

DIPARTIMENTO TEMATICO RADIAZIONI

Struttura Semplice Siti Nucleari

MONITORAGGIO RADIOLOGICO AMBIENTALE

SITO NUCLEARE DI TRINO (VC)

Rapporto anno 2009

Relazione tecnica n. 8/SS21.02/2010

Redazione	Funzione: Responsabile SS Siti Nucleari	Data: 15/09/2010	Firma: 
	Nome: Laura Porzio		
	Funzione: Componente SS Siti Nucleari	Data: 15/09/2009	Firma: 
	Nome: Luca Albertone		
Verifica	Funzione: Responsabile SS Siti Nucleari	Data: 15/09/2010	Firma: 
	Nome: Laura Porzio		
Approvazione	Funzione: Responsabile Dipartimento Tematico Radiazioni	Data: 21/8/10	Firma: 
	Nome: Giovanni d'Amore		



ARPA Ente di diritto pubblico – Dipartimento Tematico Radiazioni

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

Struttura Semplice Siti Nucleari

Via Trino, 89 - 13100 Vercelli - Tel. 0161269884 - fax 0161269850

INDICE

1.	PREMESSA	3
2.	RIFERIMENTI LEGISLATIVI	3
3.	ATTIVITA' SVOLTE DALL'IMPIANTO	3
4.	IL MONITORAGGIO RADIOLOGICO AMBIENTALE	4
5.	STRATEGIE DI CONTROLLO	4
6.	METODOLOGIA DI MISURA	5
7.	STRUMENTAZIONE UTILIZZATA	7
8.	LA RETE DI MONITORAGGIO	7
9.	MONITORAGGIO AMBIENTALE – RISULTATI DELLE MISURE	10
	Acqua potabile di rete	10
	Acqua di falda superficiale	10
	Suolo imperturbato – strato superficiale	11
	Erba	12
	Suoli coltivati e relative coltivazioni	12
	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	18
12.	VALUTAZIONI CONCLUSIVE	19

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 2009.

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.

E' inoltre opportuno 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 2009 presso la Centrale Nucleare "E. Fermi", oltre alle attività ordinarie di mantenimento in sicurezza dell'impianto, sono state svolte alcune importanti attività propedeutiche al decommissioning per il quale si è in attesa della conclusione dell'iter autorizzativo. In particolare:

- è stata sviluppata una tecnologia innovativa per il trattamento delle resine che riduce il volume dei rifiuti radioattivi e ne garantisce il condizionamento;

- è stata installato e perfezionato il sistema di controllo dei materiali rilasciabili.

Nella piscina di stoccaggio dell'impianto sono attualmente contenuti 47 elementi di combustibile nucleare irraggiato per il quale, nel periodo maggio-luglio 2011, è previsto l'invio all'impianto francese di La Hague per il riprocessamento (fonte SO.G.I.N.).

Sono stati effettuati n. 2 scarichi di effluenti radioattivi liquidi nel fiume Po (si veda il punto 10 della presente relazione).



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; nel dicembre 2008 è stato emanato il Decreto VIA.
Prospettive: autorizzazione al decommissioning.

4.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.

Le misure di concentrazione effettuate sulle varie matrici campionate vengono pertanto utilizzate per calcolare la *dose* agli individui dei *gruppi critici*, tenendo conto delle abitudini alimentari e di vita.

In via generale si può distinguere tra due diverse tipologie: il monitoraggio ordinario ed il monitoraggio 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 da uno 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 (VC) 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.

Presso il sito di Trino (VC) nel corso del 2009 non sono state eseguite campagne di monitoraggio straordinario.

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

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

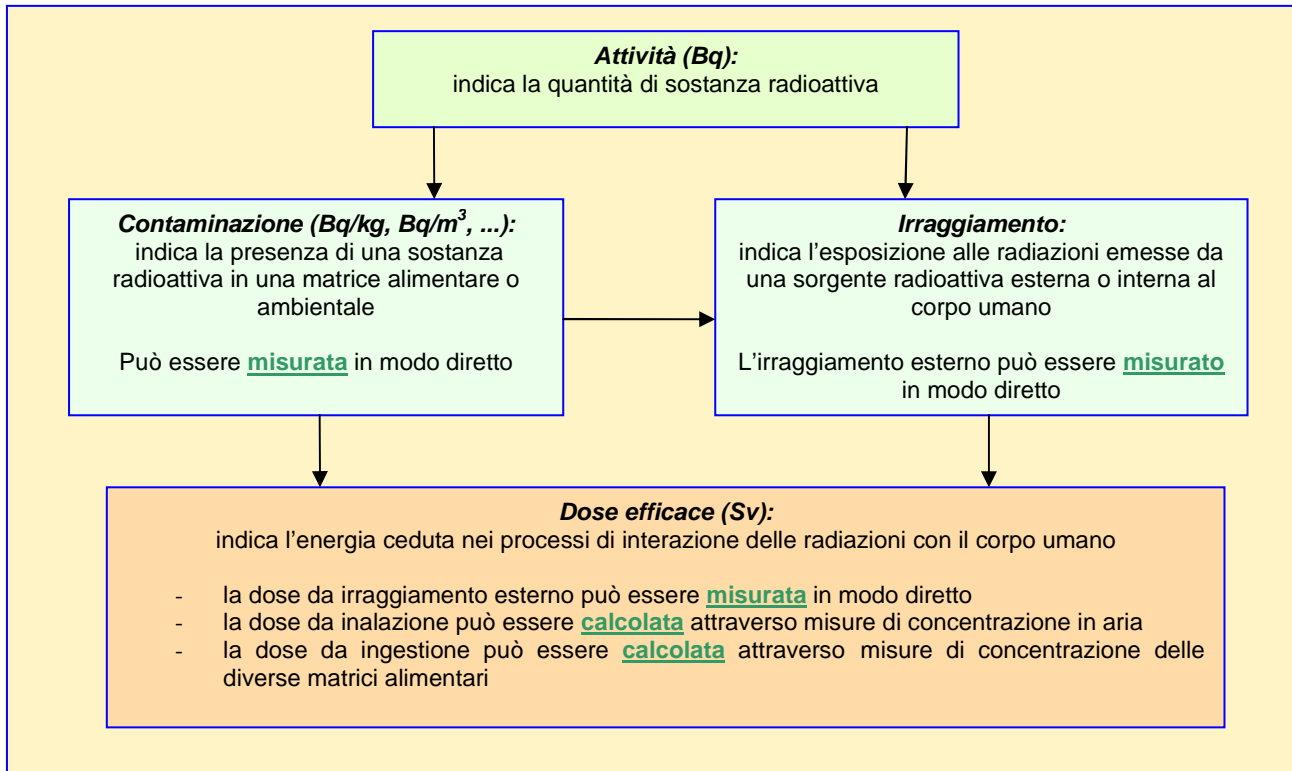
10 µSv per anno solare il *limite per la non rilevanza radiologica*: al di sotto di tale soglia si può ritenere del tutto trascurabile l'impatto radiologico.

