

8.11 Rischio derivante dal trasporto di materie radioattive e fissili

8.11.1 Premessa



Il **Rischio Radiologico** è il rischio corrispondente all'esposizione indebita o accidentale alla radioattività artificiale. Ove l'esposizione coinvolga materie fissili, in particolare *uranio* e *plutonio*, si parla anche di **Rischio Nucleare**.

La radiazione è solitamente classificata in base agli effetti che produce nell'interagire con la materia: si parla quindi di *radiazione ionizzante* oppure di *radiazione non ionizzante*. Quest'ultima comprende fenomeni quali la luce ultravioletta, il calore radiante e le microonde.

La **radiazione ionizzante** comprende invece:

- i fenomeni di radioattività naturale non connessi alle attività umane, come i raggi cosmici e la radiazione proveniente dalle materie radioattive contenute nel terreno;
- i fenomeni di radioattività artificiale causati dall'attività umana, come le sorgenti di raggi X per usi medici, e di radionuclidi.

Il **Rischio Nucleare**, ed il **Rischio Radiologico** hanno trovato una loro formale definizione all'interno del nuovo strumento normativo "*Codice della Protezione Civile*" (D.lgs. n. 01/2018) che ha sostituito il previgente ordinamento (legge 225/1992) dove all'Art. 16 (*Tipologia dei rischi di protezione civile*) definisce -per la prima volta- "*normativamente*" i rischi di protezione civile ed, in particolare, al comma 2 prevede anche come "*l'azione del Servizio nazionale è suscettibile di esplicitarsi, altresì, per le seguenti tipologie di rischi: chimico, **nucleare, radiologico**, tecnologico, industriale, da trasporti, ambientale, igienico-sanitario e da rientro incontrollato di oggetti e detriti spaziali*".

Le possibili sorgenti di rischio radiologico e nucleare in Italia sono connesse agli utilizzi delle materie radioattive artificiali. Gli usi più significati della radioattività nel nostro Paese, sono principalmente legati a:

- applicazioni mediche per terapia (sorgenti radioattive di grande intensità e di lunga vita media);
- applicazioni mediche per diagnostica (sorgenti radioattive di bassa intensità e di vita media breve);
- applicazioni industriali (sorgenti radioattive di media intensità e lunga vita media);



- ricerche scientifiche (impianti nucleari di potenza zero, acceleratori di particelle, sorgenti di taratura);
- trasporto sul territorio italiano di materie radioattive per le applicazioni elencate;
- sosta in alcuni porti predeterminati e appositamente attrezzati di naviglio militare a propulsione nucleare;
- produzione di energia elettrica (ferma, al momento, per la moratoria decisa da Governo e Parlamento);
- rifiuti radioattivi derivanti dalle applicazioni precedenti.

L'attività di prevenzione riveste un ruolo di primo piano per eliminare o ridurre i possibili danni legati al rischio radiologico/nucleare.

Importante strumento adottato a livello nazionale è il **Piano delle misure protettive contro le emergenze radiologiche** del 1° marzo 2010 (che ha revisionato il precedente del 1996), che individua le misure per fronteggiare le conseguenze di incidenti in impianti nucleari al di fuori del territorio nazionale per cui è richiesto un coordinamento delle risorse a livello nazionale. Il Piano è stato redatto dal Dipartimento della Protezione Civile in collaborazione con ISPRA – Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale.

Il monitoraggio della radioattività a livello nazionale e regionale, indispensabile anche per garantire un'informazione preventiva e in emergenza alla popolazione, viene realizzato attraverso un sistema di reti di monitoraggio.

In Italia la normativa in materia di radiazioni ionizzanti deriva sostanzialmente dal recepimento delle Direttive comunitarie di settore. Il testo base è rappresentato dal Decreto Legislativo n. 230 del 17 marzo 1995. In particolare, il capo X del provvedimento è dedicato alla pianificazione di emergenza e all'informazione alla popolazione. Vengono introdotti, in conformità alla generale normativa sulla pianificazione di emergenza, sia il Piano Nazionale delle emergenze radiologiche sia i Piani di emergenza relativi a scenari di natura locale o provinciale.

