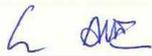


**DIPARTIMENTO TEMATICO RADIAZIONI  
Struttura Semplice Siti Nucleari**

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

**Rapporto anno 2014**

Relazione tecnica n. 19/SS21.02/2015

<b>Redazione</b>	<b>Funzione:</b> Componente SS Siti Nucleari <b>Nome:</b> Luca Albertone	<b>Data:</b> 09/10/2015	<b>Firma:</b> 
	<b>Funzione:</b> Componente SS Siti Nucleari <b>Nome:</b> Giuseppe Tozzi	<b>Data:</b> 09/10/2015	<b>Firma:</b> 
<b>Verifica</b>	<b>Funzione:</b> Responsabile SS Siti Nucleari <b>Nome:</b> Laura Porzio	<b>Data:</b> 12/10/2015	<b>Firma:</b> 
<b>Approvazione</b>	<b>Funzione:</b> Responsabile Dipartimento Tematico Radiazioni <b>Nome:</b> Giovanni d'Amore	Firmato digitalmente	

**Il sistema di gestione qualità è certificato ISO 9001: 2008 da SAI GLOBAL ITALIA**

## INDICE

1	PREMESSA	3
2	ATTIVITA' DI MONITORAGGIO E CONTROLLO	3
3	LE STRATEGIE DI CONTROLLO	4
4	ATTIVITA' SVOLTE DALLA CENTRALE "E. FERMI" NELL'ANNO 2014	5
5	LE RETI DI MONITORAGGIO	5
6	METODOLOGIA DI MISURA	8
7	STRUMENTAZIONE UTILIZZATA	10
8	ATTIVITA' DI MONITORAGGIO	10
8.1.	Monitoraggio ambientale ordinario – risultati delle misure	10
9	ATTIVITA' DI CONTROLLO	25
9.1.	Controllo degli scarichi di effluenti radioattivi	25
10	VALUTAZIONI DOSIMETRICHE	26
11	VALUTAZIONI CONCLUSIVE	27

## 1 PREMESSA

In questa relazione vengono riassunti i risultati del monitoraggio radiologico ambientale condotto da Arpa Piemonte nell'anno 2014 presso il sito nucleare di Trino (VC).

Il quadro legislativo di riferimento è costituito dal D. Lgs. 17 marzo 1995, n. 230 e ss.mm.ii. "Attuazione delle direttive 89/618/Euratom, 90/641/Euratom, 96/29/Euratom, 2006/117/Euratom in materia di radiazioni ionizzanti, 2009/71/Euratom in materia di sicurezza nucleare degli impianti nucleari e 2011/70/Euratom in materia di gestione sicura del combustibile esaurito e dei rifiuti radioattivi derivanti da attività civili" e dalla Legge n. 1860 del 31 dicembre 1962 e s.m.i.

In particolare, per quanto riguarda il monitoraggio della radioattività ambientale, l'art. 104 del sopracitato Decreto Legislativo demanda la gestione delle reti uniche regionali alle singole Regioni le quali, per l'effettuazione dei prelievi e delle misure, debbono avvalersi delle strutture pubbliche idoneamente attrezzate.

In quest'ambito la Regione Piemonte si avvale di Arpa Piemonte ed ha emanato le disposizioni per lo svolgimento di dette attività di monitoraggio con la DGR n. 17-11237 del 9 dicembre 2003 "Disposizioni per lo svolgimento delle attività di controllo e di sorveglianza ambientale in materia di radiazioni ionizzanti degli impianti nucleari e di altre particolari installazioni di cui al D.Lgs. 17 marzo 1995, n. 230 e s.m.i." e successivamente con la legge regionale n. 5 del 18 febbraio 2010 "Norme sulla protezione dai rischi da esposizione a radiazioni ionizzanti".

I compiti di controllo su tutti gli aspetti della sicurezza nucleare sono invece in capo all'ISPRA, autorità di sicurezza nazionale (capo VII del D. Lgs. 230/95 e ss.mm.ii.). Tuttavia Arpa Piemonte svolge alcune attività di controllo in collaborazione con ISPRA in attuazione del "Protocollo operativo tra Arpa Piemonte e Apat" siglato in data 16 giugno 2005.