I limiti fissati dalla normativa non sono direttamente confrontabili con i risultati 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 del particolato atmosferico e dell'acqua destinata al consumo umano;

ARPA Ente di diritto pubblico – Dipartimento Tematico Radiazioni

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

Struttura Semplice Siti Nucleari

Via Trino, 89 – 13100 Vercelli – Tel. 0161269884 – fax 0161269850

- i *metodi radiochimici* prevedono la separazione dei singoli radionuclidi alfa emittenti (Plutonio, Americio) 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 2009 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 2009.

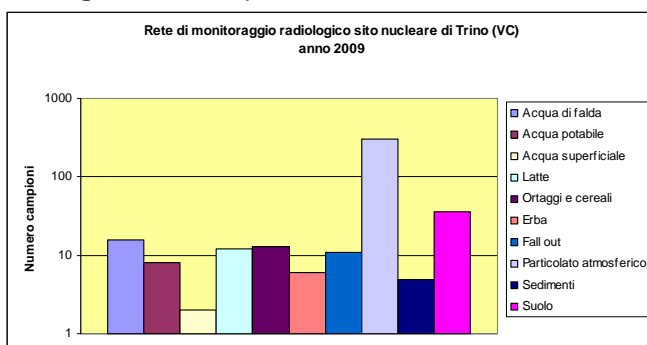
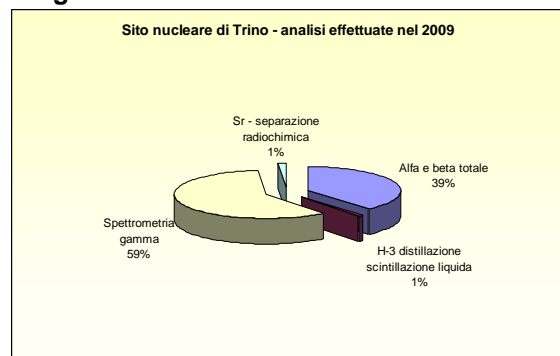


Figura 6.2 Analisi effettuate nell’anno 2009.



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/m³ e Bq/m² rispettivamente). La sensibilità della misura viene indicata dalla MAR (Minima Attività Rilevabile): 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 ³	β-tot aria Bq/m ³
MAR	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" 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 i 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.

