

**CENTRO REGIONALE PER LE RADIAZIONI IONIZZANTI E NON IONIZZANTI**  
**Struttura Semplice 21.02 – Monitoraggio e controllo dei siti nucleari**

**MONITORAGGIO RADIOLOGICO AMBIENTALE**  
**SITO NUCLEARE DI TRINO (VC)**

**Rapporto anno 2007**

Relazione tecnica n. 09/SS21.02/2008

<b>Responsabile SC21</b>	Giovanni d'Amore
<b>Responsabile SS21.02</b>	Laura Porzio
<b>Componenti SS21.02</b>	Luca Albertone, Antonio Iacono, Roberta Olivetti, Alessandra Scarcelli



## INDICE

1.	PREMESSA	3
2.	RIFERIMENTI LEGISLATIVI	3
3.	ATTIVITA' SVOLTE DALL'IMPIANTO	4
4.	IL MONITORAGGIO RADIOLOGICO AMBIENTALE	4
5.	STRATEGIE DI CONTROLLO	5
6.	METODOLOGIA DI MISURA	7
7.	STRUMENTAZIONE UTILIZZATA	8
8.	LA RETE DI MONITORAGGIO	8
9.	MONITORAGGIO AMBIENTALE	11
	Acqua potabile di rete	11
	Acqua di falda superficiale	11
	Suolo imperturbato – strato superficiale	12
	Erba	12
	Suoli coltivati e relative coltivazioni	13
	Latte bovino crudo	13
	Ortaggi	14
	Sedimenti fluviali	14
	Particolato atmosferico	15
	Fall out	17
10.	ATTIVITA' DI CONTROLLO DEGLI SCARICHI DI EFFLUENTI RADIOATTIVI	18
11.	VALUTAZIONI DOSIMETRICHE	19
12.	VALUTAZIONI CONCLUSIVE	20

## 1. PREMESSA

Questa relazione viene redatta, conformemente a quanto previsto dalla procedura tecnica U.RP.T057, a conclusione

del monitoraggio radiologico ambientale del sito nucleare di Trino (VC) condotto nell'anno 2007.

## 2. RIFERIMENTI LEGISLATIVI

Il quadro legislativo di riferimento è costituito dal D. Lgs. 230/95 e ss.mm.ii. e dalla Legge n. 1860 del 31 dicembre 1962 e s.m.i.

Per completezza è opportuno ricordare che la Presidenza del Consiglio dei Ministri ha emanato in data 14 febbraio 2003 un Decreto che dichiarava "lo stato di emergenza in relazione all'attività di smaltimento di rifiuti radioattivi dislocati nelle regioni Lazio, Campania, Emilia Romagna, Basilicata e Piemonte" (sedi di installazioni nucleari).

Successivamente il 7 marzo 2003 è stata emanata la Ordinanza del Consiglio dei Ministri n. 3267 che disponeva la nomina del Presidente SO.G.I.N. – Società gestione impianti nucleari S.p.A. – quale Commissario delegato con il compito di mettere in sicurezza i materiali radioattivi e di predisporre i piani di avvio delle procedure di smantellamento delle centrali nucleari.

Il Commissario delegato, Generale Carlo Jean, per ottemperare ai suoi compiti, ha emanato 20 Ordinanze per pianificare le azioni necessarie allo smantellamento accelerato degli impianti in deroga alla normativa vigente in materia.

In particolare, sono di interesse per quanto riguarda il sito nucleare di Trino:

- l'Ordinanza n. 4 del 11 aprile 2003 del Commissario delegato che ha disposto il piano delle attività di adeguamento delle misure di protezione fisica e di progressiva diminuzione del rischio degli impianti;
- l'Ordinanza n. 5 del 29 aprile 2003 del Commissario delegato che ha fissato i limiti per l'allontanamento dei materiali solidi provenienti dalla dismissione degli

impianti del ciclo del combustibile nucleare – non considerati rifiuti radioattivi – verso le discariche e gli impianti di riciclo;

- Ordinanza del 16 dicembre 2004 che ha disposto lo svuotamento completo delle piscine degli impianti di Caorso, Trino, Avogadro ed EUREX dal combustibile irraggiato per il successivo invio al riprocessamento all'estero.

Sono inoltre di interesse:

- la Legge n. 368 del 24 dicembre 2003 (legge Scanzano), conversione del Decreto Legge n. 314 del 14 novembre 2003, che ha fissato modalità e tempi di realizzazione del Deposito nazionale dei rifiuti radioattivi;
- l'Ordinanza del Consiglio dei Ministri n. 3355 del 7 maggio 2004 dove sono contenute ulteriori disposizioni per la messa in sicurezza dei materiali radioattivi;
- il D.M. 2 dicembre 2004 "Indirizzi strategici e operativi alla SO.G.I.N. – Società gestione impianti nucleari S.p.A., ai sensi dell'articolo 13, comma 4, del decreto legislativo 16 marzo 1999, n. 79".

Si evidenzia che lo "stato di emergenza" di cui al D.P.C.M. 14 febbraio 2003 è terminato il 31 dicembre 2006.

Resta inoltre da citare il D. Lgs. 2 febbraio 2001 n. 31 "Attuazione della direttiva 98/83/CE relativa alla qualità delle acque destinate al consumo umano" che, pur non riguardando le azioni di monitoraggio e controllo dei siti nucleari, fissa in particolare le caratteristiche radiometriche delle acque potabili.

### 3. ATTIVITA' SVOLTE DALL'IMPIANTO

Nel corso del 2007 presso la Centrale Nucleare "E. Fermi", in attesa che si concluda l'iter autorizzativo per l'avvio del decommissioning, sono state svolte le attività

ordinarie di mantenimento in sicurezza dell'impianto.

Sono stati effettuati n. 2 scarichi di effluenti radioattivi liquidi nel fiume Po.



#### Centrale "E. Fermi" di Trino (VC)

**Tipologia:** impianto elettronucleare di potenza.

**Reattore:** ad acqua leggera in pressione (PWR).

**Potenza termica:** 870 MW.

**Periodo di servizio commerciale:** dal 1965 al 1987.

**Stato attuale dell'impianto:** fermo.

**Decommissioning:** è stata presentata l'istanza ai sensi del D. Lgs. 230/95; è stata avviata la procedura di VIA.

**Prospettive:** il piano di decommissioning prevede il rilascio del sito senza vincoli di tipo radiologico, cioè riutilizzabile per qualsiasi altra attività umana.

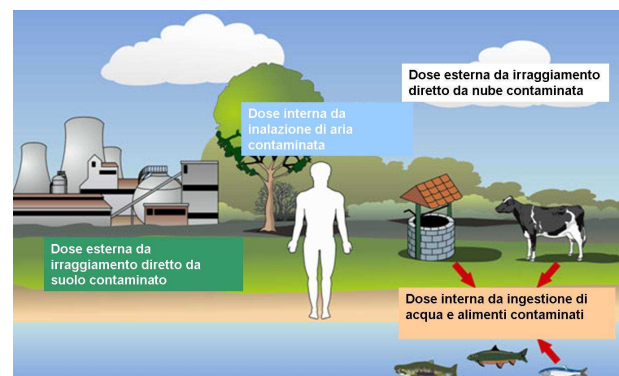
### 4. IL MONITORAGGIO RADIOLOGICO AMBIENTALE

Pur avendo cessato la produzione, presso l'impianto sono in atto alcune attività legate alla gestione in sicurezza ed alle prime operazioni propedeutiche al decommissioning. Queste attività possono produrre un impatto ambientale di tipo radiologico che, seppure non comparabile con quello relativo alla fase di esercizio, non può essere trascurato. Principalmente l'impatto è correlabile a:

- scarico autorizzato di *effluenti* radioattivi liquidi;
- scarico autorizzato di *effluenti* radioattivi aeriformi;
- possibili eventi anomali o incidentali.

Tra i fattori di rischio sopra riportati gli scarichi autorizzati sono i più controllabili poiché avvengono nel rispetto di una determinata *formula di scarico* assegnata ad ogni impianto dall'autorità di controllo. La sua elaborazione tiene conto della *ricettività ambientale*, ossia della quantità massima di *radionuclidi* che può essere scaricata in un determinato ambiente senza che i *gruppi critici* di popolazione ricevano attraverso le *vie critiche* di esposizione, un equivalente di

dose superiore a quelli fissati dalla normativa vigente.



L'esecuzione di un monitoraggio radiologico è in questo contesto necessaria per garantire che non si verifichino nell'ambiente fenomeni di accumulo legati al mancato rispetto delle formule di scarico o alla variazione delle modalità di diffusione dei contaminanti correlabili a modificazioni ambientali (ad esempio: variazione dell'assetto fluviale, variazioni meteo-climatiche, sfruttamento del territorio).

**ARPA Ente di diritto pubblico – Centro Regionale per le Radiazioni Ionizzanti e Non Ionizzanti**

Via Jervis, 30 - 10015 Ivrea (TO) - Tel. 012564511 - fax 01256453584 - Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017 -E-mail: SC21@arpa.piemonte.it

**Struttura Semplice 21.02 Radiazioni ionizzanti – Monitoraggio e controllo siti nucleari**

Via Trino, 89 – 13100 Vercelli – Tel. 01612698304 – fax 01612698303

I rilasci conseguenti eventi anomali o incidentali invece non sono controllabili e

necessitano di volta in volta di azioni mirate alla situazione.

### **COS'È IL MONITORAGGIO RADIOLOGICO AMBIENTALE**

Il monitoraggio radiologico ambientale è uno strumento che consente di valutare lo stato della contaminazione radioattiva dell'ambiente e conseguentemente di stimare *l'equivalente di dose* alla popolazione, grandezza proporzionale al rischio indotto dall'esposizione alle radiazioni ionizzanti. Si possono considerare due tipi di monitoraggio: periodico e straordinario.