## 2 ATTIVITA' DI MONITORAGGIO E CONTROLLO

La sorveglianza presso i siti nucleari viene effettuata da Arpa Piemonte sia attraverso la gestione di reti di monitoraggio radiologico ambientale, ordinarie e straordinarie, sia attraverso lo svolgimento di attività di controllo puntuale.

### ***Reti locali di monitoraggio***

Il monitoraggio radiologico ambientale è uno strumento che consente di valutare lo stato della contaminazione radioattiva dell'ambiente e conseguentemente di stimare la dose equivalente 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 di riferimento della popolazione*, 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. 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 di riferimento della*

### **ARPA Ente di diritto pubblico – Dipartimento Tematico Radiazioni**

Via Jervis, 30 - 10015 Ivrea (TO) - Tel. 012564511 - fax 0125645358 - Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017 - E-mail: [radiazioni@arpa.piemonte.it](mailto:radiazioni@arpa.piemonte.it)

#### **Struttura Semplice Siti Nucleari**

Via Trino, 89 – 13100 Vercelli – Tel. 0161269884 – fax 0161269850 - E-mail: [siti.nucleari@arpa.piemonte.it](mailto:siti.nucleari@arpa.piemonte.it)

popolazione. Vengono così scelte le *matrici ambientali ed alimentari* da campionare, i *punti di campionamento* significativi e la *frequenza di campionamento*.

- **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.

### **Attività di controllo**

Vengono svolte, in collaborazione con ISPRA, le seguenti attività di controllo:

- la sorveglianza in occasione di attività particolari o di eventi anomali;
- il controllo degli scarichi di effluenti radioattivi liquidi di tutti gli impianti mediante il campionamento e l'analisi di un campione dai serbatoi di raccolta prima di ogni scarico.

## **3 LE STRATEGIE DI CONTROLLO**

Sono state applicate le strategie di controllo 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 *dose efficace*, 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. Secondo i più recenti indirizzi nazionali ed internazionali il limite da considerare per l'esposizione a sorgenti di radiazioni artificiali è costituito dal *limite per la non rilevanza radiologica*, fissato in 10 microSv per anno solare, valore al di sotto del quale si può ritenere del tutto trascurabile l'impatto radiologico.

I limiti fissati dalla normativa non sono però direttamente confrontabili con i risultati analitici, che forniscono dei valori di concentrazione di attività, dal momento che si tratta di grandezze di natura diversa. Solo il D. Lgs. 2 febbraio 2001 n. 31 e s.m.i. "Attuazione della direttiva 98/83/CE relativa alla qualità delle acque destinate al consumo umano", pur non riguardando le azioni di monitoraggio e controllo dei siti nucleari, fissa in particolare le caratteristiche radiometriche delle acque potabili.

Pertanto, al fine di disporre di uno strumento operativo immediato ed efficace, sono stati ricavati dei *valori soglia per la non rilevanza radiologica*, livelli di riferimento operativi direttamente confrontabili con le concentrazioni di attività misurate nelle varie matrici.

Inoltre si è tenuto conto dei *valori di screening* fissati per alcune grandezze a livello internazionale (World Health Organization, Guidelines for Drinking-water Quality. Fourth Edition, 2011) e comunitario (Raccomandazione 2000/473/Euratom). I *valori di screening* costituiscono dei valori di attenzione che suggeriscono di intraprendere azioni finalizzate ad un approfondimento della situazione.

### **ARPA Ente di diritto pubblico – Dipartimento Tematico Radiazioni**

Via Jervis, 30 - 10015 Ivrea (TO) - Tel. 012564511 - fax 0125645358 - Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017 - E-mail: [radiazioni@arpa.piemonte.it](mailto:radiazioni@arpa.piemonte.it)

#### **Struttura Semplice Siti Nucleari**

Via Trino, 89 – 13100 Vercelli – Tel. 0161269884 – fax 0161269850 - E-mail: [siti.nucleari@arpa.piemonte.it](mailto:siti.nucleari@arpa.piemonte.it)

### **Trattamento statistico dei dati**

I valori di concentrazione dei radionuclidi artificiali rilevati nell'ambiente ed imputabili a rilasci degli impianti sono, allo stato attuale, molto inferiori ai livelli di riferimento adottati e questo pone il problema della loro corretta valutazione sia in termini analitici sia di attribuzione.