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

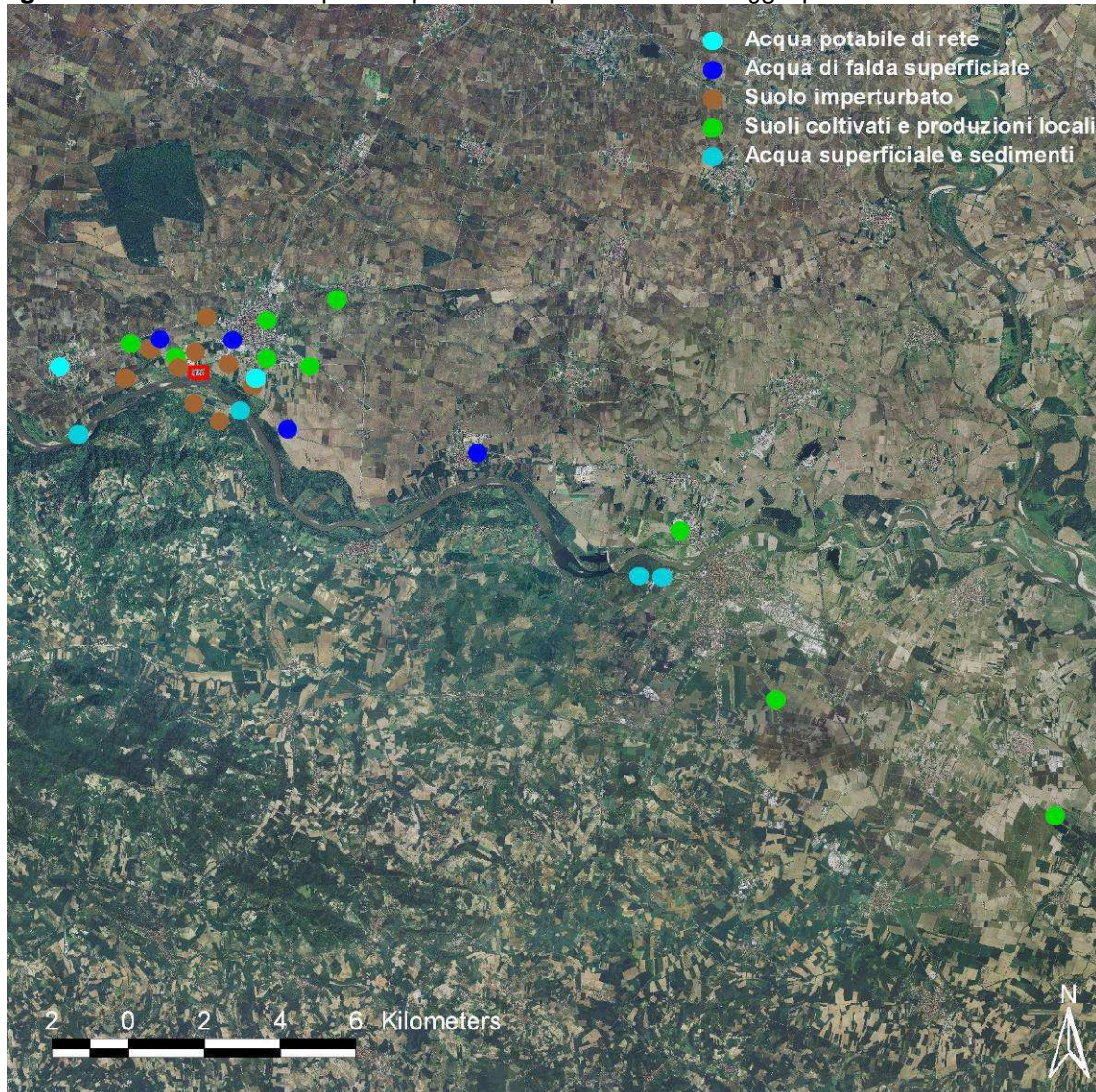


Tabella 8.1 Piano di monitoraggio per il sito nucleare di Trino.

Matrice	Punti di prelievo	Frequenza di campionamento	Parametro	S Bq/kg Bq/m ³	R _{non rilevanza j} Bq/kg Bq/m ³	R _i Bq/kg Bq/m ³
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

ARPA Ente di diritto pubblico – Dipartimento Tematico Radiazioni

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

Struttura Semplice Siti Nucleari

Via Trino, 89 – 13100 Vercelli – Tel. 0161269884 – fax 0161269850

9. MONITORAGGIO AMBIENTALE – RISULTATI DELLE MISURE

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*.

Nell'ultimo trimestre dell'anno 2009 il pozzo TQ02 non era disponibile al campionamento.



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

Punto	Numero campione	Data prelievo	α totale Bq/l	β totale Bq/l	Co-60 Bq/l	Cs-134 Bq/l	Cs-137 Bq/l	Sr-90 Bq/l	H-3 Bq/l
TQ01	09/001535	22/01/2009	<0,119	<0,166	<0,00263	<0,00234	<0,00337	< 0,00385 09/050017*	< 3,95 09/050017*
	09/017782	11/05/2009	<0,099	<0,194	<0,00226	<0,00292	<0,00314		
	09/030817	27/07/2009	<0,097	<0,132	<0,00364	<0,00325	<0,00127		
	09/045608	26/10/2009	<0,146	<0,215	<0,00107	<0,00367	<0,00258		
TQ02	09/017781	11/05/2009	<0,106	<0,176	<0,00427	<0,00199	<0,00263	< 0,00498 09/050018*	< 3,94 09/050018*
	09/030815	27/07/2009	<0,114	<0,135	<0,00279	<0,0019	<0,00284		
	09/045607	26/10/2009	<0,131	<0,189	<0,00318	<0,00318	<0,00308		
Campione non disponibile									
S, R non rilevanza			0,5	1	1,2	1,1	1,5	0,29	100

* Numero del campione composito annuale

Acqua di falda superficiale

Nell'acqua di falda superficiale prelevata dai 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*.

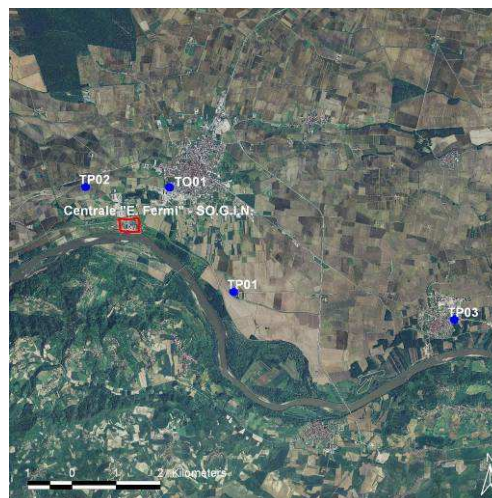


Tabella 9.2 Risultati delle misure sui campioni di acqua di falda superficiale.