#### **➤ Il monitoraggio ordinario**

Viene effettuato con il fine di segnalare tempestivamente l'insorgere di situazioni anomale e di fenomeni di accumulo di particolari radionuclidi rilasciati nell'ambiente in modo autorizzato. Un monitoraggio, per essere uno strumento efficace, deve essere pianificato sulla base delle indicazioni che emergono dallo studio preliminare. Questo studio, partendo, per ogni sito, dalle informazioni sulle modalità e sulla quantità di effluenti radioattivi scaricati, consente di individuare, con l'ausilio di opportuni modelli di diffusione, le **vie critiche** ed i **gruppi critici**. Vengono così scelte le **matrici ambientali** ed **alimentari** da campionare, i **punti di prelievo** significativi e la **frequenza di campionamento**.

Sulla scorta di queste considerazioni, Arpa Piemonte ha perfezionato il piano di monitoraggio del sito di Trino ed effettua con continuità i controlli.

#### **➤ Il monitoraggio straordinario**

Viene effettuato in occasione di particolari attività o dopo il verificarsi di una situazione anomala, incidentale o di calamità naturale che interessi un sito nucleare. In questo caso il monitoraggio viene pianificato in funzione dell'accaduto e non ha più una funzione strettamente preventiva ma è mirato alla verifica delle eventuali conseguenze indotte sull'ambiente dall'evento in questione.

Le misure di concentrazione effettuate sulle varie matrici campionate vengono pertanto utilizzate per calcolare le dosi agli individui dei gruppi critici, tenendo conto delle abitudini alimentari e di vita. In questo modo è possibile stabilire intervalli di riferimento entro i quali i valori delle concentrazioni devono mantenersi per garantire il rispetto

## **5. STRATEGIE DI CONTROLLO**

Sono state applicate le strategie di controllo riportate nelle relazioni precedenti ed ampiamente descritte nel documento *Strategie di monitoraggio e controllo dei siti nucleari* disponibile sul sito [www.arpa.piemonte.it](http://www.arpa.piemonte.it)

Di seguito, per comodità di consultazione, vengono brevemente riassunte.

La normativa di riferimento (D. Lgs. 230/95 e ss.mm.ii.) pone dei valori limite sulla grandezza fisica "dose efficace" E, data dalla somma delle dosi efficaci ricevute per

esposizione esterna e impegnate per inalazione o per ingestione a seguito dell'introduzione di radionuclidi verificatesi nel periodo di riferimento. Il limite di dose efficace E per gli individui della popolazione è stabilito in 1 mSv per anno solare. Inoltre è fissato in 10 µSv per anno solare il limite per la non rilevanza radiologica: al di sotto di tale soglia si può ritenere del tutto trascurabile l'impatto radiologico.

I limiti fissati dalla normativa non sono direttamente confrontabili con i risultati

**ARPA Ente di diritto pubblico – Centro Regionale per le Radiazioni Ionizzanti e Non Ionizzanti**

Via Jervis, 30 - 10015 Ivrea (TO) - Tel. 012564511 - fax 01256453584 - Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017 -E-mail: SC21@arpa.piemonte.it

**Struttura Semplice 21.02 Radiazioni ionizzanti – Monitoraggio e controllo siti nucleari**

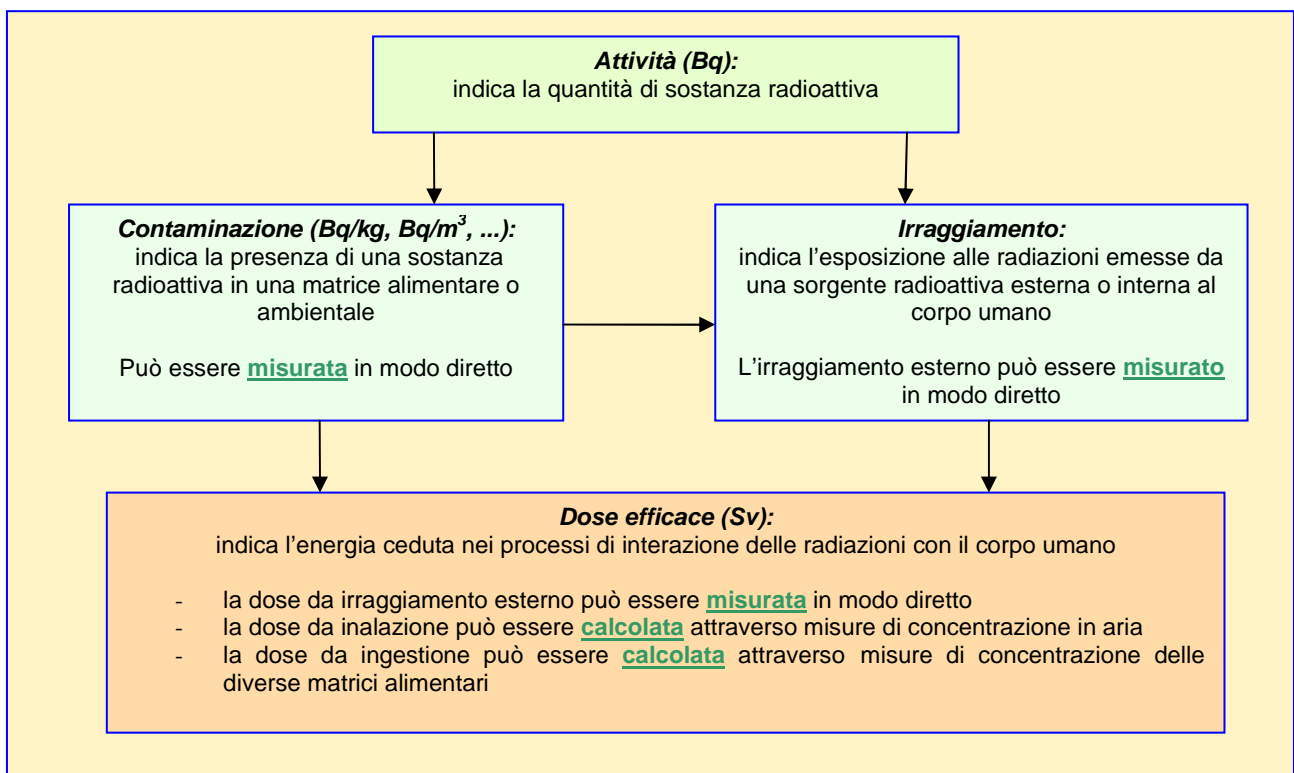
Via Trino, 89 – 13100 Vercelli – Tel. 01612698304 – fax 01612698303

analitici, che forniscono dei valori di contaminazione, dal momento che si tratta di grandezze fisiche di natura diversa. Pertanto, al fine di disporre di uno strumento operativo immediato ed efficace, sono stati ricavati dei livelli di riferimento per le concentrazioni nelle varie matrici.

Inoltre si è tenuto conto dei valori di screening (di seguito indicati con *S*) fissati per alcune grandezze a livello internazionale e/o comunitario (attività alfa e beta totale

nelle acque potabili e nel particolato atmosferico). I *valori di screening* costituiscono dei valori di attenzione che suggeriscono di intraprendere azioni finalizzate ad un approfondimento della situazione.

Tralasciando in questa sede il dettaglio dei calcoli necessari per la determinazione dei *valori soglia* li riporteremo di volta in volta in calce ai risultati analitici per consentire un immediato confronto.



## 6. METODOLOGIA DI MISURA

I metodi utilizzati per l'esecuzione delle analisi – contenuti nel “Catalogo prove” di Arpa Piemonte riportati in Allegato 1 – sono stati scelti per permettere la determinazione quantitativa dei contaminanti maggiormente rilevanti dal punto di vista radioprotezionistico rispetto alla natura degli impianti oggetto del monitoraggio. Sullo stesso campione possono essere eseguite più determinazioni, applicando metodi diversi in funzione dei nuclidi di interesse. Tra questi:

- la *spettrometria gamma* permette la determinazione simultanea, qualitativa e quantitativa, dei radionuclidi gamma emittenti presenti nella matrice considerata, sia artificiali che naturali, ed in particolare permette di individuare con elevatissima sensibilità la presenza di radioisotopi quali Cs-137 e Co-60. Può essere eseguita direttamente sul campione senza la necessità di effettuare processi di separazione dei radionuclidi e pertanto viene eseguita sulla quasi totalità dei campioni;
- la determinazione dell'attività *alfa totale* e *beta totale* permette la quantificazione dell'attività imputabile a tutti i radionuclidi

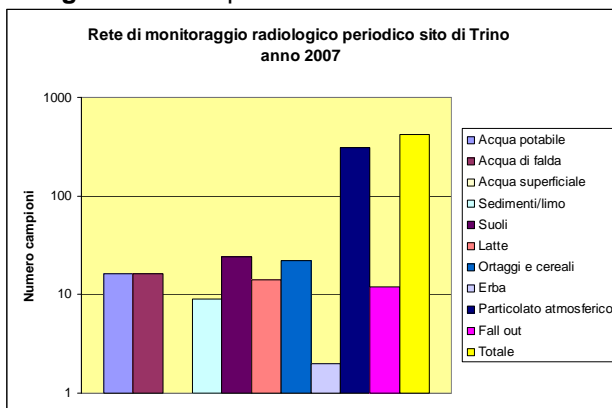
alfa emittenti e beta emittenti presenti nel campione, senza consentirne l'analisi qualitativa. Rappresenta un utile strumento per un confronto diretto con i *valori di screening* fissati per la contaminazione dell'aria e dell'acqua destinata al consumo umano;

- i *metodi radiochimici* prevedono la separazione dei singoli radionuclidi alfa emittenti (Plutonio, Americio, Uranio) e beta emittenti (Stronzio) e la loro successiva determinazione quantitativa. Si tratta di analisi estremamente laboriose che non sono applicabili in larga scala;
- la determinazione di *Tritio* prevede la distillazione del campione e viene eseguita sui campioni di acqua destinata al consumo umano e di falda.

