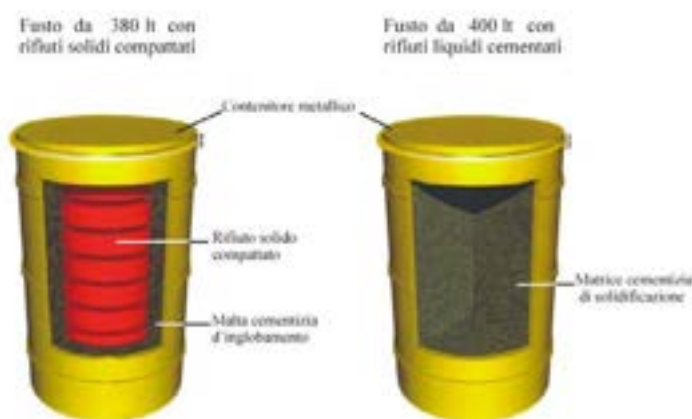
5 CARATTERIZZAZIONE E QUALIFICAZIONE DELLE BARRIERE ARTIFICIALI DI CONFINAMENTO DEI RIFIUTI RADIOATTIVI

5.1 GENERALITÀ

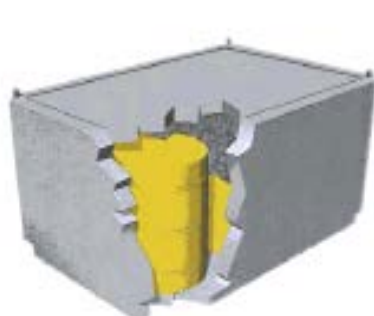
La caratterizzazione e la qualificazione delle barriere artificiali di confinamento dei rifiuti radioattivi hanno particolare importanza in quanto l'analisi di sicurezza del deposito si basa in gran parte sulla valutazione dell'affidabilità delle barriere artificiali messe in opera per l'isolamento dei rifiuti dall'ambiente.

Di norma gli elementi costitutivi delle barriere artificiali sono:

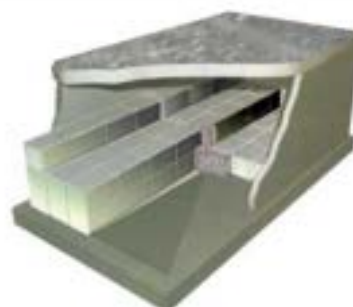
- il manufatto prodotto dal condizionamento del rifiuto (ad esempio la matrice solida cementizia + il contenitore di acciaio, nel caso di cementazione);
- le pareti in calcestruzzo delle unità (celle) di smaltimento;
- il riempimento interposto tra i manufatti e le pareti delle celle (*backfilling*), costituito da materiale cementizio o da altro materiale con adeguate proprietà isolanti.



Rifiuti radioattivi condizionati



Contenitori prefabbricati



Cella di Deposito

La caratterizzazione e qualificazione del manufatto, se già confezionato e certificato secondo le specifiche di accettabilità del deposito, non rientra nelle attività associate

alla progettazione del deposito.

Le barriere costituite dalle celle e altre strutture del deposito (in particolare il *backfilling*) sono invece i componenti che il progettista del deposito deve definire e di cui deve verificare la affidabilità come contenimento e difesa dell'ambiente.

Nel caso di un deposito definitivo di rifiuti a vita breve il periodo durante il quale deve essere garantito l'isolamento dalla biosfera dei rifiuti radioattivi è dell'ordine di qualche secolo.



Schema di Deposito Superficiale

L'affidabilità del contenimento per periodi di questa lunghezza non costituisce un problema tecnico insormontabile, anche considerando che il materiale impiegato è di natura cementizia, con l'apporto o meno di altro materiale in grado di migliorare il livello di confinamento dei radionuclidi e tenuto conto del fatto che una barriera supplementare e ridondante è costituita dal sito geografico stesso, in particolare dalle sue proprietà idrogeologiche.


L'affidabilità della barriera come contenimento dipende dal mantenimento nel tempo di due funzioni complementari e distinte :

- la funzione di barriera meccanica;
- la funzione di barriera chimica.

Lo studio dell'evoluzione nel tempo di queste proprietà costituisce l'aspetto più rilevante delle attività di caratterizzazione e qualificazione delle barriere di un deposito di rifiuti radioattivi.

Per lo studio e per l'ottimizzazione delle proprietà meccaniche di opere in conglomerato cementizio la Task Force aveva attivato collaborazioni con le più qualificate organizzazioni nazionali italiane (Dipartimento di Ingegneria Strutturale del Politecnico di Milano, ISMES, ENCO).

Per quanto riguarda gli aspetti più propriamente costruttivi e strutturali del deposito, le attività svolte hanno permesso di individuare in via preliminare la formulazione dell'impasto che assicura al materiale le migliori prestazioni (in particolare impermeabilità, resistenza ad agenti chimici, resistenza a carichi intrusivi esterni) e la

 FPN	Sigla di identificazione	Rev.	Distrib.	Pag.	di
	FPN – LP4 - 010	0	L	16	43

cui definizione ulteriore dipenderà dalla localizzazione del deposito e dal progetto strutturale di massima.

Per l'ulteriore caratterizzazione del comportamento a lungo termine dell'impasto individuato fu varato un programma di sperimentazione con la Società ENCO che ha consentito, mediante test accelerati e l'impiego di provini di grandi dimensioni, una prima valutazione sulla durabilità meccanica delle barriere. Oltre a ciò, sono state effettuate verifiche preliminari di carico e di progetto strutturale (Politecnico di Milano, Dipartimento di Ingegneria Strutturale), ai fini di verificare per la tipologia delle strutture ipotizzate la resistenza ultima a fronte di determinati eventi esterni di tipo sia sismico che intrusivo.

Con il Politecnico di Milano, ISMES ed ENCO, era stata avviata una collaborazione per lo sviluppo di uno studio sperimentale per definire i materiali e l'unità di deposito da sottoporre a successive ottimizzazioni e di valutarne, su basi tecnico-scientifiche affidabili, il comportamento complessivo (cioè come barriera chimica e meccanica) per tutto il periodo di durata della custodia istituzionale (trecento anni circa). Queste attività non sono poi state portate a compimento per effetto del cambiamento di obiettivi programmatici dell'ENEA. I risultati parziali ottenuti vengono descritti nei documenti principali che vengono di seguito elencati.

5.2 RIFERIMENTI PRINCIPALI COMMENTATI

[1] *“Fattibilità strutturale e valutazione di resistenza a carico intrusivo di una unità interrata di un deposito per rifiuti radioattivi”* (Dicembre 1998, in collaborazione con Politecnico di Milano).

Con riferimento alla soluzione “francese” (immobilizzo diretto dei manufatti nelle celle di deposito) viene effettuato un calcolo di fattibilità strutturale delle unità di deposito; in particolare vengono presi in considerazione i seguenti carichi: sisma; carico intrusivo; esplosione. La modellazione avviene mediante discretizzazione ad elementi finiti, idonea a calcoli con algoritmi implementati nel codice SAP (versione 90 e successive).


La sollecitazione sismica è definita secondo l'EUROCODICE 8, e si prendono in conto tutti e tre i modelli di terreno che il codice ipotizza.

Il carico intrusivo è di tipo deliberato ma non intenzionale ed è riferito a macchine per lavori edili (perforazione, sbancamenti, ecc.) di tipo attuale.

Il carico di esplosione è schematizzato in termini di onda di pressione prodotta, in dipendenza della distanza e del carico esplosivo.

La soluzione “francese” non è stata poi successivamente perseguita, tuttavia il lavoro risulta interessante per l'approccio utilizzato per le verifiche di stabilità e integrità di tipo locale.

[2] *“Conglomerati cementizi da impiegare per le barriere ingegneristiche di un impianto di superficie per lo smaltimento di rifiuti radioattivi a bassa e media attività”* (1998, in collaborazione con ENCO)

 FPN	Sigla di identificazione	Rev.	Distrib.	Pag.	di
	FPN – LP4 - 010	0	L	17	43

Con riferimento alla soluzione francese vengono messe a punto due ricette (mix-design) per il calcestruzzo delle unità di deposito, la malta immobilizzante (grout), tali che ne possa essere assicurata una durabilità di 300 anni, a fronte di tutti gli attacchi ambientali (cicli gelo-disgelo, attacco solfatico, attacco cloridrico, dilavamento, ecc.) possibili in un generico sito italiano e di ogni fenomeno tipico dei conglomerati cementizio (ritiro, micro fessurazione, dilatazione termica, ecc.). Il procedimento è di tipo sistematico, e viene individuata una soluzione-inviluppo. Tale ricetta prescinde dalla tipologia degli inerti, da reperire in funzione del sito.