Sono pertanto stati messi a punto metodi di prova che assicurano *Limiti di rivelabilità* adeguati (si veda il Paragrafo 0) e sono stati adottati opportuni criteri di analisi statistica dei dati che consentano di evidenziare dati anomali rispetto alle serie storiche. Tali dati anomali possono essere indice di:

- rilasci che comportano livelli di contaminazione confrontabili con il fondo ambientale locale (per esempio nei suoli e nei sedimenti)
- incremento di fenomeni di rilascio in atto (per esempio il rilascio di contaminanti nella falda acquifera superficiale).

Disponendo di una adeguata serie storica di dati di misura, si è scelto di effettuare l'analisi statistica dei dati di misura utilizzando l'approccio ai controlli interni della qualità di un laboratorio analitico tramite carte di controllo.

In questo modo per ogni punto di campionamento, ogni matrice ed ogni parametro è stato possibile definire un Limite di Azione, valore della concentrazione di un determinato radionuclide al di sopra del quale è in atto un evento anomalo.

Questi limiti sono utilizzati come valore soglia per le concentrazioni di attività in quelle matrici che sono considerate indicatori ambientali e non vengono utilizzate per il calcolo della dose all'*individuo di riferimento della popolazione*.

## **4 ATTIVITA' SVOLTE DALLA CENTRALE "E. FERMI" NELL'ANNO 2014**

Nel corso del 2014 presso la Centrale Nucleare "E. Fermi", oltre alle attività ordinarie di mantenimento in sicurezza dell'impianto, sono state svolte attività propedeutiche al decommissioning per il quale si è concluso l'iter autorizzativo con l'emanazione del D.M. 02/08/2012 con il quale viene concessa a SO.G.I.N. l'autorizzazione alla disattivazione.

Sono inoltre state effettuate attività di preparazione al trasporto dei 47 elementi di combustibile nucleare irraggiato stoccato nella piscina per l'invio all'impianto francese di La Hague per il riprocessamento.

Si ricorda che il termine delle operazioni di trasporto, previsto inizialmente per fine 2012, è stato dilazionato nel tempo a causa dei ritardi intervenuti sui trasporti dal Deposito Avogadro di Saluggia (VC) per problemi intergovernativi. I trasporti sono ripresi solo nel 2015.

Nel corso dell'anno 2014 l'impianto ha effettuato n. 2 scarichi di effluenti radioattivi liquidi nel fiume Po.

## **5 LE RETI DI MONITORAGGIO**

Nell'anno 2014 la rete di monitoraggio ordinario del sito di Trino è rimasta sostanzialmente invariata nella sua impostazione poiché non sono intervenuti cambiamenti sostanziali dello scenario globale.

L'unica variazione riguarda i punti di campionamento dell'acqua superficiale, matrice per la quale si è ritenuto opportuno reintrodurre il punto di campionamento TF01 a monte della centrale e di individuare come maggiormente significativo per il campionamento a valle il punto TF06, utilizzando il punto TF02 solo per il controllo degli scarichi di effluenti liquidi.

### **ARPA Ente di diritto pubblico – Dipartimento Tematico Radiazioni**

Via Jervis, 30 - 10015 Ivrea (TO) - Tel. 012564511 - fax 0125645358 - Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017 - E-mail: [radiazioni@arpa.piemonte.it](mailto:radiazioni@arpa.piemonte.it)

#### **Struttura Semplice Siti Nucleari**

Via Trino, 89 – 13100 Vercelli – Tel. 0161269884 – fax 0161269850 - E-mail: [siti.nucleari@arpa.piemonte.it](mailto:siti.nucleari@arpa.piemonte.it)

La rete è stata a suo tempo predisposta con apposito studio radioecologico che ha permesso di individuare 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 di cui al Paragrafo 3.

Tutti i prelievi sono effettuati secondo precise modalità di campionamento – definite in una procedura interna – in modo da garantire la significatività e la riproducibilità dei dati misurati.

Di seguito sono riportate la Tabella 1 con il piano di monitoraggio ordinario e la cartina (Figura 1) con la dislocazione dei punti di campionamento della rete di monitoraggio ordinario.

Tabella 1 Piano di monitoraggio ordinario del sito nucleare di Trino.