Punto	Numero campione	Data prelievo	α totale Bq/l	β totale Bq/l	Co-60 Bq/l	Cs-134 Bq/l	Cs-137 Bq/l	Sr-90 Bq/l	H-3 Bq/l
TO01	09/006309	04/03/2009	< 0,097	0,295 ± 0,094	< 0,00183	< 0,00266	< 0,00295	< 0,00433 09/050016*	< 4,01 09/050016*
	09/024907	23/06/2009	0,170 ± 0,059	< 0,190	< 0,00223	< 0,00300	< 0,00259		
	09/035223	26/08/2009	< 0,119	0,314 ± 0,110	< 0,00309	< 0,00369	< 0,00256		
	09/047934	12/11/2009	< 0,150	< 0,227	< 0,00328	< 0,00309	< 0,00327		
TP01	09/006308	04/03/2009	< 0,056	0,341 ± 0,094	< 0,00374	< 0,00267	< 0,00329	< 0,00518 09/050019*	< 3,92 09/050019*
	09/024899	23/06/2009	< 0,094	0,239 ± 0,092	< 0,0043	< 0,00251	< 0,00312		
	09/035212	26/08/2009	< 0,115	0,393 ± 0,110	< 0,00338	< 0,00223	< 0,00287		
TP02	09/006305	04/03/2009	< 0,084	< 0,175	< 0,00227	< 0,00294	< 0,00325	< 0,00466 09/050020*	< 3,95 09/050020*
	09/024894	23/06/2009	< 0,097	< 0,154	< 0,00123	< 0,00248	< 0,00324		
	09/035200	26/08/2009	0,195 ± 0,075	0,448 ± 0,120	< 0,00276	< 0,00288	< 0,00234		
TP03	09/047936	12/11/2009	0,115 ± 0,087	0,305 ± 0,145	< 0,00394	< 0,00313	< 0,00327	< 0,00429 09/050021*	< 3,89 09/050021*
	09/006307	04/03/2009	< 0,094	< 0,150	< 0,00233	< 0,00303	< 0,00313		
	09/024896	23/06/2009	< 0,120	< 0,178	< 0,00254	< 0,00213	< 0,00248		
	09/035203	26/08/2009	0,207 ± 0,076	0,358 ± 0,110	< 0,00385	< 0,00348	< 0,0021		
	09/047441	10/11/2009	0,136 ± 0,079	< 0,176	< 0,00373	< 0,00364	< 0,00248		
S, R non rilevanza			0,5	1	1,2	1,1	1,5	0,29	100

* Numero del campione composito annuale

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*.



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	09/015516	22/04/2009	< 1,20	< 0,388	< 0,314	5,3± 0,9
	09/044707	20/10/2009	< 2,01	< 0,172	< 0,184	2,5± 0,4
TS02	09/015512	22/04/2009	< 2,54	< 0,557	< 0,415	25,4± 3,4
	09/044717	20/10/2009	< 1,03	< 0,537	< 0,391	11,7± 1,1
TS03	09/015511	22/04/2009	< 3,81	< 0,614	< 0,500	18,3± 2,3
	09/044726	20/10/2009	< 2,12	< 0,401	< 0,204	22,8± 2,1
TS04	09/015509	22/04/2009	< 2,52	< 0,402	< 0,241	43,4± 5,5
	09/044724	20/10/2009	< 0,74	< 0,411	< 0,386	86,7± 7,6
TS05	09/015510	22/04/2009	< 1,36	< 0,357	< 0,197	38,1± 4,9
	09/044721	20/10/2009	< 3,53	< 0,484	< 0,354	26,6± 3,5
TS06	09/015753	23/04/2009	< 1,20	< 0,248	< 0,193	36,3± 3,2
	09/044710	20/10/2009	< 1,23	< 0,449	< 0,344	17,9± 1,7
TS07	09/015754	23/04/2009	< 3,82	< 0,765	< 0,515	36,3± 4,8
	09/044712	20/10/2009	< 2,86	< 0,484	< 0,307	42,3± 5,4
TS08	09/015514	22/04/2009	< 2,51	< 0,479	< 0,264	29,3± 3,2
	09/044716	20/10/2009	< 2,34	< 0,354	< 0,257	19,7± 1,8
TS09	09/015755	23/04/2009	< 1,80	< 0,546	< 0,436	16,1± 1,6
	09/044714	20/10/2009	< 0,76	< 0,343	< 0,253	12,3± 1,1
R non rilevanza			850000	2300	3900	10000

Erba

Nell'erba prelevata nel punto TS09, nei pressi della Centrale, non è mai stata riscontrata la presenza di radionuclidi di origine artificiale.

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	09/015756	23/04/2009	< 1,56	< 2,62	< 4,68	< 9,78
	09/044715	20/10/2009	< 3,26	< 3,46	< 5,24	< 18,3

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	09/036855	08/09/2009	< 3,54	< 0,401	< 0,257	18,5 ± 2,7
TM02	09/036827	08/09/2009	< 1,78	< 0,364	< 0,234	11,8 ± 1,8
TM03	09/038133	15/09/2009	< 1,72	< 0,370	< 0,241	5,9 ± 0,6
TR01	09/036847	08/09/2009	< 1,89	< 0,348	< 0,165	10,6 ± 1,0
TR02	09/036808	08/09/2009	< 1,17	< 0,499	< 0,374	20,1 ± 1,9
TR03	09/038131	15/09/2009	< 1,42	< 0,437	< 0,367	12,7 ± 1,2
R non rilevanza			240	440	380	550

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 9.5.

Punto	Numero campione	Data prelievo	Co-60 Bq/kg	Cs-134 Bq/kg	Cs-137 Bq/kg
TM01	09/036850	08/09/2009	< 0,155	< 0,092	< 0,141
TM02	09/036820	08/09/2009	< 0,188	< 0,118	< 0,096
TM03	09/038132	15/09/2009	< 0,204	< 0,131	< 0,099
TR01	09/036842	08/09/2009	< 0,157	< 0,201	< 0,270
TR02	09/036798	08/09/2009	< 0,202	< 0,120	< 0,109
TR03	09/038128	15/09/2009	< 0,182	< 0,086	< 0,128
R non rilevanza			4,1	3,8	5,5

Latte bovino crudo

Nel latte bovino crudo di produzione locale, prelevato presso le cascine TC01, TC02 e TC03 non è presente contaminazione da radionuclidi artificiali.

