



Ispettorato Nazionale  
per la Sicurezza Nucleare  
e la Radioprotezione

## Guida tecnica n. 32

# **Criteria di sicurezza e di radioprotezione per impianti ingegneristici di smaltimento in superficie di rifiuti radioattivi**

Luglio 2022

---

Le Guide Tecniche, emesse ai sensi dell'articolo 236 del Decreto Legislativo 31 luglio 2020, n.101, sono documenti con cui l'ISIN diffonde norme di buona tecnica che definiscono le procedure di attuazione, sul piano tecnico-operativo, delle disposizioni di legge in materia di sicurezza nucleare e di radioprotezione, stabilendo altresì i criteri e le metodologie con cui intende svolgere la propria azione di controllo.

**GUIDA TECNICA n. 32**  
**Criteri di sicurezza e di radioprotezione per impianti ingegneristici di  
smaltimento in superficie di rifiuti radioattivi**

1.	Campo di applicazione.....	1
2.	Definizioni .....	2
3.	Documenti, normativa di riferimento.....	5
4.	Principi generali .....	8
5.	Obiettivi e criteri di Radioprotezione.....	9
5.1.	Obiettivi generali.....	9
5.2.	Criteri generali .....	9
5.3.	Fasi di esercizio e chiusura.....	9
5.3.1.	<i>Condizioni operative e categorie degli eventi</i> .....	9
5.3.2	<i>Obiettivi di radioprotezione</i> .....	10
5.4	Fase di post-chiusura .....	11
6.	Criteri di sicurezza .....	12
6.1	Criteri generali .....	12
6.2	Responsabilità .....	12
6.3	Sistema di gestione.....	12
6.4	Classificazione di sicurezza delle Strutture, dei Sistemi e dei Componenti (SSC) .....	14
6.5	Graduazione dei requisiti di progetto degli SSC in funzione della classificazione di sicurezza .....	14
6.6	Localizzazione del sito.....	15
6.7	Indagini tecniche per la qualificazione del sito .....	15
6.8	Progettazione dell'impianto di smaltimento.....	15
6.9	Costruzione dell'impianto di smaltimento .....	17
6.10	Esercizio dell'impianto di smaltimento.....	18
6.11	Chiusura dell'impianto di smaltimento .....	19
6.12	Post – chiusura e rilascio del sito .....	20
7.	Criteri di accettazione dei rifiuti radioattivi .....	21
7.1	Criteri di accettazione per il conferimento dei rifiuti radioattivi all'impianto di smaltimento.....	21
7.2	Rifiuti non conformi .....	22
8.	Rapporto di sicurezza.....	23
8.1	Considerazioni Generali.....	23
8.2	Contenuti del Rapporto di sicurezza .....	23
8.3	Aggiornamento del Rapporto di sicurezza .....	24
8.4	Analisi di sicurezza .....	25
8.4.1	<i>Considerazioni generali</i> .....	25
8.4.2	<i>Sviluppo degli scenari e della relativa giustificazione</i> .....	27
8.4.3	<i>Intrusione umana</i> .....	28
8.4.4	<i>Gestione delle incertezze e analisi di sensibilità dei parametri</i> .....	29
8.5	Revisione periodica di sicurezza.....	29
9.	Registrazione dei dati e mantenimento della conoscenza .....	30

10. Gestione dell'esperienza operativa .....	31
11. Monitoraggio e sorveglianza.....	31
11.1 Considerazioni generali.....	31
11.2 Progettazione del programma di monitoraggio .....	32
11.3 Progettazione del programma di sorveglianza dell'impianto .....	33
11.4 Acquisizione e registrazione dei dati del monitoraggio e della sorveglianza .....	34
12. Predisposizioni per l'emergenza .....	36
Allegato I - Criteri per la definizione del programma delle indagini per la qualificazione del sito .....	I-1
I.1 Obiettivi .....	I-1
I.2 Criteri generali .....	I-1
Allegato II - Eventi di progetto dell'impianto di smaltimento .....	II-1
II.1. Eventi interni .....	II-1
II.2. Eventi esterni .....	II-1
II.2.1 <i>Fenomeni naturali</i> .....	II-1
II.2.2 <i>Eventi antropici</i> .....	II-2
II.3. Onda piana di pressione di riferimento .....	II-3
II.4. Impatto aereo di riferimento per il progetto e per l'analisi "What if" .....	II-3
Allegato III - Rapporto di sicurezza .....	III-1
III.1 Introduzione .....	III-1
III.2 Contenuto del Rapporto di sicurezza.....	III-1
Allegato IV – Revisione periodica dell'analisi di sicurezza.....	IV-1

# 1. Campo di applicazione

- 1.1. La presente Guida Tecnica definisce i criteri generali di sicurezza e di radioprotezione per l'esecuzione delle indagini tecniche per la qualificazione del sito, la progettazione, la costruzione, l'esercizio, la chiusura e la post - chiusura di impianti ingegneristici di smaltimento in superficie di rifiuti radioattivi di molto bassa, bassa e media attività, come definiti in accordo alla classificazione del Decreto 7 agosto 2015 del Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare e del Ministero dello Sviluppo Economico<sup>1</sup> (di seguito *impianti di smaltimento*).

---

<sup>1</sup> attualmente Ministero per la Transizione Ecologica

## **2. Definizioni**

Ai fini della presente Guida Tecnica, oltre alle definizioni stabilite nella legislazione in materia di sicurezza nucleare e di radioprotezione, si applicano le seguenti definizioni:

### **2.1 Barriera**

Ostacolo fisico che impedisce, limita o ritarda l'accesso all'impianto di smaltimento, la migrazione dei radionuclidi o il propagarsi delle conseguenze di un altro evento e costituisce schermo contro le radiazioni.

### **2.2 Barriera ingegneristica**

Barriera artificiale destinata a svolgere funzioni per isolare i rifiuti radioattivi all'interno dell'impianto di smaltimento e per impedire, limitare o ritardare la migrazione dei radionuclidi all'esterno di esso.

### **2.3 Caratteristiche, eventi e processi**

In relazione alla sicurezza di un impianto di smaltimento di rifiuti radioattivi, ai fini dello sviluppo delle relative analisi, si intendono applicati ai rifiuti, alle caratteristiche ingegneristiche dell'impianto di smaltimento, alle caratteristiche idrogeologiche del sito e alle loro mutue interazioni, i seguenti concetti: caratteristica – un attributo o un aspetto distintivo; evento – un accadimento che influisce nella definizione degli scenari; processo– la sequenza di eventi di origine naturale o artificiale che può generare delle conseguenze.

### **2.4 Caratterizzazione del sito**

L'insieme delle indagini tecniche di dettaglio svolte sul sito per rilevare le caratteristiche necessarie alla sua qualificazione, nonché a supportare lo sviluppo del progetto del sistema di smaltimento e le relative analisi di sicurezza.

### **2.5 Condizionamento**

Processo effettuato sul rifiuto radioattivo allo scopo di produrre un manufatto idoneo alla movimentazione, al trasporto, allo stoccaggio temporaneo e al conferimento all'impianto di smaltimento con l'obiettivo di minimizzare i rischi connessi al trasferimento di radionuclidi e di sostanze tossiche dai rifiuti all'ambiente. Queste operazioni possono includere la conversione del rifiuto in una forma solida e stabile e l'inserimento in un contenitore di adeguate caratteristiche.

### **2.6 Confinamento**

Segregazione dei radionuclidi dalla biosfera mediante l'utilizzo di barriere statiche e/o dinamiche allo scopo di prevenire il rilascio e la dispersione dei materiali radioattivi nell'ambiente circostante.

## **2.7 Criteri di accettazione dei rifiuti radioattivi**

Criteri qualitativi e/o quantitativi, specificati dall' esercente e approvati dall' autorità di regolamentazione competente, che fissano le caratteristiche tecniche dei manufatti dei rifiuti radioattivi per la loro accettazione all' impianto di smaltimento.

## **2.8 Isolamento**

L'insieme delle misure di un sistema di smaltimento che assicura la protezione dei rifiuti radioattivi da eventi o disturbi naturali ed antropici.

## **2.9 Manufatto**

L'insieme costituito dal contenitore e dal rifiuto condizionato in esso contenuto (con o senza impiego di matrici di condizionamento), idoneo alla movimentazione, al trasporto, allo stoccaggio e allo smaltimento.

## **2.10 Monitoraggio dell' impianto di smaltimento**

Insieme delle osservazioni e delle misure continue o periodiche di parametri ingegneristici, ambientali e radiologici, eseguite all' interno e all' esterno dell' impianto di smaltimento, per valutare l' impatto ambientale e l' esposizione alle radiazioni o alle sostanze radioattive, sia in condizioni normali sia in situazioni anomale o incidentali.

## **2.11 Periodo di ritorno**

Il periodo di ritorno di un evento, definito anche come tempo di ritorno, è una grandezza di natura probabilistica che rappresenta il tempo medio intercorrente tra il verificarsi di due eventi successivi di entità uguale o superiore ad un valore di assegnata intensità.

## **2.12 Periodo di Post - Chiusura**

Il periodo di post - chiusura comprende le fasi successive alla chiusura dell' impianto: il periodo di controllo istituzionale e quello ad esso successivo.

## **2.13 Qualificazione del sito**

Processo con il quale, sulla base dei parametri risultanti dalla caratterizzazione ed attraverso l' analisi di sicurezza di lungo termine, viene confermata l' idoneità del sito.

## **2.14 Rapporto di sicurezza (preliminare e finale)**

Documentazione contenente l'insieme delle argomentazioni e delle evidenze tecnico scientifiche atte a dimostrare la sicurezza dell' impianto di smaltimento ai fini della protezione dei lavoratori, della popolazione e dell' ambiente contro i pericoli derivanti dalle radiazioni ionizzanti.

## **2.15 Recuperabilità**

La capacità di recuperare i rifiuti collocati nell'impianto di smaltimento.

#### **2.16 Reversibilità**

La possibilità di ripristinare le condizioni che sussistono antecedentemente all'esecuzione delle operazioni di smaltimento.

#### **2.17 Scenario evolutivo normale**

Scenario in cui le condizioni dell'impianto di smaltimento al momento della chiusura vengono proiettate nel futuro, nell'ipotesi che il sistema di smaltimento evolva nel modo previsto. In questo scenario l'impianto di smaltimento è soggetto ai processi di degradazione causati dai fenomeni naturali che si verificano nell'ambiente circostante.

#### **2.18 Sistema di smaltimento**

L'insieme dei manufatti, delle strutture dell'impianto di smaltimento e delle componenti dell'ambiente ospitante l'impianto le cui caratteristiche contribuiscono al mantenimento in sicurezza dei rifiuti.

#### **2.19 Sistema di sicurezza passivo**

Sistema per la cui operabilità e funzionalità non sono necessarie forme di alimentazione o interventi esterni.

#### **2.20 Sorveglianza dell'impianto di smaltimento**

Insieme di ispezioni periodiche e controlli con lo scopo di verificare che le strutture, i sistemi ed i componenti siano in grado di assicurare correttamente la loro funzione.

#### **2.21 Sorveglianza della radioattività ambientale**

L'insieme delle attività di controllo della radioattività ambientale nelle zone limitrofe all'impianto di smaltimento svolte attraverso misure radiometriche su matrici ambientali rappresentative.

#### **2.22 Vita di progetto**

Il periodo di tempo assunto a riferimento nella progettazione dell'impianto di smaltimento.

### **3. Documenti, normativa di riferimento**

Si riportano i riferimenti normativi vigenti al momento dell'emissione della presente Guida Tecnica. Naturalmente essi andranno aggiornati ed integrati al momento dell'utilizzo.

#### **Normativa nazionale:**

- [RIF 1.] Legge n. 1860 del 31 dicembre 1962 e successive modifiche.
- [RIF 2.] Decreto Legislativo 31 luglio 2020, n.101 recante “Attuazione della direttiva 2013/59/EURATOM, che stabilisce norme fondamentali di sicurezza relative alla protezione contro i pericoli derivanti dall'esposizione alle radiazioni ionizzanti, e che abroga le direttive 89/618/EURATOM, 90/641/EURATOM, 96/29/EURATOM, 97/43/EURATOM e 2003/122/EURATOM e riordino della normativa di settore in attuazione dell'articolo 20, comma 1, lettera a) della legge 4 ottobre 2019, n.117”.
- [RIF 3.] Decreto Legislativo. 4 marzo 2014, n. 45 e successive modifiche - “Attuazione della Direttiva 2011/70/EURATOM che istituisce un quadro comunitario per la sicurezza della gestione dei rifiuti radioattivi e del combustibile esaurito”.
- [RIF 4.] Decreto Legislativo. 15 febbraio 2010, n. 31 e successive modifiche - “Disciplina della localizzazione, della realizzazione e dell'esercizio nel territorio nazionale di impianti di produzione di energia elettrica nucleare, di impianti di fabbricazione del combustibile nucleare, dei sistemi di stoccaggio del combustibile irraggiato e dei rifiuti radioattivi, nonché misure compensative e campagne informative al pubblico, a norma dell'articolo 25 della legge 23 luglio 2009, n. 99”.
- [RIF 5.] Norme Tecniche per le Costruzioni – D.M. 17.01.2018 e Circolare Esplicativa n. 7 del 21 gennaio 2019.
- [RIF 6.] Decreto 7 agosto 2015 – “Classificazione dei rifiuti radioattivi, ai sensi dell'articolo 5 del decreto legislativo 4 marzo 2014, n. 45”.
- [RIF 7.] Decreto Legislativo.15 settembre 2017, n. 137 – “Attuazione della direttiva 2014/87/EURATOM che modifica la direttiva 2009/71/EURATOM che istituisce un quadro comunitario per la sicurezza nucleare degli impianti nucleari”.
- [RIF 8.] Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152 – “Norme in materia ambientale”.

#### **Guide, raccomandazioni e standard internazionali:**

- [RIF 9.] WENRA - Report – Radioactive Waste Disposal Facilities Safety Reference Levels report - 22 December 2014.
- [RIF 10.] WENRA - Guidance Document - Issue TU: External Hazards [2020].

- [RIF 11.] IAEA Safety Requirements NSSR – 1 “Site evaluation for nuclear installations” [2019].
- [RIF 12.] IAEA Safety Fundamentals SF-1 “Fundamental safety principles” [2006].
- [RIF 13.] IAEA General Safety Requirements GSR Part 1, Rev. 1 – “Governmental, Legal and Regulatory framework for safety” [2016].
- [RIF 14.] IAEA General Safety Requirements GSR Part 3, - “Radiation Protection and Safety of Radiation Sources: International Basic Safety Standards” [2014].
- [RIF 15.] IAEA General Safety Requirements GSR Part 4, Rev. 1 “Safety assessment for facilities and activities” [2016].
- [RIF 16.] IAEA General Safety Requirements GSR Part 7, “Preparedness and Response for a Nuclear or Radiological Emergency”, [2015].
- [RIF 17.] IAEA General Safety Requirements GSR Part 2, “Leadership and Management Systems for Safety” [2016].
- [RIF 18.] IAEA Specific Safety Requirements SSR – 5 – “Disposal of Radioactive Waste” [2015].
- [RIF 19.] IAEA Specific Safety Guide SSG – 23 – “The Safety Case and Safety Assessment for the Disposal of Radioactive Waste” [2012].
- [RIF 20.] IAEA Specific Safety Guide SSG – 29 – “Near Surface Disposal Facilities for Radioactive Waste” [2014].
- [RIF 21.] IAEA Specific Safety Guide SSG – 31 – “Monitoring and Surveillance of Radioactive Waste Disposal Facilities” [2014].
- [RIF 22.] IAEA Specific Safety Guide SSG – 35 – “Site Survey and Site Selection for Nuclear Installations” [2015].
- [RIF 23.] IAEA Safety Glossary - 2018 Edition.
- [RIF 24.] IAEA Safety Guide GS-G-3.3 “The Management System for the Processing, Handling and Storage of Radioactive Waste” [2008].
- [RIF 25.] IAEA Safety Guide GS-G-3.4 “The Management System for the Disposal of Radioactive Waste” [2008].
- [RIF 26.] IAEA Specific Safety Requirements SSR-6 (Rev.1) “Regulations for the Safe Transport of Radioactive Material” [2018].
- [RIF 27.] IAEA Safety Report Series 35 “Surveillance and monitoring of near surface repositories for radioactive waste” [2004]
- [RIF 28.] IAEA Nuclear Energy Series NW-T-1.27 “Design principles and approaches for radioactive waste repositories” [2020].
- [RIF 29.] IAEA Nuclear Energy Series NW-T-1.2 “The Management System for the development of disposal facilities for radioactive waste” [2011].