Nel grafico di figura 6.1 è riportato il numero di campioni – suddivisi per matrice – prelevati ed analizzati nel corso del 2007 nell'ambito della rete di monitoraggio radiologico ambientale ordinario del sito nucleare di Trino.

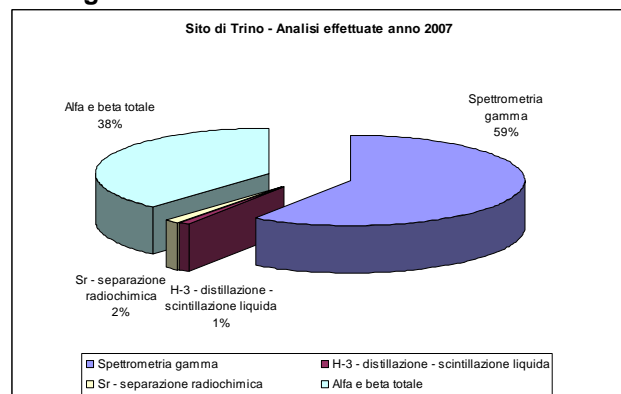
Nel grafico di figura 6.2 è invece riportata la distribuzione percentuale delle tipologie di analisi.

**Figura 6.1** Campioni analizzati nell'anno 2007.



I risultati delle analisi vengono espressi come concentrazioni di attività per il singolo radionuclide riferite alla massa, al volume o alla superficie della matrice considerata (Bq/kg, Bq/l, Bq/m<sup>3</sup> e Bq/m<sup>2</sup> rispettivamente).

**Figura 6.2** Analisi effettuate nell'anno 2007.



La sensibilità della misura viene indicata dalla MAR (Minima Attività Rivelabile): tale grandezza rappresenta la minima quantità di radioattività che la metodica analitica è in grado di rivelare. Nel caso in cui non si riveli

contaminazione da parte di un certo radionuclide verrà comunque considerata la MAR come limite superiore per la concentrazione del radionuclide stesso (nelle tabelle si vedrà il simbolo <). La sensibilità delle misure deve essere tale da garantire

delle MAR (Minima Attività Rilevabile) sempre inferiori ai valori soglia per la non rilevanza radiologica e ai *valori di screening*. In tabella 6.1 sono riportati gli ordini di grandezza delle sensibilità di misura (MAR).

**Tabella 6.1** Sensibilità di misura, espresse in termini delle MAR (ordini di grandezza).

Parametro	Cs-137 Bq/kg	Cs-137 acqua Bq/l	Sr-90 acqua Bq/l	H-3 acqua Bq/l	α-tot acqua Bq/l	β-tot acqua Bq/l	α-tot aria Bq/m <sup>3</sup>	β-tot aria Bq/m <sup>3</sup>
<b>MAR</b>	0,5	0,005	0,005	4	0,1	0,2	0,00008	0,0002

## 7. STRUMENTAZIONE UTILIZZATA

Per l'esecuzione delle misure radiometriche è stata utilizzata la seguente strumentazione:

- catene spettrometriche gamma con rivelatore al germanio iperpuro di tipo *p* o di tipo *n* e software di elaborazione "Gamma Vision - versione 6.0" della EG&G Ortec;
- contatore proporzionale a flusso di gas Berthold mod. LB 770;
- contatore a scintillazione liquida Wallac mod. Winspectral 1414.



Catene spettrometriche gamma con rivelatori al Germanio

## 8. LA RETE DI MONITORAGGIO

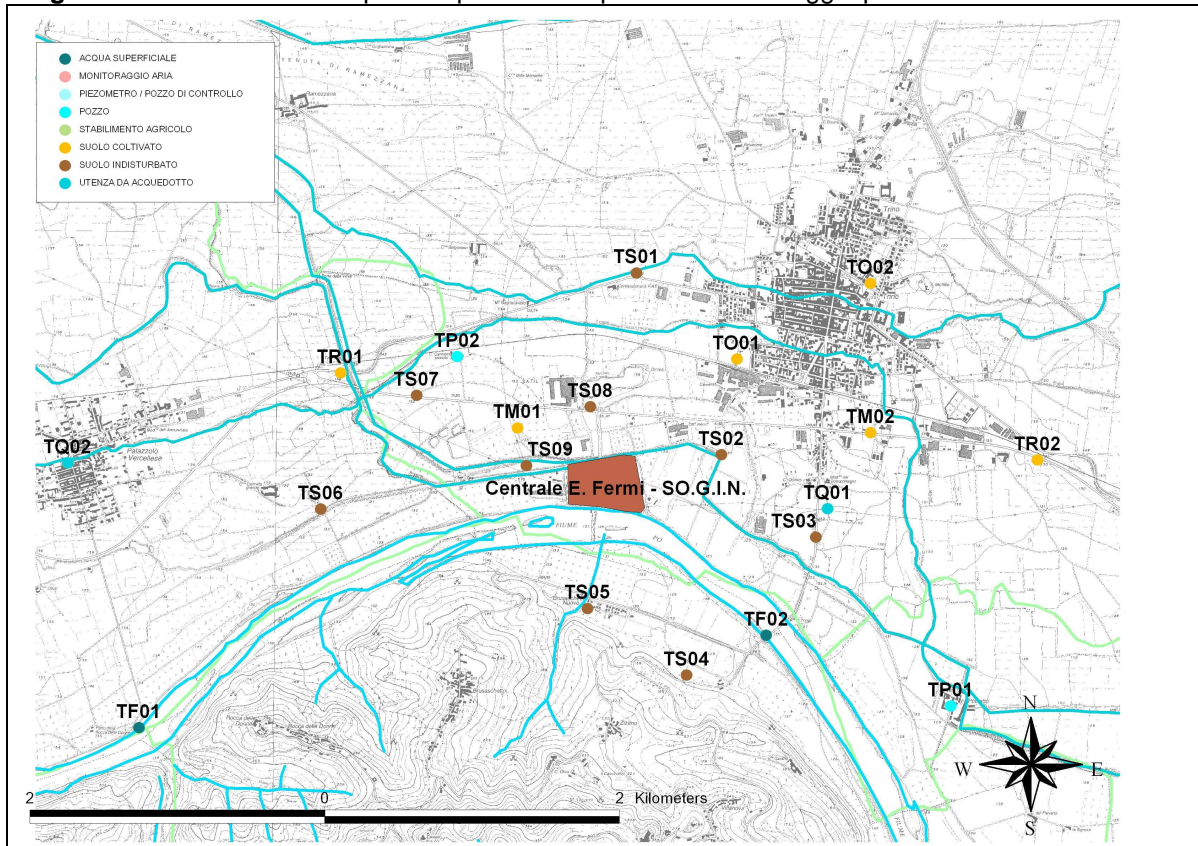
Con apposito studio radioecologico sono state individuate le matrici ambientali e alimentari considerate come indicatori locali, la frequenza minima di campionamento, le determinazioni analitiche da effettuare ed ai valori di riferimento da adottare (paragrafo 5). Tutti i prelievi sono effettuati secondo precise modalità di campionamento in modo da garantire la significatività e la riproducibilità dei dati misurati.

Di seguito sono riportate la cartina (fig. 8.1) con la dislocazione dei punti di prelievo dei

campioni della rete di monitoraggio e la tabella 8.1 con il piano di monitoraggio. Non sono riportati nella cartina i punti TF03 e TF04 che si trovano nei pressi di Casale Monferrato sul Canale Lanza – prima derivazione irrigua a valle dell'impianto – ed i punti TR03 e TM03, suoli coltivati rispettivamente a riso ed a mais, per la cui irrigazione viene utilizzata l'acqua del Canale Lanza stesso.



**Figura 8.1** Distribuzione dei punti di prelievo del piano di monitoraggio per il sito nucleare di Trino.



**Tabella 8.1** Piano di monitoraggio per il sito nucleare di Trino.

Matrice	Punti di prelievo	Frequenza di campionamento	Parametro	S Bq/kg Bq/m <sup>3</sup>	R <sub>non rilevanza j</sub> Bq/kg Bq/m <sup>3</sup>	R <sub>i</sub> Bq/kg Bq/m <sup>3</sup>
Acqua potabile	TQ01, TQ02	trimestrale	α totale	0,5		
			β totale	1		
			H-3	100		
			Cs-134		1,1	11
			Cs-137		1,5	15
			Co-60		1,2	12
			Sr-90		0,29	2,9
			Am-241		0,018	0,18
			Pu-239/240		0,016	0,16
Pu-238		0,017	0,17			
Acqua di falda superficiale	TP01, TP02, TP03, TO01	trimestrale	α totale	0,5		
			β totale	1		
			H-3	100		
			Cs-134		1,1	11
			Cs-137		1,5	15
			Co-60		1,2	12
			Sr-90		0,29	2,9
			Am-241		0,018	0,18
			Pu-239/240		0,016	0,16
Pu-238		0,017	0,17			
Cereali	TM01, TM02, TM03, TR01, TR02, TR03	annuale	Cs-137		5,5	550
			Co-60		4,4	420
Latte	TC01, TC02, TC03	trimestrale	Cs-137		4	400
			Co-60		1,5	150
			Sr-90		0,36	36
Sedimenti fluviali	TF01, TF02, TF03, TF04	semestrale	Cs-137		550	55000
			Co-60		440	44000
			Am-241		240	24000
			Pu-239/240		210	21000
			Pu-238		220	22000
Ortaggi	TO01, TO02	trimestrale	Cs-137		13	1300
			Co-60		9,3	930
Erba	TS09	semestrale	Cs-137			
			Co-60			
Suolo imperturbato	TS01, TS02, TS03, TS04, TS05, TS06, TS07, TS08, TS09	semestrale	Cs-137		10000	1000000
			Co-60		2300	230000
			Cs-137		10000	1000000
Suolo coltivato	TM01, TM02, TM03, TR01, TR02, TR03	annuale	Co-60		2300	230000
			Am-241		850000	85000000
			Cs-137		550	55000
			Co-60		440	44000
			Am-241		240	24000
Particolato atmosferico	VA01	continua	α totale ritardata	0,0005		
			β totale ritardata	0,005		
			Cs-137		0,3	30
			Co-60		0,13	13
			I-131		0,073	7,3

## 9. MONITORAGGIO AMBIENTALE

### Acqua potabile di rete

Nei campioni di acqua potabile distribuita dall'acquedotto di Trino (punto TQ01) e da quello di Palazzolo Vercellese (punto TQ02) non è mai stata rilevata la presenza di radionuclidi di origine artificiale.