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	09/002754	05/02/2009	< 0,183	< 0,227	< 0,267	< 0,0175 10/000178*
	09/024201	17/06/2009	< 0,281	< 0,185	< 0,230	
	09/035215	26/08/2009	< 0,285	< 0,196	< 0,272	
	09/047440	10/11/2009	< 0,121	< 0,101	< 0,094	
TC02	09/002752	05/02/2009	< 0,094	< 0,068	< 0,081	< 0,0152 10/000179*
	09/024202	17/06/2009	< 0,258	< 0,192	< 0,244	
	09/036792	08/09/2009	< 0,294	< 0,169	< 0,277	
	09/047438	10/11/2009	< 0,139	< 0,098	< 0,065	
TC03	09/002753	05/02/2009	< 0,172	< 0,175	< 0,243	< 0,0332 10/000180*
	09/023184	10/06/2009	< 0,294	< 0,215	< 0,234	
	09/038125	15/09/2009	< 0,223	< 0,174	< 0,225	
	09/047439	10/11/2009	< 0,273	< 0,230	< 0,267	
R non rilevanza			1,5	3,2	4	0,36

* Numero del campione composito annuale

ARPA Ente di diritto pubblico – Dipartimento Tematico Radiazioni

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

Struttura Semplice Siti Nucleari

Via Trino, 89 – 13100 Vercelli – Tel. 0161269884 – fax 0161269850

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	09/017936	12/05/2009	< 0,229	< 0,213	< 0,261
	09/017937	12/05/2009	< 0,122	< 0,236	< 0,364
	09/045797	27/10/2009	< 0,12	< 0,186	< 0,232
	09/045798	27/10/2009	< 0,19	< 0,224	< 0,282
TO02	09/017938	12/05/2009	< 0,177	< 0,119	< 0,117
	09/045794	27/10/2009	< 0,18	< 0,207	< 0,228
	09/045796	27/10/2009	< 0,201	< 0,234	< 0,315
R non rilevanza			9,3	8,8	13

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 sono state occasionalmente riscontrate 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 *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	09/006302	04/03/2009	< 2,66	< 0,273	< 0,249	3,74 ± 0,71	< 2,66
	09/045599	26/10/2009	< 2,48	< 0,172	< 0,293	4,62 ± 0,83	< 2,48
TF02	09/025765	30/06/2009	< 2,97	< 0,453	< 0,337	4,48 ± 0,96	< 2,97
	09/047935	12/11/2009	< 3,36	< 0,448	< 0,323	9,34 ± 1,38	< 3,36
TF03	09/019496	19/05/2009	< 1,19	< 0,200	< 0,139	0,32 ± 0,15	< 1,19
	09/040835	24/09/2009	< 1,97	< 0,319	< 0,321	< 0,35	< 1,97
TF04	Punto non raggiungibile						
R non rilevanza			240	440	380	550	

ARPA Ente di diritto pubblico – Dipartimento Tematico Radiazioni

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

Struttura Semplice Siti Nucleari

Via Trino, 89 – 13100 Vercelli – Tel. 0161269884 – fax 0161269850

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. Non è mai stato riscontrato il superamento né dei valori di *screening* per l'attività beta totale

né 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).

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

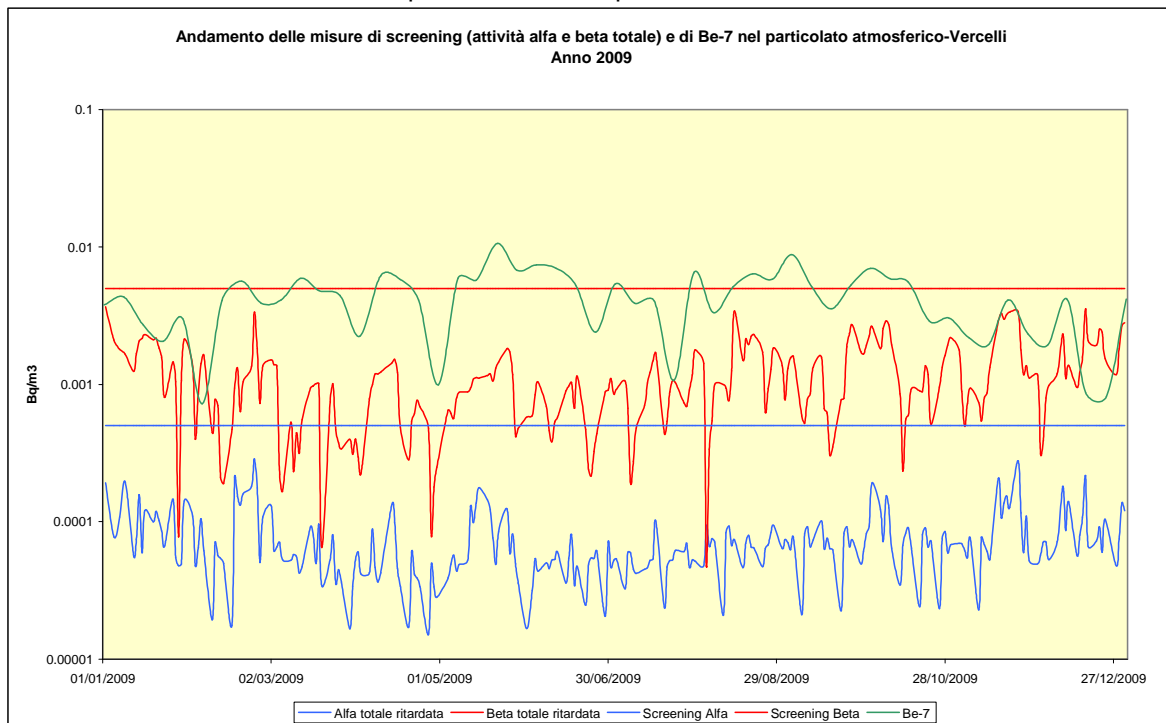


Tabella 9.10 Risultati delle misure sui campioni composti settimanali di particolato atmosferico prelevati presso la sede Arpa di Vercelli.