Matrice	Punti di campionamento	Frequenza di campionamento
Acqua potabile	TQ01, TQ02	Semestrale
Acqua di falda superficiale	TO03, TP01, TP02, TP03	Semestrale
Acqua superficiale	TF01, TF06	Semestrale
Cereali	TM01, TM02, TM03, TR01, TR02, TR03	Annuale
Latte	TC01, TC02, TC03	Semestrale
Sedimenti fluviali	TF01, TF02, TF06	Semestrale
Ortaggi	TO03	Semestrale
Erba	TS09	Semestrale
Suolo indisturbato	TS01, TS02, TS03, TS04, TS05, TS06, TS07, TS08, TS09	Semestrale
Suolo coltivato	TM01, TM02, TM03, TR01, TR02, TR03	Annuale
Particolato atmosferico	VA01	Continua
Fallout	VA01	Continua

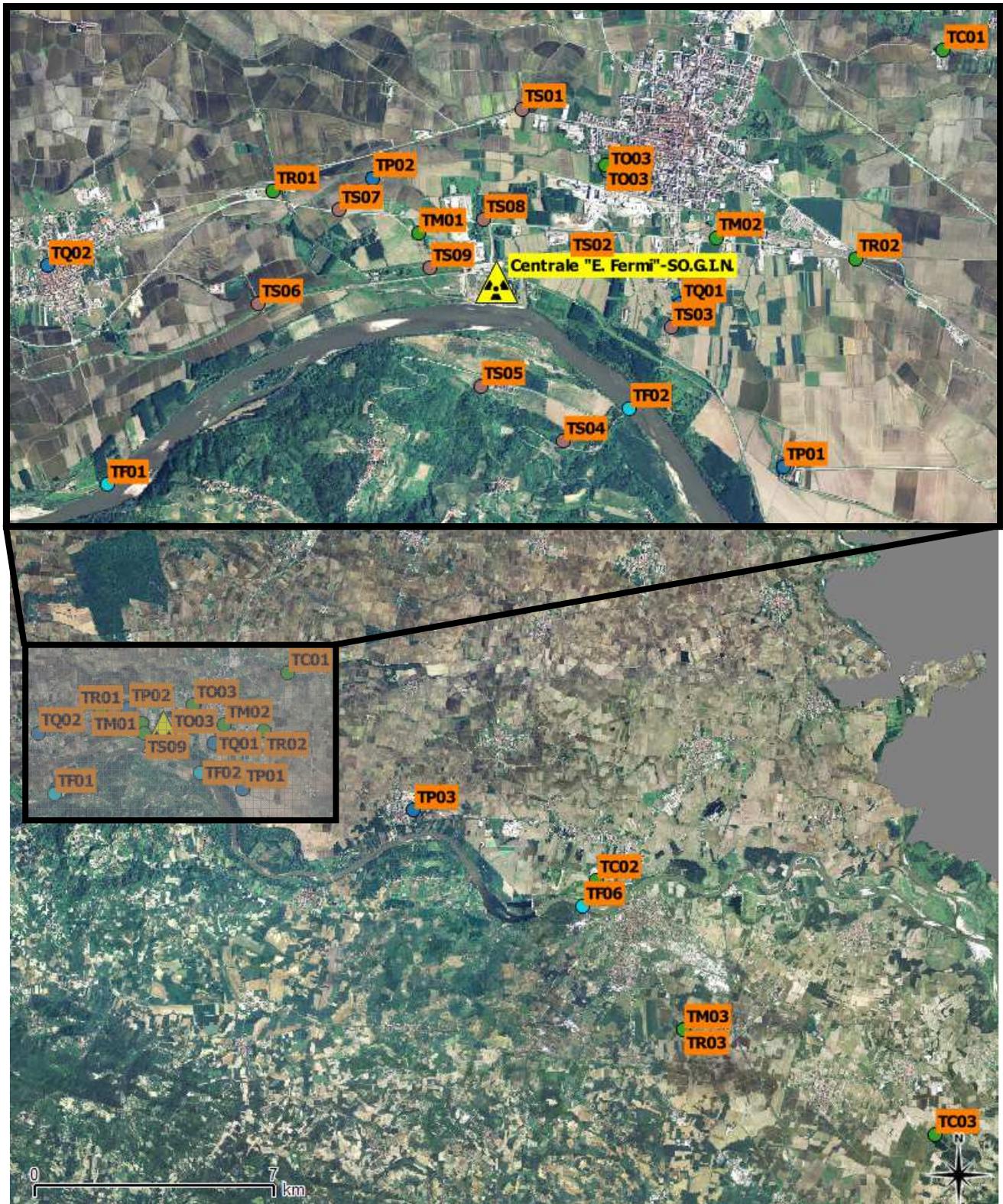
**ARPA Ente di diritto pubblico – Dipartimento Tematico Radiazioni**