- [RIF 30.] IAEA Technical Report Series 433 “Upgrading of near surface repositories for radioactive waste” [2005]
- [RIF 31.] IAEA Technical Report Series 412 “Scientific and Technical Basis for the Near Surface Disposal of Low and Intermediate Level Waste” [2002]
- [RIF 32.] IAEA Safety Standards Series SSG - 09 - “Seismic Hazards in Site Evaluation for Nuclear Installations”. [2010].

**Guide Tecniche e Manuali:**

- [RIF 33.] ISIN - Guida Tecnica n.30 “Criteri di sicurezza e radioprotezione per depositi di stoccaggio temporaneo di rifiuti radioattivi e combustibile irraggiato” [2020].
- [RIF 34.] ISPRA - Guida Tecnica n.29 “Criteri per la localizzazione di un impianto di smaltimento superficiale di rifiuti radioattivi a bassa e media attività” [2014].
- [RIF 35.] ENEA-DISP - Guida Tecnica n.26 “Gestione dei rifiuti radioattivi” [1987].
- [RIF 36.] CEVaD – Centro di Elaborazione e Valutazione Dati – “Emergenze nucleari e radiologiche – Manuale per le valutazioni dosimetriche e le misure ambientali” – Marzo [2010].

## 4. Principi generali

- 4.1 I principi fondamentali per la gestione dei rifiuti radioattivi sono quelli relativi alla protezione sanitaria della popolazione e dei lavoratori ed alla tutela dell'ambiente, tenendo altresì conto dell'impatto sulle generazioni future.
- 4.2 L' esercente deve progettare, costruire ed esercire un impianto di smaltimento, garantirne la chiusura<sup>2</sup> ed effettuare la sorveglianza nel periodo di controllo istituzionale, con l'obiettivo di proteggere i lavoratori, la popolazione e l'ambiente dai pericoli derivanti dalle radiazioni ionizzanti. Deve essere adottato un approccio graduato, che tenga in considerazione il principio di ottimizzazione, correlato alla pericolosità dei rifiuti radioattivi smaltiti.
- 4.3 L'impianto di smaltimento deve essere progettato, realizzato, esercito e chiuso con l'obiettivo di costituire un sistema di smaltimento che preveda il contenimento e l'isolamento dei rifiuti per un periodo di tempo correlato al rischio associato all'inventario radiologico presente.
- 4.4 L' esercente deve ottimizzare il livello di sicurezza durante tutte le fasi di vita dell'impianto di smaltimento, dalla progettazione alla fase di post-chiusura. Il sistema di smaltimento deve garantire l'isolamento e il contenimento richiesti, per tutto il tempo preso a riferimento nel Rapporto di sicurezza.
- 4.5 L'impianto di smaltimento deve essere progettato per garantire le seguenti funzioni di sicurezza durante le fasi di esercizio, di chiusura e di controllo istituzionale:
- contenimento e isolamento del materiale radioattivo;
  - rimozione di calore o gas, se applicabile;
  - controllo della eventuale esposizione della popolazione e della contaminazione dell'ambiente;
  - schermaggio dalle radiazioni;
  - recuperabilità dei rifiuti;
  - confinamento del materiale radioattivo;
  - controllo della criticità se applicabile.
- 4.6 La sicurezza dell'impianto di smaltimento deve essere garantita mediante l'utilizzo di molteplici funzioni di sicurezza, quali barriere multiple e controlli, secondo il principio della difesa in profondità.
- 4.7 La sicurezza dell'impianto di smaltimento per il periodo di controllo istituzionale deve essere garantita mediante l'utilizzo di sistemi passivi.

---

<sup>2</sup> Le operazioni di chiusura dell'impianto di smaltimento comprendono le attività di disattivazione inerenti le operazioni di rimozione delle strutture, dei sistemi e dei componenti non più necessari.

## **5. Obiettivi e criteri di Radioprotezione**

### **5.1. Obiettivi generali**

5.1.1 Per lo smaltimento dei rifiuti radioattivi in impianti di superficie, i principi fondamentali di cui al par. 4.1 si traducono nei seguenti obiettivi:

- mantenere le esposizioni dei lavoratori e della popolazione al livello più basso ragionevolmente ottenibile, in base al principio di ottimizzazione, sia durante l'esercizio dell'impianto che successivamente alla sua chiusura, fissando gli opportuni vincoli di dose, ove appropriati;
- porre in essere tutte le precauzioni atte ad evitare l'insorgenza di incidenti con potenziale rilascio di radioattività;
- assicurare la protezione dei lavoratori e della popolazione e la tutela dell'ambiente a fronte dei rischi associati a eventuali situazioni incidentali.

### **5.2. Criteri generali**

5.2.1 Il rispetto degli obiettivi di sicurezza e di radioprotezione deve essere garantito dalle caratteristiche del sito prescelto, dai manufatti dei rifiuti condizionati e dalle barriere ingegneristiche dell'impianto di smaltimento e non deve dipendere in via esclusiva da una sola delle dette caratteristiche.

5.2.2 Devono in particolare essere assicurati:

- lo schermaggio delle radiazioni;
- l'ottimizzazione delle operazioni e della configurazione di smaltimento;
- il confinamento della radioattività;
- il controllo della eventuale presenza di contaminazione;
- l'operabilità dei sistemi;
- la protezione da eventi interni ed esterni, sia naturali che antropici;
- l'impiego di personale qualificato;
- lo svolgimento delle attività attraverso un adeguato sistema di gestione;
- l'impiego di sistemi di monitoraggio.

### **5.3. Fasi di esercizio e chiusura**

#### **5.3.1. Condizioni operative e categorie degli eventi**

5.3.1.1 Si definiscono quattro diverse condizioni operative: normali, anomale, incidentali, incidentali severe. A ciascuna di queste condizioni si associa una distinta categoria degli eventi che la caratterizzano, rispettivamente Categoria I, II, III, IV. Per ogni Categoria vengono fissati specifici obiettivi di radioprotezione.

5.3.1.2 La Categoria I rappresenta la condizione di normale funzionamento e comprende le attività previste e gli interventi di manutenzione programmata. Appartengono tipicamente a tale categoria l'eventuale rilascio controllato di radioattività

all'ambiente in forma liquida oppure aeriforme, nel rispetto delle formule di scarico stabilite nell'atto autorizzativo.

- 5.3.1.3 Le altre tre categorie degli eventi rappresentano condizioni indesiderate di funzionamento, di probabilità decrescente e gravità crescente. Tali categorie vengono definite come intervalli della frequenza attesa di accadimento dei singoli eventi iniziatori oppure, nel caso di eventi composti, della catena complessiva dei sub-eventi componenti.
- 5.3.1.4 La Categoria II rappresenta le condizioni anomale di funzionamento causate da eventi contraddistinti da una frequenza attesa di accadimento superiore a  $10^{-2}$  eventi/anno. Essi possono essere definiti come “probabili” o “attesi”, una o più volte, durante la vita operativa dell'impianto.
- 5.3.1.5 La Categoria III rappresenta le condizioni incidentali dell'impianto causate da eventi contraddistinti da una frequenza attesa di accadimento non superiore a  $10^{-2}$  eventi/anno ma comunque superiore a  $10^{-4}$  eventi/anno. Essi possono essere definiti come “improbabili” o “non attesi” durante la vita operativa dell'impianto.
- 5.3.1.6 La Categoria IV rappresenta condizioni incidentali particolarmente severe e degradate causate da eventi contraddistinti da una frequenza attesa di accadimento non superiore a  $10^{-4}$  eventi/anno ma comunque ancora superiore a  $10^{-6}$  eventi/anno (posta come soglia del credibile). Essi possono essere definiti come “estremamente improbabili”, ma comunque ancora “credibili”. Vengono ricompresi in tale categoria gli eventi relativi all'impatto di un aereo di linea o di un'onda piana di pressione il cui accadimento è assunto in maniera deterministica indipendentemente dalla frequenza attesa.

## **5.3.2 Obiettivi di radioprotezione**

### **5.3.2.1 Protezione della popolazione**

- 5.3.2.1.1 Le caratteristiche delle strutture, dei sistemi e dei componenti (SSC) dell'impianto di smaltimento devono essere tali da garantire il soddisfacimento degli obiettivi di radioprotezione per la popolazione, riferiti alle diverse condizioni di impianto o categorie degli eventi, di seguito definiti.
- 5.3.2.1.2 In condizioni operative normali (Categoria I) ed anomale (Categoria II), la dose efficace complessiva a un qualsiasi individuo della popolazione, dovuta a rilasci liquidi e/o aeriformi ed all'irraggiamento diretto, deve risultare non superiore a 10 microSievert ( $\leq 10 \mu\text{Sv}/\text{anno}$ ) in un anno, nel rispetto del criterio della non rilevanza radiologica.
- 5.3.2.1.3 In condizioni incidentali (Categoria III) la dose efficace all'individuo rappresentativo della popolazione, dovuta al singolo evento, deve risultare inferiore ad 1 milliSievert ( $< 1 \text{ mSv}/\text{evento}$ ). In condizioni incidentali severe (Categoria IV) l'obiettivo di radioprotezione in termini di dose efficace deve essere tale da escludere l'adozione di qualsiasi intervento di protezione della popolazione nel rispetto del livello stabilito nella legislazione vigente. Le suddette dosi sono da riferirsi alla dose

efficace stimata per la fase incidentale acuta (non oltre i primi sette giorni successivi all'incidente) e a quella stimata su base annua dovuta alla contaminazione ambientale (ad esclusione delle dosi da ingestione).

#### 5.3.2.2 Protezione dei lavoratori

5.3.2.2.1 Tutte le operazioni devono essere effettuate nell'ottica di contenere le esposizioni individuali dei lavoratori al livello più basso ragionevolmente ottenibile, nel rispetto del principio di ottimizzazione. In tal senso dovranno essere svolte valutazioni, fissati i vincoli di dose e adottate procedure di radioprotezione ai sensi della normativa vigente.

### **5.4 Fase di post-chiusura**

5.4.1 L'impianto di smaltimento deve essere progettato in maniera tale che nel periodo successivo alla sua chiusura la dose efficace annua all'individuo rappresentativo della popolazione sia non superiore a 10 microSv, in condizioni di normale evoluzione, e inferiore ad 1 mSv/evento per scenari incidentali, associati al verificarsi di eventi e processi improbabili. Tali condizioni devono essere rispettate per un periodo di valutazione che deve estendersi fino alla fine del controllo istituzionale.

5.4.2 Nel periodo successivo al rilascio del sito dal controllo istituzionale la dose efficace annua all'individuo rappresentativo della popolazione deve essere non superiore a 10 microSv in condizioni di normale evoluzione. Per le situazioni incidentali l'obiettivo di radioprotezione deve essere tale da escludere l'adozione di qualsiasi intervento di protezione della popolazione nel rispetto del livello stabilito nella legislazione vigente. Tale obiettivo si applica anche agli scenari di intrusione che si ipotizza possano verificarsi nel periodo successivo alla fase di controllo istituzionale.

5.4.3 Ai fini della valutazione della dose all'individuo rappresentativo della popolazione si deve tener conto dei cambiamenti del clima, delle abitudini umane, dei bisogni nutrizionali e del metabolismo.

5.4.4 Inoltre, sempre ai fini della valutazione della dose all'individuo rappresentativo della popolazione, si deve supporre che l'esposizione sia dovuta anche ai materiali eventualmente rilasciati dall'impianto verso le acque superficiali e verso le acque sotterranee, nonché in forma gassosa verso l'atmosfera.

## **6. Criteri di sicurezza**

### **6.1 Criteri generali**

6.1.1 Ai fini del rispetto degli obiettivi di radioprotezione, il progetto dell'impianto di smaltimento deve soddisfare, in particolare, i seguenti criteri di sicurezza:

- a) il sistema di smaltimento deve garantire l'isolamento dei rifiuti radioattivi ai fini della protezione della popolazione dall'esposizione alle radiazioni ionizzanti e della tutela dell'ambiente;
- b) la vita di progetto dell'impianto di smaltimento deve essere di alcune centinaia di anni e coincide con il periodo di controllo istituzionale; la sua specifica durata sarà definita in base ai risultati delle analisi di sicurezza;
- c) l'impianto deve garantire il rispetto dei requisiti previsti per lo smaltimento di rifiuti che presentino caratteristiche di pericolosità diverse dal rischio di esposizione alle radiazioni ionizzanti;

6.1.2 I rifiuti radioattivi devono essere condizionati nel rispetto di specifici requisiti adottati dall' esercente sulla base di obiettivi e criteri fissati dall' ISIN per garantire la stabilità dei manufatti;

6.1.3 È necessario garantire che i rifiuti radioattivi smaltiti, le barriere ingegneristiche e le caratteristiche del sito siano fisicamente e chimicamente compatibili tra loro, in modo che non si producano effetti tali da compromettere la sicurezza nella fase di post-chiusura dell'impianto.

### **6.2 Responsabilità**

6.2.1 L' esercente deve stabilire ed attuare la propria politica sulla sicurezza tenendo conto degli standard nazionali e internazionali, garantendo ad essa la massima priorità.

6.2.2 L' esercente è responsabile della sicurezza dell'impianto durante tutta la sua vita operativa e la chiusura; deve inoltre dimostrare che l'impianto continuerà ad essere sicuro anche dopo la chiusura.

6.2.3 Dopo la chiusura e fino al termine della relativa autorizzazione, l' esercente rimane responsabile della sicurezza del sistema di smaltimento in accordo al Rapporto di sicurezza presentato a supporto dell'istanza per l'autorizzazione unica e di qualunque azione correttiva si rendesse necessaria.

6.2.4 L' esercente deve garantire che le interfacce tra le proprie responsabilità e quelle di altri soggetti coinvolti nella costruzione e nell'esercizio del sistema di smaltimento siano chiaramente definite, concordate e documentate.

### **6.3 Sistema di gestione**

6.3.1 L' esercente deve predisporre ed attuare programmi e procedure di controllo per garantire e migliorare continuamente la sicurezza, tenendo conto sia dell'esperienza

operativa nazionale ed internazionale che delle più recenti conoscenze scientifiche e delle innovazioni tecnologiche.