In particolare i risultati ottenuti si sono sempre mantenuti nettamente al di sotto dei *valori di screening* e dei *valori soglia per la non rilevanza radiologica*.

**Tabella 9.1** Risultati delle misure sui campioni di acqua potabile di rete.

Punto	Numero campione	Data prelievo	$\alpha$ totale Bq/l	$\beta$ totale Bq/l	Co-60 Bq/l	Cs-134 Bq/l	Cs-137 Bq/l	Sr-90 Bq/l	H-3 Bq/l
TQ01	07/005881	06/03/2007	< 0,090	< 0,212	< 0,00105	< 0,00279	< 0,00241	< 0,00378 07/034663	< 4,68 07/034663
	07/013564	21/05/2007	0,209 ± 0,054	0,291 ± 0,110	< 0,00288	< 0,00225	< 0,00290		
	07/019434	09/07/2007	< 0,083	< 0,204	< 0,00342	< 0,00230	< 0,00266		
	07/026113	06/09/2007	< 0,090	< 0,189	< 0,00292	< 0,00282	< 0,00232		
TQ02	06/033393	06/12/2006	< 0,084	< 0,188	< 0,00081	< 0,00217	< 0,00357		
	07/004684	21/02/2007	0,156 ± 0,057	0,352 ± 0,110	< 0,00203	< 0,00220	< 0,00242	< 0,00455 07/034665	< 4,40 07/034665
	07/013560	21/05/2007	< 0,085	0,275 ± 0,100	< 0,00228	< 0,00231	< 0,00127		
	07/019433	09/07/2007	< 0,075	< 0,192	< 0,00218	< 0,00211	< 0,00301		
07/032898	07/11/2007	< 0,068	< 0,156	< 0,00339	< 0,00323	< 0,00300			
<b>S, R non rilevanza</b>			<b>0,5</b>	<b>1</b>	<b>1,2</b>	<b>1,1</b>	<b>1,5</b>	<b>0,29</b>	<b>100</b>

### Acqua di falda superficiale

Nell'acqua di falda superficiale prelevata nei pozzi privati nei punti TP01, TP02, TP03 e TO01 non è mai stata rilevata la presenza di radionuclidi di origine artificiale. Le concentrazioni di attività alfa totale e beta totale misurate in alcuni campioni sono attribuibili a radionuclidi di origine naturale,

come evidenziato anche dalle misure di spettrometria gamma. I risultati ottenuti si sono comunque sempre mantenuti nettamente al di sotto dei *valori di screening* e dei *valori soglia per la non rilevanza radiologica*.

**Tabella 9.2** Risultati delle misure sui campioni di acqua di falda superficiale.

Punto	Numero campione	Data prelievo	$\alpha$ totale Bq/l	$\beta$ totale Bq/l	Co-60 Bq/l	Cs-134 Bq/l	Cs-137 Bq/l	Sr-90 Bq/l	H-3 Bq/l
TO01	07/004677	21/02/2007	0,180 ± 0,061	< 0,175	< 0,00324	< 0,00204	< 0,00242	< 0,00567 08/007313	< 4,61 08/007313
	07/017940	26/06/2007	< 0,094	< 0,216	< 0,00220	< 0,00292	< 0,00277		
	07/026107	06/09/2007	< 0,084	< 0,215	< 0,00253	< 0,00292	< 0,00235		
	07/036818	12/12/2007	0,211 ± 0,063	0,327 ± 0,093	< 0,00225	< 0,00213	< 0,00115		
TP01	07/000863	12/01/2007	< 0,093	0,360 ± 0,120	< 0,00285	< 0,00128	< 0,00375	< 0,00479 08/007310	< 4,55 08/007310
	07/014389	28/05/2007	< 0,074	0,376 ± 0,120	< 0,00170	< 0,00267	< 0,00265		
	07/026117	06/09/2007	< 0,082	0,322 ± 0,110	< 0,00205	< 0,00245	< 0,00247		
	07/035148	28/11/2007	0,205 ± 0,057	0,395 ± 0,110	< 0,00289	< 0,00301	< 0,00213		
TP02	07/004693	21/02/2007	< 0,090	0,423 ± 0,130	< 0,00311	< 0,00317	< 0,00353	< 0,00508 08/007311	< 4,49 08/007311
	07/017686	25/06/2007	< 0,071	< 0,189	< 0,00239	< 0,00270	< 0,00264		
	07/032896	07/11/2007	< 0,092	0,383 ± 0,089	< 0,00360	< 0,00324	< 0,00262		
	07/035146	28/11/2007	0,139 ± 0,051	0,450 ± 0,091	< 0,00149	< 0,00338	< 0,00225		
TP03	07/000862	12/01/2007	< 0,205	< 0,242	< 0,00243	< 0,00245	< 0,00265	< 0,00478 08/007312	< 4,65 08/007312
	07/014387	28/05/2007	< 0,101	< 0,196	< 0,00200	< 0,00205	< 0,00354		
	07/026118	06/09/2007	< 0,096	0,400 ± 0,110	< 0,00161	< 0,00239	< 0,00236		
	07/035147	28/11/2007	0,161 ± 0,050	< 0,153	< 0,00223	< 0,00205	< 0,00289		
<b>S, R non rilevanza</b>			<b>0,5</b>	<b>1</b>	<b>1,2</b>	<b>1,1</b>	<b>1,5</b>	<b>0,29</b>	<b>100</b>

**ARPA Ente di diritto pubblico – Centro Regionale per le Radiazioni Ionizzanti e Non Ionizzanti**

Via Jervis, 30 - 10015 Ivrea (TO) - Tel. 012564511 - fax 01256453584 - Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017 - E-mail: SC21@arpa.piemonte.it

**Struttura Semplice 21.02 Radiazioni ionizzanti – Monitoraggio e controllo siti nucleari**

Via Trino, 89 – 13100 Vercelli – Tel. 01612698304 – fax 01612698303

### Suolo imperturbato – strato superficiale

Nello strato superficiale (0-5 cm) dei suoli prelevati all'esterno del sito è presente contaminazione da Cs-137 del tutto imputabile all'incidente di Chernobyl e confrontabile con le concentrazioni comunemente riscontrabili in questa matrice per altre zone della provincia e della regione. Tutti i valori si sono sempre mantenuti nettamente al di sotto dei *valori soglia per la non rilevanza radiologica*.



Prelievo di un campione di suolo

**Tabella 9.3** Risultati delle misure sui campioni di suolo imperturbato – strato superficiale.

Punto	Numero campione	Data prelievo	Am-241 Bq/kg	Co-60 Bq/kg	Cs-134 Bq/kg	Cs-137 Bq/kg
TS01	07/006936	14/03/2007	< 2,27	< 0,15	< 0,32	30,5 ± 2,2
	07/035093	27/11/2007	< 0,98	< 0,31	< 0,31	30,5 ± 3,7
TS02	07/005877	06/03/2007	< 1,51	< 0,33	< 0,30	19,3 ± 1,5
	07/032850	07/11/2007	< 1,48	< 0,31	< 0,23	21,4 ± 2,6
TS03	07/005874	06/03/2007	< 2,12	< 0,21	< 0,26	26,7 ± 1,9
	07/032847	07/11/2007	< 2,05	< 0,25	< 0,29	28,8 ± 3,5
TS04	07/005872	06/03/2007	< 2,21	< 0,26	< 0,34	187,0 ± 13,0
	07/032841	07/11/2007	< 1,63	< 0,35	< 0,38	144,0 ± 19,0
TS05	07/005873	06/03/2007	< 1,91	< 0,32	< 0,27	11,9 ± 1,2
	07/032845	07/11/2007	< 1,70	< 0,28	< 0,26	48,5 ± 5,9
TS06	07/006935	14/03/2007	< 1,77	< 0,33	< 0,41	18,9 ± 1,5
	07/035087	27/11/2007	< 1,40	< 0,25	< 0,25	51,0 ± 6,1
TS07	07/006934	14/03/2007	< 1,78	< 0,35	< 0,34	28,8 ± 2,1
	07/035083	27/11/2007	< 1,45	< 0,20	< 0,33	29,7 ± 4,1
TS08	07/005878	06/03/2007	< 1,88	< 0,22	< 0,27	32,8 ± 2,4
	07/032886	07/11/2007	< 1,89	< 0,26	< 0,24	33,6 ± 4,1
TS09	07/006933	14/03/2007	< 1,62	< 0,24	< 0,29	11,0 ± 0,9
	07/035081	27/11/2007	< 1,63	< 0,27	< 0,26	12,1 ± 1,5
<b>R non rilevanza</b>			<b>850000</b>	<b>2300</b>	<b>3900</b>	<b>10000</b>

### Erba

Nell'erba prelevata nel punto TS09, nei pressi della Centrale, occasionalmente è riscontrabile qualche traccia di Cs-137 correlabile alla contaminazione del suolo.