Via Jervis, 30 - 10015 Ivrea (TO) - Tel. 012564511 - fax 0125645358 - Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017 - E-mail: [radiazioni@arpa.piemonte.it](mailto:radiazioni@arpa.piemonte.it)

**Struttura Semplice Siti Nucleari**

Via Trino, 89 – 13100 Vercelli – Tel. 0161269884 – fax 0161269850 - E-mail: [siti.nucleari@arpa.piemonte.it](mailto:siti.nucleari@arpa.piemonte.it)

Figura 1 Distribuzione dei punti di campionamento del piano di monitoraggio per il sito nucleare di Trino.



**ARPA Ente di diritto pubblico – Dipartimento Tematico Radiazioni**

Via Jervis, 30 - 10015 Ivrea (TO) - Tel. 012564511 - fax 0125645358 - Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017 - E-mail: [radiazioni@arpa.piemonte.it](mailto:radiazioni@arpa.piemonte.it)  
**Struttura Semplice Siti Nucleari**

Via Trino, 89 – 13100 Vercelli – Tel. 0161269884 – fax 0161269850 - E-mail: [siti.nucleari@arpa.piemonte.it](mailto:siti.nucleari@arpa.piemonte.it)

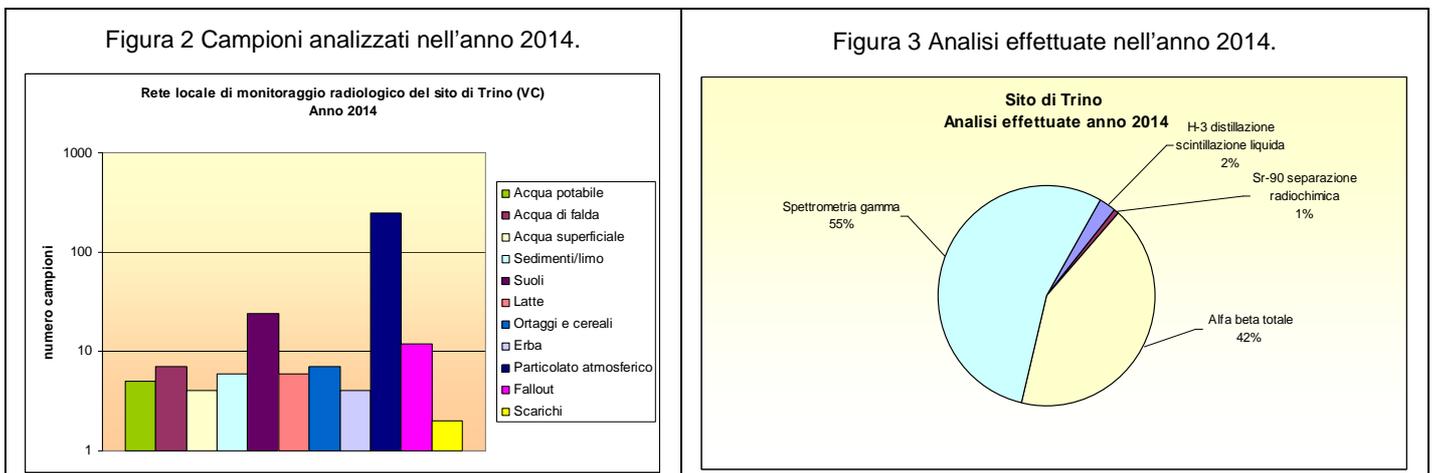
## 6 METODOLOGIA DI MISURA

I metodi utilizzati per l'esecuzione delle analisi – contenuti nel “Catalogo prove” di Arpa Piemonte e riportati in Allegato 2 – 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 sia 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 emettitori e beta emettitori 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;
- i *metodi radiochimici* prevedono la separazione dei singoli radionuclidi alfa emettitori (Plutonio, Americio, Uranio) e beta emettitori (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 2 è riportato il numero di campioni – suddivisi per matrice – prelevati ed analizzati nel corso del 2014 nell'ambito delle reti di monitoraggio radiologico ambientale ordinarie e straordinarie del sito nucleare di Trino.