La presenza di nuovi additivi sul mercato odierno porta a ritenere migliorabili i risultati ottenuti.

[3] *“Prove sperimentali su calcestruzzo e grout per l’acquisizione di dati nel progetto delle barriere ingegneristiche di un impianto di superficie per lo smaltimento di rifiuti radioattivi a bassa e media attività”* (1998, in collaborazione con ENCO)

Viene effettuata una serie di sperimentazioni di invecchiamento accelerato su provini di calcestruzzo e grout. I provini sono di quattro tipologie, a seconda degli inerti di confezionamento (sabbia e ghiaia), rappresentativi di quattro diverse zone italiane di possibile approvvigionamento.

Le principali prove hanno riguardato: dilavamento; penetrazione di acqua sotto battente; immersione in acqua marina.

Al termine della sperimentazione i provini sono stati sottoposti alle convenzionali prove di accertamento statico e meccanico, con buoni risultati.

Le quattro aree di approvvigionamento furono individuate rispettivamente in zone delle regioni Marche, Umbria, Emilia-Romagna e Puglia, allo scopo di coprire il più ampio spettro possibile di tipologie di inerti italiane.


Il lavoro sarebbe stato completo se anziché le Marche si fosse scelta la Sicilia; tale ipotesi fu scartata per non ingenerare l’impressione di considerare la Sicilia come regione potenzialmente idonea alla localizzazione di un Sito.

[4] *“Studio progettuale per l’individuazione del criterio di deposito dei rifiuti a bassa attività”* (Novembre 2000, in collaborazione con ISMES)

Questo studio ha permesso di valutare la conformità delle unità di deposito alla necessità di ottimizzare la tenuta delle barriere ingegneristiche all’azione dell’acqua per un arco di tempo di 300 anni. Sono stati valutati gli stati tensionali indotti dai carichi di esercizio e da alcuni carichi di tipo transitorio capaci di danneggiare il calcestruzzo, in particolare le autotensioni da presa e ritiro. Il risultato di rilievo è lo stato fessurativo che viene indotto dai carichi il quale permette di riferire precisi stati di danneggiamento agli scenari evolutivi del deposito.

La caratterizzazione delle proprietà dei materiali è stata basata su valori rappresentativi di varie tipologie di calcestruzzo.

[5] *“Definizione e individuazione dei principali processi chimici e fisici che regolano la diffusione e il trasporto dei radionuclidi attraverso le barriere artificiali di un deposito definitivo di rifiuti radioattivi - Sviluppo di un modello stocastico e sua*

 FPN	Sigla di identificazione	Rev.	Distrib.	Pag.	di
	FPN – LP4 - 010	0	L	18	43

implementazione in un codice Monte Carlo” (Novembre 2001, in collaborazione con Politecnico di Milano).

Viene sviluppato e applicato un modello di trasporto dei radionuclidi dall’interno all’esterno del modulo per effetto di infiltrazione di acqua di origine meteorica; la dinamica del processo è simulata con un codice che utilizza il metodo MonteCarlo. A valle di una trattazione teorica di carattere generale sulla fenomenologia di trasporto in mezzi porosi, è presentato un modello concettuale di trasporto, del quale vengono definiti i parametri necessari all’analisi; sono state poi effettuate due applicazioni, rispettivamente sulla base di ipotesi altamente cautelative (condizioni idrologiche molto sfavorevoli e avanzato stato di degrado dei conglomerati) e quindi sulla base di ipotesi più realistiche.

[6] *“Analisi di incertezza di un modello di trasporto di Pu-238, U-234 e Ni-59 rispetto ai parametri di degrado delle barriere ingegneristiche di un deposito di rifiuti radioattivi” (Marzo 2002, in collaborazione con Politecnico di Milano).*

Viene analizzato il fenomeno di migrazione di tre tipi di radionuclidi attraverso le barriere artificiali costituite da conglomerati cementizi del modulo, considerando l’acqua di infiltrazione il principale vettore; la simulazione matematica del processo viene effettuata con la metodologia sviluppata in [5].

I 9 scenari ipotizzati, in un orizzonte temporale di 10.000 anni a partire dal rilascio del deposito, sono definiti dalle possibili combinazioni di numero di cicli di ricambio dell’acqua di poro necessari per degradare completamente le barriere del modulo (1000, 1500 o 2000) altezza del battente idraulico (3 cm, 5 m oppure 7,4 m), con ipotesi di modulo saturo d’acqua.


Con tali assunzioni, si dimostra che il radionuclide Pu-238 rimane sempre all’interno dei moduli, mentre si hanno piccole quantità di U-234 e Ni-59 che possono fuoriuscire con l’aumentare del battente.

Il lavoro, di validità limitata alle caratteristiche del modulo, sviluppa un’affidabile metodologia di indagine, che permette di cogliere la sensitività del sistema al variare di ogni parametro considerato nel progetto; le ipotesi di scenario, se pur limitate nel numero, sono altamente cautelative. Nell’insieme si ritiene che il lavoro possa essere utile in fase progettuale di un nuovo modulo

[7] *“Qualificazione di materiali e strutture per le barriere di confinamento di un deposito definitivo dei rifiuti radioattivi a bassa attività” (Maggio 2001, in collaborazione con ISMES, ENCO e Politecnico di Milano).*

Si compendiano, in modo non organico, i risultati parziali fin qui ottenuti; si fanno inoltre considerazioni sul dilavamento del calcestruzzo e sull’utilizzo di acciaio inossidabile per le armature.

Non è stata sufficientemente sviluppata la fenomenologia di imbibimento dei conglomerati, in particolare per le variabilità connesse a spessori e pressioni agenti; risultanze, queste ultime, di supporto a valutazioni tipiche del “performance assessment”

 FPN	Sigla di identificazione	Rev.	Distrib.	Pag.	di
	FPN – LP4 - 010	0	L	19	43

[8] Verifica strutturale dei moduli di stoccaggio da 30 t e da 40 t (in collaborazione con TECHINT)

In seguito a necessità evidenziata in ambito UNICEN, il modulo, già progettato per un peso lordo totale di 25 t, viene adeguato, con opportune modifiche negli spessori e nelle armature, ad un peso di 40 t.

Si ritiene il lavoro inutile, in quanto, nel caso servisse un modulo per 40 t di rifiuti (ottenibile solo in caso di smaltimento di elementi di demolizione) è meno costoso realizzarne due da 30 t che prevedere una diversificazione della linea progettuale.

[9] *Progettazione, costruzione e caratterizzazione dei prototipi dell'unità modulare prevista per il deposito definitivo dei rifiuti a bassa attività (POLIMI-ENCO-ISMES-TECHINT)*


Il modulo viene progettato esecutivamente (Techint), e realizzato (S.C.A.) con assistenza relativa ai materiali (EN.CO.); le prove sperimentali, di tipo distruttivo e no, sia su modulo confezionato e su involucro, sono state effettuate presso ENEL-HYDRO (oggi CESI). Problemi sono stati evidenziati a causa di eccessiva armatura dovuta a un troppo prudente sbalzo termico utilizzato per gli involucri di un conglomerato di cui allo studio di EN.CO., previsto invece per le unità esterne. Un aggiornamento delle attività di prova ha previsto l'utilizzo di un grout di tipo innovativo e prove su tavola vibrante.

Due contenitori modulari sono ancora disponibili presso CESI-ISMES, non essendo stati assoggettati a prove di tipo distruttivo. L'attività, compendiate in pubblicazioni scientifiche, ha suggerito l'utilizzo del calcestruzzo fibro-rinforzato per l'involucro dei moduli, e "grout" migliorato.

[10] *"Realisation of deterministic parametric analyses of diffusion of activated sources in disposal forms" – Final Report (2003, Prof. C.E. Majorana, Università di Padova)*

Indagini bibliografiche, raccolta di materiale ed elaborazioni numeriche conseguenti, in merito a fenomeni di diffusione di nuclidi a bassa attività immobilizzati in materiali cementizi.