Non sono riportati i *valori soglia* poiché non definibili nel caso di questa matrice, considerata un indicatore qualitativo.

**Tabella 9.4** Risultati delle misure sui campioni di erba.

Punto	Numero campione	Data prelievo	Co-60 Bq/kg	Cs-134 Bq/kg	Cs-137 Bq/kg	I-131 Bq/kg
TS09	07/006931	14/03/2007	< 0,92	< 0,65	< 0,95	< 0,97
	07/035082	27/11/2007	< 3,86	< 2,78	< 4,40	< 6,08

### ARPA Ente di diritto pubblico – Centro Regionale per le Radiazioni Ionizzanti e Non Ionizzanti

Via Jervis, 30 - 10015 Ivrea (TO) - Tel. 012564511 - fax 01256453584 - Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017 -E-mail: SC21@arpa.piemonte.it

**Struttura Semplice 21.02 Radiazioni ionizzanti – Monitoraggio e controllo siti nucleari**

Via Trino, 89 – 13100 Vercelli – Tel. 01612698304 – fax 01612698303

### Suoli coltivati e relative coltivazioni

Nello strato superficiale (0-5 cm) dei suoli coltivati a riso (punti TR01, TR02, TR03) e a mais (punti TM01, TM02, TM03) è presente contaminazione da Cs-137 del tutto imputabile all'incidente di Chernobyl e confrontabile con le concentrazioni comunemente riscontrabili in questa matrice

per altre zone della provincia e della regione. I valori osservati risultano pressoché costanti nel tempo a causa del rimescolamento degli strati di suolo dovuto all'aratura. Tutti i valori si sono sempre mantenuti nettamente al di sotto dei *valori soglia per la non rilevanza radiologica*.

**Tabella 9.5** Risultati delle misure sui campioni di suolo coltivato.

Punto	Numero campione	Data prelievo	Am-241 Bq/kg	Co-60 Bq/kg	Cs-134 Bq/kg	Cs-137 Bq/kg
TM01	07/028101	25/09/2007	< 1,55	< 0,25	< 0,29	20,8 ± 2,6
TM02	07/026819	12/09/2007	< 1,51	< 0,29	< 0,36	18,5 ± 2,3
TM03	07/026803	12/09/2007	< 2,64	< 0,28	< 0,30	12,1 ± 1,7
TR01	07/028099	25/09/2007	< 1,57	< 0,37	< 0,26	11,4 ± 1,4
TR02	07/026811	12/09/2007	< 2,60	< 0,44	< 0,30	37,0 ± 5,6
TR03	07/026797	12/09/2007	< 2,09	< 0,31	< 0,26	14,4 ± 2,1
<b>R non rilevanza</b>			<b>240</b>	<b>440</b>	<b>380</b>	<b>550</b>

Nel riso e nel mais coltivati nei terreni sopra riportati non è mai stata riscontrata traccia di contaminazione da radionuclidi artificiali.

I valori delle MAR (Minima Attività Rilevabile) sono sempre inferiori ai *valori soglia per la non rilevanza radiologica*.

**Tabella 9.6** Risultati delle misure sui campioni di mais e riso coltivati nei suoli di cui alla tabella \*.5.

Punto	Numero campione	Data prelievo	Co-60 Bq/kg	Cs-134 Bq/kg	Cs-137 Bq/kg
TM01	07/028100	25/09/2007	< 0,19	< 0,19	< 0,29
TM02	07/026823	12/09/2007	< 0,20	< 0,18	< 0,30
TM03	07/026804	12/09/2007	< 0,11	< 0,23	< 0,32
TR01	07/028095	25/09/2007	< 0,22	< 0,23	< 0,28
TR02	07/026815	12/09/2007	< 0,25	< 0,20	< 0,36
TR03	07/026800	12/09/2007	< 0,28	< 0,18	< 0,30
<b>R non rilevanza</b>			<b>4,1</b>	<b>3,8</b>	<b>5,5</b>

### Latte bovino crudo

Nel latte bovino crudo di produzione locale, prelevato presso le cascine TC01, TC02 e TC03 è presente una lieve contaminazione da Sr-90 del tutto comparabile con quelle comunemente riscontrabili per questa matrice

in altre zone della provincia e della regione – conseguenza delle esplosioni nucleari in atmosfera degli anni '50 e '60 . I dati osservati sono sempre al di sotto dei *valori soglia per la non rilevanza radiologica*.

**Tabella 9.7** Risultati delle misure sui campioni di latte bovino crudo di produzione locale.

Punto	Numero campione	Data prelievo	Co-60 Bq/l	Cs-134 Bq/l	Cs-137 Bq/l	Sr-90 Bq/l
TC01	07/001359	17/01/2007	< 0,14	< 0,22	< 0,26	0,0148 ± 0,0023 08/004457
	07/012922	15/05/2007	< 0,17	< 0,18	< 0,29	
	07/026807	12/09/2007	< 0,22	< 0,23	< 0,22	
	07/036138	07/12/2007	< 0,23	< 0,18	< 0,27	
TC02	07/001355	17/01/2007	< 0,17	< 0,21	< 0,24	0,0124 ± 0,0025 08/004458
	07/012910	15/05/2007	< 0,09	< 0,21	< 0,25	
	07/025976	05/09/2007	< 0,19	< 0,16	< 0,29	
	07/036139	07/12/2007	< 0,18	< 0,22	< 0,30	
TC03	07/001354	17/01/2007	< 0,22	< 0,17	< 0,27	< 0,00957 08/004459
	07/012917	15/05/2007	< 0,12	< 0,09	< 0,11	
	07/026795	12/09/2007	< 0,20	< 0,21	< 0,27	
	07/036140	07/12/2007	< 0,13	< 0,16	< 0,27	
<b>R non rilevanza</b>			<b>1,5</b>	<b>3,2</b>	<b>4</b>	<b>0,36</b>

### Ortaggi

Negli ortaggi (insalata, cavoli, coste) prelevati presso gli orti TO1 e TO2 di Trino non è mai stata riscontrata traccia di contaminazione da radionuclidi artificiali. I valori delle MAR

(Minima Attività Rilevabile) sono sempre inferiori ai *valori soglia per la non rilevanza radiologica*.

**Tabella 9.8** Risultati delle misure sui campioni di ortaggi (insalata, cavoli, coste).

Punto	Numero campione	Data prelievo	Co-60 Bq/kg	Cs-134 Bq/kg	Cs-137 Bq/kg
TO01	07/005379	01/03/2007	< 0,25	< 0,22	< 0,34
	07/005380	01/03/2007	< 0,18	< 0,22	< 0,28
	07/017950	26/06/2007	< 0,34	< 0,22	< 0,37
	07/017958	26/06/2007	< 0,32	< 0,25	< 0,37
	07/026109	06/09/2007	< 0,16	< 0,16	< 0,30
	07/026112	06/09/2007	< 0,23	< 0,25	< 0,34
	07/036821	12/12/2007	< 0,23	< 0,25	< 0,27
	07/036823	12/12/2007	< 0,13	< 0,21	< 0,31
TO02	07/004688	21/02/2007	< 0,17	< 0,20	< 0,23
	07/004689	21/02/2007	< 0,29	< 0,27	< 0,37
	07/017965	26/06/2007	< 0,25	< 0,19	< 0,24
	07/017967	26/06/2007	< 0,18	< 0,19	< 0,28
	07/028103	25/09/2007	< 0,14	< 0,08	< 0,13
	07/028104	25/09/2007	< 0,24	< 0,25	< 0,29
	07/036827	12/12/2007	< 0,24	< 0,19	< 0,31
	07/036837	12/12/2007	< 0,25	< 0,19	< 0,29
<b>R non rilevanza</b>			<b>9,3</b>	<b>8,8</b>	<b>13</b>

### Sedimenti fluviali

Nei sedimenti fluviali del fiume Po prelevati a monte (TF01) e a valle (TF02, TF03 e TF04) dell'impianto è presente contaminazione da Cs-137 con concentrazioni confrontabili con quelle comunemente riscontrabili in questa matrice per altre zone della provincia e della regione. Nei punti a valle è occasionalmente riscontrabile un incremento della

concentrazione di Cs-137 unitamente a tracce di Co-60 in correlazione agli scarichi di effluenti radioattivi liquidi da parte dell'impianto; non si evidenziano comunque situazioni di accumulo.

Tutti i valori si sono sempre mantenuti nettamente al di sotto dei *valori soglia per la non rilevanza radiologica* (non è riportato il

**ARPA Ente di diritto pubblico – Centro Regionale per le Radiazioni Ionizzanti e Non Ionizzanti**

Via Jervis, 30 - 10015 Ivrea (TO) - Tel. 012564511 - fax 01256453584 - Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017 -E-mail: SC21@arpa.piemonte.it

**Struttura Semplice 21.02 Radiazioni ionizzanti – Monitoraggio e controllo siti nucleari**

Via Trino, 89 – 13100 Vercelli – Tel. 01612698304 – fax 01612698303

valore soglia per I-131 – di provenienza ospedaliera – poiché per questa matrice è considerato solo come indicatore qualitativo).