- 6.3.2 L' esercente deve stabilire una struttura organizzativa che lo metta in condizioni di applicare adeguatamente la propria politica di sicurezza, le qualifiche e la formazione del personale per la conduzione di tutte le attività che possono avere impatto sulla sicurezza, garantendo il mantenimento delle competenze necessarie e adattando progressivamente la propria organizzazione in relazione ai programmi futuri.
- 6.3.3 L' esercente deve stabilire, documentare, attuare, valutare ed aggiornare continuamente il sistema di gestione per assicurare e migliorare la sicurezza, riunendo in modo coerente tutti i requisiti per la gestione della propria organizzazione:
- descrivendo e ponendo in atto le azioni pianificate e sistematiche necessarie per dimostrare che tutti questi requisiti vengano soddisfatti;
  - garantendo che i requisiti riguardanti la salute degli individui, la protezione dell' ambiente, la qualità, la protezione fisica e i requisiti economici non siano considerati separatamente da quelli di sicurezza, al fine di evitare ogni possibile impatto negativo sulla sicurezza;
  - promuovendo lo sviluppo di una cultura della sicurezza, che includa un impegno individuale e collettivo di tutta l' organizzazione e che incoraggi, a tutti i livelli, un atteggiamento proattivo, critico e rivolto all' apprendimento;
  - garantendo che il lavoro sia eseguito utilizzando procedure e altri mezzi appropriati che vengono periodicamente riesaminati per assicurarne l' adeguatezza e l' efficacia, e che sia svolto nell' ambito di un sistema di qualità che tenga conto di un approccio graduato.
- 6.3.4 Il sistema di gestione deve comprendere tutte le possibili condizioni operative d' impianto: normali, anomale, incidentali e incidentali severe.
- 6.3.5 L' esercente deve assicurare che il sistema di gestione tenga conto della sicurezza nelle fasi di progettazione, costruzione, esercizio, chiusura e post - chiusura. L' esercente deve aggiornare il sistema di gestione a intervalli regolari per garantirne continuità, idoneità ed efficacia.
- 6.3.6 Nel sistema di gestione, l' esercente deve documentare:
- la sua politica sulla sicurezza;
  - la descrizione del sistema di gestione;
  - la descrizione della sua struttura organizzativa, incluse le capacità tecniche per la verifica delle attività svolte dalle imprese esterne;
  - la descrizione delle responsabilità, funzionali e decisionali, dei livelli di comando e delle interazioni del personale coinvolto nella gestione, nell' esecuzione e nella verifica delle attività;
  - la descrizione delle interfacce con le imprese esterne che conducono attività rilevanti per la sicurezza, incluso le modalità di controllo delle attività stesse che devono essere eseguite in accordo al sistema di gestione dell' esercente;

- la descrizione dei processi e delle informazioni di supporto che dettagliano le modalità di assegnazione, di predisposizione, di esecuzione, di controllo e di miglioramento delle attività;
- la descrizione del sistema di registrazione ed aggiornamento delle informazioni, dei dati e delle conoscenze relativi alla sicurezza dell'impianto di smaltimento ed alla loro conservazione;
- la descrizione dei processi per garantire un adeguato trasferimento delle conoscenze al proprio personale durante le diverse fasi di vita dell'impianto di smaltimento fino alla cessazione della autorizzazione.

#### **6.4 Classificazione di sicurezza delle Strutture, dei Sistemi e dei Componenti (SSC)**

6.4.1 Sulla base degli esiti dell'analisi di sicurezza devono essere identificate e classificate le strutture, i sistemi e i componenti con riferimento alle funzioni di sicurezza richieste.

6.4.2 Il ripristino delle funzioni di sicurezza di cui al punto 4.5 deve essere assicurato a seguito di eventuali situazioni di emergenza.

6.4.3 Le funzioni rilevanti per la sicurezza si distinguono in:

- a) primarie (definite anche *essenziali per la sicurezza*): sono quelle indispensabili per il soddisfacimento degli obiettivi di dose alla popolazione in condizioni diverse da quelle normali;
- b) secondarie (definite anche *importanti per la sicurezza*): sono quelle definite nell'ottica di una difesa in profondità, necessarie per un pronto ripristino delle condizioni operative a seguito di eventi incidentali e finalizzate alla limitazione delle dosi ai lavoratori e alla popolazione, in tutte le condizioni operative (mitigazione delle conseguenze incidentali) che comunque non supererebbero gli obiettivi per i lavoratori ed i gruppi di riferimento della popolazione.

#### **6.5 Graduazione dei requisiti di progetto degli SSC in funzione della classificazione di sicurezza**

6.5.1 Le strutture, i sistemi ed i componenti devono essere classificati in base alla loro rilevanza per la sicurezza durante l'esercizio e la fase di controllo istituzionale dopo la chiusura. In base alle funzioni svolte ai fini della sicurezza e della radioprotezione, gli SSC possono essere classificati:

- *Essenziali per la sicurezza*, quando svolgono le funzioni primarie;
- *Importanti per la sicurezza*, quando svolgono le funzioni secondarie;
- *Non rilevanti per la sicurezza*, quando non forniscono alcun contributo.

6.5.2 Gli SSC essenziali per la sicurezza devono essere progettati con riferimento ai requisiti previsti dalle norme e dagli standard di sicurezza applicabili.

6.5.3 Gli SSC importanti per la sicurezza possono essere progettati con requisiti meno stringenti di quelli che svolgono funzioni primarie.

6.5.4 Il progetto delle parti di impianto che non svolgono funzioni primarie deve essere ottimizzato in modo da assicurare il ripristino a seguito di rotture e/o malfunzionamenti dovuti a sisma.

6.5.5 Tutti i sistemi non essenziali devono essere progettati in modo che un loro fallimento (funzionale o strutturale) non comporti danni agli SSC essenziali o ai rifiuti.

## **6.6 Localizzazione del sito**

6.6.1 I criteri per la localizzazione dell'impianto di smaltimento sono stabiliti dalla Guida Tecnica n. 29 [Rif.34].

## **6.7 Indagini tecniche per la qualificazione del sito**

6.7.1 L'esercente deve predisporre ed attuare un programma delle indagini di caratterizzazione per la qualificazione del sito, che fornisca le informazioni necessarie a supportare il Rapporto di sicurezza.

6.7.2 La caratterizzazione del sito deve:

- stabilire le condizioni iniziali del sito e dell'area circostante, anche dal punto di vista radiologico,
- supportare le analisi condotte per valutare la normale evoluzione del sito,
- individuare gli eventi ed i processi associati al sito che potrebbero influenzare la normale evoluzione del sistema di smaltimento,
- individuare e valutare gli effetti sulla sicurezza legati alle caratteristiche, ai possibili eventi e processi associati al sistema di smaltimento.

6.7.3 I criteri per la definizione del programma relativo alle indagini tecniche per la qualificazione del sito sono riportati in **Allegato I**.

## **6.8 Progettazione dell'impianto di smaltimento**

6.8.1 L'impianto deve essere progettato in modo tale da garantire la sicurezza dalla fase di esercizio fino alla fine del controllo istituzionale. Nella progettazione l'esercente deve tenere conto delle caratteristiche dei rifiuti da smaltire (es.: contenuto radiologico, generazione di calore e gas), delle attività che verranno condotte e delle caratteristiche del sito. Il progetto deve prevedere caratteristiche di sicurezza passiva sia durante la fase di chiusura che di post - chiusura e, ove possibile, durante l'esercizio dell'impianto di smaltimento.

6.8.2 Le strutture, i sistemi ed i componenti, incluse le barriere ingegneristiche dell'impianto di smaltimento, devono essere progettati in modo da risultare fisicamente e chimicamente compatibili tra loro, con i rifiuti smaltiti e con l'ambiente circostante.

6.8.2 Devono essere considerate le interfacce e le interferenze con eventuali altre strutture ingegneristiche presenti nel sito dell'impianto di smaltimento.

- 6.8.3 La progettazione dei sistemi di impianto deve considerare gli aspetti di protezione dalle radiazioni, di facilità di manutenzione ed ispezione e di minimizzazione della probabilità di accadimento di eventi anomali e incidentali durante la fase di esercizio, nonché delle conseguenze da essi derivanti.
- 6.8.4 La progettazione dell'impianto di smaltimento deve essere basata su standard nazionali ed internazionali, nonché sull'esperienza operativa di altri analoghi impianti. Essa deve inoltre prevedere l'utilizzo di materiali appropriati per garantire che i requisiti di sicurezza siano soddisfatti durante le fasi di esercizio, chiusura e post-chiusura, fino alla fine del controllo istituzionale.
- 6.8.5 L'esercente deve predisporre un processo di valutazione per identificare e, ove possibile, risolvere, gli eventuali conflitti relativi ai requisiti di progetto che possono emergere da differenti norme regolamentari applicabili.
- 6.8.6 I manufatti dei rifiuti radioattivi devono essere recuperabili per il periodo del controllo istituzionale. In caso di necessità deve essere possibile movimentarli al fine di garantire, in qualsiasi momento, la protezione dei lavoratori, delle generazioni attuali e future e la tutela dell'ambiente. A tal fine, oltre l'integrità dei manufatti o degli eventuali moduli in cui essi vengono collocati, il progetto dell'impianto di smaltimento deve garantire l'integrità delle strutture almeno fino al termine del controllo istituzionale.
- 6.8.7 L'esercente deve adottare adeguate misure per facilitare la reversibilità delle operazioni di smaltimento e la recuperabilità dei rifiuti. Tali misure non devono compromettere la sicurezza nella fase di post-chiusura dell'impianto.
- 6.8.8 Un eventuale recupero dei rifiuti deve garantire ai lavoratori, all'attuale generazione e a quelle future le medesime condizioni di radioprotezione imposte per la fase di collocazione dei rifiuti. L'impianto di smaltimento deve quindi essere predisposto in modo da rendere il più agevole possibile, dal punto di vista tecnico/economico e radiologico, il recupero dei rifiuti, qualora si dovesse attuare tale scelta.
- 6.8.9 Devono essere adottate idonee misure (ingegneristiche, amministrative e logistiche) atte a ridurre la probabilità di accadimento di scenari di intrusione nel periodo della fase di post-chiusura successivo al termine del controllo istituzionale.
- 6.8.10 Le barriere ingegneristiche devono avere caratteristiche chimiche, fisiche e meccaniche tali da garantire la sicurezza strutturale, l'isolamento ed il confinamento dei radionuclidi almeno fino al termine del controllo istituzionale.
- 6.8.11 Il progetto deve prevedere un sistema di monitoraggio e sorveglianza per la verifica delle prestazioni delle barriere ingegneristiche fino al termine del periodo di controllo istituzionale.
- 6.8.12 Il progetto deve prevedere un sistema che assicuri il convogliamento delle eventuali acque di drenaggio provenienti dalle varie porzioni dell'impianto di smaltimento, la loro raccolta ed il relativo monitoraggio.

- 6.8.13 Il progetto dell'impianto di smaltimento deve essere definito considerando tutte le operazioni che verranno condotte, nonché i possibili eventi anomali e incidentali. Un insieme rappresentativo di eventi di riferimento e di specifici criteri di progetto, con i relativi requisiti, è riportato in **Allegato II**.
- 6.8.14 La progettazione dell'impianto di smaltimento deve in particolare garantire, con adeguati margini di sicurezza, che le strutture, i sistemi ed i componenti rilevanti per la sicurezza resistano agli eventi di progetto
- 6.8.15 Deve essere condotta un'analisi deterministica, di tipo "what-if", che assuma il verificarsi, a carico delle strutture dell'impianto di smaltimento, degli eventi antropici di impatto di un aereo di linea e di onda piana di pressione.
- 6.8.16 Il progetto deve stabilire i provvedimenti relativi alle attività di manutenzione, collaudo, ispezione e monitoraggio di strutture, sistemi e componenti (SSC) che devono essere condotte durante le fasi di vita dell'impianto, comprese quelle di chiusura e post-chiusura, tenendo conto anche del loro invecchiamento.
- 6.8.17 Il progetto deve tener conto sia della normale evoluzione dell'impianto di smaltimento nella fase di post-chiusura, sia dei possibili scenari che potrebbero influenzare la normale evoluzione.
- 6.8.18 Il progetto dell'impianto di smaltimento deve tenere conto di eventuali alterazioni del sistema di smaltimento durante le fasi di esercizio e di chiusura, le cui conseguenze possano avere un impatto sulla sicurezza nella fase post-chiusura.
- 6.8.19 L' esercente deve definire ed attuare un programma di attività di ricerca e sviluppo, indagini, modellizzazione, prove e monitoraggio al fine di seguire l'evoluzione del sistema di smaltimento in modo da supportare in maniera adeguata le valutazioni del Rapporto di sicurezza
- 6.8.20 Se le operazioni di costruzione, esercizio e chiusura si svolgono contemporaneamente<sup>3</sup>, le attività devono essere eseguite in modo che non si abbiano conseguenze sulla sicurezza durante l'esercizio o durante la fase di post-chiusura.
- 6.8.21 L' esercente deve assicurare che qualunque misura necessaria ai fini della contabilizzazione e del controllo delle materie nucleari non pregiudichi la sicurezza durante l'esercizio o durante la fase di post-chiusura.

## **6.9 Costruzione dell'impianto di smaltimento**

- 6.9.1 Il titolare dell'autorizzazione alla costruzione ed esercizio trasmette all'ISIN i progetti di dettaglio delle parti d'impianto rilevanti ai fini della sicurezza e della radioprotezione, come descritte nel Rapporto preliminare di sicurezza presentato a supporto dell'autorizzazione.
- 6.9.2 L'impianto di smaltimento deve essere costruito in accordo al progetto ed al Rapporto preliminare di sicurezza, mediante l'utilizzo di tecniche collaudate.

---

<sup>3</sup> Nel caso di strutture modulari, in fase di esercizio, è possibile che ci siano celle in costruzione, mentre altre sono già complete e in fase di chiusura.

- 6.9.3 L'impianto di smaltimento deve essere costruito in modo che vengano garantite le funzioni di sicurezza del sito per la fase di post-chiusura.
- 6.9.4 L'esercente deve predisporre un sistema in grado di pianificare, valutare, attuare e documentare qualsiasi modifica del progetto, i metodi e le procedure di costruzione, utilizzando misure adeguate alla rilevanza per la sicurezza dovuta alla modifica. Queste misure devono garantire che le modifiche non avranno conseguenze sulla sicurezza durante l'esercizio e la fase di post-chiusura dell'impianto di smaltimento.
- 6.9.5 Le modifiche relative alle caratteristiche del progetto ed alle procedure e metodologie relative alle attività di costruzione non possono essere attuate senza il benestare del progettista. Deve essere dimostrato che, a seguito di tali modifiche, verranno garantiti i criteri di sicurezza dell'impianto di smaltimento come da progetto approvato e che le prestazioni degli SSC ai fini della sicurezza sia nella fase di esercizio che di post-chiusura saranno equivalenti o migliori rispetto al progetto originale.
- 6.9.6 I progetti di modifica dovranno essere trasmessi all'ISIN con una descrizione corredata dalla valutazione della loro rilevanza per la sicurezza e la radioprotezione. I progetti rilevanti saranno sottoposti ad approvazione.

## **6.10 Esercizio dell'impianto di smaltimento**

- 6.10.1 Ai fini dell'avvio all'esercizio dell'impianto l'esercente trasmette all'ISIN:
- il Rapporto finale di sicurezza;
  - il Regolamento di esercizio, comprensivo dell'organigramma del personale preposto ed addetto all'esercizio tecnico dell'impianto, che svolga funzioni rilevanti agli effetti della sicurezza o della protezione sanitaria e relative patenti di idoneità;
  - il Manuale operativo;
  - il programma generale delle prove per la movimentazione e lo stoccaggio dei rifiuti radioattivi ed i relativi risultati;
  - la proposta di prescrizioni per l'esercizio e la chiusura, comprensive dei limiti e delle condizioni operative da rispettare per garantire la sicurezza dell'impianto, la gestione in sicurezza dei rifiuti, la conformità ai requisiti di sicurezza nella fase di post-chiusura.
- 6.10.2 L'impianto deve essere gestito in conformità alle prescrizioni dell'autorizzazione, come aggiornate dall'ISIN sulla base degli esiti delle prove effettuate e del Rapporto finale di sicurezza, ed ai requisiti normativi applicabili per garantire la sicurezza durante l'esercizio e preservare nella fase di post-chiusura le funzioni di sicurezza dichiarate nel Rapporto di sicurezza.
- 6.10.3 Prima dell'avvio dell'esercizio dell'impianto, devono essere disponibili tutte le procedure e i sistemi necessari per l'esercizio, compresi quelle per l'accettazione, la movimentazione e il posizionamento dei rifiuti.