I risultati dell'analisi sarebbero dovuti servire come verifica indipendente di ulteriori prove sperimentali da condurre sui moduli

 FPN	Sigla di identificazione	Rev.	Distrib.	Pag.	di
	FPN – LP4 - 010	0	L	20	43

6 DEPOSITO DEFINITIVO DEI RIFIUTI A BASSA E MEDIA ATTIVITA' (II CATEGORIA)

6.1 PROGETTO CONCETTUALE

Prima ancora della localizzazione del sito di deposito è necessario pervenire alla definizione, a livello concettuale, dell'intero sistema costituente il deposito dei rifiuti, incluso l'impianto di immagazzinamento dei combustibili irraggiati e dei rifiuti di III Categoria. Questa definizione è diretta alla verifica dell'impegno richiesto in termini di superficie e quindi di sistemazione urbanistica del sito. Essa pertanto costituisce un elemento non secondario anche per il processo di selezione delle aree idonee alla localizzazione del sistema.

Un primo studio concettuale è stato effettuato nel 1997 in collaborazione con ANDRA; sulla base di informazioni preliminari fornite da ENEA (inventario nazionale, Guida Tecnica 26, valutazione di due siti di riferimento), il documento propone:

- una metodologia per lo sviluppo dell'analisi di sicurezza;
- una tipologia di deposito e il lay-out di massima dell'impianto;
- criteri per l'accettazione dei rifiuti;
- principi per la garanzia di qualità.


Venne introdotto, tra gli altri, il concetto di "alveole", cassone metallico di 5 o 10 m³, per la distribuzione e la movimentazione dei manufatti.

Successivamente (1998) è stata attivata una collaborazione con l'Agenzia spagnola ENRESA, che ha realizzato e gestisce il Centro di deposito spagnolo di El Cabril, che costituisce una delle più importanti realizzazioni del settore. Con ENRESA è stato elaborato uno studio concettuale la cui funzione principale è stata quella di disporre di una guida progettuale nella quale fossero identificati sia i criteri di progetto sia una soluzione tecnica di riferimento per un deposito basato su celle in calcestruzzo, analoghe a quelle realizzate sia in Spagna che in Francia, opportunamente adattate alle necessità italiane.

Il lavoro differisce da quello precedente, dell'ANDRA, per essere completamente indipendente dal sito, per l'introduzione del concetto di "modulo" e per la maggiore enfasi che viene data agli aspetti ingegneristici di funzionalità.


Lo studio concettuale realizzato in collaborazione con ENRESA è stato poi preso come riferimento per lo sviluppo del vero e proprio progetto concettuale e di sistema del deposito definitivo dei rifiuti a bassa attività, che la Task Force ha avviato alla fine del 1999 e concluso per la fine del 2000.

Il progetto concettuale e di sistema, dopo l'integrazione con le informazioni relative al sito selezionato, doveva costituire a sua volta la base per la elaborazione del vero e proprio Progetto di Massima e del Rapporto Preliminare di Sicurezza con cui avviare l'iter autorizzativo.

 FPN	Sigla di identificazione FPN – LP4 - 010	Rev. 0	Distrib. L	Pag. 21	di 43
--	--	------------------	----------------------	-------------------	-----------------

6.2 RIFERIMENTI PRINCIPALI

- [1] "Etude conceptuelle d'un stockage définitif des déchets radioactifs de faible et moyenne activité en Italie (Aprile 1997, in collaborazione con ANDRA)
- [2] "Near surface disposal facility conceptual design study" (Dicembre 1999, in collaborazione con ENRESA)
- [3] Centro di deposito definitivo dei rifiuti radioattivi a bassa attività - *Progetto Concettuale e di Sistema* (Vol. I e II) (Novembre 2000, in collaborazione con TECHINT S.p.A.)

 FPN	Sigla di identificazione	Rev.	Distrib.	Pag.	di
	FPN – LP4 - 010	0	L	22	43

7 DEPOSITO TEMPORANEO DEI RIFIUTI AD ALTA ATTIVITA' E/O LUNGA VITA (III CATEGORIA)

I rifiuti di III Categoria italiani (incluso in essi anche gli eventuali combustibili nucleari irraggiati non inviati all'estero per il ritrattamento) sono in quantitativi modesti, tali da non giustificare al momento la necessità di un sito di smaltimento profondo nazionale.

Per essi venne pertanto ipotizzato (come oggi) un immagazzinamento di lungo periodo (50-100 anni) in adeguate strutture ingegneristiche sullo stesso sito del deposito definitivo dei rifiuti a bassa attività.

La localizzazione sullo stesso sito di deposito definitivo dei rifiuti a vita breve del sistema di immagazzinamento del combustibile irraggiato e dei rifiuti condizionati di III Categoria non comporta infatti problemi di natura tecnica o sitologica. Il cammino critico, ai fini della qualificazione del sito, dell'iter autorizzativo e dell'accettabilità, permane infatti quello relativo alla sua funzione di sito di deposito definitivo per i rifiuti di bassa e media attività, in quanto richiede valutazioni di *performance assessment* e di scenario estese a periodi secolari.

Per la progettazione concettuale del sistema (immagazzinamento e *handling* per eventuali interventi o condizionamento) fu portato a termine nel 1998 uno studio progettuale con la società tedesca GNB, progettista e realizzatore di contenitori e sistemi di immagazzinamento di combustibili irraggiati, che ha permesso di identificare in via preliminare la tipologia dell'installazione ed i componenti del sistema, inclusi in via preliminare i contenitori di stoccaggio dei combustibili e dei rifiuti vetrificati.

Successivamente, per lo sviluppo della progettazione di questo sistema la Task Force avviò una collaborazione con il Dipartimento di Ingegneria Nucleare dell'Università La Sapienza di Roma, che ha permesso di completare nel Giugno 2000 il vero e proprio progetto concettuale dell'installazione:


[1] *“Progetto Concettuale del sistema di immagazzinamento di lungo periodo per rifiuti ad alta attività e per il combustibile irraggiato” (Giugno 2000, in collaborazione con Università La Sapienza)*

Sulla base del Progetto Concettuale fu poi sviluppato, con l'ausilio di un progettista esterno, un vero e proprio Progetto Preliminare:

[2] *“Sistema centralizzato per l'immagazzinamento dei materiali ad alta attività: Impianto per la manutenzione remotizzata dei contenitori per HLW e combustibile irraggiato” - Progetto Preliminare (Ottobre 2001, in collaborazione con TECHINT S.p.A.)*

Il lavoro è diviso in tre parti :

- esame dettagliato delle caratteristiche geometriche e fisiche degli elementi di combustibile irraggiati, dei vetri ad alta attività e dei cask di trasporto e deposito a secco; l'esame è finalizzato alla definizione dei processi di manutenzione, condizionamento e al dimensionamento dell'impianto


 FPN	Sigla di identificazione FPN – LP4 - 010	Rev. 0	Distrib. L	Pag. 23	di 43
--	--	------------------	----------------------	-------------------	-----------------

- definizione dei requisiti funzionali e delle principali caratteristiche della cella calda e dei principali sistemi ausiliari, e descrizione architettonica dell'impianto.
- criteri di garanzia della qualità.

A parte il cambio di strategia per il combustibile irraggiato, il progetto si può considerare ancora valido nelle sue parti essenziali, pertanto in **Allegato 2** se ne riporta una descrizione più dettagliata delle parti principali.

La strategia di immagazzinamento di lungo periodo del combustibile irraggiato prevedeva l'impiego di contenitori a secco *dual purpose*, cioè mobili ed idonei anche al trasporto fuori sito nel momento in cui si fosse decisa la destinazione definitiva.

Successivamente, come è noto, è stato deciso l'invio del combustibile irraggiato in Francia per il ritrattamento, con ritorno in Italia dei rifiuti condizionati e dei materiali nucleari (da questa strategia è per il momento escluso il combustibile non accettato per il ritrattamento in Francia, cioè il combustibile Elk River stoccato nell'Impianto ITREC). Pertanto il sottosistema per il condizionamento del combustibile potrebbe anche non essere più necessario.