**Tabella 9.9** Risultati delle misure sui campioni di sedimenti del fiume Po.

Punto	Numero campione	Data prelievo	Am-241 Bq/kg	Co-60 Bq/kg	Cs-134 Bq/kg	Cs-137 Bq/kg	I-131 Bq/kg
TF01	07/017935	26/06/2007	< 1,72	< 0,17	< 0,23	2,99 ± 0,49	< 0,70
	07/032890	07/11/2007	< 1,79	< 0,19	< 0,22	3,81 ± 0,69	< 0,62
TF02	07/011669	07/05/2007	< 1,73	< 0,24	< 0,24	3,56 ± 0,46	< 0,28
	07/017970	26/06/2007	< 1,30	< 0,18	< 0,22	3,71 ± 0,63	< 0,78
	07/028105	25/09/2007	< 2,18	< 0,18	< 0,20	4,26 ± 0,66	< 0,43
TF03	07/007757	21/03/2007	< 1,88	0,75 ± 0,22	< 0,22	6,39 ± 0,81	< 0,37
	07/032999	08/11/2007	< 1,40	0,64 ± 0,24	< 0,34	18,60 ± 2,30	< 0,44
TF04	07/007761	21/03/2007	< 1,85	< 0,33	< 0,24	5,95 ± 0,71	< 0,53
	07/033002	08/11/2007	< 1,84	< 0,26	< 0,10	14,50 ± 2,10	< 1,11
<b>R non rilevanza</b>			<b>240</b>	<b>440</b>	<b>380</b>	<b>550</b>	<b>-</b>

### Particolato atmosferico

Nel particolato atmosferico prelevato in continuo presso la sede Arpa di Vercelli non è mai stata rilevata la presenza di radionuclidi di origine artificiale.

Le concentrazioni di attività alfa totale e beta totale ritardate sono imputabili alla presenza di nuclidi di origine naturale a vita non breve. Sporadicamente è stato riscontrato un lievissimo superamento dei valori di screening per l'attività beta totale, ma i successivi approfondimenti analitici non

hanno evidenziato la presenza di radionuclidi di origine artificiale. Non si è invece mai riscontrato il superamento dei valori soglia per la non rilevanza radiologica (non definibile per Be-7 essendo un radionuclide naturale).

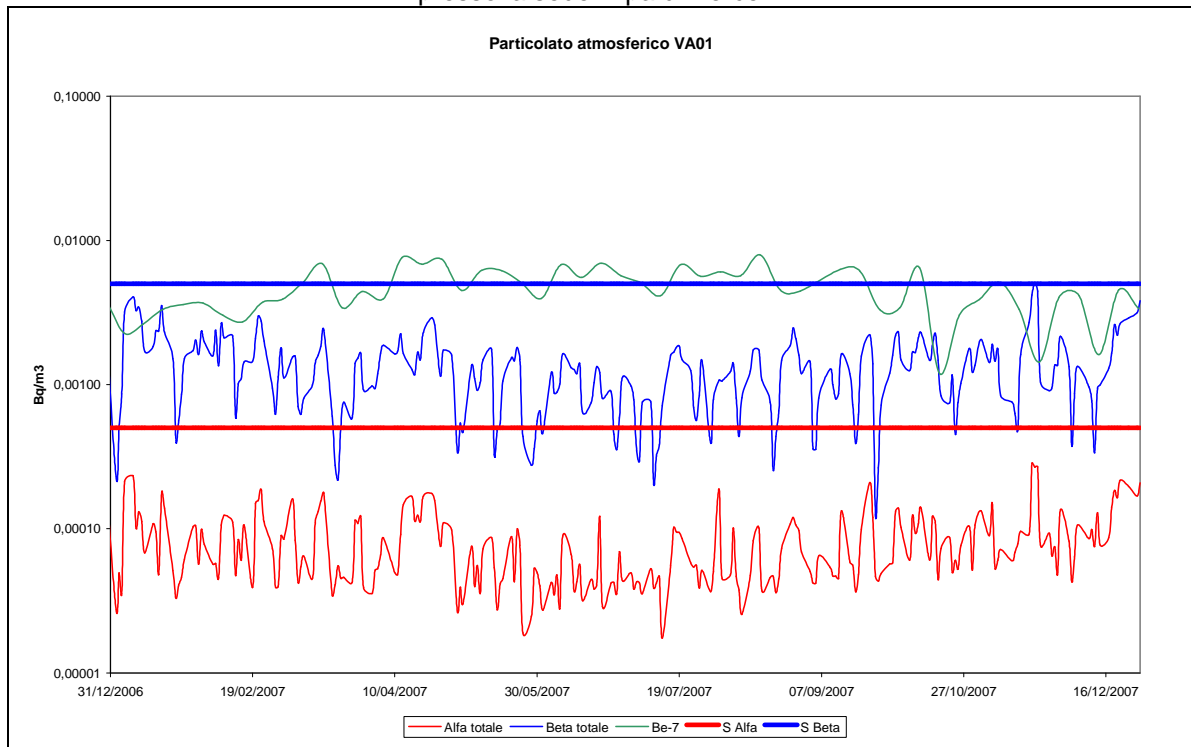
In tabella 9.10 sono riportati i risultati delle misure sui campioni compositi settimanali, mentre nella figura 9.1 è riportato l'andamento delle misure di screening (attività alfa e beta totale).

**Tabella 9.10** Risultati delle misure sui campioni composti settimanali di particolato atmosferico prelevati presso la sede Arpa di Vercelli.

Punto	Numero campione	Data inizio	Data fine	Cs-137 Bq/m <sup>3</sup>	I-131 Bq/m <sup>3</sup>	Be-7 Bq/m <sup>3</sup>
VA01	07/000187	02/01/2007	08/01/2007	< 0,000089	< 0,000826	0,00226 ± 0,00090
	07/000872	08/01/2007	15/01/2007	< 0,000049	< 0,000542	0,00263 ± 0,00088
	07/001554	15/01/2007	22/01/2007	< 0,000057	< 0,000387	0,00332 ± 0,00067
	07/002219	22/01/2007	29/01/2007	< 0,000067	< 0,000278	< 0,00359
	07/002953	29/01/2007	05/02/2007	< 0,000093	< 0,000142	0,00367 ± 0,00096
	07/003497	05/02/2007	12/02/2007	< 0,000065	< 0,000301	0,00302 ± 0,00062
	07/004206	12/02/2007	19/02/2007	< 0,000168	< 0,000931	< 0,00272
	07/004847	19/02/2007	26/02/2007	< 0,000064	< 0,001180	0,00372 ± 0,00110
	07/005412	26/02/2007	05/03/2007	< 0,000039	< 0,000271	0,00391 ± 0,00078
	07/006268	05/03/2007	12/03/2007	< 0,000074	< 0,000198	0,00506 ± 0,00080
	07/007228	12/03/2007	19/03/2007	< 0,000068	< 0,000387	0,00688 ± 0,00096
	07/008099	19/03/2007	26/03/2007	< 0,000066	< 0,000272	0,00342 ± 0,00083
	07/008748	26/03/2007	02/04/2007	< 0,000058	< 0,000221	0,00442 ± 0,00093
	07/009473	02/04/2007	10/04/2007	< 0,000076	< 0,000370	0,00393 ± 0,00140
	07/010078	09/04/2007	16/04/2007	< 0,000113	< 0,001020	0,00758 ± 0,00140
	07/010935	16/04/2007	23/04/2007	< 0,000072	< 0,000487	0,00685 ± 0,00092
	07/011237	23/04/2007	30/04/2007	< 0,000089	< 0,000349	0,00741 ± 0,00120
	07/011497	30/04/2007	07/05/2007	< 0,000083	< 0,000624	0,00450 ± 0,00130
	07/012499	07/05/2007	14/05/2007	< 0,000103	< 0,000607	0,00620 ± 0,00120
	07/013420	14/05/2007	21/05/2007	< 0,000057	< 0,000421	0,00618 ± 0,00081
	07/014245	21/05/2007	28/05/2007	< 0,000075	< 0,000606	0,00506 ± 0,00140
	07/014924	28/05/2007	04/06/2007	< 0,000057	< 0,001070	0,00396 ± 0,00076
	07/015884	04/06/2007	11/06/2007	< 0,000091	< 0,001560	0,00681 ± 0,00140
	07/016682	11/06/2007	18/06/2007	< 0,000072	< 0,000927	0,00553 ± 0,00140
	07/017501	18/06/2007	25/06/2007	< 0,000059	< 0,000563	0,00696 ± 0,00145
	07/018348	25/06/2007	02/07/2007	< 0,000079	< 0,000423	0,00569 ± 0,00110
	07/019292	02/07/2007	09/07/2007	< 0,000035	< 0,000322	0,00508 ± 0,00100
	07/020345	09/07/2007	16/07/2007	< 0,000091	< 0,000676	0,00413 ± 0,00120
	07/021211	16/07/2007	23/07/2007	< 0,000085	< 0,000299	0,00680 ± 0,00110
	07/022000	23/07/2007	30/07/2007	< 0,000101	< 0,000442	0,00563 ± 0,00097
	07/022876	30/07/2007	06/08/2007	< 0,000033	< 0,000509	0,00606 ± 0,00120
	07/023982	06/08/2007	13/08/2007	< 0,000061	< 0,000430	0,00569 ± 0,00130
	07/024318	13/08/2007	20/08/2007	< 0,000077	< 0,000654	0,00793 ± 0,00290
	07/024783	20/08/2007	27/08/2007	< 0,000071	< 0,000463	0,00452 ± 0,00110
	07/025475	27/08/2007	03/09/2007	< 0,000102	< 0,000480	0,00446 ± 0,00100
	07/027035	10/09/2007	17/09/2007	< 0,000083	< 0,000868	0,00628 ± 0,00150
	07/027693	17/09/2007	24/09/2007	< 0,000046	< 0,000614	0,00613 ± 0,00120
	07/028446	24/09/2007	01/10/2007	< 0,000060	< 0,000459	0,00330 ± 0,00069
	07/029368	01/10/2007	08/10/2007	< 0,000056	< 0,000255	0,00340 ± 0,00069
	07/030206	08/10/2007	15/10/2007	< 0,000027	< 0,000420	0,00644 ± 0,00104
	07/030941	15/10/2007	22/10/2007	< 0,000065	< 0,000528	< 0,00119
	07/031796	22/10/2007	29/10/2007	< 0,000082	< 0,000562	0,00303 ± 0,00110
07/032228	29/10/2007	05/11/2007	< 0,000062	< 0,000367	0,00388 ± 0,00083	
07/033089	05/11/2007	12/11/2007	< 0,000059	< 0,000217	0,00511 ± 0,00088	
07/033881	12/11/2007	19/11/2007	< 0,000084	< 0,000473	0,00332 ± 0,00110	
07/034691	19/11/2007	26/11/2007	< 0,000082	< 0,001150	< 0,00143	
07/035399	26/11/2007	03/12/2007	< 0,000078	< 0,001030	0,00402 ± 0,00100	
07/036179	03/12/2007	10/12/2007	< 0,000053	< 0,000409	0,00415 ± 0,00095	
07/037038	10/12/2007	17/12/2007	< 0,000071	< 0,000307	0,00161 ± 0,00058	
07/037588	17/12/2007	24/12/2007	< 0,000090	< 0,000687	0,00453 ± 0,00140	
07/037642	24/12/2007	31/12/2007	< 0,000069	< 0,000570	0,00335 ± 0,00085	
<b>R<sub>non</sub> rilevanza</b>				<b>0,3</b>	<b>0,073</b>	<b>-</b>