- 6.10.4 Prima di iniziare l'accettazione dei rifiuti, l'esercente deve rivalutare il piano di chiusura e post-chiusura dell'impianto.
- 6.10.5 L'esercente deve stabilire ed attuare programmi di manutenzione, test periodici ed ispezioni, sulla base di procedure scritte, al fine di garantire e verificare che le strutture, i sistemi e i componenti (SSC) siano in grado di funzionare in conformità con i requisiti di sicurezza, sia per l'esercizio che per la fase di post-chiusura dell'impianto di smaltimento.
- 6.10.6 I risultati dei programmi di manutenzione, di test periodici e delle ispezioni, rilevanti per la sicurezza, devono essere registrati, valutati e utilizzati per riesaminare l'adeguatezza della progettazione, della costruzione e dell'esercizio dell'impianto di smaltimento e per identificare eventuali implicazioni per la sicurezza nella fase di post-chiusura.
- 6.10.7 I programmi di manutenzione, dei test periodici e delle ispezioni devono essere riesaminati e, se necessario, modificati ad intervalli regolari per tenere conto dall'esperienza operativa.
- 6.10.8 Qualsiasi modifica del progetto, dei criteri di accettazione dei rifiuti, degli SSC, dei limiti e condizioni operative, delle procedure e delle azioni operative, deve essere pianificata, valutata, documentata ed attuata dall'esercente, utilizzando misure commisurate alla rilevanza per la sicurezza.

## **6.11 Chiusura dell'impianto di smaltimento**

- 6.11.1 L'esercente provvede alla chiusura dell'impianto di smaltimento in accordo all'autorizzazione prevista dalla normativa vigente. A tali fini dovranno essere garantite tutte le funzioni di sicurezza richieste nella fase di post-chiusura.
- 6.11.2 Prima di avviare la chiusura dell'impianto, l'esercente deve definire i relativi programmi di attuazione che dovranno tenere conto:
- dello stato dell'impianto, come costruito ed esercito, includendo le informazioni sull'inventario e sul posizionamento dei rifiuti;
  - dello smantellamento e della rimozione dei sistemi;
  - del riempimento e delle restanti opere di sigillatura;
  - dello smantellamento delle strutture ausiliarie;
  - delle eventuali bonifiche ambientali;
  - dei programmi di monitoraggio e sorveglianza;
  - dei piani di protezione fisica e dei requisiti per le salvaguardie;
  - dei piani per preservare la conoscenza e le registrazioni riguardanti i rifiuti smaltiti e il sistema di smaltimento.
- 6.11.3 L'esercente deve svolgere le attività di chiusura in conformità con il quadro di regolamentazione nazionale - in modo che la sicurezza sia garantita durante la chiusura, al fine di stabilire e preservare le funzioni di sicurezza nella fase di post-chiusura, così come dichiarate nel rapporto di sicurezza

6.11.4 L'esercente deve pianificare, valutare, documentare ed attuare eventuali modifiche delle procedure e delle operazioni di chiusura adottando misure siano correlate alla rilevanza per la sicurezza delle modifiche stesse.

## **6.12 Post – chiusura e rilascio del sito**

6.12.1 Dopo la chiusura, nel periodo di controllo istituzionale e fino al termine dell'autorizzazione, l'esercente deve attuare programmi di monitoraggio e di sorveglianza. Nel caso in cui emerga la necessità di azioni correttive, l'esercente deve attuare tali azioni in conformità con l'autorizzazione.

6.12.2 Come condizione per il termine dell'autorizzazione, l'esercente deve:

- dimostrare che i risultati di ogni programma di monitoraggio e sorveglianza sono coerenti con le ipotesi poste a base del rapporto di sicurezza e che soddisfano le condizioni dettate dagli organismi di controllo;
- proporre eventuali restrizioni sull'uso del sito, suggerire e motivare il modo in cui dovranno essere attuate o qualsiasi altra misura ritenuta appropriata per la fase successiva al termine dell'autorizzazione.

6.12.3 Al termine del periodo di controllo istituzionale l'esercente dovrà collocare nell'area occupata dall'impianto di smaltimento chiare, fisse e, per quanto possibile, durature segnalazioni indicative della presenza dell'impianto al fine di minimizzare la probabilità di intrusioni.

## **7. Criteri di accettazione dei rifiuti radioattivi**

### **7.1 Criteri di accettazione per il conferimento dei rifiuti radioattivi all'impianto di smaltimento**

- 7.1.1 L' esercente dell'impianto di smaltimento stabilisce i criteri di accettazione dei rifiuti, nel rispetto degli obiettivi e criteri di sicurezza e di radioprotezione fissati dalla presente Guida e sulla base di guide e norme nazionali e internazionali.
- 7.1.2 I criteri di accettazione dei rifiuti si applicano ai rifiuti, al contenitore e al manufatto e sono stabiliti anche attraverso le valutazioni di sicurezza relative all'intero sistema di smaltimento, che si basano sulle caratteristiche del progetto complessivo dell'impianto quali le barriere ingegneristiche e naturali, la tipologia dei rifiuti, i materiali utilizzati ed altri fattori come i controlli istituzionali previsti.
- 7.1.3 I succitati criteri sono definiti al fine di garantire che i rifiuti siano fisicamente e chimicamente stabili per un periodo di tempo coerente con le analisi contenute nel rapporto di sicurezza dell'impianto di smaltimento e compatibili con gli altri componenti dello stesso impianto.
- 7.1.4 I criteri di accettazione sono definiti in forma preliminare quanto prima al fine di facilitare la gestione in sicurezza dei rifiuti nei siti di generazione e stoccaggio. Essi dovranno essere verificati e se del caso aggiornati sulla base dello sviluppo del progetto dell'impianto di smaltimento e delle relative analisi di sicurezza.
- 7.1.5 I criteri di accettazione vengono approvati dall'ISIN prima dell'avvio all'esercizio dell'impianto di smaltimento. Qualunque modifica dei criteri di accettazione dei rifiuti deve essere sottoposta all'approvazione dell'ISIN. L'esercente deve, in particolare, dimostrare la coerenza di eventuali modifiche con le ipotesi formulate nel Rapporto di sicurezza. Il rispetto di tali criteri garantisce la conformità dei rifiuti accettati con quanto posto alla base delle analisi e delle valutazioni svolte a dimostrazione della sicurezza del sistema di smaltimento.
- 7.1.6 I criteri di accettazione tengono conto dei rischi associati sia alle componenti radioattive sia a quelle non radioattive contenute all'interno dei rifiuti, valutando i rischi associati ad entrambe.
- 7.1.7 Si riporta di seguito una lista esplicativa ma non esaustiva dei parametri tipicamente presi in considerazione per la definizione dei criteri di accettazione:
- per il rifiuto:
    - caratteristiche radiologiche (es. l'inventario dei radionuclidi e le concentrazioni di attività);
    - caratteristiche chimiche (presenza limitata o assenza di componenti esplosive, combustibili, tossico/nocive, degradanti, ecc.);
    - stato fisico;
  - per il contenitore:

- forma;
- dimensioni;
- materiali;
- resistenza a degradazione;
- tenuta;
- per la matrice di condizionamento:
  - resistenza a compressione;
  - resistenza a cicli termici;
  - resistenza al fuoco;
  - resistenza a lisciviazione;
- per il manufatto:
  - peso;
  - baricentro;
  - percentuale di vuoti;
  - dose a contatto e a 1 m;
  - concentrazione di attività;
  - resistenza ad alta temperatura;
  - generazione di gas;
  - assenza di liquidi liberi.

7.1.8 Nella definizione dei criteri di accettazione dell'impianto di smaltimento, l'esercente deve tener conto dei requisiti per il condizionamento definiti dall'ISIN.

7.1.9 L'esercente dell'impianto di smaltimento deve garantire che i rifiuti ammessi allo smaltimento siano conformi ai criteri di accettazione. La valutazione della conformità deve essere eseguita secondo procedure scritte che includono procedure amministrative, ispezioni e/o prove.

7.1.10 L'esercente dell'impianto di smaltimento deve verificare che l'organizzazione che conferisce i rifiuti per lo smaltimento disponga di un sistema di gestione tale da garantire un controllo della qualità dei manufatti finali, al fine di verificare la conformità dei rifiuti ai criteri di accettazione dell'impianto.

## **7.2 Rifiuti non conformi**

7.2.1 I rifiuti non conformi ai criteri di accettazione non devono essere accettati a meno che la sicurezza per la gestione di tali rifiuti nella fase di esercizio e di post-chiusura dell'impianto sia stata dimostrata caso per caso.

7.2.2 I rifiuti non conformi, inclusi i relativi contenitori, devono essere segregati, ricondizionati e smaltiti secondo procedure prestabilite.

## **8. Rapporto di sicurezza**

### **8.1 Considerazioni Generali**

8.1.1 Il Rapporto di sicurezza presentato dall'esercente con l'istanza di autorizzazione fornisce la dimostrazione che i lavoratori e la popolazione sono protetti dal rischio associato ai rifiuti collocati nell'impianto di smaltimento e che l'ambiente è tutelato, sia durante la fase operativa che nelle fasi di chiusura e di post – chiusura dello stesso.

8.1.2 L'analisi di sicurezza e le valutazioni contenute nel Rapporto di sicurezza devono dimostrare la conformità con i criteri di sicurezza e di radioprotezione della presente Guida Tecnica nonché dimostrare la fattibilità tecnica del progetto e delle attività di costruzione, esercizio, chiusura e post – chiusura.

### **8.2 Contenuti del Rapporto di sicurezza**

8.2.1 Il Rapporto di sicurezza deve comprendere la valutazione:

- delle prestazioni e della robustezza del sistema di smaltimento e dei suoi componenti;
- dell'impatto radiologico sia per la fase di esercizio che per le fasi di chiusura e post-chiusura, a dimostrazione del rispetto degli obiettivi di radioprotezione fissati.

8.2.2 Nel Rapporto di sicurezza devono essere descritti tutti gli aspetti rilevanti per la sicurezza dell'impianto e del sistema di smaltimento, ivi inclusi i rifiuti da smaltire, il progetto, le analisi di sicurezza, le attività che verranno svolte in fase di costruzione, esercizio, chiusura e post-chiusura. Il contenuto tipico del Rapporto di sicurezza è riportato nell'**Allegato III**.

8.2.3 Nel Rapporto di sicurezza vanno considerati anche i possibili scenari che potrebbero verificarsi dopo il termine del controllo istituzionale, come l'intrusione umana involontaria. Sulla base di questa analisi verranno considerate e sviluppate le misure atte a minimizzare la probabilità che tale evento si verifichi, nonché a mitigarne le potenziali conseguenze. Qualsiasi misura adottata per prevenire l'intrusione umana involontaria non deve compromettere la sicurezza nella fase di esercizio e di post chiusura del sistema di smaltimento.

8.2.4 Il Rapporto di sicurezza deve essere chiaro, comprensibile, completo, corredato da adeguata documentazione a supporto, con tutte le informazioni relative sia agli aspetti tecnici che gestionali, con particolare riguardo agli argomenti relativi alla sicurezza. Il livello di dettaglio dovrà essere adeguato alla fase raggiunta nello sviluppo dell'impianto di smaltimento.

8.2.5 Il Rapporto di sicurezza deve riportare con chiarezza, fondatezza e tracciabilità le ipotesi di riferimento, le analisi effettuate e le relative valutazioni.

- 8.2.6 Il Rapporto di sicurezza deve considerare tutti i fattori (quali caratteristiche, eventi, processi) che possono influenzare la sicurezza, in modo adeguato alla loro importanza.
- 8.2.7 Il Rapporto di sicurezza deve considerare tutte le possibili incertezze rilevanti per la sicurezza e deve essere predisposto un apposito programma per la loro gestione.
- 8.2.8 Nel giustificare le scelte adottate nel Rapporto di sicurezza si deve dare evidenza dell'applicazione del principio di ottimizzazione.
- 8.2.9 Il Rapporto di sicurezza deve contenere il programma, i piani e le procedure necessari per le attività di chiusura e di post- chiusura dell'impianto di smaltimento. Deve essere previsto anche il loro aggiornamento, se necessario.
- 8.2.10 Nel Rapporto di sicurezza deve essere descritto il sistema di gestione con i principi su cui esso si basa, nonché la sua evoluzione durante le fasi di realizzazione, esercizio e chiusura dell'impianto di smaltimento.
- 8.2.11 Il Rapporto di sicurezza deve comprendere, secondo un approccio graduato, una sintesi delle analisi e delle valutazioni di sicurezza effettuate, anche attraverso molteplici linee di argomentazione, in relazione alla fase di post-chiusura, ed una valutazione del livello di confidenza raggiunto.
- 8.2.12 Nel Rapporto di sicurezza deve essere fornita dimostrazione dei margini di sicurezza esistenti nel progetto delle strutture, sistemi e componenti a fronte degli eventi di progetto, in particolare di quelli esterni naturali ed antropici.
- 8.2.13 Nel Rapporto di sicurezza deve essere valutata la possibile evoluzione del pericolo di criticità nella fase di post-chiusura considerando le incertezze di lungo termine.
- 8.2.14 Il Rapporto di sicurezza deve essere usato come base per valutare le eventuali implicazioni che le modifiche all'impianto ed al sistema di smaltimento possono avere sulla sicurezza.

### **8.3 Aggiornamento del Rapporto di sicurezza**

- 8.3.1 L' esercente deve assicurare che il rapporto di sicurezza venga verificato ed eventualmente aggiornato come richiesto dall'autorizzazione o comunque in relazione a modifiche rilevanti per la sicurezza.
- 8.3.2 Gli aggiornamenti del Rapporto di sicurezza devono essere approvati dall'ISIN e devono in particolare riguardare almeno i seguenti aspetti:
- modifiche della configurazione dell'impianto;
  - modifiche nelle assunzioni a base dell'analisi di sicurezza;
  - disponibilità di informazioni aggiornate sulle caratteristiche del sito;
  - modifiche ai requisiti e agli standard normativi;
  - risultati dei programmi di sorveglianza e monitoraggio;

- modifiche all'inventario dei rifiuti radioattivi da smaltire;
- risultati dell'analisi di eventi anomali e incidenti;
- risultati delle revisioni periodiche sulla sicurezza.

Essi debbono essere introdotti quanto prima possibile tenendo conto della loro rilevanza per la sicurezza.

8.3.3 Durante la costruzione e l'esercizio, l'esercente deve raccogliere le informazioni necessarie per migliorare le assunzioni poste alla base del Rapporto di sicurezza, in particolare riguardo:

- le caratteristiche del sito,
- la risposta dell'ambiente circostante alla presenza dell'impianto di smaltimento.

## **8.4 Analisi di sicurezza**

### **8.4.1 Considerazioni generali**

8.4.1.1 L'analisi di sicurezza è un processo di valutazione del potenziale impatto radiologico sull'uomo e sull'ambiente e deve essere sviluppata sia per la fase di esercizio che per la fase di chiusura e di post-chiusura.