Nel grafico di Figura 3 è invece riportata la distribuzione percentuale delle tipologie di analisi.



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). La sensibilità della misura viene indicata dal *Limite di Rivelabilità*: 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

**ARPA Ente di diritto pubblico – Dipartimento Tematico Radiazioni**

Via Jervis, 30 - 10015 Ivrea (TO) - Tel. 012564511 - fax 0125645358 - Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017 - E-mail: [radiazioni@arpa.piemonte.it](mailto:radiazioni@arpa.piemonte.it)

**Struttura Semplice Siti Nucleari**

Via Trino, 89 – 13100 Vercelli – Tel. 0161269884 – fax 0161269850 - E-mail: [siti.nucleari@arpa.piemonte.it](mailto:siti.nucleari@arpa.piemonte.it)

considerato il *Limite di Rivelabilità* come limite superiore per la concentrazione del radionuclide stesso (nelle tabelle si vedrà il simbolo <).

La sensibilità delle misure deve essere tale da garantire dei *Limiti di Rivelabilità* sempre inferiori ai valori soglia per la non rilevanza radiologica e ai *valori di screening*, come riportato in Tabella 2.

Tabella 2 *Valori di screening, valori soglia per la non rilevanza radiologica e sensibilità di misura, espresse come Limiti di rivelabilità (ordini di grandezza).*

Matrice	Parametro	Limite di rivelabilità Bq/kg, Bq/l, Bq/m <sup>3</sup>	Valore soglia per la non rilevanza radiologica Bq/kg, Bq/l, Bq/m <sup>3</sup>	Valore di screening Bq/kg, Bq/l, Bq/m <sup>3</sup>	Fonte
Acqua potabile	α totale	0,1	-	0,5	World Health Organization, Guidelines for Drinking-water Quality. Fourth Edition, 2011
	β totale	0,2	-	1	World Health Organization, Guidelines for Drinking-water Quality. Fourth Edition, 2011
	Am-241	0,01	0,011	-	
	Cs-137	0,005	1,4	0,1	Raccomandazione 2000/473/Euratom
	Co-60	0,005	0,72	-	
	H-3	2	610	100	D. Lgs. 2 febbraio 2001 n. 31 e s.m.i. Raccomandazione 2000/473/Euratom
Acqua di falda superficiale	Sr-90	0,005	0,17	0,06	Raccomandazione 2000/473/Euratom
	α totale	0,1	-	0,5	World Health Organization, Guidelines for Drinking-water Quality. Fourth Edition, 2011
	β totale	0,2	-	1	World Health Organization, Guidelines for Drinking-water Quality. Fourth Edition, 2011
	Am-241	0,01	0,011	-	
	Cs-137	0,005	1,4	0,1	Raccomandazione 2000/473/Euratom
	Co-60	0,005	0,72	-	
Acqua superficiale	H-3	5	610	100	D. Lgs. 2 febbraio 2001 n. 31 e s.m.i. Raccomandazione 2000/473/Euratom
	Sr-90	0,005	0,17	0,06	Raccomandazione 2000/473/Euratom
	α totale	0,1	-	-	
	β totale	0,2	-	0,6	Raccomandazione 2000/473/Euratom
	Am-241	0,01	-	-	
	Cs-137	0,005	-	1	Raccomandazione 2000/473/Euratom
Cereali	Co-60	0,3	10	-	
	Cs-137	0,3	7	-	
Erba	Co-60	3	-	-	
	Cs-137	3	-	-	
Latte	Cs-137	0,2	1,9	0,5	Raccomandazione 2000/473/Euratom
	Co-60	0,1	0,72	-	
	Sr-90	0,02	0,17	0,2	Raccomandazione 2000/473/Euratom
Ortaggi a foglia	Cs-137	0,3	14	-	
	Co-60	0,3	21	-	
Particolato atmosferico	α totale ritardata	0,00005	-	-	
	β totale ritardata	0,0005	-	0,005	Raccomandazione 2000/473/Euratom
	Cs-137	0,0001	0,27	0,03	Raccomandazione 2000/473/Euratom
	Co-60	0,0001	0,12	-	
	I-131	0,0003	0,094	-	