Il *Piano nazionale delle misure protettive contro le emergenze radiologiche* individua e disciplina le misure necessarie per fronteggiare gli incidenti che avvengono in impianti nucleari al di fuori del territorio nazionale, tali da richiedere azioni di intervento coordinate a livello nazionale. Il Piano definisce le procedure operative per la gestione del flusso di informazioni tra i diversi soggetti coinvolti, l'attivazione e il coordinamento delle componenti del Servizio Nazionale e il modello organizzativo per la gestione dell'emergenza.

Lo scenario di riferimento del Piano non esaurisce la casistica dei possibili incidenti legati all'utilizzo o al trasporto di materie radioattive o fissili nel territorio italiano. A ogni tipologia di rischio radiologico deve comunque corrispondere, prima della fase di pianificazione, una valutazione tecnico-scientifica degli scenari di riferimento, delle conseguenze sull'ambiente e sulla salute, dei mezzi necessari per il rilevamento della radioattività e del territorio colpito dall'incidente.



Nel documento sono riportate le azioni che le autorità statali e locali devono intraprendere per limitare gli effetti della diffusione di una eventuale nube radioattiva, e le procedure per l'attivazione e il coordinamento delle principali componenti del Servizio Nazionale della Protezione Civile. Il Piano indica le modalità per lo scambio di informazioni tra le autorità, e la diffusione delle stesse alla popolazione che può essere coinvolta dall'incidente.

Ogni tipologia di evento incidentale deve essere analizzata e studiata in un apposito documento di *Presupposti Tecnici*, come base di riferimento per la pianificazione. Lo schema seguente fornisce una breve sintesi della struttura di responsabilità valida al momento in Italia, per quanto riguarda la pianificazione di emergenza in materia di radiazioni ionizzanti.

SCENARIO INCIDENTALE	LIVELLO	AUTORITÀ DI PIANIFICAZIONE	RESP. RAPPORTO TECNICO ¹⁹
Incidente grave in impianti nucleari oltre frontiera	NAZIONALE	Dipartimento della Protezione Civile	ISPRA
Incidente in impianti nucleari italiani in dismissione, centri di ricerca, luoghi di impiego o detenzione di sostanze radioattive	LOCALE	Prefetto	Esercente
Aree portuali con presenza di naviglio a propulsione nucleare	LOCALE	Prefetto	Ministero della Difesa
Trasporti di materie radioattive o fissili	LOCALE	Prefetto	ISPRA
Trasporto di combustibile nucleare irraggiato	LOCALE	Prefetto	Trasportatore

¹⁹ Responsabile del documento di Presupposti Tecnici (Rapporto Tecnico).



Oltre alle procedure codificate nel Piano, le autorità italiane hanno a disposizione una serie di strumenti per il monitoraggio tecnico-scientifico degli eventi calamitosi. L'Italia si è dotata, a partire dagli anni ottanta, di un sistema di reti di sorveglianza per il monitoraggio della radioattività che comprende reti nazionali e

regionali. Le reti nazionali (coordinate dall'ISPRA – Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale) sono la rete *Resorad* per il monitoraggio della radioattività ambientale e le reti di allarme, tra loro complementari, *Remrad* e *Gamma*.

A queste si affianca la rete del Corpo Nazionale dei Vigili del Fuoco che, nata durante il periodo della guerra fredda, è stata completamente rivista e ristrutturata negli anni '90, rendendola idonea ad un monitoraggio radiometrico di maggiore dettaglio e per finalità di difesa civile.

In caso di emergenza, vengono intensificate le misure radiometriche, eseguite periodicamente dai laboratori delle ARPA (Agenzie Regionali per la Protezione dell'Ambiente). I dati raccolti dalle reti di monitoraggio, insieme con le previsioni meteorologiche e altre informazioni fornite da specifiche banche dati, confluiscono nel sistema di calcolo *Aries*, messo a punto dall'ISPRA, che elabora previsioni e modelli di diffusione di una eventuale nube radioattiva su scala europea.



8.11.2 Materiali fissili

Il DPCM del 10 febbraio 2006 stabilisce che le spedizioni di materiali fissili sono soggette a comunicazione preventiva indipendentemente dalla quantità di materiale trasportato.

Per le materie fissili dell'Allegato 1 del DPCM (sostanze contenenti D-233, U-235, Pu-238, Pu-239, Pu-241) le attività di riferimento, per ciascun radionuclide, in corrispondenza dei quali si hanno conseguenze radiologiche simili a quelle stimate per lo Scenario 1 (cfr. §8.11.4.1) sono le seguenti:

- U233: 4,50GBq
- U-235: 5,09GBq
- Pu238: 0,39GBq
- Pu239: 0,36GBq
- Pu241: 18,8GBq

Per quantitativi superiori si applicano le indicazioni operative relative allo Scenario 2 (cfr. §8.11.4.2).