**Figura 9.1** Andamento delle misure di screening e di Be-7 sui campioni di particolato atmosferico prelevati presso la sede Arpa di Vercelli.



### Fall out

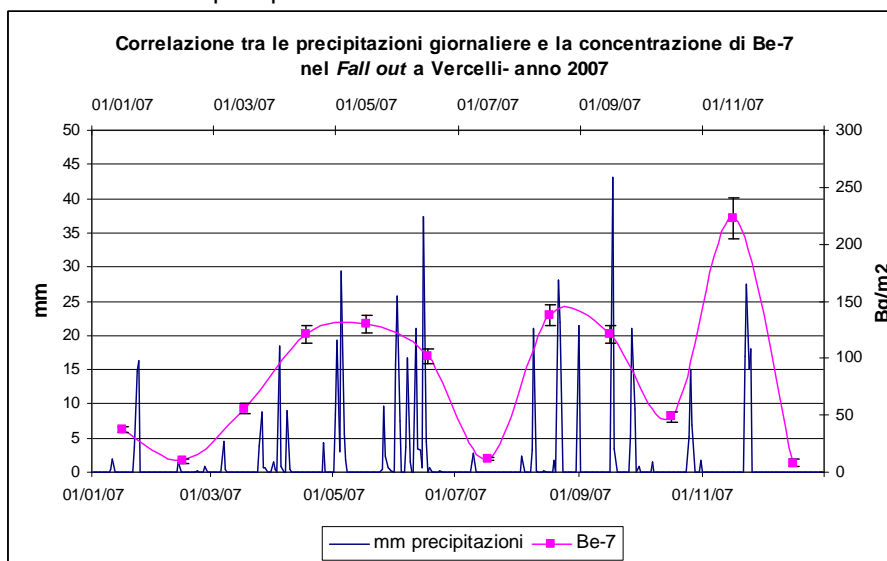
Nel *Fall out* (ricaduta al suolo) campionato in continuo presso la sede Arpa di Vercelli nel corso del 2007 non è mai stata rilevata contaminazione da radionuclidi artificiali. Non sono riportati i valori soglia poiché non definibili nel caso di questa matrice, considerata un indicatore qualitativo.

Nella figura 9.2 è rappresentato l'andamento delle precipitazioni giornaliere – rilevate presso la stazione meteo Arpa di Vercelli – e della concentrazione di Be-7 (radionuclide naturale di origine cosmogenica). Come si può facilmente osservare esiste una buona correlazione tra le due grandezze.

**Tabella 9.11** Risultati delle misure sui campioni di *Fall out* prelevati presso la sede Arpa di Vercelli.

Punto	Numero campione	Data inizio	Data fine	Cs-137 Bq/m <sup>2</sup>	I-131 Bq/m <sup>2</sup>	Be-7 Bq/m <sup>2</sup>
VA01	07/002680	04/01/2007	02/02/2007	< 0,11	< 1,9	37,1 ± 2,4
	07/005381	02/02/2007	01/03/2007	< 0,13	< 1,2	9,7 ± 1,5
	07/008939	01/03/2007	02/04/2007	< 0,13	< 20,5	55,8 ± 4,2
	07/011483	02/04/2007	04/05/2007	< 0,14	< 3,4	121,0 ± 7,7
	07/015313	04/05/2007	05/06/2007	< 0,14	< 3,3	130,0 ± 8,2
	07/018525	05/06/2007	02/07/2007	< 0,10	< 1,0	102,0 ± 6,5
	07/022737	02/07/2007	02/08/2007	< 0,10	< 1,9	11,7 ± 1,4
	07/025500	02/08/2007	03/09/2007	< 0,12	< 2,8	138,0 ± 8,7
	07/028480	03/09/2007	01/10/2007	< 0,12	< 2,6	121,0 ± 7,6
	07/032209	01/10/2007	02/11/2007	< 0,21	< 6,4	48,5 ± 4,8
	07/035560	02/11/2007	03/12/2007	< 0,37	< 75,2	223,0 ± 18,0
	08/000005	03/12/2007	02/01/2008	< 0,33	< 4,2	8,3 ± 3,4

**Figura 9.2** Correlazione tra le precipitazioni e la concentrazione di Be-7 nel *Fall out* rilevate a Vercelli.



## 10. ATTIVITA' DI CONTROLLO DEGLI SCARICHI DI EFFLUENTI RADIOATTIVI

L'impianto rilascia nell'ambiente effluenti radioattivi liquidi ed aeriformi nel rispetto di precise formule di scarico assegnate in sede autorizzativa.

Arpa Piemonte, in accordo con Apat e con gli Esercenti, effettua indagini ambientali specifiche in occasione di ogni scarico.

Per quanto riguarda gli effluenti aeriformi il monitoraggio ambientale viene effettuato tramite postazioni di campionamento di particolato atmosferico (per i risultati si veda il paragrafo precedente).

In tabella 10.1 sono riassunti gli impegni delle formule di scarico per gli effluenti radioattivi liquidi valutati sulla base dei dati forniti da SO.G.I.N., riportando il confronto con gli anni precedenti.

I controlli ambientali eseguiti hanno consentito di verificare la corretta diluizione degli scarichi nel fiume Po e non hanno evidenziato significativi fenomeni di accumulo.

**Tabella 10.1** Impegno delle formule di scarico in acqua per effluenti radioattivi liquidi.

Impianto	Impegno formula di scarico anno 2005	Impegno formula di scarico anno 2006	Impegno formula di scarico anno 2007
Centrale "E. Fermi"	9,2%	3,4%	2,3%

In tabella 10.2 è riportata la composizione isotopica degli scarichi effettuati nel periodo 2005-2007 per i radionuclidi di riferimento. Come si può osservare i contributi maggiori sono dati da H-3, Cs-137 e Co-60, mentre

sono del tutto trascurabili i contributi dati da Sr-90, Cs-134 e da altri radionuclidi non esplicitamente riportati. Di queste considerazioni si terrà conto nel paragrafo 11 per le valutazioni dosimetriche.

**Tabella 10.2** Composizione isotopica media degli effluenti radioattivi liquidi scaricati nel periodo 2005-2007.

H-3	Cs-134	Cs-137	Sr-90	Co-60	Altri
14,28%	0,17%	31,29%	0,24%	50,29%	3,74%

**ARPA Ente di diritto pubblico – Centro Regionale per le Radiazioni Ionizzanti e Non Ionizzanti**

Via Jervis, 30 - 10015 Ivrea (TO) - Tel. 012564511 - fax 01256453584 - Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017 - E-mail: SC21@arpa.piemonte.it