8.4.1.2 Per le verifiche del comportamento del sistema di smaltimento vengono considerate tre scale temporali:

- il periodo di esercizio e chiusura durante il quale avviene il caricamento dell'impianto di smaltimento e la progressiva chiusura di parti di esso;
- il periodo di controllo istituzionale, successivo alla chiusura definitiva;
- il periodo successivo al controllo istituzionale.

8.4.1.3 Nell'analisi di sicurezza relativa alle fasi di esercizio e chiusura devono essere valutate, per tutte le categorie di eventi previste per l'impianto (normale esercizio, condizioni anomale, incidentali e incidentali severe), sia l'esposizione dei lavoratori che l'esposizione degli individui rappresentativi della popolazione dando evidenza del rispetto degli obiettivi di radioprotezione fissati.

8.4.1.4 L'analisi dell'impatto radiologico del sistema di smaltimento nella fase di post-chiusura comprende:

- a) *Definizione degli individui rappresentativi della popolazione*
- b) *Descrizione delle caratteristiche del sistema di smaltimento*
  - caratteristiche del sito come risultanti dalla fase di qualificazione
  - caratteristiche ingegneristiche dell'impianto di smaltimento
  - caratteristiche dei rifiuti
- c) *Definizione degli scenari di riferimento*

- individuazione delle caratteristiche, degli eventi e dei processi<sup>4</sup> che possono influenzare il comportamento a lungo termine del sistema di smaltimento
- selezione delle caratteristiche, degli eventi e dei processi specifici per il sistema di smaltimento
- definizione dello scenario evolutivo normale
- individuazione degli scenari alternativi e selezione dello/gli scenario/i di riferimento
- individuazione degli scenari di intrusione umana
- sviluppo dello scenario evolutivo normale (scenario di riferimento o di progetto)
- sviluppo degli scenari alternativi, con probabilità di accadimento più bassa inclusi gli scenari di intrusione umana

d) *Metodologie di valutazione degli scenari*

- sviluppo dei modelli concettuali
- sviluppo dei modelli matematici e del software
- applicazione dei modelli e calcolo delle conseguenze

e) *Interpretazione dei risultati*

- analisi di sensibilità e delle incertezze
- confronto dei risultati con i criteri di sicurezza

f) *Revisione e modifica dell'analisi, per iterazioni se necessario.*

8.4.1.5 L' esercente potrà utilizzare gli esiti dell' analisi per ottimizzare, se necessario, il piano di caricamento del deposito.

8.4.1.6 L' analisi di sicurezza relativa al periodo successivo al controllo istituzionale deve essere sviluppata in un arco temporale dell' ordine delle migliaia di anni, e si dovrà protrarre per tutto il periodo in cui le valutazioni quantitative relative all' esposizione umana possono essere considerate affidabili.

8.4.1.7 La scala temporale di riferimento dell' analisi di sicurezza deve essere motivata.

8.4.1.8 L' analisi a lungo termine dell' impatto radiologico deve essere sviluppata usando una opportuna selezione di approcci probabilistici, deterministici o una combinazione di entrambi, in modo tale da accrescere la confidenza nel risultato delle analisi.

8.4.1.9 L' esercente deve verificare se la difesa in profondità sia stata adeguatamente attuata attraverso l' impiego di una combinazione di diversi livelli di protezione (impiego di

---

<sup>4</sup> Questo passaggio è relativo all' identificazione di tutte le caratteristiche rilevanti del sito, geosfera, biosfera, barriere ingegnerizzate, eventi e processi, che potrebbero influenzare l' isolamento a lungo termine dei rifiuti e causare la migrazione dei radionuclidi. L' elenco delle caratteristiche, degli eventi e dei processi dovrebbe essere utilizzato per costruire gli scenari, per individuare i percorsi di migrazione dei radionuclidi e per lo sviluppo dei modelli concettuali associati.

barriere fisiche, sistemi per proteggere le barriere, procedure amministrative) il cui fallimento o superamento dà luogo a conseguenze per le persone o per l'ambiente.

#### **8.4.2 Sviluppo degli scenari e della relativa giustificazione**

8.4.2.1 Gli scenari descrivono le possibili evoluzioni future del sistema di smaltimento, che dipendono dai fattori individuati in base alle caratteristiche dell'ambiente e del sistema di smaltimento, dagli eventi e dai processi che potrebbero innescare il rilascio dei radionuclidi contenuti nei rifiuti o in qualche modo influenzare il trasferimento dei radionuclidi verso l'uomo e l'ambiente.

8.4.2.2 L'esercente deve individuare gli scenari considerando:

- eventi e processi naturali;
- caratteristiche dei rifiuti radioattivi, del sito e dell'impianto di smaltimento;
- attività umane non collegate alle operazioni di smaltimento.

8.4.2.3 L'insieme delle caratteristiche, degli eventi e dei processi utilizzati, indicato esplicitamente ed in modo sufficientemente dettagliato da consentire la tracciabilità del processo, forma un elenco iniziale specifico per l'impianto di smaltimento.

8.4.2.4 Partendo dall'elenco iniziale delle caratteristiche, degli eventi e dei processi, ne viene effettuata una selezione per l'identificazione dello scenario di riferimento o di progetto (normale). Una selezione delle caratteristiche, degli eventi e dei processi con minore probabilità di accadimento definisce gli scenari alternativi. Devono essere chiaramente illustrati i criteri di selezione delle caratteristiche, degli eventi e dei processi di riferimento, nonché la giustificazione per la selezione o l'eliminazione di ciascuno di essi.

8.4.2.5 Nella definizione degli scenari è utile adottare una metodologia sistematica che consenta anche la loro giustificazione e la documentazione del processo di scelta, comprensiva dei criteri di selezione delle caratteristiche, degli eventi e dei processi di riferimento.

8.4.2.6 Lo scenario deve essere rappresentato mediante un modello concettuale che ne definisca le caratteristiche (quali dimensioni, condizioni al contorno, eventi, processi, ...).

8.4.2.7 I modelli concettuali devono includere dettagli sufficienti per rappresentare adeguatamente il comportamento del sistema e i processi che possono interessare il rilascio ed il trasporto in geosfera ed il trasferimento alla biosfera dei radionuclidi.

8.4.2.8 Il modello matematico relativo al modello concettuale deve essere sviluppato in modo tale da rappresentare il più fedelmente possibile la risposta del sistema reale. Il modello matematico dovrebbe descrivere i singoli processi, sottosistemi o prestazioni complessive del sistema.

8.4.2.9 Per le analisi di sicurezza devono essere utilizzati modelli e codici informatici che siano stati sottoposti a verifica e, per quanto possibile, validati.

### **8.4.3 Intrusione umana**

8.4.3.1 Gli scenari alternativi da analizzare comprendono quelli di intrusione umana inconsapevole nell'impianto, successivamente al periodo del controllo istituzionale.

8.4.3.2 Si considerano due categorie di eventi di intrusione umana:

- intrusione in cui gli individui sono inconsapevoli della presenza dell'impianto di smaltimento;
- intrusione in cui gli individui coinvolti sono a conoscenza della presenza di una struttura sotterranea ma non ne conoscono il contenuto.

8.4.3.3 Gli scenari di intrusione umana in un impianto di smaltimento devono essere soggetti a specifica valutazione ed analisi, assumendo il loro accadimento indipendentemente dalla frequenza stimata (analisi deterministica) ed effettuando le analisi per la stima dell'impatto radiologico che può interessare gli individui di riferimento della popolazione. Devono essere comunque considerati i seguenti scenari:

- intrusione derivante da lavori su larga scala (quali strade, opere di ingegneria civile, ...);
- intrusione derivante da insediamento abitativo, costruito sull'area dell'impianto di smaltimento.

8.4.3.4 Gli scenari d'intrusione umana sono individuati e sviluppati considerando i comportamenti e le abitudini rilevanti osservati nel presente e nel passato.

8.4.3.5 Poiché lo scenario di intrusione dipende da comportamenti umani nel futuro, allo stato non prevedibili, l'esercente effettua una analisi preliminare di più scenari di intrusione ipotizzabili. Tra gli scenari analizzati ne propone alcuni rappresentativi di differenti tipi di intrusione umana possibile, e ne valuta l'impatto radiologico in termine di dose efficace alle persone coinvolte.

8.4.3.6 L'analisi degli scenari deve permettere di valutare la dose efficace considerando l'inventario radiologico dei rifiuti che vengono smaltiti e le emissioni di gas che potrebbero derivarne, comprese le emissioni di gas radon. Non viene presa in considerazione l'esposizione derivante da radon presente in natura.

8.4.3.7 L'analisi dell'impatto radiologico deve tenere conto delle specificità reali dell'impianto.

8.4.3.8 L'esercente deve considerare sia scenari che riguardano il coinvolgimento di un solo manufatto sia scenari riguardanti il coinvolgimento di più manufatti.

8.4.3.9 L' esercente deve considerare la rimozione del materiale ed il suo successivo utilizzo e valutare l'impatto radiologico sulle persone che effettuano l'intrusione e sulla popolazione circostante.

#### **8.4.4 *Gestione delle incertezze e analisi di sensibilità dei parametri***

8.4.4.1 L'analisi di sicurezza deve tenere conto delle possibili incertezze nella selezione degli scenari, nello sviluppo dei modelli e nell'individuazione dei parametri. Un'analisi di sensibilità sui parametri del modello matematico dovrà permettere di individuare quei parametri che hanno il maggior impatto sulla sicurezza in termini di conseguenze radiologiche.

### **8.5 Revisione periodica di sicurezza**

8.5.1 L' esercente deve svolgere ad intervalli regolari una revisione di sicurezza relativamente alle fasi di esercizio, chiusura e controllo istituzionale al fine di confermare le assunzioni ed i requisiti su cui è basata l'autorizzazione. La revisione deve essere effettuata ad intervalli periodici come definito nell'autorizzazione e comunque almeno ogni dieci anni. Un'ultima revisione deve essere svolta a supporto della cessazione del periodo di controllo istituzionale.

8.5.2 La revisione periodica di sicurezza deve prevedere, come minimo, una rivalutazione:

- della sicurezza e degli aspetti di radioprotezione sulla base dell'esperienza operativa,
- dei criteri di accettazione dei rifiuti e dei controlli di qualità,
- della sicurezza nella fase di post-chiusura sulla base delle nuove conoscenze e dell'esperienza acquisita,
- delle ipotesi poste a base del Rapporto di sicurezza per confermare che siano ancora valide,
- della conformità con requisiti regolatori vigenti.

Nell'**allegato IV** è fornita una guida al contenuto della Revisione Periodica di Sicurezza.

8.5.3 I risultati della revisione periodica devono essere documentati e deve essere predisposto un piano per l'attuazione di tutti i miglioramenti ragionevolmente praticabili, ivi inclusi eventuali interventi per rafforzare la sicurezza nel lungo termine che dovessero emergere con il progredire delle conoscenze.

## **9. Registrazione dei dati e mantenimento della conoscenza**

- 9.1 L' esercente deve garantire che ogni attività che riguarda la sicurezza sia condotta in accordo a procedure e istruzioni operative predisposte prima dell' inizio di ciascuna attività e presenti sul sito.
- 9.2 Il sistema di registrazione dei dati deve consentire l' identificazione di ogni manufatto, con tutte le informazioni riportate nella relativa scheda, e la sua collocazione nell' impianto di smaltimento. Esso deve, inoltre, essere adeguato al mantenimento e al trasferimento delle informazioni alle future generazioni.
- 9.3 Il sistema di registrazione dei dati deve consentire il caricamento progressivo dei dati e, eventualmente, degli aggiornamenti, mantenendo traccia delle operazioni eseguite.
- 9.4 Lo sviluppo del sistema di registrazione, il suo mantenimento e il caricamento dei dati devono soddisfare i criteri per la qualità definiti dalla norma UNI EN ISO 9001 nella sua più recente edizione. In particolare, deve essere definito un insieme di procedure che definisca le responsabilità e le modalità di inserimento dei dati ed il loro tipo e formato.
- 9.5 Il sistema di registrazione deve garantire la protezione dei dati, nonché la possibilità di essere adeguato a prodotti più evoluti (sia per il software utilizzato che per l' hardware).
- 9.6 Fino al termine del periodo di controllo istituzionale, deve, inoltre, essere istituito ed aggiornato un registro delle verifiche, delle sorveglianze e delle ispezioni su strutture, sistemi e componenti.
- 9.7 L' esercente deve garantire che tutte le informazioni e registrazioni rilevanti per la sicurezza, raccolte durante la progettazione, la costruzione, l' esercizio, la chiusura e la post - chiusura, fino alla cessazione dell' autorizzazione, siano disponibili, vengano aggiornate per la conduzione delle attività, per le valutazioni di sicurezza, e mantenute a lungo termine. Tali registrazioni devono riguardare:
- la caratterizzazione del sito;
  - le basi di progetto adottate;
  - il progetto autorizzato dell' impianto ed il "come realizzato";
  - l' esercizio, inclusi gli eventi anomali ed incidentali;
  - l' inventario e collocazione dei manufatti;
  - lo stato dell' impianto di smaltimento dopo la chiusura;
  - tutta la documentazione relativa all' analisi di sicurezza.
- 9.8 In accordo con il principio di ridondanza e separazione, le informazioni devono essere conservate per tutto il periodo di controllo istituzionale almeno su due distinti supporti informatici di memoria, più un supporto cartaceo, collocati in luoghi diversi.
- 9.9 Al termine del controllo istituzionale, o comunque dell' autorizzazione, l' esercente

deve adottare tutte le misure ragionevolmente praticabili affinché tutte le informazioni relative al sito, allo stato dell'impianto e all'inventario dei rifiuti presenti con la relativa collocazione dopo la sua chiusura restino disponibili e siano conservate nel lungo termine. A tal fine devono essere predisposti supporti di diversa natura, di cui almeno due cartacei, da collocare in siti distinti e adeguatamente protetti.

*9.10* Le informazioni e i dati sull'inventario dei rifiuti e sulla loro collocazione nel deposito devono essere raccolte man mano che procede la ricezione e collocazione a deposito dei rifiuti e adeguatamente conservate.

## **10. Gestione dell'esperienza operativa**

*10.1* L'esercente deve stabilire ed attuare un programma di valutazione dell'esperienza operativa durante tutte le fasi di vita dell'impianto fino al termine dell'autorizzazione.

*10.2* Scopo del programma deve essere quello di prevenire eventi e processi che possano compromettere la sicurezza e di migliorare il progetto, le modalità di costruzione e di esercizio dell'impianto.

*10.3* Per l'attuazione del programma l'esercente deve predisporre un sistema di registrazione che documenti le esperienze e gli eventi accaduti sull'impianto aventi conseguenze sulla sicurezza, nonché la raccolta di informazioni sulle esperienze di analoghi impianti (nazionali ed esteri).

*10.4* Deve essere svolta una sistematica analisi delle informazioni raccolte al fine di identificare ed attuare i necessari interventi correttivi per migliorare la sicurezza.

*10.5* Le analisi di cui al punto precedente dovranno essere utilizzate a supporto della revisione periodica di sicurezza di cui al punto 8.3.

## **11. Monitoraggio e sorveglianza**

### **11.1 Considerazioni generali**

*11.1.1* Prima di iniziare la costruzione, l'esercente deve definire programmi di monitoraggio e di sorveglianza sistematici che debbono essere attuati durante la costruzione, l'esercizio, la chiusura e il controllo istituzionale.