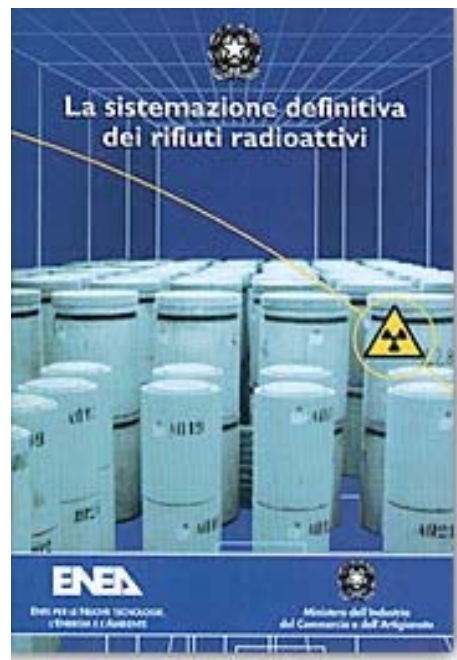
 FPN	Sigla di identificazione	Rev.	Distrib.	Pag.	di
	FPN – LP4 - 010	0	L	24	43

8 ATTIVITA' INFORMATIVE

La Task Force e successivamente il GSP3 hanno promosso diverse attività e iniziative per la divulgazione, presso gli “stakeholders” interessati, di tutte le informazioni idonee allo sviluppo di una diffusa e corretta conoscenza della tematica dello smaltimento dei rifiuti radioattivi.

Si richiamano qui le principali realizzazioni:


- Predisposizione in CD-ROM dell’inventario nazionale dei rifiuti radioattivi (Edizione 2000).
- Package informativo costituito da un *booklet* (italiano e inglese), una cassetta video VHS ed un CD-ROM. Il package è stato concordato, realizzato ed edito in collaborazione con l’allora MICA (attualmente Ministero dello Sviluppo Economico). Il Package è stato distribuito a tutte le Amministrazioni Regionali e Provinciali d’Italia, oltre che a tutti coloro che ne hanno fatto richiesta.
- Predisposizione di un plastico (1m x 1m circa) rappresentante il centro di deposito definitivo di tipo superficiale per rifiuti a BA, con tutte le pertinenze tecniche ed amministrative e con le infrastrutture diversificate di tipo tecnologiche di possibile co-installazione sul sito.
- Giornata di Studio – Lo smaltimento dei rifiuti radioattivi Politecnico di Milano 11 Ottobre 2000 - Atti del Convegno e CD-ROM.
- Sito Web “Task Force per il Sito Nazionale di Deposito dei Materiali Radioattivi” (non più in linea)
- Sito Web “ENEA: Grande Servizio Paese 3” (non più sviluppato dal 2003).



Queste attività sono state dirette alla diffusione delle informazioni di base su quello che si intendeva realizzare, le sue finalità, le caratteristiche tecniche, gli impianti analoghi esistenti all'estero, le legislazioni estere, i criteri di sicurezza, ecc. Video, CD-ROM e *booklet* sono stati realizzati in modo da poter essere usufruiti da un pubblico più ampio possibile: amministratori locali, forze politiche e sociali, le associazioni ambientaliste, le scuole, ecc..

Sono state anche organizzate visite a centri esteri a beneficio di rappresentanti ed amministratori di enti che in modo diretto o indiretto erano interessati al processo di scelta del sito. Ad esempio:


- visita effettuata nel Giugno 1998 ai centri spagnolo e francese da parte di dieci parlamentari della Commissione Parlamentare sul Ciclo dei Rifiuti, tra cui il Presidente della Commissione, On. Scalia;

 FPN	Sigla di identificazione FPN – LP4 - 010	Rev. 0	Distrib. L	Pag. 25	di 43
--	--	------------------	----------------------	-------------------	-----------------

- visita effettuata nel Dicembre 1999 al centro spagnolo di El Cabril da parte di una delegazione composta da rappresentanti della Protezione Civile, dell'ANPA e della Commissione Tecnica.



Sito Web Task Force (non in linea)

 FPN	Sigla di identificazione FPN – LP4 - 010	Rev. 0	Distrib. L	Pag. 26	di 43
--	--	------------------	----------------------	-------------------	-----------------

ALLEGATO 1

Risoluzione 22 Febbraio 1999 del Gruppo di Lavoro “Destinazione Rifiuti Radioattivi”
di esperti costituito presso il Dipartimento della Protezione Civile

MODULARIO
REM - PC - 3

MOD. 3



Presidenza del Consiglio dei Ministri

DIPARTIMENTO DELLA PROTEZIONE CIVILE

Risoluzione del Gruppo Di Lavoro "Destinazione Rifiuti Radioattivi"

Il Gruppo Di Lavoro di esperti costituito nel 1996 presso il Dipartimento della Protezione Civile, nell'ambito della sezione nucleare della Commissione Grandi Rischi, ai fini della valutazione di un programma di azioni teso a risolvere il problema della sistemazione definitiva dei rifiuti radioattivi presenti sul territorio nazionale, adotta la Risoluzione di seguito riportata.

Premesso che:

- il Gruppo di Lavoro, considerata la situazione logistica e l'inventario dei rifiuti italiani ha individuato come primario obiettivo la soluzione al problema della destinazione finale dei rifiuti radioattivi di II categoria;
- il Gruppo di Lavoro, per quanto attiene al combustibile irraggiato ed ai rifiuti radioattivi di III categoria, ha ipotizzato la soluzione di un immagazzinamento temporaneo in strutture ingegneristiche adeguate, da ubicare possibilmente nello stesso sito previsto per lo smaltimento dei rifiuti di II categoria;
- l'ENEA ha costituito una TASK FORCE per il Sito Nazionale di Deposito dei Rifiuti Radioattivi, incaricata di intraprendere le azioni di natura sitologica e progettuale dirette alla individuazione e qualificazione di un sito idoneo ad ospitare il deposito ed alla progettazione del sistema;

il Gruppo di Lavoro riunitosi il giorno 22 febbraio 1999 presso il Dipartimento della Protezione Civile, alla presenza del Sottosegretario Franco Barberi, per esaminare i risultati delle ricerche effettuate ai fini di trarre delle conclusioni definitive a soluzione del problema, indica:

- 1) nella struttura ingegneristica superficiale (con soluzioni tecniche che tengano conto delle condizioni geologiche e morfologiche) la tipologia appropriata per lo smaltimento definitivo dei rifiuti radioattivi di II categoria, sulla scorta degli studi già espletati e di analoghe esperienze di altri paesi;
- 2) la opportunità di localizzare nello stesso sito di ubicazione del deposito definitivo dei rifiuti di cui al punto 1) l'infrastruttura per l'*interim storage* del combustibile irraggiato e dei rifiuti di III categoria condizionati;

MODULARIO
P.E.M. - P.C. - 3

MOG 3



Presidenza del Consiglio dei Ministri

DIPARTIMENTO DELLA PROTEZIONE CIVILE

3) corretti i criteri metodologici, che sono stati adottati dalla TASK Force dell'Enea e che questo Gruppo di Lavoro condivide, per l'individuazione di aree e siti potenzialmente idonei alle soluzioni di cui al punto 1), di seguito riportati:

- esclusione delle aree prossime ai confini nazionali;
- esclusione delle aree insulari;
- esclusione delle aree già sottoposte a vincoli;
- esclusione delle aree prossime ai centri abitati, con distanze minime che variano in funzione del numero di abitanti;
- esclusione delle aree a distanza inferiore a 2 km da un'autostrada, 1 km da una strada statale, 1 km da una linea ferroviaria di interesse nazionale;
- esclusione delle aree di quota topografica superiore ad 800 m s.l.m.;
- esclusione delle aree di pendenza superiore al 30%;
- esclusione delle aree corrispondenti ad affioramenti di alluvioni recenti o attuali;
- esclusione delle aree caratterizzate da presenza di acque interne;
- esclusione delle aree di sismicità superiore al X grado della Scala MCS.

4) Tra le aree risultanti potenzialmente idonee in base ai predetti criteri di esclusione, verranno individuati i siti idonei sulla base dei criteri adottati nella migliore prassi internazionale, quali:

- vulnerabilità degli acquiferi;
- stabilità geologica;
- uso del suolo;
- presenza di abitazioni, rilevabili soltanto attraverso un successivo studio su scala di maggior dettaglio;
- livello di sviluppo dell'area.

Inoltre dallo studio effettuato è emersa l'impraticabilità dell'ipotesi di utilizzare, nel territorio peninsulare, miniere o cave come sito per il deposito, in quanto:


- o meccanicamente instabili;
- o non idonee (per la presenza di falde o acquiferi) dal punto di vista idrogeologico;
- o sottoposte alla cosiddetta "chiusura mineraria".

STUDIO DI FIDUCIARI E STUDI DI FIDUCIARI

Il Gruppo di Lavoro, dopo avere condiviso i criteri metodologici seguiti per l'identificazione di siti idonei, adotta la risoluzione di cui sopra, ed invita la TASK FORCE dell'Enea a tenere informato, nel corso dello svolgimento dei compiti ad essa demandati, il Gruppo di Lavoro stesso e il Dipartimento della Protezione Civile sullo stato di avanzamento dei programmi e sul complesso processo di scelta del sito, ed invita il Sottosegretario Prof. Franco Barberi a sollecitare il Governo perché dia l'avvio al processo di scelta del sito specifico e delle opere di realizzazione della struttura.