**Struttura Semplice 21.02 Radiazioni ionizzanti – Monitoraggio e controllo siti nucleari**

Via Trino, 89 – 13100 Vercelli – Tel. 01612698304 – fax 01612698303

## 11. VALUTAZIONI DOSIMETRICHE

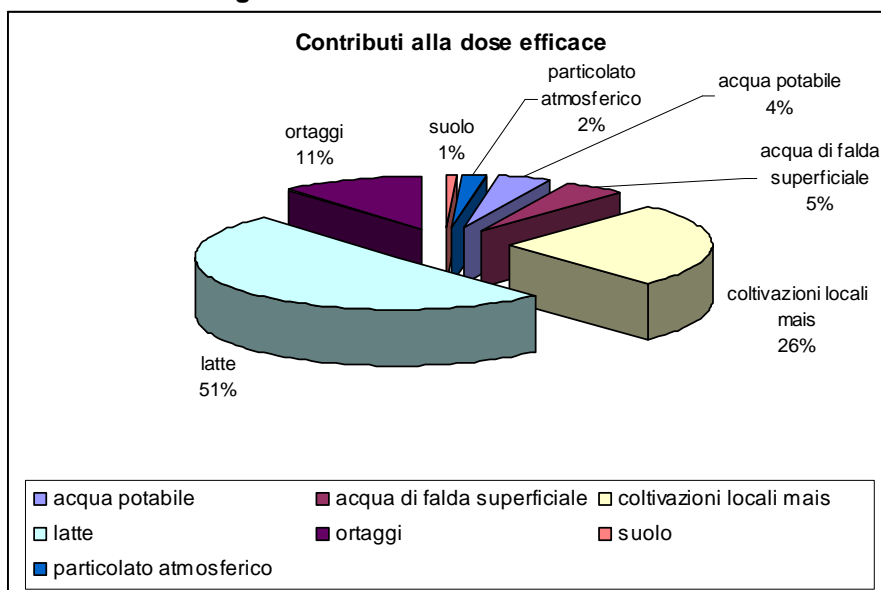
Sulla base dei dati riportati ai paragrafi 9 e 10 è possibile calcolare la dose efficace per il gruppo critico della popolazione. Pur assumendo ipotesi cautelative, risulta ampiamente rispettato il limite di 1 mSv/anno (pari a 1000  $\mu$ Sv/anno) per gli individui del gruppo critico ed in particolare risulta rispettato anche il limite di non rilevanza radiologica di 0,01 mSv/anno (10  $\mu$ Sv/anno). In tabella 11.1 è riportata la stima dell'equivalente di dose efficace per il gruppo critico della popolazione nell'anno 2007. Nel calcolo sono stati considerati i contributi dei

radionuclidi di riferimento, anche se al di sotto dei limiti di rivelabilità (MAR). Per i radionuclidi il cui contributo agli scarichi è trascurabile – si veda la tabella 10.2 – è stato comunque considerato cautelativamente il contributo alla dose efficace con un fattore di peso pari a 0,1 (ad eccezione di Sr-90 per il quale il contributo è stato considerato integralmente, data l'elevata radiotossicità). Le valutazioni sopra riportate permettono di dimostrare l'adeguatezza delle strategie di controllo riportate al paragrafo 5.

**Tabella 11.1** Stima della dose efficace sulla base dei risultati riportati al paragrafo 8.

Via critica	Matrice	Dose mSv/anno
Ingestione	acqua potabile	0,000184
	acqua di falda superficiale	0,000215
	coltivazioni locali riso, mais	0,001122
	latte	0,002177
	ortaggi	0,000493
Irraggiamento	suolo	0,000044
Inalazione	particolato atmosferico	0,000078
<b>Totale</b>		<b>0,004312</b>
<b>Limite non rilevanza radiologica</b>		<b>0,01</b>
<b>Limite di dose efficace</b>		<b>1</b>

**Figura 11.1** Contributi alla dose efficace.



In figura 11.1 sono rappresentati i contributi percentuali alla dose efficace, ad evidenziare che alcuni comparti ambientali – quali l'acqua potabile, l'acqua di falda superficiale, il particolato atmosferico ed il suolo –

forniscono un contributo trascurabile alla dose efficace. Si evidenzia inoltre che il maggior contributo alla dose è fornito dal latte.

## 12. VALUTAZIONI CONCLUSIVE

L'analisi dei dati relativi alle misure effettuate nell'anno 2007 permette di affermare che lo stato radiologico dell'ambiente circostante il sito di Trino è buono ed è rimasto invariato rispetto agli anni precedenti. Il calcolo della dose ai gruppi critici della popolazione ha confermato che non è stato superato il limite di 1 mSv/anno per gli

individui del gruppo critico, ed in particolare il limite di non rilevanza radiologica di  $10\mu\text{Sv/anno}$ . Da questo quadro non emergono pertanto situazioni di criticità per l'ambiente e per la popolazione.

## **ALLEGATO 1 – Metodi**

- U.RP.M756 “Determinazione di Sr-89 e Sr-90 in acqua - Eichrom Technologies, Inc. SWR01 rev. 1.4. Sr-89, Sr-90 in Water” – metodo esterno non normalizzato;
- U.RP.M762 “Determinazione di Sr-89 e Sr-90 nel latte - HASL-300, 28th edition, vol II Sr-02-RC rev. 0 1997 pp. 16-17 + Eichrom Technologies, Inc. SRW01 rev. 1.4 Sr-89, Sr-90 in Water” – metodo esterno non normalizzato;
- U.RP.M795 “Determinazione dell'attività alfa totale e beta totale in acqua mediante contatore proporzionale a flusso di gas - EPA METHOD 9310 rev. 0/1986 Gross alpha and gross beta” – metodo esterno non normalizzato;
- U.RP.M808: “Determinazione del contenuto di attività alfa totale e beta nel particolato atmosferico – APAT CTN-AGF AB 01” – metodo esterno non normalizzato;
- U.RP.M827: “Spettrometria gamma ad alta risoluzione” – metodo interno;
- U.RP.M755: “Determinazione di H-3 in acqua” – 3H-04-RC, Vol. 1 HASL-300, 28th edition Rev.0-February 1997 Tritium in water-liquid scintillation counting – metodo esterno non normalizzato;
- U.RP.T085: “Campionamento di matrici ambientali ed alimentari da sottoporre a misure radiometriche” – metodo interno.

## ALLEGATO 2 – Glossario

<b>Atomo</b>	è il costituente fondamentale della materia ed è composto dal nucleo e dagli elettroni orbitali.
<b>Attività</b>	numero di trasformazioni nucleari spontanee di un radionuclide che si producono nell'unità di tempo; si esprime in Becquerel.
<b>Becquerel (Bq)</b>	unità di misura dell'attività; 1 Bq = 1 disintegrazione al secondo.
<b>Combustibile nucleare</b>	materiale fissile utilizzato per produrre energia in una centrale nucleare.
<b>Combustibile nucleare irraggiato</b>	combustibile nucleare dopo l'utilizzo in un reattore nucleare.
<b>Contaminazione radioattiva</b>	contaminazione di una matrice, di una superficie, di un ambiente di vita o di lavoro o di un individuo, prodotta da sostanze radioattive.
<b>Decadimento</b>	trasformazione spontanea di un nuclide instabile in un altro nuclide.
<b>Decommissioning</b>	insieme delle operazioni pianificate, tecniche e amministrative da effettuare su di un impianto nucleare al termine del suo esercizio al fine della sicurezza e protezione della popolazione e dell'ambiente, in funzione della destinazione finale dell'impianto e del sito.
<b>Dose assorbita</b>	energia assorbita per unità di massa di materiale irraggiato; si esprime in Gy.
<b>Dose efficace</b>	somma delle dosi equivalenti nei diversi organi e tessuti del corpo umano moltiplicate per gli appropriati fattori di ponderazione (wT); si esprime in Sv.
<b>Dose efficace impegnata</b>	somma delle dosi equivalenti impegnate nei diversi organi e tessuti risultanti dall'introduzione di uno o più radionuclidi, ciascuna moltiplicata per il fattore di ponderazione del tessuto wT; si esprime in Sv.
<b>Dose equivalente</b>	prodotto della dose assorbita media in un tessuto o organo per il fattore di ponderazione delle radiazioni; si esprime in Sv.
<b>Dose equivalente impegnata</b>	dose equivalente ricevuta da un organo o da un tessuto, in un determinato periodo di tempo, in seguito all'introduzione di uno o più radionuclidi; si esprime in Sv.
<b>Equivalente di dose</b>	vedere dose equivalente.
<b>Fondo naturale di radiazioni</b>	insieme delle radiazioni ionizzanti provenienti da sorgenti naturali, terrestri e cosmiche, sempre che l'esposizione che ne risulta non sia accresciuta in modo significativo da attività umane.
<b>Formula di scarico</b>	insieme delle prescrizioni per l'immissione controllata di radionuclidi nell'ambiente; è diversificata per effluenti aeriformi e liquidi.

<b>Gray (Gy)</b>	unità di misura della dose assorbita; 1 Gy = 1 J.kg <sup>-1</sup> .
<b>Gruppi di riferimento della popolazione (gruppi critici)</b>	gruppi che comprendono persone la cui esposizione è ragionevolmente omogenea e rappresentativa di quella degli individui della popolazione maggiormente esposti, in relazione ad una determinata fonte di esposizione.
<b>MAR (Minima Attività Rivelabile)</b>	rappresenta il limite strumentale di rivelazione, cioè la minima quantità di radioattività che il sistema di misura è in grado di rivelare.
<b>Notazione scientifica</b>	1E+01 = 1x10 <sup>+1</sup> =10; 1E+00 = 1x10 <sup>0</sup> = 1 1E-02 = 1x10 <sup>-2</sup> = 0,01
<b>Ricettività ambientale</b>	attività degli effluenti, sia liquidi sia aeriformi, il cui scarico provoca nel gruppo di riferimento della popolazione un prestabilito livello di dose, tale da rispettare il limite di dose pertinente.
<b>Sievert (Sv)</b>	unità di misura della dose equivalente e della dose efficace; se il fattore di ponderazione della radiazione è uguale a uno, 1 Sv = 1 J.kg <sup>-1</sup> . Sono suoi sottomultipli il milliSievert – 1 mSv = 1E-03 Sv – e il microSievert – 1 µSv = 1E-06 Sv.
<b>Via critica</b>	via di esposizione relativa al gruppo di riferimento della popolazione.

### **ALLEGATO 3 - Bibliografia**

- RT/2005/UDA ENEA Glossario di radioprotezione – Radioprotezione della popolazione e dell'ambiente.
- A Compendium of Transfer Factors for Agricultural and Animal Products – L.H. Staven, B.A. Napier, K. Rhoads, D.L. Strenge - Pacific Northwest National Laboratory Richland, Washington 99352.
- UNSCEAR Report 2000 vol. I.
- World Health Organization, *Guidelines for Drinking-water Quality. Third Edition*, 2004.