*11.1.2* I programmi di monitoraggio e di sorveglianza devono contribuire a verificare che le persone e l'ambiente siano adeguatamente protette e, in particolare, a:

- dimostrare la conformità ai requisiti normativi e alle prescrizioni dettate nell'autorizzazione dell'impianto;
- verificare che l'impianto si comporti ed evolva come previsto nel rapporto di sicurezza;

- confermare che le ipotesi di base ed i modelli sviluppati nel rapporto di sicurezza coincidono con quelli reali e, ove del caso aggiornarli;
- migliorare e mantenere aggiornata la conoscenza del funzionamento dell'impianto e dello stato dell'ambiente ed in particolare della radioattività ambientale;
- fornire informazioni aggiornate alla popolazione sullo stato di sicurezza dell'impianto.

*11.1.3* Prima di iniziare la costruzione dell'impianto, il sito deve essere caratterizzato per definire il suo stato iniziale sul quale basare il programma di monitoraggio ed effettuare le successive valutazioni d'impatto sull'ambiente.

*11.1.4* Il programma di sorveglianza dell'impianto si attua prevalentemente nelle fasi di esercizio, chiusura e controllo istituzionale.

*11.1.5* I programmi di monitoraggio e sorveglianza devono essere periodicamente aggiornati, anche sulla base delle informazioni ricavate dal monitoraggio stesso.

*11.1.6* I programmi di monitoraggio e di sorveglianza sono sottoposti all'approvazione dell'ISIN prima della loro applicazione

*11.1.7* I risultati dei programmi di monitoraggio e sorveglianza dovranno essere utilizzate a supporto della revisione periodica di sicurezza di cui al punto 8.5.

## **11.2 Progettazione del programma di monitoraggio**

*11.2.1* Il programma di monitoraggio deve in particolare essere indirizzato a controllare:

- eventuali cambiamenti nelle proprietà chimico-fisiche del terreno e delle rocce di superficie conseguenti alle loro interazioni con i materiali introdotti e l'acqua di falda, nonché nell'ambiente geologico circostante e nell'atmosfera e nei materiali utilizzati per la sigillatura;
- eventuali fenomeni di rilascio e trasporto dei radionuclidi;
- lo stato della radioattività ambientale.

*11.2.2* Nell'ambito del programma di monitoraggio sono:

- a) definiti il campo di applicazione e gli obiettivi del monitoraggio stesso;
- b) individuati i processi, i sistemi, i componenti, i fenomeni e le grandezze osservabili, indicati come significativi nel Rapporto di sicurezza, con i relativi parametri da sottoporre a controllo;
- c) indicate le informazioni necessarie per verificare se i sistemi per il trattamento ed il controllo degli effluenti funzionano correttamente ed individuati i parametri di controllo;
- d) indicate le matrici ambientali e alimentari da sottoporre a controlli chimico-fisici e radiometrici;

- e) individuati i dispositivi che verranno adottati per il monitoraggio (con l'indicazione della loro accuratezza, intervallo di misurazione, ecc.);
- f) l'individuazione e la giustificazione della scelta dei punti di misurazione;
- g) indicate la durata e la frequenza del monitoraggio con la giustificazione della relativa scelta;
- h) la valutazione della tolleranza ai guasti dei dispositivi di monitoraggio sul pertinente periodo di tempo;
- i) definite le modalità con cui i risultati del monitoraggio saranno gestiti, utilizzati e comunicati;
- j) indicati i livelli d'azione;
- k) indicate le azioni da intraprendere in caso di superamento dei livelli di azione;
- l) la definizione delle procedure previste per lo smantellamento dei dispositivi di monitoraggio;
- m) definito il sistema di registrazione e archiviazione dei dati del monitoraggio.

### **11.3 Progettazione del programma di sorveglianza dell'impianto**

*11.3.1* Il programma è finalizzato alla verifica dello stato d'integrità delle barriere fisiche per la precoce identificazione di condizioni che potrebbero portare ad eventuali rilasci nell'ambiente.

*11.3.2* Il programma di sorveglianza dell'impianto, che deve raccordarsi con il programma di monitoraggio, deve almeno includere:

- una descrizione del sito e dell'area adiacente;
- una descrizione degli SSC dell'impianto e delle relative condizioni ambientali nelle quali sono previsti operare;
- le informazioni sulle proprietà dei materiali e delle strutture utilizzati per realizzare l'impianto, al fine di confermare che le loro prestazioni siano conformi a quelle stabilite in fase di progetto, in particolare per quanto riguarda l'integrità dei sistemi e delle strutture;
- il tipo, la frequenza e le procedure delle ispezioni;
- i piani di intervento e manutenzioni nel caso di anomalie;
- i requisiti per i rapporti d'ispezione;
- il sistema di gestione del programma.

*11.3.3* Il programma di sorveglianza deve prevedere ispezioni periodiche con l'osservazione dello stato delle superfici dell'impianto ed in particolare delle strutture di contenimento accessibili, dell'integrità dei sistemi di drenaggio e dell'eventuale presenza di anomalie (e.g. presenza di evidenze intrusive di flora e fauna, erosione di superfici, presenza di punti di accumulo di acqua, etc). Deve inoltre prevedere ispezioni straordinarie in caso di eventi naturali estremi (incendi, terremoti, intense precipitazioni, etc..) al fine di verificare l'assenza di danni alle strutture dell'impianto.

*11.3.4* Nella fase di post chiusura, fino al termine del controllo istituzionale e comunque dell'autorizzazione, la sorveglianza deve comprendere tutte le attività necessarie a garantire la verifica dell'integrità dell'impianto quali monitoraggio, limitazione degli accessi, manutenzione, tenuta di registri e possibili azioni correttive. Lo scopo della sorveglianza in questa fase è:

- a) preservare la topografia dell'area e dei sistemi di drenaggio;
- b) prevenire l'intrusione dell'uomo, degli animali, di vegetazione radicata e l'insediamento di animali che scavano in profondità;
- c) mantenere il campo di radiazione all'interno e intorno al sito entro i limiti stabiliti;
- d) monitorare e controllare l'eventuale migrazione dei radionuclidi nell'ambiente;
- e) fornire i dati sull'eventuale rilascio di radionuclidi nell'ambiente ai fini della stima del livello di radioattività e di concentrazioni di attività nell'ambiente nonché dell'esposizione degli individui della popolazione.

#### **11.4 Acquisizione e registrazione dei dati del monitoraggio e della sorveglianza**

*11.4.1* Ai fini del rispetto dei requisiti normativi e della pianificazione di future azioni, deve essere posto in atto un sistema per la generazione, la conservazione, la registrazione e il recupero di documenti e dati contenenti, tra le altre cose, anche informazioni aggiornate sul programma di monitoraggio e di sorveglianza.

*11.4.2* La registrazione dei dati relativi al monitoraggio per la sorveglianza della radioattività ambientale deve includere i dati sull'eventuale rilascio di radionuclidi nell'ambiente, i risultati del monitoraggio delle dosi da irraggiamento all'interno e all'esterno dell'impianto, nonché quelli del monitoraggio radiometrico di suolo, acqua (superficiale e non), aria e vegetazione nel sito e in un'area ad una determinata distanza dall'impianto.

*11.4.3* I risultati del monitoraggio delle dosi da irraggiamento all'interno e all'esterno dell'impianto devono contenere almeno i seguenti dati:

- a) data del monitoraggio;
- b) frequenza del monitoraggio;
- c) punto in cui è stato effettuato il monitoraggio;
- d) rateo di dose rilevato.

*11.4.4* I risultati delle analisi sui campioni di suolo, acqua, aria e vegetazione devono contenere almeno i seguenti dati per ciascuna matrice:

- a) data di campionamento;
- b) frequenza di campionamento;
- c) punto in cui il campionamento è stato effettuato;
- d) numero identificativo del campione;

- e) concentrazione di attività presente totale o per specifici radionuclidi di interesse (in Bq/ml o Bq/g);
- f) metodi di analisi;
- g) Minima Attività Rilevabile.

*11.4.5* I dati relativi al monitoraggio sullo stato della radioattività ambientale ed alle ispezioni e controlli effettuati per la sorveglianza sullo stato dell'impianto relativi alle fasi di esercizio, di chiusura e di post-chiusura devono essere registrati e documentati separatamente per ciascuna fase.

*11.4.6* I dati relativi al monitoraggio e alla sorveglianza devono essere opportunamente conservati per garantire il trasferimento delle informazioni alle future generazioni.

## **12. Predisposizioni per l'emergenza**

*12.1* Sulla base delle valutazioni riportate in uno specifico studio analitico degli incidenti ipotizzabili, in termini di distribuzione spaziale e temporale della radioattività eventualmente dispersa o rilasciata e delle potenziali conseguenze radiologiche sui lavoratori, sulla popolazione e sull'ambiente, l'esercente deve:

- a) predisporre adeguati provvedimenti per consentire di:
  - recuperare il controllo di una qualsiasi emergenza che possa insorgere sul sito, ivi compresi quegli eventi relativi a combinazioni di rischi convenzionali e nucleari;
  - prevenire o mitigare le conseguenze sul sito di tali emergenze;
  - cooperare con le organizzazioni esterne preposte a fronteggiare le emergenze, per prevenire effetti dannosi sulla salute dei lavoratori, della popolazione e sull'ambiente;
- b) predisporre il Piano di emergenza interna per prevenire o mitigare le possibili conseguenze sul sito dell'incidente. Il Piano, che contiene gli elementi per la preparazione e l'attuazione delle misure atte a fronteggiare l'emergenza di sito, nonché le interfacce operative con la pianificazione di emergenza esterna, deve:
  - stabilire la struttura organizzativa necessaria per una chiara definizione delle responsabilità, dei compiti e delle funzioni di coordinamento delle attività sul sito in caso di emergenza, anche al fine di cooperare con le organizzazioni esterne, in tutte le fasi dell'emergenza;
  - assicurare in qualsiasi momento, la disponibilità di personale adeguatamente addestrato e qualificato, nonché di strutture e attrezzature idonee e affidabili per fronteggiare l'emergenza.

*12.2* L'esercente, con la periodicità e le modalità richieste dalle prescrizioni per l'esercizio deve effettuare esercitazioni di emergenza.

*12.3* L'esercitazione deve prevedere l'eventuale partecipazione dell'autorità di controllo e, se è previsto un piano di emergenza esterna, delle organizzazioni esterne coinvolte. A seguito di ciascuna esercitazione di emergenza l'esercente del deposito deve redigere un apposito rapporto. Il piano di emergenza deve essere rivisto e aggiornato, per quanto necessario, alla luce delle esperienze acquisite.

*12.4* Se è richiesto un Piano di emergenza esterno, l'esercente deve definire i presupposti tecnici per la sua predisposizione ed attuazione.

# **Allegato I - Criteri per la definizione del programma delle indagini per la qualificazione del sito**

## **I.1 Obiettivi**

- I.1.1.* Il processo di localizzazione e di realizzazione di un impianto di smaltimento di superficie di rifiuti radioattivi prevede l'effettuazione di indagini tecniche dettagliate al fine di raccogliere informazioni e dati sulle caratteristiche del sito che possono influire sulla sicurezza dell'impianto, in particolare nel lungo termine.
- I.1.2.* Le indagini sono effettuate su uno o più siti selezionati tra le aree idonee sulla base delle procedure stabilite dalla normativa vigente.
- I.1.3.* Nello svolgimento delle indagini tecniche si tiene conto dei “*Criteri di Approfondimento*” della Guida Tecnica n. 29 [RIF.34].
- I.1.4.* I dati tecnici specifici possono essere acquisiti in più fasi a grado di approfondimento crescente; essi sono utilizzati per operare la scelta definitiva del sito e per la predisposizione della documentazione tecnica da allegare all'istanza per il rilascio dell'autorizzazione alla realizzazione dell'impianto secondo le modalità previste dalla legislazione vigente, nonché per ottenere conferme o ridurre successivamente le incertezze.

## **I.2 Criteri generali**

- I.2.1.* La sequenza degli argomenti considerati in questo allegato non implica alcun ordine di priorità, né intende essere totalmente esauriente, poiché la rilevanza dei vari aspetti per le indagini tecniche può variare per ciascun sito.
- I.2.2.* Viene descritta nel seguito la tipologia minima di informazioni richiesta per le indagini tecniche di caratterizzazione del sito. Tali informazioni devono essere utilizzate per supportare la progettazione dell'impianto di smaltimento, l'analisi di sicurezza e le valutazioni di impatto ambientale.
- I.2.3.* La caratterizzazione del sito continua fino alla costruzione dell'impianto di smaltimento e nella fase di esercizio.
- I.2.4.* Ai fini della descrizione completa del sito, è necessario raccogliere ulteriori informazioni, soprattutto dati geo-scientifici e ambientali, a supporto delle decisioni per l'individuazione del sito, come, ad esempio, l'uso del suolo, le infrastrutture di trasporto e la valutazione di altri impatti da attività umane sul sito.

## **I.3 Criteri specifici**

### **a) Geologia**

- I.3.1.* Nel corso della caratterizzazione del sito devono essere approfondite le indagini al fine di definire l'assetto geologico con il dettaglio necessario per eseguire l'analisi di sicurezza, la modellazione di sito e la progettazione dell'impianto.

*I.3.2* Nella fase di caratterizzazione del sito, le informazioni minime necessarie devono includere:

- la stratigrafia, la litologia e la mineralogia;
- le caratteristiche della struttura geologica;
- le caratteristiche geotecniche.

Particolare attenzione deve essere posta ai seguenti aspetti:

- la presenza di litotipi con eteropia verticale e laterale;
- il potenziale di liquefazione dei depositi del sottosuolo;
- la stabilità dei versanti in condizioni statiche e dinamiche;
- i movimenti verticali del terreno;
- l'eventuale presenza di depositi alluvionali di età olocenica non individuati in precedenza;
- l'eventuale presenza di cavità sotterranee o fenomeni carsici non individuati in precedenza;
- l'eventuale presenza di manifestazioni vulcaniche secondarie (emissione di gas, fenomeni idrotermali, ecc.) e la possibilità di ricaduta di ceneri vulcaniche;
- i fenomeni di subsidenza o sollevamento;
- la stabilità dei versanti;
- i fenomeni di liquefazione parziale;
- le caratteristiche geotecniche e geomeccaniche e la loro variabilità spaziale e temporale;
- i fenomeni di degradazione/deformazione a lungo termine;
- il livello complessivo di pericolosità geologica;
- l'eventuale presenza di risorse del sottosuolo potenzialmente sfruttabili (idrocarburi, risorse minerarie o geochimiche ecc.,) non note in precedenza ed evidenziate nel corso dell'elaborazione del modello geologico di sito.

## **b) Idrogeologia**

*I.3.3* Le caratteristiche idrogeologiche del sito devono limitare l'eventuale migrazione dei radionuclidi. Devono essere valutati gli eventuali cambiamenti attesi nelle condizioni idrogeologiche (es. il gradiente di falda), dovuti ad eventi naturali e alla costruzione dell'impianto di smaltimento. Devono essere valutate anche le caratteristiche di dispersione del sistema idrogeologico.

*I.3.4* Nei casi in cui le caratteristiche idrogeologiche del sito non siano disponibili in modo sufficientemente dettagliato, le informazioni da acquisire devono comprendere:

- i dati sui principali utilizzi esistenti e futuri delle risorse idriche;
- la presenza di bacini imbriferi di tipo endoreico;
- l'identificazione di sorgenti e punti di captazione principali;
- una stima della velocità e della direzione del flusso delle acque sotterranee;
- un modello idrogeologico 3D.