Prof. CARLO BERNARDINI
 Prof. RENATO FUNICIELLO
 Dott. ALDO BRONDI
 Dott. PIERO RISOLUTI
 Dott. MARCO AMANTI
 Dott. SERGIO D'OFFIZI
 Dott. GIUSEPPE GROSSI
 Dott. LEONELLO SERVA
 Dott. LUGI NOVIELLO
 Prof. MAURIZIO CUMO
 Dott.ssa GRAZIA GIAMO


Presidente *Carlo Bernardini*
 Componente *Renato Funicello*
 Componente *Aldo Brondi*
 Componente *Piero Risoluti*
 Componente *Marco Amanti*
 Componente *Sergio D'Offizi*
 Osservatore *Giuseppe Grossi*
 Osservatore *Leonello Serva*
 Componente *Lugi Novello*
 Osservatore *Maurizio Cumo*
 Segretario *Grazia Giamo*

 FPN	Sigla di identificazione FPN – LP4 - 010	Rev. 0	Distrib. L	Pag. 30	di 43
--	--	------------------	----------------------	-------------------	-----------------

ALLEGATO 2

**Note e Commenti sul Documento TECHINT:
Sistema centralizzato per l'immagazzinamento dei materiali ad alta attività:
Impianto per la manutenzione remotizzata dei contenitori per HLW e
combustibile irraggiato - *Progetto preliminare***

(a cura di A. Mura)

 FPN	Sigla di identificazione	Rev.	Distrib.	Pag.	di
	FPN – LP4 - 010	0	L	31	43

1. PREMESSA

Il documento elaborato dalla Techint S.p.A., di cui nella presente nota vengono descritti in maniera sintetica i contenuti e la valenza complessiva, costituisce il Progetto preliminare di un impianto per il deposito temporaneo dei materiali ad alta attività (III Categoria).

Il progetto fa seguito al Progetto concettuale elaborato dal Dipartimento d'Ingegneria Nucleare e Conversioni d'Energia dell'Università degli Studi di Roma "La Sapienza", Esso esamina e definisce, oltre agli aspetti tecnici e di processo, connessi con le operazioni di ricevimento ed avvio al deposito dei cask contenenti i combustibili ed i vetri, anche quelli relativi alla manutenzione e al servizio per i cask di deposito a secco del combustibile irraggiato e dei vetri ad alta attività.

Il documento è articolato in tre parti:

Parte I


Vengono esaminati in dettaglio, ai fini della definizione delle attività di manutenzione, di condizionamento e del dimensionamento dell'Impianto, le caratteristiche geometriche e fisiche degli elementi di combustibile irraggiati, dei vetri ad alta attività e dei cask di trasporto e deposito a secco.

Parte II

Sono ripresi e sviluppati i criteri di progetto enunciati nel progetto concettuale, i requisiti funzionali e le principali caratteristiche della Cella Calda di Manutenzione, dei principali sistemi ausiliari e delle principali apparecchiature di processo. Vengono inoltre definite le opere civili relative all'area di ricevimento e preparazione cask e della Cella Calda, con particolare riferimento alle interfacce con gli altri impianti del Centro.

Parte III

Riporta i criteri che verranno adottati dal Committente per il prosieguo delle attività in termini di Assicurazione della Qualità.

 FPN	Sigla di identificazione	Rev.	Distrib.	Pag.	di
	FPN – LP4 - 010	0	L	32	43

2. SINTESI DELLA PARTE I

2.1 Inventario del combustibile irraggiato e dei vetri ad alta attività da destinare al deposito temporaneo.

In questa prima parte del documento è stato riportato l'inventario del materiale nucleare presente in Italia e di quella parte detenuta all'estero, ma di proprietà italiana, destinata a ritornare in Italia in un futuro più o meno prossimo.

2.1.1 Combustibile irraggiato

Nel primo capitolo è descritta separatamente la situazione riguardante il combustibile nucleare di proprietà della SOGIN (ex ENEL) e dell'ENEA (non è considerato il combustibile dei reattori di ricerca dell'ENEA tuttora in funzione).

Per quanto riguarda la SOGIN, seguendo quella che era stata la strategia ENEL, sono stati rispettati i contratti già in essere, inviando al ritrattamento le quantità di combustibile previste (53,5 t di U-Pu), e non stipulandone di nuovi, ma provvedendo ad immagazzinare temporaneamente sui siti delle centrali, in contenitori a secco, il combustibile restante (circa 230 tonnellate di U-Pu) in attesa del loro stoccaggio presso il deposito nazionale.

Oltre alle quantità di cui sopra, vi sono 121 elementi di combustibile al plutonio (MOX) irraggiati e 131 elementi di combustibile non irraggiato di proprietà SOGIN, stoccati presso la centrale SUPERPHENIX di Creys-Malville, per i quali è prevista la permanenza in Francia fino alla disponibilità del deposito centralizzato in Italia per poi essere trasferiti direttamente nello stesso.

Per quanto riguarda l'ENEA, avendo l'Ente svolto una consistente attività di ricerca nel campo del ciclo del combustibile negli anni '60 – '70, negli impianti di Casaccia² (OPEC 1), di Saluggia (EUREX) e Trisaia (ITREC) è presente un certo quantitativo di barrette e di elementi interi di combustibile irraggiato, che era destinato allo stoccaggio a secco presso il Deposito Nazionale.

Il paragrafo continua descrivendo le caratteristiche del combustibile irraggiato³, al fine di poter progettare le strutture di movimentazione e di manutenzione dei contenitori da prevedere all'interno del deposito nazionale.

2.1.2 Rifiuti ad alta attività condizionati in matrice vetrosa

Nel secondo capitolo si esamina la situazione relativa ai rifiuti ad alta attività condizionati in matrice vetrosa. Questi si riferiscono alle 1.598,5 t di combustibile

² Dal 2004 la gestione degli impianti dell'ex ciclo del combustibile dell'ENEA, vale a dire OPEC e PLUTONIO della Casaccia, EUREX di Saluggia e ITREC di Trisaia è stata affidata alla SOGIN, per cui, in realtà, tutto il materiale radioattivo, proveniente dalla produzione energetica nucleare italiana, attualmente è sotto la diretta responsabilità della SOGIN.

³ Vengono forniti per le varie tipologie degli elementi di combustibile: la forma, le dimensioni e la potenza termica prodotta.

irraggiato proveniente dalle quattro centrali nucleari di LATINA, TRINO, GARIGLIANO e CAORSO, pari a circa l'87% del totale utilizzato.

Nella tabella sono riportate le stime totali dei rifiuti prodotti nel ritrattamento suddivisi nelle tre tipologie: alta attività vetrificati, media attività (III categoria) cementati ed bassa attività (II categoria) cementati, nelle due opzioni:

opzione 1: rifiuti come derivanti dal ritrattamento;

opzione 2: come « *waste substitution* » in cui i rifiuti a media ed a bassa attività vengono sostituiti (compensati) con quelli ad alta attività.

Volume dei rifiuti dal ritrattamento del combustibile irraggiato (in m³)

Opzione	Rifiuti alta attività vetrificati	Rifiuti a media attività (III Cat. cementati)	Rifiuti a bassa attività (II Cat. cementati)
1-rifiuti da ritrattamento	16	1248	5051
2-waste substitution	33	–	–

Nell'ipotesi che si applichi il principio della *waste substitution* la SOGIN dovrà provvedere solo allo smaltimento dei rifiuti ad alta attività vetrificati provenienti da suddetto ritrattamento.

Altri rifiuti vetrificati per circa 15 m³ erano previsti allora dal condizionamento nell'Impianto CORA dei rifiuti liquidi derivanti dal ritrattamento dei combustibili CANDU e MTR, presso l'Impianto pilota EUREX dell'ENEA Saluggia⁴.

2.1.3 Cask per il trasporto ed il deposito dei combustibili irraggiati e dei vetri ad alta attività


Nel terzo capitolo il documento della Techint descrive le caratteristiche dei vari cask per il trasporto e lo stoccaggio dei combustibili irraggiati, nonché dei materiali ad alta attività vetrificati.

Il tipo di cask varia a seconda del tipo di combustibile e del materiale vetrificato.