**ARPA Ente di diritto pubblico – Dipartimento Tematico Radiazioni**

Via Jervis, 30 - 10015 Ivrea (TO) - Tel. 012564511 - fax 0125645358 - Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017 - E-mail: [radiazioni@arpa.piemonte.it](mailto:radiazioni@arpa.piemonte.it)

**Struttura Semplice Siti Nucleari**

Via Trino, 89 – 13100 Vercelli – Tel. 0161269884 – fax 0161269850 - E-mail: [siti.nucleari@arpa.piemonte.it](mailto:siti.nucleari@arpa.piemonte.it)

Matrice	Parametro	Limite di rivelabilità Bq/kg, Bq/l, Bq/m <sup>3</sup>	Valore soglia per la non rilevanza radiologica Bq/kg, Bq/l, Bq/m <sup>3</sup>	Valore di screening Bq/kg, Bq/l, Bq/m <sup>3</sup>	Fonte
Sedimenti fluviali	Am-241	3	-	-	
	Cs-137	0,3	-	-	
	Co-60	0,3	-	-	
Suolo indisturbato	Am-241	3	22000	-	
	Cs-137	0,3	460	-	
	Co-60	0,3	110	-	
Suolo coltivato	Am-241	3	20000	-	
	Cs-137	0,3	260	-	
	Co-60	0,3	55	-	

Al fine di garantire la qualità dei dati erogati il laboratorio della struttura Siti Nucleari:

- è accreditato UNI CEI EN ISO/IEC 17025 (certificato ACCREDIA n. 0203) per i principali metodi di prova;
- è certificato UNI EN ISO 9001 (certificato SAI GLOBAL ITALIA n. 1625);
- partecipa con cadenza annuale a circuiti di interconfronto nazionali ed internazionali (EC, IAEA ed altri).

L'accreditamento testimonia la competenza tecnica del Laboratorio e la conformità del sistema di gestione alla norma UNI CEI EN ISO/IEC 17025 ed a qualsiasi altro criterio prescritto dall'Ente di accreditamento.

La certificazione testimonia la conformità del sistema di gestione alla norma UNI EN ISO 9001 ed a qualsiasi altro criterio prescritto dall'Ente di certificazione.

## 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 ORTEC "Gamma Vision";
- contatori proporzionali a flusso di gas Berthold mod. LB 770;
- contatore a scintillazione liquida Perkin Elmer Quantulus.

## 8 ATTIVITA' DI MONITORAGGIO

### 8.1. Monitoraggio ambientale ordinario – risultati delle misure

In questa sezione sono riportati in forma sintetica i risultati delle misure insieme ad alcuni grafici con gli andamenti storici delle concentrazioni dei radionuclidi di interesse nelle principali matrici alimentari ed ambientali, mentre per il dettaglio dei dati analitici si rimanda alle tabelle dell'Allegato 1. Per agevolare la comprensione dei risultati delle misure eseguite, nei grafici sono riportate le linee corrispondenti ai livelli operativi caso per caso adottati (si veda il Paragrafo 3): questo consente di valutare facilmente se i valori di concentrazione sono accettabili e quanto si discostano dai valori limite.

Nei grafici il punto rappresenta il limite di rivelabilità per il radionuclide rappresentato, mentre la barra verticale indica la presenza di contaminante con incertezza pari all'estensione della barra.

Si segnala altresì che tutti i risultati delle misure, dal 2006 al 2014, sono liberamente consultabili, in modo interattivo, nella sezione Radiazioni del Geoportale di Arpa Piemonte.

#### ARPA Ente di diritto pubblico – Dipartimento Tematico Radiazioni

Via Jervis, 30 - 10015 Ivrea (TO) - Tel. 012564511 - fax 0125645358 - Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017 - E-mail: [radiazioni@arpa.piemonte.it](mailto:radiazioni@arpa.piemonte.it)

#### Struttura Semplice Siti Nucleari

Via Trino, 89 – 13100 Vercelli – Tel. 0161269884 – fax 0161269850 - E-mail: [siti.nucleari@arpa.piemonte.it](mailto:siti.nucleari@arpa.piemonte.it)

Come già introdotto al Paragrafo 2, il monitoraggio radiologico ambientale consente, in ultima analisi, di stimare la dose efficace alla popolazione, grandezza proporzionale al rischio indotto dall'esposizione alle radiazioni ionizzanti. Il calcolo della dose efficace deve necessariamente tenere conto delle tre possibili vie di esposizione: *ingestione*, *inalazione* ed *irraggiamento*. Per questo motivo i risultati delle misure sono di seguito riportati per gruppi di matrici che contribuiscono ad una determinata via di esposizione.