Punto	Numero campione	Data inizio	Data fine	Cs-137 Bq/m ³	I-131 Bq/m ³	Be-7 Bq/m ³
VA01	09/000005	29/12/2008	05/01/2009	< 0,000069	< 0,000448	0,00378 ± 0,00110
	09/000061	05/01/2009	12/01/2009	< 0,000065	< 0,000406	0,00432 ± 0,00089
	09/000961	12/01/2009	19/01/2009	< 0,000044	< 0,000300	0,00270 ± 0,00100
	09/001588	19/01/2009	26/01/2009	< 0,000061	< 0,000045	0,00206 ± 0,00072
	09/002208	26/01/2009	02/02/2009	< 0,000126	< 0,000919	0,00300 ± 0,00149
	09/003001	02/02/2009	09/02/2009	< 0,000064	< 0,000304	< 0,00072
	09/005469	09/02/2009	16/02/2009	< 0,000066	< 0,000442	0,00409 ± 0,00120
	09/004728	16/02/2009	23/02/2009	< 0,000043	< 0,000338	0,00565 ± 0,00083
	09/005349	23/02/2009	02/03/2009	< 0,000039	< 0,000626	0,00390 ± 0,00100
	09/006565	02/03/2009	09/03/2009	< 0,000071	< 0,000280	0,00410 ± 0,00089
	09/007716	09/03/2009	16/03/2009	< 0,000075	< 0,000534	0,00592 ± 0,00107
	09/009133	16/03/2009	23/03/2009	< 0,000046	< 0,000120	0,00482 ± 0,00076
	09/010389	23/03/2009	30/03/2009	< 0,000052	< 0,000360	0,00443 ± 0,00082
	09/011388	30/03/2009	06/04/2009	< 0,000088	< 0,000445	0,00224 ± 0,00084
	09/013966	06/04/2009	14/04/2009	< 0,000059	< 0,000498	0,00619 ± 0,00120
	09/014522	14/04/2009	20/04/2009	< 0,000055	< 0,000556	0,00579 ± 0,00110
	09/015917	20/04/2009	27/04/2009	< 0,000086	< 0,000672	0,00411 ± 0,00082
	09/016579	27/04/2009	04/05/2009	< 0,000063	< 0,000464	< 0,00099
	09/017596	04/05/2009	11/05/2009	< 0,000076	< 0,000281	0,00592 ± 0,00097
	09/018913	11/05/2009	18/05/2009	< 0,000046	< 0,000510	0,00572 ± 0,00076
	09/020257	18/05/2009	25/05/2009	< 0,000076	< 0,000440	0,01060 ± 0,00160
	09/021342	25/05/2009	01/06/2009	< 0,000086	< 0,000510	0,00677 ± 0,00095
	09/021993	01/06/2009	08/06/2009	< 0,000092	< 0,000471	0,00741 ± 0,00140
	09/023393	08/06/2009	15/06/2009	< 0,000072	< 0,000593	0,00701 ± 0,00120
	09/024467	15/06/2009	22/06/2009	< 0,000075	< 0,000670	0,00526 ± 0,00086
	09/025379	22/06/2009	29/06/2009	< 0,000092	< 0,000392	0,00240 ± 0,00064
	09/026297	29/06/2009	06/07/2009	< 0,000025	< 0,000264	0,00538 ± 0,00092
	09/027604	06/07/2009	13/07/2009	< 0,000066	< 0,000711	0,00388 ± 0,00070
	09/029458	13/07/2009	20/07/2009	< 0,000059	< 0,000307	0,00402 ± 0,00069
	09/030529	20/07/2009	27/07/2009	< 0,000042	< 0,000359	< 0,00107
	09/031555	27/07/2009	03/08/2009	< 0,000023	< 0,000793	0,00647 ± 0,00110
	09/032608	03/08/2009	10/08/2009	< 0,000063	< 0,000502	0,00333 ± 0,00100
	09/033446	10/08/2009	17/08/2009	< 0,000060	< 0,000363	0,00510 ± 0,00094
	09/034381	17/08/2009	24/08/2009	< 0,000100	< 0,000363	0,00638 ± 0,00091
	09/035394	24/08/2009	31/08/2009	< 0,000057	< 0,000495	0,00582 ± 0,00085
	09/036423	31/08/2009	07/09/2009	< 0,000090	< 0,004670	0,00880 ± 0,00130
	09/037830	07/09/2009	14/09/2009	< 0,000048	< 0,000930	0,00516 ± 0,00100
	09/038552	14/09/2009	21/09/2009	< 0,000066	< 0,000715	0,00355 ± 0,00130
	09/041260	21/09/2009	28/09/2009	< 0,000058	< 0,000423	0,00527 ± 0,00092
	09/042115	28/09/2009	05/10/2009	< 0,000110	< 0,003380	0,00701 ± 0,00260
09/043053	05/10/2009	12/10/2009	< 0,000050	< 0,001020	0,00588 ± 0,00097	
09/044315	12/10/2009	19/10/2009	< 0,000065	< 0,000509	0,00554 ± 0,00100	
09/045531	19/10/2009	26/10/2009	< 0,000077	< 0,000935	0,00289 ± 0,00074	
09/046377	26/10/2009	02/11/2009	< 0,000081	< 0,000545	0,00303 ± 0,00110	
09/047144	02/11/2009	09/11/2009	< 0,000053	< 0,000437	0,00218 ± 0,00062	
09/048163	09/11/2009	16/11/2009	< 0,000054	< 0,001440	0,00195 ± 0,00076	
09/049312	16/11/2009	23/11/2009	< 0,000102	< 0,000820	0,00412 ± 0,00130	
09/050183	23/11/2009	30/11/2009	< 0,000076	< 0,000351	0,00233 ± 0,00065	
09/051455	30/11/2009	07/12/2009	< 0,000063	< 0,000330	0,00193 ± 0,00058	
09/051854	07/12/2009	14/12/2009	< 0,000081	< 0,000539	0,00416 ± 0,00075	
09/053160	14/12/2009	21/12/2009	< 0,000055	< 0,000162	< 0,00087	
09/053680	21/12/2009	28/12/2009	< 0,000083	< 0,000221	< 0,000819	
10/000008	28/12/2009	04/01/2010	< 0,000132	< 0,000505	0,00417 ± 0,00064	
R_{non} rilevanza				0,3	0,073	-