In particolare, per i combustibili ex ENEL erano indicati come cask, quelli prodotti dalla GNB tedesca del tipo CASTOR.

Per gli elementi ELK – RIVER in deposito presso l'impianto ITREC della Trisaia erano previsti i contenitori TN – 24 della Transnucleaire francese.

⁴ Successivamente la SOGIN ha preso la decisione di sottoporre a cementazione i detti rifiuti (Progetto CEMEX).

 FPN	Sigla di identificazione	Rev.	Distrib.	Pag.	di
	FPN – LP4 - 010	0	L	34	43

Per i vetri alta attività della SOGIN, attualmente presso BNFL in Inghilterra, era previsto l'utilizzo di contenitori HAW-28 della Transnucleaire.

Infine per i vetri alta attività di Saluggia erano previsti i contenitori TN – 24 della Transnucleaire.


2.2 Commento alla Parte I

L'inventario riportato dalla Techint in questo documento è utile, sia per la suddivisione dei materiali in relazione ai diversi detentori, sia perché per le varie tipologie di materiali, siano elementi di combustibile irraggiato, sia di materiale radioattivo condizionato in matrice vetrosa, sono indicati i cask che li contengono e che serviranno per il loro trasporto e stoccaggio. Dei cask sono, inoltre, riportati anche i disegni con le caratteristiche dimensionali e di peso.

Per quanto riguarda l'attualità di questo inventario, non sono per esempio indicati i rifiuti radioattivi di III categoria, provenienti dal decommissioning dei reattori ex ENEL e degli impianti ex ENEA (ora SOGIN), che saranno immagazzinati nel centro.

Altra osservazione riguarda la strategia adottata sul combustibile irraggiato. Nel progetto Techint sono seguite le indicazioni esistenti all'epoca (anno 2000) che prevedevano lo stoccaggio degli elementi irraggiati a secco all'interno di contenitori "dual purpose", anziché il loro ritrattamento, com'era invece stato effettuato in precedenza. Attualmente si è optato di nuovo per il ritrattamento degli elementi che sono ancora in Italia.

Comunque sia, la filosofia dell'impianto non dovrebbe esserne stravolta, in quanto la cella per il controllo e la manutenzione dei cask dovrà comunque esserci per il combustibile che non può essere inviato al ritrattamento (elk-River) e per i vetri.

 FPN	Sigla di identificazione	Rev.	Distrib.	Pag.	di
	FPN – LP4 - 010	0	L	35	43

3. SINTESI DELLA PARTE II

3.1 Progetto preliminare dell'impianto per la ricezione e le operazioni di manutenzione in cella calda dei cask di trasporto e stoccaggio a secco dei combustibili irraggiati e dei vetri ad alta attività.

3.1.1 Descrizione generale dell'impianto

In questo capitolo sono elencate le operazioni eseguite nell'impianto di ricezione dei cask al deposito.

Innanzitutto suddivide la vita dell'Impianto in tre fasi principali di funzionamento:

1. La fase operativa, durante la quale i rifiuti ed i materiali nucleari ad alta attività sono disposti nel deposito temporaneo. La durata è stimata in 50 anni.
2. La fase di preparazione al trasferimento in un deposito definitivo, durante la quale i materiali nucleari ad alta attività saranno condizionati nell'Impianto in maniera idonea allo stoccaggio in un deposito definitivo per alta attività. La durata di questa fase è stimata in circa 15 anni.
3. La fase di decommissioning, durante la quale l'Impianto sarà decontaminato, i rifiuti radioattivi solidi e liquidi risultanti condizionati negli Impianti di servizio del Centro e posti nel Deposito definitivo per i rifiuti di II categoria. La durata di questa fase è stimata in 10 anni.

Nel presente capitolo sono elencate le operazioni svolte nel corso della prima fase.

3.1.2 Criteri generali di progetto


Nel presente capitolo sono descritti i criteri adottati allo scopo di assicurare la protezione radiologica degli addetti alle operazioni e della popolazione durante tutte le fasi di vita dell'installazione, in condizioni di normale funzionamento, nel corso delle manutenzioni ordinarie e straordinarie, e in seguito agli incidenti ipotizzabili.

Gli obiettivi di protezione radiologica sono espressi in termini di limiti di dose per gli operatori e per la popolazione. I limiti di dose in condizioni normali sono conformi ai valori indicati nel D. Lgs. 230/95.

In condizioni incidentali, pur nel rispetto dei limiti di legge, sono ammesse dosi più elevate di quelle fissate per il normale funzionamento.

I valori sono commisurati alla gravità ed alla frequenza stimata dell'incidente. In base a questi parametri sono definite tre categorie di eventi a ciascuna delle quali sono stati associati i limiti di dose:

- Eventi di Categoria I: Condizioni di normale funzionamento, fermate per ispezioni e per manutenzioni programmate;
- Eventi di Categoria II: Condizioni incidentali, guasti di componenti attivi di processo, malfunzionamento di sistemi di contenimento e dei sistemi di controllo, piccole perdite di liquidi, ecc.;

 FPN	Sigla di identificazione	Rev.	Distrib.	Pag.	di
	FPN – LP4 - 010	0	L	36	43

- Eventi di Categoria III: Incidenti rilevanti, eventi esterni di origine naturale (sisma, tornado, inondazione, ecc.), eventi esterni di origine umana (missili generati da attività umana, impatto aereo, ecc.), eventi esterni di origine interna (incendio o esplosione, rottura di tubazioni, serbatoi o componenti di processo, allagamento interno, caduta cask).

La valutazione della categoria alla quale vanno riferiti gli eventi incidentali ipotizzati, sono individuati mediante l'analisi di sicurezza dell'impianto, basata sulla valutazione sistematica dei modi in cui strutture, sistemi e componenti possono guastarsi e delle conseguenze di tali guasti.

L'analisi di sicurezza permette inoltre di determinare i requisiti richiesti ai componenti e ai sistemi d'impianto a fronte di una serie definita di eventi che include le condizioni di normale operazione, le manutenzioni, le riparazioni e gli incidenti ipotizzabili.

Ai componenti e ai sistemi d'impianto è assegnata una classificazione di sicurezza, che è alla base della definizione dei codici e degli standard da applicare in fase di fabbricazione, durante i controlli e i collaudi.


Infine, per sistemi, strutture e componenti che svolgono funzione di sicurezza saranno definiti i criteri di progetto, fabbricazione e collaudo in base ad un "Piano d'Assicurazione della Qualità" (AQ).

Sono previsti tre livelli di qualità, che dovranno essere soddisfatti dai sistemi, componenti e strutture dell'installazione, sia in fase di progettazione che di fabbricazione, secondo procedure e normative tali da garantirne l'affidabilità richiesta di funzionamento.

Il capitolo prosegue con la descrizione dei criteri da adottare per la protezione radiologica degli operatori e dell'ambiente. In particolare, i criteri principali consistono nel:

- Il contenimento del materiale radioattivo (contenimento statico e dinamico);
- La riduzione nei luoghi di lavoro dell'intensità di dose da irraggiamento diretto (schermaggio dalle radiazioni);
- La riduzione nei luoghi di lavoro dell'intensità di dose da inalazione o ingestione (controllo della contaminazione);
- La riduzione nei luoghi di lavoro dei tempi di esposizione tramite sistemi di intervento remotizzato (remote handling);
- La minimizzazione delle emissioni ambientali;
- Il monitoraggio del rischio radiologico;
- Il controllo degli accessi alle aree a rischio radiologico;
- L'asportazione del calore di decadimento;
- Il controllo della criticità.

Nel paragrafo 3 sono riportati i criteri di progettazione dei sistemi, delle strutture e dei componenti dell'impianto.

 FPN	Sigla di identificazione	Rev.	Distrib.	Pag.	di
	FPN – LP4 - 010	0	L	37	43

Il criterio guida nella progettazione sarà quello di assicurare il rispetto dei limiti di dose previsti in caso di un incidente di categoria III.

Nella progettazione sono presi in considerazione:

- eventi incidentali esterni
- eventi incidentali interni
- prevenzione e protezione contro gli incendi.

Per i vari eventi incidentali di cui sopra sono riportate le caratteristiche dei massimi eventi ipotizzabili (ad esempio per il tornado sono considerate le caratteristiche indicate nel R.G. 1.76 (“Design basis tornado for nuclear power plant”).

Sono poi indicati i principali requisiti di progetto dell’edificio della cella calda, le normative e gli standards di riferimento. Per ciascuna categoria di eventi sono descritti i carichi elementari da considerare, agenti sulle strutture, la loro combinazione, le verifiche e le analisi statica e dinamica.