*I.3.5* Per la fase di caratterizzazione del sito, devono essere considerate le seguenti informazioni:

- l'identificazione della struttura geologica approssimativa e della stratigrafia;
- l'individuazione delle aree di ricarica e delle relative modalità;
- l'ubicazione, estensione, geometria e tipologia degli acquiferi e dei loro eventuali rapporti;
- la direzione di deflusso delle acque sotterranee;
- i gradienti idraulici e velocità del flusso sotterraneo;
- i parametri idrogeologici degli acquiferi: porosità, permeabilità, conducibilità idraulica, trasmissività, coefficiente di immagazzinamento, diffusività, coefficiente di dispersione, ecc.
- i parametri chimici e fisici delle acque sotterranee.

**c) Geochimica**

*I.3.6* La geochimica delle acque sotterranee e dei terreni deve contribuire a limitare l'eventuale rilascio di radionuclidi dall'impianto di smaltimento e non deve ridurre in modo significativo l'integrità delle barriere ingegneristiche.

*I.3.7* Nelle indagini per la caratterizzazione del sito, secondo quanto previsto dai criteri della Guida Tecnica n. 29, si devono raccogliere informazioni sui parametri chimici del terreno e dell'acqua di falda, tra cui in particolare:

- la composizione mineralogica e petrografica del sistema di flusso delle acque sotterranee e le sue proprietà geochimiche;
- la chimica delle acque sotterranee.

**d) Tettonica e sismicità**

*I.3.8* Il progetto dell'impianto di smaltimento deve tener conto della stabilità tettonica e dell'attività sismica del sito che potrebbero influenzare negativamente l'impianto di smaltimento. Le seguenti informazioni devono essere analizzate nella fase di caratterizzazione del sito:

- la sismicità storica dell'area;
- le stime del massimo terremoto possibile secondo i parametri geologici del sito;
- la verifica con maggiore grado di dettaglio dei valori di accelerazione attesa;
- la valutazione degli effetti di amplificazione locale dello scuotimento imputabile alle caratteristiche geologico-geomorfologiche locali, includendo gli effetti locali nella verifica di corrispondenza ai criteri di bassa sismicità;
- la descrizione dettagliata delle sorgenti sismiche e degli eventi di rottura ad esse collegati, in termini di ubicazione e geometria del piano di faglia, magnitudo attesa, e modalità di fratturazione;
- un modello dettagliato dell'assetto geometrico e del comportamento dinamico dei terreni immediatamente sottostanti il sito, costruito in sinergia con il modello geotecnico;
- la presenza di manifestazioni vulcaniche secondarie;

- la presenza di movimenti verticali significativi del suolo in conseguenza di fenomeni di subsidenza e di sollevamento (tettonico e/o isostatico).
- la probabilità di eventi naturali come la subsidenza, sprofondamenti (sink-holes) o l'attività vulcanica che potrebbero cambiare il sistema idrogeologico dell'area;
- i risultati delle prove di liquefazione del suolo sottoposto a carichi sismici.

**e) Processi di superficie**

*I.3.9* Deve essere verificato che i processi superficiali non avvengono con frequenza o intensità tali da influire sulla capacità del sistema di smaltimento di soddisfare i requisiti di sicurezza.

*I.3.10* Nella fase di esecuzione dei rilievi dell'area, devono essere valutate le aree e i siti soggetti ad allagamento, esaminando le aree idonee in base alla gravità degli effetti di tale evento. I processi geologici superficiali, come l'erosione, gli smottamenti e gli agenti atmosferici, devono essere valutati in relazione alla loro frequenza e capacità di influenzare la sicurezza del sistema di smaltimento.

*I.3.11* Nella fase di caratterizzazione del sito, devono essere raccolte le seguenti informazioni:

- la topografia del sito;
- l'ubicazione dei corpi idrici superficiali;
- la definizione delle aree di frane e di altri pendii potenzialmente instabili, nonché dei materiali a bassa resistenza portante o ad alto potenziale di liquefazione;
- la definizione delle aree contenenti materiali scarsamente drenati;
- i dati sulla storia delle inondazioni nell'area;
- l'eventuale presenza di fenomeni di erosione accelerata;
- i parametri fisico - meccanici dei terreni che influenzano la capacità portante e la suscettibilità a fenomeni di liquefazione.

**f) Meteorologia**

*I.3.12* La meteorologia del sito deve essere nota in modo tale che gli effetti delle condizioni meteorologiche estreme possono essere adeguatamente considerati nella progettazione dell'impianto di smaltimento. Le aree idonee devono essere valutate sulla base della gravità degli effetti di tali eventi.

*I.3.13* Nella fase di caratterizzazione del sito, devono essere tenute in considerazione le seguenti condizioni:

- i regimi pluviometrico, nivometrico e anemometrico;
- le condizioni di dispersione per potenziali rilasci atmosferici di materiali radioattivi;
- i fenomeni meteorologici estremi.

*I.3.14* Nella fase di esecuzione dei rilievi dell'area, devono essere mappati su scala nazionale o regionale i dati sulle condizioni meteorologiche estreme che possono avere effetti negativi sulla sicurezza dell'impianto di smaltimento.

*I.3.15* Nelle fasi di caratterizzazione del sito, devono essere raccolte e sistematizzate le informazioni sulle condizioni meteorologiche, come determinate dalla più vicina stazione di registrazione, al fine di prevedere i potenziali effetti delle precipitazioni estreme sui sistemi idrologici e idrogeologici del sito e per valutare i fenomeni di trasporto di eventuali rilasci radioattivi nell'ambiente in caso incidentale.

**g) Eventi derivanti da attività umane**

*I.3.16* Nel sito in cui è ubicato l'impianto di smaltimento le attività umane svolte, attuali o future, presenti o vicine al sito, non devono influire sulla capacità di isolamento del sistema di smaltimento, secondo i criteri di localizzazione della Guida Tecnica n. 29 [Rif.34].

*I.3.17* Nella fase di caratterizzazione del sito, devono essere raccolte le seguenti informazioni:

- l'ubicazione di infrastrutture critiche rilevanti o strategiche (quali ad esempio i sistemi di produzione, stoccaggio e distribuzione di energia elettrica, gas naturale e olio combustibile e gli insediamenti strategici militari operativi);
- l'ubicazione degli aeroporti e di importanti corridoi del traffico aereo e le frequenze dei voli;
- l'ubicazione delle vie di trasporto con frequenti spostamenti di sostanze pericolose;
- la presenza di risorse energetiche e naturali e le stime della loro qualità e valore, presenti e futuri, e il potenziale del loro utilizzo;
- i dati delle operazioni di trivellazione ed estrazione mineraria, passate e presenti, nelle vicinanze del sito.

**h) Trasporto dei rifiuti**

*I.3.18* Il sito deve essere posizionato in modo che le vie di accesso consentano il trasporto di rifiuti con il minimo rischio per la popolazione.

*I.3.19* Per valutare le vie di accesso, esistenti o future, le informazioni raccolte devono includere quanto segue:

- la descrizione delle vie di comunicazione primarie e delle infrastrutture di trasporto nelle vicinanze del sito e l'analisi della loro adeguatezza per la gestione delle spedizioni di rifiuti;
- i miglioramenti previsti nella rete di trasporto esistente;
- le stime dei costi complessivi e del rischio associato al trasporto dei rifiuti;
- l'analisi dei requisiti di risposta alle emergenze per il trasporto.

**i) Uso del suolo**

*I.3.20* L'uso del suolo e la proprietà del terreno devono essere considerati insieme allo sviluppo prevedibile ed alla pianificazione regionale nell'area di interesse. Devono essere valutati gli usi futuri del suolo in prossimità del sito proposto per tener conto di ogni potenziale impatto sul funzionamento e sulle prestazioni dell'impianto di smaltimento. Deve anche essere valutato il potenziale impatto dell'impianto di smaltimento sul futuro uso del suolo nelle vicinanze del sito proposto.

*I.3.21* I dati raccolti dovranno includere quanto segue:

- risorse e usi del territorio esistenti e competenza/proprietà su di essi;
- sviluppo prevedibile dei terreni nella zona di interesse;
- la presenza di geositi;
- la presenza di produzioni agricole di particolare qualità e tipicità e luoghi di interesse archeologico e storico.

**j) Distribuzione della popolazione**

*I.3.22* Nella fase di esecuzione dei rilievi nell'area, devono essere predisposte mappe su larga scala che mostrino i principali centri abitati e le regioni con la densità di popolazione in funzione della distanza dal sito. Nella fase di caratterizzazione del sito, dovrebbero essere raccolti dati più dettagliati sulla base del censimento più recente ed eventualmente estrapolati, con particolare riferimento a:

- indicatori demografici quantitativi;
- abitudini alimentari e di vita, livello di istruzione;
- dinamiche demografiche;
- fattori sociali;
- fattori economici.

**k) Tutela dell'ambiente**

*I.3.23* Nel sito dell'impianto di smaltimento l'ambiente deve essere adeguatamente tutelato per il periodo di esercizio, di chiusura e di controllo istituzionale dell'impianto ed i potenziali effetti negativi devono poter essere mitigati ad un livello accettabile, tenendo in considerazione i fattori tecnici, economici, sociali e ambientali. Gli impianti di smaltimento devono soddisfare i requisiti per la protezione dell'ambiente. I possibili effetti negativi che un impianto di smaltimento può avere sull'ambiente includono:

- il disturbo dell'ambiente dovuto alla costruzione e al funzionamento dell'impianto di smaltimento;
- l'impatto sulle aree di significativo valore pubblico;
- l'impatto sull'approvvigionamento idrico pubblico e sull'irrigazione;
- l'impatto sulla biosfera.

*I.3.24* Per stimare i potenziali impatti sull'ambiente, le informazioni raccolte devono includere:

- le aree naturali tutelate (parchi nazionali, regionali e interregionali, riserve naturali statali e regionali, oasi naturali, geoparchi, Siti della Rete Natura 2000 e zone umide identificate in attuazione della Convenzione di Ramsar);
- i Siti Unesco e aree con monumenti storici e reperti archeologici;
- le risorse esistenti di acque superficiali e sotterranee e loro qualità;
- la vegetazione e la fauna selvatica esistenti, terrestri e acquatiche, in particolare le specie in pericolo di estinzione e le specie/habitat di Direttiva 92/43/CEE e 2009/147/CEE.

## **Allegato II - Eventi di progetto dell'impianto di smaltimento**

*II.0* Gli eventi da assumere a riferimento per il progetto dell'impianto di smaltimento si riferiscono alla fase di esercizio e chiusura e, ove applicabili, alla fase di post chiusura fino al termine del controllo istituzionale.

### **II.1. Eventi interni**

*II.1* Gli eventi interni comprendono:

- a) malfunzionamenti o rotture di parti meccaniche, elettriche o di strumentazione e del relativo software di gestione e controllo;
- b) caduta di carichi sospesi;
- c) perdita di energia elettrica;
- d) eventi dovuti a fattori umani;
- e) incendio;
- f) esplosioni;
- g) allagamenti.

### **II.2. Eventi esterni**

#### ***II.2.1 Fenomeni naturali***

*II.2.1.1* Gli eventi esterni di origine naturale comprendono:

- a) condizioni meteorologiche severe (pioggia, neve, ghiaccio, grandine, vento, fulmini, alte e basse temperature e variazioni repentine delle stesse, umidità estrema);
- b) tromba d'aria e missili associati;
- c) allagamenti;
- d) frane e processi erosivi;
- e) sisma;
- f) effetti sulle strutture e sui sistemi causati dalla flora e dalla fauna presenti sul sito (quali ad esempio intrusione di animali, proliferazione di vegetali...);
- g) incendi di origine naturale;
- a) possibile combinazione degli eventi sopra indicati.

*II.2.1.2* Le condizioni meteorologiche severe devono essere definite sulla base della normativa tecnica vigente [RIF.5], considerando anche il rischio di eventi estremi connessi con le caratteristiche del sito dell'impianto di smaltimento.

*II.2.1.3* Nel caso particolare della tromba d'aria e dei missili ad essa associati, in assenza di una analisi statistica degli eventi effettivamente registrati nell'area del sito, vanno utilizzati i valori di seguito indicati che si ritengono cautelativi per il territorio nazionale:

*Pressione/depressione (verifiche globali)*

- velocità di traslazione: 24,0 m/s

- massima velocità di rotazione: 73,5 m/s
- minima velocità di rotazione: 34,5 m/s
- raggio corrispondente alla massima velocità di rotazione: 45,7 m
- pressione relativa massima sulla struttura (esterno verso interno): 600 kg/m<sup>2</sup>
- depressione massima sulla struttura (interno verso esterno): 700 kg/m<sup>2</sup>

### *Missili (verifiche locali)*

Devono essere considerati i tipi di missile di seguito indicati.

*Tubo d'acciaio diametro pari a 3", lunghezza 3 m, peso 35 kg*

- Velocità d'impatto pari ad 1/3 della velocità rotazionale, cioè 24,5 m/s;
- Massima altezza del punto di impatto rispetto al livello del suolo: nessun limite;
- Area d'impatto: si assume che l'impatto avvenga con una estremità perpendicolare alla struttura.

*Automobile di peso pari a 1000 kg*

- Velocità d'impatto pari a 1/6 della velocità tangenziale, cioè 12,25 m/s;
- Massima altezza del punto di impatto rispetto al livello del suolo pari a 7 m;
- Area d'impatto 2,1 m<sup>2</sup>.

*Trave di legno 0,1 m x 0,3 m, lunghezza 3,6 m, peso 50 kg*

- Velocità d'impatto pari alla velocità rotazionale, cioè 73,5 m/s;
- Massima altezza del punto di impatto rispetto al livello del suolo: nessun limite;
- Area d'impatto: 0,1 m x 0,3 m

**II.2.1.4** L'impianto di smaltimento deve essere progettato, tenendo conto delle caratteristiche del sito, al fine di garantire, con adeguati margini, la protezione dall'allagamento esterno delle strutture, dei sistemi e dei componenti rilevanti per la sicurezza.

**II.2.1.5** È assunto quale sisma di riferimento per il progetto l'evento sismico più gravoso, determinato considerando il periodo di controllo istituzionale e le caratteristiche del sito, sulla base della normativa tecnica nazionale, ove applicabile, e gli standard internazionali. Le caratteristiche del sisma di riferimento saranno stabilite adottando metodologie deterministiche e probabilistiche, con adeguati tempi di ritorno, ovvero una combinazione delle due. Il progetto dovrà assicurare che a fronte di tale sisma le strutture conservino un adeguato margine di sicurezza nei confronti del collasso e non venga compromessa la funzione di contenimento dei rifiuti assicurata dal sistema di smaltimento

## **II.2.2 Eventi antropici**

**II.2.2.1** Tra gli eventi antropici potenziali che devono essere presi in considerazione rientrano i seguenti:

- incendi, esplosioni o rilasci di sostanze pericolose o corrosive;

- impatto di un aereo;
- missili provenienti dalle installazioni circostanti (dovuti a cedimenti meccanici o strutturali, esplosioni, etc.);
- inondazioni dovute al cedimento di una diga a monte della sezione idraulica del sito o all'ostruzione di un corso d'acqua a valle della stessa;
- perdita generalizzata di alimentazione elettrica esterna, per un tempo di almeno 24 ore;
- disordini (scioperi, blocchi, etc.);
- possibile combinazione degli eventi sopra citati.

**II.2.2.2** Deve essere condotta un'analisi deterministica (metodologia di tipo “*what-if*”) dei seguenti due eventi esterni antropici “estremamente improbabili” ma comunque ancora “credibili”:

- a) esplosione esterna alle strutture dell'impianto di smaltimento (modello minimo: onda piana di pressione di riferimento);
- b) impatto di un aereo di linea sulle strutture dell'impianto di smaltimento.