ARPA Ente di diritto pubblico – Dipartimento Tematico Radiazioni

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

Struttura Semplice Siti Nucleari

Via Trino, 89 – 13100 Vercelli – Tel. 0161269884 – fax 0161269850

Fall out

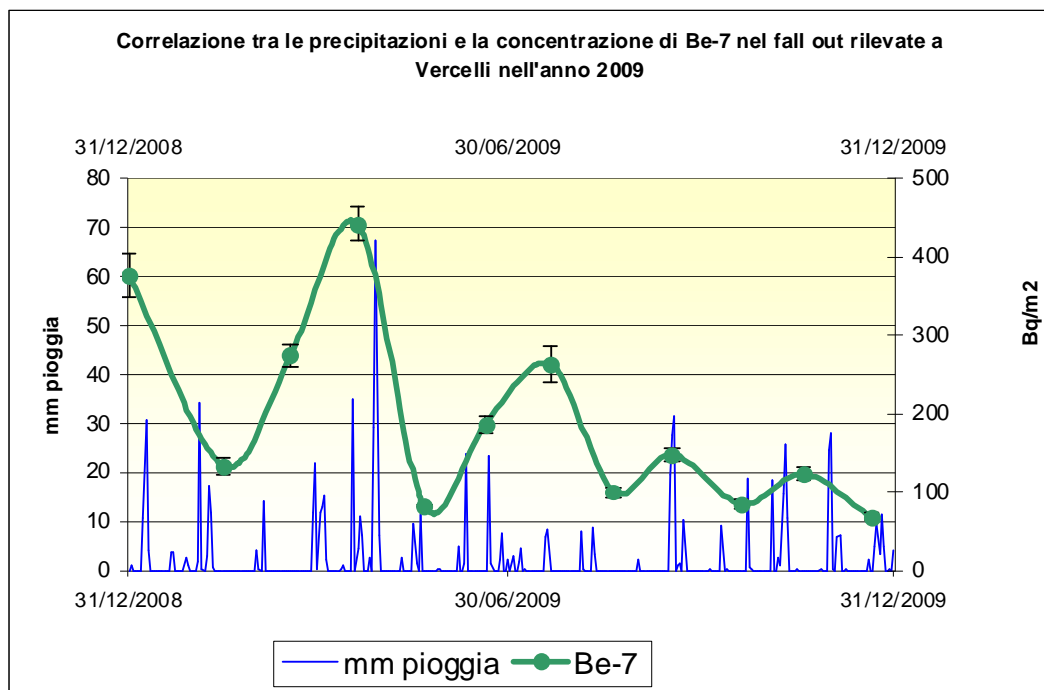
Nel *Fall out* (ricaduta al suolo) campionato in continuo presso la sede Arpa di Vercelli nel corso del 2009 non è stata rilevata contaminazione da radionuclidi. I valori sono riassunti in tabella 9.11 nella quale non sono riportati i valori soglia poiché non definibili nel caso di questa matrice, considerata 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 ²	I-131 Bq/m ²	Be-7 Bq/m ²
VA01	09/002156	03/12/2008	29/01/2009	< 0,246	< 54,5	376 ± 27
	09/005979	29/01/2009	03/03/2009	< 0,197	< 10,9	133 ± 10
	09/011053	03/03/2009	02/04/2009	< 0,207	< 18,9	274 ± 15
	09/017096	02/04/2009	06/05/2009	< 0,212	< 10,7	442 ± 22
	09/021916	06/05/2009	05/06/2009	< 0,177	< 2,38	81,8 ± 0,5
	09/026258	05/06/2009	03/07/2009	< 0,211	< 10,7	186 ± 10
	09/032379	03/07/2009	06/08/2009	< 0,122	< 4,73	263 ± 23
	09/035696	06/08/2009	01/09/2009	< 0,218	< 1,87	100 ± 6
	09/042096	01/09/2009	02/10/2009	< 0,222	< 12,3	148 ± 8,6
	09/047039	02/10/2009	05/11/2009	< 0,233	< 8,21	84,5 ± 5,8
	09/051166	05/11/2009	02/12/2009	< 0,222	< 7,96	123 ± 7,6
	10/000122	02/12/2009	08/01/2010	< 0,260	< 5,11	68 ± 4,9

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



ARPA Ente di diritto pubblico – Dipartimento Tematico Radiazioni

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

Struttura Semplice Siti Nucleari

Via Trino, 89 – 13100 Vercelli – Tel. 0161269884 – fax 0161269850

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 ISPRA (già Apat) e con l'Esercente, 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. fino all'anno 2008 e dei dati Arpa per il 2009, riportando il confronto con gli anni precedenti.

I controlli ambientali eseguiti (si veda il paragrafo 9 - sedimenti) hanno consentito di verificare la corretta diluizione degli scarichi nel fiume Po e non hanno evidenziato fenomeni di accumulo.