Si prosegue, quindi, con l’indicazione dei criteri di progettazione della ventilazione e del condizionamento, degli impianti elettrici e della strumentazione e dei servizi

Per quanto riguarda la ventilazione i requisiti del sistema devono assicurare il contenimento dinamico del materiale radioattivo, mantenendo le aree dell’impianto potenzialmente contaminate in depressione rispetto alle aree a minor rischio.

La ventilazione, inoltre, deve assicurare l’asportazione del calore prodotto dal decadimento radioattivo e mantenere all’interno delle aree operative dell’Impianto condizioni termoigrometriche di benessere per il personale. A seguire sono elencate le leggi, normative e standards di riferimento.

Per gli impianti elettrici e la strumentazione sono indicati i requisiti di funzionalità e le leggi, le norme e gli standards di riferimento. Inoltre, per i componenti complessi di questi impianti (ad es. quadri, centraline, motori, ecc.) sono indicate le caratteristiche necessarie per il raggiungimento di adeguati livelli di qualità e di affidabilità.

Infine, nei criteri di progetto dei servizi, sono indicate le caratteristiche dei principali sistemi dell’impianto: alimentazione forza motrice, alimentazione illuminazione, alimentazione aria strumenti e alimentazione aria compressa.


3.1.3 Opere civili

Descrizione delle opere civili

L’edificio che alloggia l’impianto, è costituito da un massiccio corpo di fabbrica parallelepipedo, con dimensioni in pianta 46,5 x 32,5 m, ed altezza totale fuori terra di 21,5 m, entroterra di 9 m, posto in adiacenza al filo Ovest del deposito cask, anch’esso a pianta rettangolare ma con asse principale ortogonale, in modo da formare un complesso “a T”.

La fondazione è a platea di tipo diretto e superficiale.

La superficie totale coperta dell’Edificio risulta di circa 1.500 mq, con una cubatura lorda di circa 32.250 m³ (fuori terra) e cubatura totale, inclusi i volumi interrati, di circa 43.000 m³.

 FPN	Sigla di identificazione	Rev.	Distrib.	Pag.	di
	FPN – LP4 - 010	0	L	38	43

L'edificio risulta nettamente ripartito in due grandi aree o navate, completamente segregate, salvo le comunicazioni consentite dai tunnel di collegamento.

La prima (lato Est) è destinata principalmente all'Area Operativa e secondariamente all'Impianto di Condizionamento aria e di Ventilazione; la seconda (lato Ovest) è destinata alle Cella Calde con relative pertinenze.

L'accesso alle due aree è assicurato da un tunnel, posto sulla testata Nord dell'edificio, che tramite un corpo scala ed un montacarichi, consente di raggiungere i vari piani della Navata Ovest, ed il locale Impianto di Condizionamento (Navata Est).

La descrizione dell'impianto si articola nella definizione delle aree funzionali in numero di 12, delle quali se ne evidenziano gli aspetti strutturali specifici :

Area di Ricezione e di Manutenzione cask

Si tratta di una sala ricavata sulla testata Ovest dell'Edificio Deposito, e quindi strutturalmente appartenente a questo Edificio, di cui segue la classificazione sismica (CS2). Non è richiesta la qualifica di resistenza all'impatto aereo, o alla penetrazione di missili, dato che in quest'area tali requisiti di resistenza sono affidati direttamente ai contenitori; è invece richiesta la qualifica della pavimentazione per caduta del contenitore più pesante da un'altezza di 50 cm.

Porta di separazione tra l'esterno dell'Impianto e l'Area Operativa Principale

A questa porta è attribuita la categoria sismica NSC in quanto svolge solo funzione di anti intrusione, per di più temporanea.

Area Operativa Principale dell'Impianto

La classificazione sismica è CS1, ed è richiesta la qualifica strutturale di resistenza all'impatto aereo, od alla penetrazione di missili, dato che in quest'area i contenitori possono trovarsi in condizioni di non garantire di per se stessi questi requisiti di sicurezza; è richiesta la qualifica della pavimentazione per caduta del contenitore più pesante da un'altezza di 50 cm.

Tutte le pareti appartenenti al perimetro esterno dell'edificio devono resistere all'impatto dell'aeromobile, a quello dei missili generati dal tornado ed all'onda piana di pressione; quest'ultimo requisito riguarda anche la parete di separazione con l'Area Celle.


Baia di Decontaminazione

L'opera mantiene la classificazione sismica ed i requisiti di resistenza, del resto dell'edificio.

SAS di comunicazione tra Area di Ricezione ed Area Operativa

L'opera è posta a cavallo del giunto strutturale tra i due edifici contigui, ma è parte integrante (dal punto di vista della continuità strutturale) dell'Edificio Impianto; quest'opera si configura come una costruzione di fondazione ed il suo dimensionamento deve essere effettuato tenendo conto anche della interazione suolo-struttura.

Non è richiesta alle pareti in c.c.a. alcuna funzione di schermaggio.

 FPN	Sigla di identificazione	Rev.	Distrib.	Pag.	di
	FPN – LP4 - 010	0	L	39	43

SAS-tunnel di collegamento tra Area Operativa e Cella Calda di Manutenzione

Le opere sono completamente inglobate nella fondazione dell'Edificio e le pareti in c.c.a. hanno anche funzione di schermaggio.

SAS di ingresso/uscita del personale e dei materiali

Questo complesso di locali è posto sulla testata Nord dell'Edificio, ed ha lo scopo di consentire l'accesso alle varie zone controllate dell'Edificio.

Blocco Celle

Il Blocco Celle (di Manutenzione e di Condizionamento) costituisce il nucleo interno della parte inferiore della navata Est dell'Edificio e si sviluppa in senso longitudinale nella zona mediana di questa; le pareti delle celle sono di grande spessore, per effetto della prevalente funzione di schermaggio (che viene ottenuto mediante impiego di calcestruzzo ad alta densità, $\gamma = 2,700\div 3,200 \text{ kg/ m}^3$). Le pareti delle celle, inoltre, devono essere dimensionate di spessore sufficiente per le esigenze di schermaggio, per la resistenza ai transitori termici, di tipo normale ed anormale (max $DT=50^\circ\text{C}$), per esigenze strutturali di resistenza al sisma, categoria CS1, per resistenza all'onda piana di pressione e all'impatto dell'aeromobile.

Aree Operative e di Servizio delle celle

I vari piani corrispondenti assumono una funzione statica essenziale come setti orizzontali di irrigidimento della struttura complessiva dell'edificio.

Area tecnica per l'Impianto di Ventilazione

Trova alloggiamento all'ultimo piano (quota +16,00) della Navata Est.

Area Impianto trattamento acque di decontaminazione

Questo impianto è alloggiato nel piano scantinato dell'Edificio (quota -5,00), nella zona adiacente al Pozzo di decontaminazione.

Camino

Il camino, di altezza 60 m rispetto al suolo e diametro variabile da 3 a 5 m, in acciaio al carbonio, è posto al di sopra della copertura dell'Edificio, senza fondazioni proprie.


Classe sismica CS1

Le verifiche andranno effettuate oltre che per il sisma e per il vento massimo normativo, anche per il vento di tornado (velocità di traslazione+velocità di rotazione)

Non è richiesta la funzione di integrità all'urto di missili generati dal tornado (peraltro molto improbabili a quote superiori a 20 m dal suolo); e' ammesso inoltre il collasso parziale del camino in caso di impatto aereo,

3.1.4 Descrizione dei processi e dei sistemi

In questo capitolo sono descritti i principali processi di manutenzione ordinaria e straordinaria ai cask per il trasporto e il deposito dei materiali radioattivi.

 FPN	Sigla di identificazione	Rev.	Distrib.	Pag.	di
	FPN – LP4 - 010	0	L	40	43

Dopo una prima descrizione dei cask e del sistema a doppio coperchio con riempimento dell'intercapedine con He a pressione, si passa alla descrizione delle operazioni previste per la manutenzione dei coperchi e delle relative guarnizioni.

Quindi sono descritte le operazioni relative alla ricezione del cask nel deposito, al suo controllo ed al successivo trasferimento nel deposito.

Nei paragrafi terzo e quarto sono descritte le operazioni di prelievo del cask dal deposito, il suo trasferimento nella cella calda e le conseguenti operazioni di manutenzione/sostituzione delle guarnizioni dei tappi primario e secondario.