Nel caso la spedizione comprenda più radionuclidi, le attività vanno opportunamente sommate.



8.11.3 Descrizione della situazione locale

Nel territorio provinciale viene movimentato un discreto numero di sorgenti per le attività più varie, sia per fini industriali, che medici e di ricerca.

Le sorgenti di più alta attività sono quelle per gammagrafia industriale, con iridio 192 fino a 1274 GBq, e radiodiagnostica, con Cobalto 60 fino a 852 GBq (dati 2005 ÷ 2009).

8.11.4 Scenari di rischio

Il trasporto delle materie radioattive è attività funzionale all'uso e/o allo sfruttamento delle materie fissili nei campi industriale, medico, della ricerca scientifica, nonché della produzione energetica.

La sicurezza nel trasporto è affidata da apposite norme tecniche alle caratteristiche degli imballaggi che osservano criteri di adeguatezza alla quantità, all'attività e allo stato fisico e chimico del contenuto e che devono garantire, nelle condizioni normali di trasporto e nelle condizioni incidentali previste dalle norme tecniche, adeguati livelli di schermaggio delle radiazioni della sostanza trasportata.

Il trasporto di materie radioattive è soggetto, inoltre, alle norme generali di radioprotezione dei lavoratori e della popolazione contenute nel D.Lvo n. 230/1995 e successive modificazioni.

La natura, le caratteristiche e le conseguenze degli incidenti che possono verificarsi nel corso delle attività di trasporto che coinvolgono materie radioattive e fissili, dipendono da diversi fattori, fra i quali:

- il modo di trasporto (strada, ferrovia, aereo, mare);
- il tipo delle materie radioattive trasportate (uso medico e industriale, rifiuti radioattivi, materie fissili);
- il tipo di collo (esente, industriale, tipo A, tipo B e fissile, tipo C - aereo);
- la severità dell'incidente e i suoi effetti sull'integrità del collo coinvolto;
- la quantità delle materie radioattive coinvolte.

Il degrado del collo potrebbe essere conseguenza di:

- un impatto estremamente severo o un incendio intenso e di lunga durata, in grado di danneggiare la schermatura o il sistema di contenimento del collo;
- un difetto nel collo, che potrebbe limitare le capacità di resistere alle sollecitazioni per le quali è stato progettato.

Ai fini della pianificazione dell'emergenza, per l'individuazione degli scenari viene ipotizzato un **incidente molto grave**, caratterizzato dall'impatto del mezzo di trasporto con un altro mezzo e successivo sviluppo d'incendio.

È definito **incidente grave** quello caratterizzato dall'impatto del mezzo di trasporto con un altro mezzo senza sviluppo d'incendio e **incidente lieve** quello caratterizzato dal solo impatto di moderata entità.

Le conseguenze di questi ultimi incidenti sono ovviamente ricomprese nell'ambito di quelle stimate per l'incidente molto grave e ad essi possono applicarsi le medesime predisposizioni per l'emergenza, ovviamente graduate in maniera opportuna, in relazione all'effettiva entità dell'evento.



Ai fini della stima delle conseguenze radiologiche per la pianificazione di emergenza sono stati individuati due scenari di riferimento, tipici di un trasporto stradale. Per quanto attiene alle quantità sono stati individuati due livelli, ai quali sono stati associati due diversi scenari, facendo riferimento a una spedizione con colli di tipo A²⁰ di un materiale in forma non speciale.

²⁰ Colli di tipo A. Un collo di tipo A è destinato al trasporto in sicurezza di quantitativi relativamente piccoli di materiale radioattivo. Tali colli devono essere in grado di resistere alle forti sollecitazioni che facilmente si producono durante il trasporto internazionale, ad es. a cadute (anche da veicoli), all'urto di oggetti acuminati, all'esposizione alla pioggia o alla sovrapposizione di altri colli o merci.