**II.2.2.3** Tali eventi devono essere considerati in termini di carichi applicati alle strutture, che costituiscano l'involuppo di un insieme quanto più ampio possibile di situazioni. Nel caso dell'impatto di un aereo deve essere inoltre considerato anche lo sviluppo di un incendio successivo all'impatto.

**II.2.2.4** L'analisi di tali eventi deve essere condotta sulla base di ipotesi e metodologie realistiche, considerando le caratteristiche del sito, dell'impianto e dei rifiuti radioattivi (collocazione dell'impianto; posizione, separazione fisica e compartimentazione dei locali; stato e confezionamento dei rifiuti etc.).

**II.2.2.5** Nel caso in cui, da tale analisi, le dosi agli individui rappresentativi della popolazione risultino più elevate rispetto all'obiettivo di radioprotezione fissato dovranno essere adottate difese aggiuntive o provvedimenti specifici.

### **II.3. Onda piana di pressione di riferimento**

**II.3.1** Le caratteristiche minime dell'onda piana di pressione che devono essere considerate nell'analisi *what – if* sono le seguenti:

- l'incremento di pressione applicata ad una parete normale alla direzione di propagazione sale linearmente da zero a 0,45 bar (valore massimo) in 0,1 s, per poi ridiscendere linearmente a 0,3 bar in ulteriori 0,1 s, mantenendosi quindi su tale valore per 0,8 s;
- il tempo complessivo di durata della sollecitazione è pari a 1,0 s;
- dopo i primi 0,2 s la pressione di 0,3 bar deve essere considerata applicata su tutti i lati dell'edificio.

### **II.4. Impatto aereo di riferimento per il progetto e per l'analisi “What if”**

**II.4.1** Le caratteristiche minime dell'impatto aereo che devono essere considerate nel progetto delle strutture sono le seguenti:

- massa dell'aeromobile non inferiore a 20 t;

- velocità di impatto, considerando un urto nella direzione normale ad ogni superficie, non inferiore a 150 m/s;
- sviluppo di un incendio successivo all'impatto meccanico;
- diagramma di carico sulle strutture modellato come una funzione a tratti rettilinei, di durata complessiva pari a 60 ms, di una forza, applicata su una superficie di 7 m<sup>2</sup>, che in 15 ms sale linearmente da zero ad un valore massimo di 50 MN ed a tale valore si mantiene per ulteriori 45 ms, dopo di che ritorna allo zero.

*II.4.2* A fronte dell'impatto aereo di riferimento le strutture del deposito non debbono collassare e deve essere rispettato l'obiettivo di radioprotezione degli eventi di Categoria III.

*II.4.3* Deve essere condotta un'analisi deterministica con metodologia "*What if*" assumendo l'impatto sul deposito di un aereo di linea.

## **Allegato III - Rapporto di sicurezza**

### **III.1 Introduzione**

*III.1.1* Per un impianto di smaltimento, il Rapporto di sicurezza, comprensivo dell'analisi di sicurezza a supporto, viene sviluppato e perfezionato man mano che il progetto dell'impianto procede. Questo processo continua durante le fasi di pre-esercizio, di esercizio, di chiusura e di post-chiusura, fino alla cessazione dell'autorizzazione.

*III.1.2* Il Rapporto di sicurezza, nella sua forma preliminare (Rapporto preliminare di sicurezza), viene trasmesso a supporto dell'istanza di autorizzazione alla costruzione ed all'esercizio.

*III.1.3* Al termine della costruzione, tenendo conto di eventuali modifiche nel frattempo intervenute nel corso della realizzazione dell'impianto e degli esiti del programma di prove e collaudi, il Rapporto di sicurezza viene trasmesso nella forma finale, prima dell'esercizio, all'ISIN (Rapporto finale di sicurezza) per le sue attività di controllo e vigilanza. Fermo restando gli aggiornamenti periodici conseguenti ad eventuali modifiche, il Rapporto finale di sicurezza viene da ultimo aggiornato in relazione alla configurazione dell'impianto di smaltimento al termine delle operazioni di chiusura.

*III.1.4* Durante la fase di esercizio, il Rapporto finale di sicurezza viene periodicamente aggiornato sulla base dell'esperienza operativa, dei risultati delle attività di ricerca e sviluppo, del monitoraggio e della sorveglianza.

### **III.2 Contenuto del Rapporto di sicurezza**

*III.2.1* Il Rapporto di sicurezza deve contenere almeno i seguenti elementi:

#### *1. Sommario*

Al livello più alto, il rapporto di sicurezza deve contenere un sommario che descriva brevemente:

- il progetto del sistema di smaltimento dei rifiuti;
- gli obiettivi di radioprotezione posti a riferimento;
- le principali caratteristiche relative alla sicurezza nelle diverse fasi di vita dell'impianto, in particolare di esercizio e post-chiusura;
- le analisi di sicurezza a fronte degli eventi e degli scenari ipotizzati con le connesse valutazioni di affidabilità;
- i sistemi e le modalità operative per la movimentazione dei rifiuti ed il loro caricamento nel deposito;
- i margini di sicurezza a fronte degli eventi naturali ed antropici;
- le misure atte ad assicurare la recuperabilità dei rifiuti e la reversibilità dello smaltimento, il sistema di gestione, le misure e i programmi di monitoraggio e di sorveglianza;
- i provvedimenti di gestione e conservazione dei dati ai fini del mantenimento delle informazioni nel lungo termine.

## 5. *Introduzione*

Essa deve descrivere:

- finalità e contesto di sviluppo del Rapporto di sicurezza;
- programma di smaltimento dei rifiuti e dei principali componenti del sistema di smaltimento;
- legislazione e normativa di riferimento;
- ruoli, responsabilità e sistema di gestione dell'impianto di smaltimento;
- confronto con esperienze e progetti simili sviluppati a livello internazionale;
- stato e maturità delle tecnologie utilizzate.

## 6. *Strategia di sicurezza*

- Strategia di gestione:
  - per assicurare che nello svolgimento delle attività sia conferita la necessaria priorità alla sicurezza e siano attribuite adeguate risorse;
  - delle incertezze;
  - per l'applicazione del principio di ottimizzazione ai fini della protezione dei lavoratori, della popolazione e per la tutela dell'ambiente;
  - per la raccolta e per la conservazione a lungo termine dopo la chiusura delle informazioni.
- Strategia per:
  - assicurare il contenimento e l'isolamento dei rifiuti;
  - attuare il principio della difesa in profondità;
  - garantire la sicurezza nel lungo termine con sistemi passivi;
  - assicurare la reversibilità e la recuperabilità, se e per quanto necessario;
  - attuare il monitoraggio e la sorveglianza.
- Strategia dell'analisi di sicurezza per:
  - valutare le prestazioni del sistema di smaltimento e delle sue componenti;
  - valutare l'impatto radiologico a fronte di eventi e scenari incidentali nelle diverse fasi di vita dell'impianto;
  - assicurare un elevato grado di confidenza delle valutazioni.

## 7. *Elementi rilevanti per le dimostrazioni di sicurezza*

- Descrizione generale del sistema di smaltimento ed applicazione del principio della difesa in profondità;
- descrizione delle principali caratteristiche del sito (geologia, idrogeologia, clima, biosfera, demografia, elementi naturalistici...);

- descrizione dei rifiuti e dei relativi manufatti (caratteristiche dei rifiuti, contenuto radiologico e di elementi tossico/nocivi, caratteristiche dei contenitori, inventario e piano di caricamento previsto per l'impianto);
- descrizione delle strutture, dei sistemi e dei componenti dell'impianto con l'indicazione delle relative funzioni e classificazione di sicurezza;
- valutazione delle prestazioni e della robustezza delle strutture, sistemi e componenti dell'impianto con individuazione e quantificazione delle condizioni ambientali e dei fenomeni che possono influire su di esse;
- processi di qualificazione di strutture e componenti;
- descrizione dei sistemi di movimentazione e di caricamento dell'impianto;
- descrizione delle sequenze operative per le fasi di costruzione, accettazione, confezionamento, caricamento nei moduli e chiusura;
- progetto delle strutture a fronte degli eventi naturali e antropici, e dimostrazione dei margini di sicurezza;
- misure per la recuperabilità dei rifiuti e per l'eventuale reversibilità delle operazioni di smaltimento;
- sistemi per la gestione (generazione, registrazione e conservazione) dei dati e delle informazioni (caratteristiche, collocazione dei rifiuti...) e per la conservazione delle conoscenze a lungo termine;
- sistemi, componenti e programmi per il monitoraggio e la sorveglianza durante le fasi di esercizio e post-chiusura;
- elementi di rilievo per la fase operativa:
  - o prove e collaudi per l'avvio all'esercizio;
  - o criteri di accettazione dei rifiuti;
  - o limiti operativi e condizioni di esercizio per il funzionamento normale e in condizioni incidentali;
  - o indicatori di performance;
  - o descrizione della messa in esercizio dell'impianto;
  - o ispezioni, manutenzione e procedure di collaudo;
  - o programmi di monitoraggio e sorveglianza e relative procedure operative.
  - o gestione dell'esperienza operativa;
  - o gestione dell'invecchiamento dei componenti dell'impianto (ispezioni periodiche e programmi di manutenzione);
  - o elementi inerenti le attività di smantellamento dei sistemi ausiliari successivamente alla chiusura.

#### 8. *Analisi di sicurezza nelle diverse fasi, operativa e post-chiusura*

- Obiettivi di radioprotezione;

- Strumenti di analisi (metodi di valutazione, modelli, codici informatici e banche dati) a supporto dell'analisi di sicurezza e delle modalità adottate per la loro qualificazione e validazione;
- Analisi di sicurezza per la fase di esercizio e di chiusura:
  - eventi di riferimento;
  - eventi analizzati con metodologia *what-if*;
  - ipotesi a base dell'analisi e valutazione dell'impatto radiologico;
  - confronto con gli obiettivi di radioprotezione.
- Analisi di sicurezza per il periodo di post chiusura:
  - Analisi per il periodo di controllo istituzionale:
    - individuazione degli eventi esterni naturali e antropici in sviluppo;
    - ipotesi a base dell'analisi e valutazione dell'impatto radiologico;
    - confronto con gli obiettivi di radioprotezione.
  - Analisi di sicurezza per l'eventuale recupero dei rifiuti
  - Analisi di lungo termine:
    - *Descrizione delle caratteristiche del sistema di smaltimento rilevanti ai fini dell'analisi*
      - caratteristiche del sito;
      - caratteristiche ingegneristiche dell'impianto di smaltimento;
      - caratterizzazione dei rifiuti;
      - definizione e giustificazione del periodo temporale di riferimento.
    - *Definizione degli scenari, metodologie di valutazione e interpretazione dei risultati*
      - individuazione delle caratteristiche, degli eventi e dei processi<sup>5</sup> che possono influenzare il comportamento a lungo termine del sistema;
      - selezione delle caratteristiche, degli eventi e dei processi specifici per l'impianto di smaltimento
      - scenario evolutivo normale (scenario di riferimento o di progetto):
        - definizione dello scenario evolutivo normale;
        - sviluppo dei modelli concettuali;
        - sviluppo dei modelli matematici e del software;
        - applicazione dei modelli e calcolo delle conseguenze;
        - analisi di sensibilità e delle incertezze;
        - valutazione complessiva dell'affidabilità delle analisi;
        - confronto dei risultati con gli obiettivi di radioprotezione;
      - scenari alternativi, con probabilità di accadimento più bassa inclusi gli scenari di intrusione umana

---

<sup>5</sup> Questo passaggio è relativo all'identificazione di tutte le caratteristiche rilevanti del sito, geosfera, biosfera, barriere ingegnerizzate, eventi e processi, che potrebbero influenzare l'isolamento a lungo termine dei rifiuti e causare la migrazione dei radionuclidi. L'elenco delle caratteristiche, degli eventi e dei processi dovrebbe essere utilizzato per costruire gli scenari, per individuare i percorsi di migrazione dei radionuclidi e per lo sviluppo dei modelli concettuali associati.

- definizione degli scenari alternativi e selezione dello/gli scenari/i di riferimento inclusi gli scenari di intrusione umana;
- sviluppo dei modelli concettuali;
- sviluppo dei modelli matematici e del software;
- applicazione dei modelli e calcolo delle conseguenze;
- analisi di sensibilità e delle incertezze;
- valutazione complessiva dell'affidabilità delle analisi;
- confronto dei risultati con gli obiettivi di radioprotezione.

9. *Predisposizioni per la protezione fisica e le salvaguardie*

10. *Predisposizioni per la gestione delle emergenze*

11. *Sistema di gestione*

- Elementi per la definizione della struttura organizzativa per le varie fasi (Regolamento di esercizio);
- programma di gestione della qualità;
- qualificazione e formazione del personale.

12. *Conclusioni sulle dimostrazioni di sicurezza*

- Principali elementi a dimostrazione della sicurezza del sistema di smaltimento (caratteristiche del progetto, robustezza delle strutture, prove, ispezioni e monitoraggi);
- principali risultati dell'analisi di sicurezza con evidenza del rispetto degli obiettivi di radioprotezione e dei correlati margini;
- valutazione delle incertezze;
- affidabilità delle analisi ed elementi di cautela a fronte delle incertezze evidenziate.



## **Allegato IV – Revisione periodica dell'analisi di sicurezza**

La Revisione Periodica di Sicurezza (RPS) viene svolta tenendo conto

- delle modifiche intervenute nelle strutture, nei sistemi, nei componenti (SSC) e in generale nelle configurazioni dell'impianto nonché nelle procedure nel sistema di gestione;
- delle lezioni apprese dai programmi di ricerca e sviluppo, monitoraggio, manutenzione, collaudo, ispezione e gestione dell'invecchiamento;
- dei dati e delle informazioni derivanti dall'esperienza operativa;
- di eventuali modifiche nella normativa di riferimento applicabile.

La RPS deve contenere, come minimo, i seguenti elementi:

- revisione e analisi dell'esperienza operativa maturata sulle apparecchiature, su strutture, sistemi e componenti, incluse le attività di manutenzione, ispezione e controllo; descrizione degli eventuali eventi anomali o incidentali accaduti, l'analisi delle cause e le azioni correttive intraprese; eventuali modifiche della struttura, delle procedure operative e dell'organizzazione.
- revisione dei criteri di accettazione dei rifiuti, tenuto conto dello stato attuale delle conoscenze e dell'esperienza nella caratterizzazione fisico-chimica e radiologica;
- revisione del processo di accettazione dei rifiuti, incluse le modalità di controllo sulla produzione dei rifiuti e di verifica della conformità ai criteri di accettazione dei rifiuti;
- valutazione dell'impatto complessivo sulla sicurezza dei rifiuti che presentano deviazioni rispetto ai criteri di conformità accettati per lo smaltimento;
- revisione dell'esperienza operativa negli aspetti di protezione dalle radiazioni per i lavoratori e il pubblico, incluso il controllo delle emissioni a seguito dei rilasci/scarichi e la valutazione dell'impatto radiologico sull'ambiente;
- revisione delle conoscenze e dell'esperienza maturata in relazione agli aspetti che influenzano la sicurezza post-chiusura, compresa un'analisi delle prestazioni e della potenziale evoluzione delle barriere, del sito e della biosfera. Revisione delle ipotesi alla base del rapporto di sicurezza per confermare che sono ancora valide;
- verifica della conformità ai requisiti normativi correnti (nazionali e internazionali):
  - individuazione di eventuali deviazioni significative dagli standard attuali (applicabili) e dalle buone pratiche e valutazione dell'impatto sulla sicurezza;
  - individuazione di eventuali requisiti contrastanti tra i diversi regimi normativi.