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

Impegno formula di scarico anno 2005	Impegno formula di scarico anno 2006	Impegno formula di scarico anno 2007	Impegno formula di scarico anno 2008	Impegno formula di scarico anno 2009
9,2% *	3,4% *	2,3% *	2,6% *	1,6% **

* Dati SO.G.I.N. ** Dati Arpa Piemonte

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 µSv/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 µSv/anno). In tabella 11.1 è riportata la stima dell'*equivalente di dose efficace* per il *gruppo critico* della popolazione nell'anno 2009. Nel calcolo sono stati considerati i contributi dei

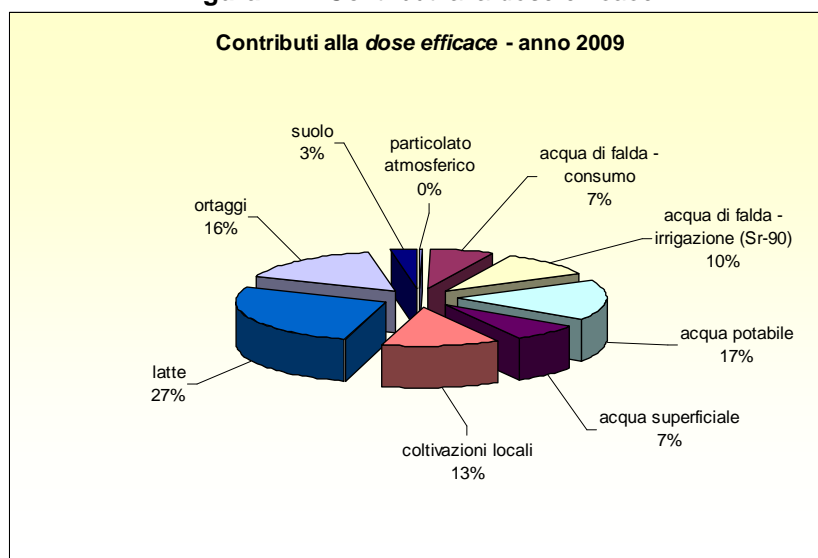
radionuclidi di riferimento, anche se al di sotto dei limiti di rivelabilità (MAR). Per i radionuclidi il cui contributo agli scarichi è trascurabile è stato comunque considerato cautelativamente il contributo alla *dose efficace* con un fattore di peso pari a 0,1 (ad eccezione di Sr-90 per il quale 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	0,000749
	acqua di falda superficiale	0,000304
	acqua di falda superficiale – irrigazione (Sr-90)	0,000461
	coltivazioni locali riso, mais	0,000676
	latte	0,001184
	ortaggi	0,000719
Irraggiamento	suolo	0,000119
Inalazione	particolato atmosferico	0,000011
Totale		0,004223
Limite non rilevanza radiologica		0,01
Limite di dose efficace		1

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 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 2009 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 μ 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

Atomo	è il costituente fondamentale della materia ed è composto dal nucleo e dagli elettroni orbitali.
Attività	numero di trasformazioni nucleari spontanee di un radionuclide che si producono nell'unità di tempo; si esprime in Becquerel.
Becquerel (Bq)	unità di misura dell'attività; 1 Bq = 1 disintegrazione al secondo.
Combustibile nucleare	materiale fissile utilizzato per produrre energia in una centrale nucleare.
Combustibile nucleare irraggiato	combustibile nucleare dopo l'utilizzo in un reattore nucleare.
Contaminazione radioattiva	contaminazione di una matrice, di una superficie, di un ambiente di vita o di lavoro o di un individuo, prodotta da sostanze radioattive.
Decadimento	trasformazione spontanea di un nuclide instabile in un altro nuclide.
Decommissioning	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.
Dose assorbita	energia assorbita per unità di massa di materiale irraggiato; si esprime in Gy.
Dose efficace	somma delle dosi equivalenti nei diversi organi e tessuti del corpo umano moltiplicate per gli appropriati fattori di ponderazione (wT); si esprime in Sv.
Dose efficace impegnata	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.
Dose equivalente	prodotto della dose assorbita media in un tessuto o organo per il fattore di ponderazione delle radiazioni; si esprime in Sv.
Dose equivalente impegnata	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.
Equivalente di dose	vedere dose equivalente.
Fondo naturale di radiazioni	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.
Formula di scarico	insieme delle prescrizioni per l'immissione controllata di radionuclidi nell'ambiente; è diversificata per effluenti aeriformi e liquidi.

ARPA Ente di diritto pubblico – Dipartimento Tematico Radiazioni

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

Struttura Semplice Siti Nucleari

Via Trino, 89 – 13100 Vercelli – Tel. 0161269884 – fax 0161269850

Gray (Gy)	unità di misura della dose assorbita; 1 Gy = 1 J.kg ⁻¹ .
Gruppi di riferimento della popolazione (gruppi critici)	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.
MAR (Minima Attività Rivelabile)	rappresenta il limite strumentale di rivelazione, cioè la minima quantità di radioattività che il sistema di misura è in grado di rivelare.
Notazione scientifica	1E+01 = 1x10 ⁺¹ =10; 1E+00 = 1x10 ⁰ = 1 1E-02 = 1x10 ⁻² = 0,01
Ricettività ambientale	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.
Sievert (Sv)	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 ⁻¹ . Sono suoi sottomultipli il milliSievert – 1 mSv = 1E-03 Sv – e il microSievert – 1 µSv = 1E-06 Sv.
Via critica	via di esposizione relativa al gruppo di riferimento della popolazione.

ARPA Ente di diritto pubblico – Dipartimento Tematico Radiazioni

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

Struttura Semplice Siti Nucleari

Via Trino, 89 – 13100 Vercelli – Tel. 0161269884 – fax 0161269850

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.