Colli di tipo B. I colli di tipo B sono utilizzati per il trasporto di quantitativi maggiori di materiali radioattivi e sono concepiti per resistere agli effetti di incidenti gravi. Il modello di collo deve superare prove di resistenza al fuoco, all'immersione in acqua e di caduta su una superficie dura da un'altezza di 9 metri. Questi colli sono utilizzati per il trasporto di combustibile nucleare, rifiuti nucleari, radioisotopi per radiografie industriali e altri materiali di elevata attività.



8.11.4.1 Scenario 1

Impatto più successivo incendio di un mezzo di trasporto con a bordo materie radioattive in forma non speciale, in colli di tipo A, con un quantitativo di radioattività pari a 3 A2 e cioè pari a 3 volte il valore limite di attività complessiva al di sopra del quale è prevista la comunicazione preventiva.

Nella predetta ipotesi, calcolando le dosi per il gruppo critico degli esposti (es. bambini), ad una distanza da 50 m a 4 km dal punto del rilascio e, in particolare, la dose da irraggiamento dal suolo, ipotizzando una permanenza delle persone sul suolo contaminato di un intero giorno, si ottengono i seguenti risultati:

*dose efficace totale (inalazione + irraggiamento diretto dalla nube e dal suolo) = **11,5 mSv** a 50 m e circa **3 mSv** a 100 m dal punto dell'incidente.*

Sulla base di tali valutazioni, contenute nel Rapporto Tecnico, viene ritenuto opportuna l'adozione dei seguenti provvedimenti:

- **allontanamento delle persone** presenti in un'area di **raggio di 50 m** dal luogo dell'incidente;
- **riparo al chiuso** fino ad una distanza di **100 m** dal luogo dell'incidente.

In mancanza di informazioni sulle condizioni radiologiche ed ambientali nei primi 50 m dal punto dell'incidente, anche al fine dell'effettuazione degli interventi di soccorso agli individui della popolazione coinvolti nell'incidente, feriti o non in grado di allontanarsi autonomamente, saranno acquisiti tempestivamente dal Direttore Tecnico dei Soccorsi (DTS) i dati ambientali e dosimetrici nelle immediate vicinanze del luogo dell'evento.

L'attuazione di un programma di monitoraggio radiometrico su matrici alimentari e ambientali in un'area che può estendersi fino a 6 km dal luogo dell'incidente ai fini dell'eventuale adozione di provvedimenti restrittivi sul consumo di alcuni alimenti avviene secondo le direttive impartite dal Centro di Coordinamento.



8.11.4.2 Scenario 2

Impatto più successivo incendio di un mezzo di trasporto con a bordo materie radioattive in forma non speciale, in colli di tipo A, con un quantitativo di radioattività pari a 30 A2, ovvero quando non sia possibile reperire informazioni specifiche sul contenuto della spedizione.

Nella predetta ipotesi, calcolando le dosi per il gruppo critico degli esposti (es. bambini), da 50 m a 4 km dal punto del rilascio e, in particolare, per quanto riguarda la dose da irraggiamento dal suolo, ipotizzando una permanenza delle persone sul suolo contaminato di un intero giorno, si ottengono i seguenti risultati:

*dose efficace totale (inalazione + irraggiamento diretto dalla nube e dal suolo) = **115 mSv** a 50 m, circa **30 mSv** a 100 m e **3,15 mSv** a 300 m dal punto dell'incidente.*

Sulla base di tali valutazioni, contenute nel Rapporto Tecnico, viene ritenuto opportuna l'adozione dei seguenti provvedimenti:

- **allontanamento delle persone** presenti in un'area di **raggio di 100 m** dal luogo dell'incidente;
- **riparo al chiuso** fino ad una distanza di **300 m** dal luogo dell'incidente.

In mancanza di informazioni sulle condizioni radiologiche ed ambientali nei primi 50 m dal punto dell'incidente, anche al fine dell'effettuazione degli interventi di soccorso agli individui della popolazione coinvolti nell'incidente, feriti o non in grado di allontanarsi autonomamente, saranno acquisiti tempestivamente dal DTS i dati ambientali e dosimetrici nelle immediate vicinanze del luogo dell'evento.

L'attuazione di un programma di monitoraggio radiometrico su matrici alimentari e ambientali in un'area che può estendersi fino a 6 km dal luogo dell'incidente ai fini dell'eventuale adozione di provvedimenti restrittivi sul consumo di alcuni alimenti avviene in un'area che può estendersi fino a 20 km dal luogo dell'incidente, secondo le direttive impartite dal Centro di Coordinamento.