Negli altri paragrafi sono descritte le operazioni delle altre possibili operazioni sui cask e sul loro contenuto. In breve tali operazioni sono le seguenti:

- trasferimento di elementi di combustibile irraggiato o di vetri ad alta attività da un cask ad un altro,
- sostituzione del cestello di elementi di combustibile irraggiato o di vetri ad alta attività da un cask ad un altro,
- decontaminazione della cavità interna di un cask di deposito,
- sostituzione delle barre di moderazione neutronica di un cask di deposito,
- incannaggio degli elementi di combustibile,
- controllo di integrità di un elemento di combustibile.

3.1.5 Descrizione dei locali e delle attrezzature

Nel presente capitolo è fornita una descrizione generale dei locali e delle attrezzature dell'Impianto, che è suddiviso seguenti sistemi, dove per sistema s'intende l'insieme dell'area e delle attrezzature in essa presenti:

- Sistema di Ricezione dei cask (Unità 100).
- Sistema di ingresso/uscita del personale (Unità 200).
- Sistema di preparazione e movimentazione cask nell'Area Operativa Principale (Unità 300 e Unità 400).
- Sistema Cella Calda di Manutenzione (Unità 500).
- Sistema Cella Calda di Condizionamento (Unità 600).
- Sistema di Decontaminazione e Officina di Manutenzione (Unità 700).
- Sistema di Ventilazione e Condizionamento (Unità 800).
- Sistemi di monitoraggio nucleare (Unità 900).
- Sistema di rilevazione ed estinzione incendi (Unità 1000).
- Sistemi di comunicazione e di visione (Unità 1100).
- Sistema di controllo (Unità 1200).
- Sistemi elettrici (Unità 1300).
- Sistemi utenze di servizio (Unità 1400).

 FPN	Sigla di identificazione	Rev.	Distrib.	Pag.	di
	FPN – LP4 - 010	0	L	41	43

- Altri sistemi (Unità 1500).

Per i primi sei sistemi è riportata la descrizione fisica del locale, contenente il sistema, nonché le operazioni in esso eseguite e le attrezzature impiegate.

Per gli altri otto sistemi, non essendo questi riconducibili ad un locale in quanto sistemi elettrici e meccanici necessari per il funzionamento dei precedenti sistemi e dell'impianto stesso, sono descritte le funzioni e le attrezzature che li compongono.

Per ciascun locale o parte di esso sono indicate le dimensioni di massima, alcune specifiche costruttive, la funzione di sicurezza che il determinato locale assume e di conseguenza la categoria sismica e la classe di qualità che lo stesso deve soddisfare.

Analogamente per le attrezzature, elettriche, meccaniche ed elettroniche di controllo, sono specificate le funzioni, le caratteristiche costruttive (sono spesso citate le norme in base alle quali i componenti ed il sistema in generale devono essere realizzati), la funzione di sicurezza e la categoria sismica corrispondente, cui è associata la classe di qualità che lo stesso deve soddisfare.


3.2 COMMENTO ALLA PARTE II

La parte II che si riferisce alla descrizione dei criteri di progettazione è un capitolo abbastanza completo, sia per quanto riguarda la descrizione dei locali di processo, delle attrezzature da utilizzare e sia delle operazioni previste nell'impianto.

Abbastanza dettagliata anche la descrizione degli eventi incidentali esterni in base ai quali vanno progettate le strutture e i componenti d'impianto.

Stesso apprezzamento per le opere civili. Il progetto è dettagliato al punto da essere indicati non solo le dimensioni dei vari locali di processo e dei sistemi ausiliari (ventilazione, trattamento acque, ecc.), ma anche le loro caratteristiche funzionali (struttura portante, sismica, schermaggio delle radiazioni, ecc.) e i loro requisiti di progetto (caratteristiche dei materiali, spessori, valori di resistenza alle forze dovute al sisma, al tornado, all'impatto di un aeromobile, ecc.).

La non attualità del progetto potrebbe derivare dalla non attualità delle normative e degli standards considerati in fase di esecuzione del progetto da parte della Techint (che risalgono alla fine degli anni '90). Tuttavia, anche se un'analisi approfondita del progetto evidenziasse la necessità di rivedere alcune parti del progetto a causa di mutamenti intercorsi sulle norme o altro, le analisi effettuate sui vari eventi e sulle caratteristiche individuate per le strutture e componenti sono sicuramente valide e utilizzabili nella progettazione di un nuovo impianto di questo tipo.

 FPN	Sigla di identificazione	Rev.	Distrib.	Pag.	di
	FPN – LP4 - 010	0	L	42	43

4. SINTESI DELLA PARTE III

4.1 Assicurazione della qualità

Nel presente capitolo vengono fornite le linee guida in accordo alle quali il Committente attuerà il Sistema di Qualità durante le fasi di progettazione, costruzione, montaggio e collaudo dei vari sistemi dell'impianto.

Sono inoltre fornite delle indicazioni relativamente all'organizzazione che il Committente si darà per assicurare il raggiungimento degli obiettivi prefissati.

Infine sono ripresi ed ampliati i criteri per l'attribuzione dei livelli di qualità ai singoli sistemi e componenti, già indicati nella Parte II del presente documento.

Dal momento che l'Assicurazione della Qualità è stata ampiamente sviluppata per le Centrali Nucleari, la Techint ha ritenuto utile analizzare i criteri ed i metodi adottati nel caso delle centrali, ed estenderli, per quanto possibile, ad un Centro di deposito come quello in oggetto.


Il progetto Techint considera in proposito 3 livelli di "Quality Assurance", in accordo alla norma NUREG 1293.

Per quanto riguarda il Manuale della Qualità (la politica per la Qualità che il Committente dell'impianto intende adottare per il conseguimento degli obiettivi durante le varie fasi di realizzazione ed esercizio dell'opera), i principali riferimenti adottati per la redazione del manuale di Q.A. sono i seguenti:

- 50 - C/SG-Q (1996) - Quality Assurance for Safety in Nuclear Power Plants and other Nuclear Installations.
- ISO 9000 Series - Quality Systems.
- Oltre a quanto sopra sono state prese in considerazione anche le seguenti Norme:
- ANPA Guida tecnica n. 8.
- 10 - CFR-50 Ap. B Quality Assurance Criteria for Nuclear Power Plants and Fuel Reprocessing Plants
- ASME NQA – 1 Quality Assurance Program Requirements for Nuclear Facility Application

In accordo alle sopracitate Norme e Standards, il manuale di QA del Committente comprenderà i seguenti argomenti:

- Struttura del Sistema Assicurazione della Qualità.
- Organizzazione.
- Piani di QA.
- Controllo della progettazione.
- Controllo documentazione per approvvigionamento.
- Procedure tecniche e gestionali.
- Controllo della documentazione.

	Sigla di identificazione FPN – LP4 - 010	Rev. 0	Distrib. L	Pag. 43	di 43
---	--	------------------	----------------------	-------------------	-----------------

- Controllo dei materiali, attrezzature e servizi acquistati.
- Identificazione e rintracciabilità di materiali, parti e componenti.
- Controllo dei processi.
- Ispezioni.
- Prove, controlli e collaudi.
- Controllo delle apparecchiature di misura e di prova.
- Movimentazione, immagazzinamento, imballaggio e spedizione.
- Situazione delle ispezioni, prove ed operazioni.
- Prodotti non conformi.
- Azioni preventive e correttive.
- Documentazione di registrazione della qualità.
- Verifiche ispettive interne della qualità (Audits).
- Assistenza.
- Addestramento.
- Tecniche statistiche.

In accordo al Manuale di QA del Committente, verrà definita l'intera organizzazione di QA necessaria per controllare le attività che influenzano la qualità, allo scopo di garantire il raggiungimento degli obiettivi di qualità stessa prefissati.

Questa terza parte prosegue con la definizione del Piano della Qualità dell'installazione e successivamente con il Piano della Qualità relativo all'approvvigionamento, alla fabbricazione, alla costruzione ed al montaggio.

Il Piano della qualità definisce gli obiettivi, i requisiti generali e specifici da applicare a tutte le attività di progettazione aventi influenza sulla qualità di strutture, sistemi e componenti che sono importanti ai fini della sicurezza nucleare e della protezione radiologica.

Il Piano, inoltre, definisce le attività alle quali esso si applica, descrivendone i controlli da attuare, con particolare riferimento a quelle rilevanti per la sicurezza nucleare e la protezione radiologica. Il Piano definisce anche le fasi di informazione, formazione e qualifica del personale che esplica tali attività.