### **Via di esposizione: ingestione**

#### **Acqua potabile**

- *Fa parte integrante della dieta.*
- *Consumo medio pro capite 548 l/anno per gli adulti (CEVaD/2010).*
- *Dettaglio dei risultati delle misure in Tabella 5.*
- *Nel corso del 2014 non è mai stata rivelata la presenza di radionuclidi di origine artificiale.*
- *Contributo alla dose 0,243 microSv/anno.*



Nei campioni di acqua potabile distribuita dall'acquedotto di Trino (TQ01) e da quello di Palazzolo Vercellese (TQ02) non è mai stata rivelata la presenza di radionuclidi di origine artificiale. In particolare i risultati ottenuti si sono sempre mantenuti al di sotto dei *valori di screening* fissati da World Health Organization e dei *valori soglia per la non rilevanza radiologica*.

Nei grafici di Figura 4 e

Figura 5 sono riportati, a titolo esemplificativo, gli andamenti delle concentrazioni delle attività Alfa totale e Beta totale nei campioni di acqua potabile distribuita dall'acquedotto di Trino (TQ01). La linea orizzontale rappresenta il valore di screening fissato da World Health Organization.

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*.

#### **ARPA Ente di diritto pubblico – Dipartimento Tematico Radiazioni**

Via Jervis, 30 - 10015 Ivrea (TO) - Tel. 012564511 - fax 0125645358 - Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017 - E-mail: [radiazioni@arpa.piemonte.it](mailto:radiazioni@arpa.piemonte.it)

#### **Struttura Semplice Siti Nucleari**

Via Trino, 89 – 13100 Vercelli – Tel. 0161269884 – fax 0161269850 - E-mail: [siti.nucleari@arpa.piemonte.it](mailto:siti.nucleari@arpa.piemonte.it)

Figura 4 Andamento della concentrazione Alfa totale nell'acqua potabile campionata nel punto TQ01 (Bq/l). La linea orizzontale rappresenta il valore di screening fissato da World Health Organization.

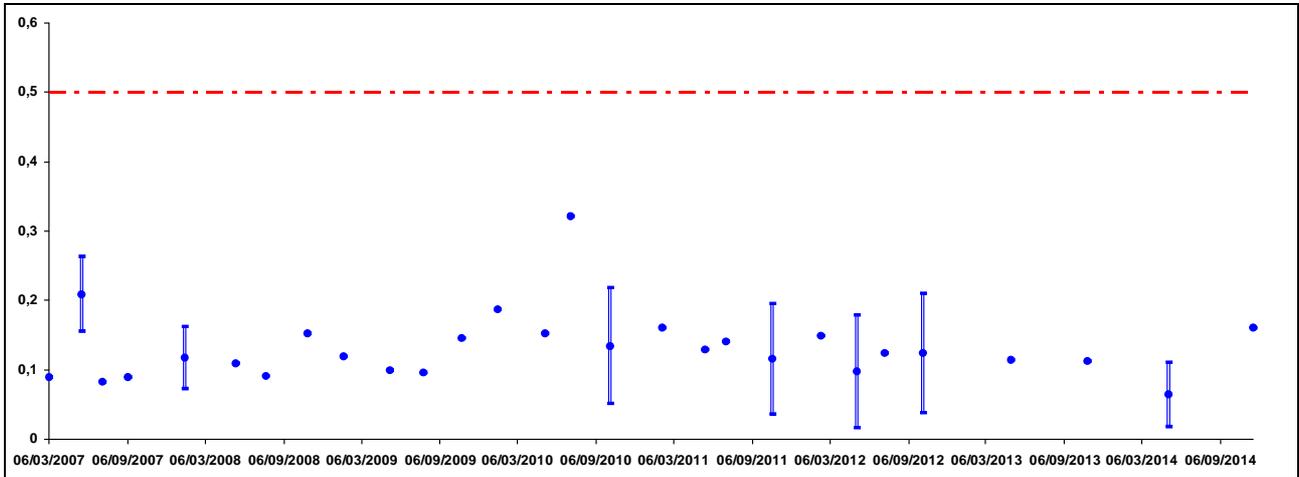
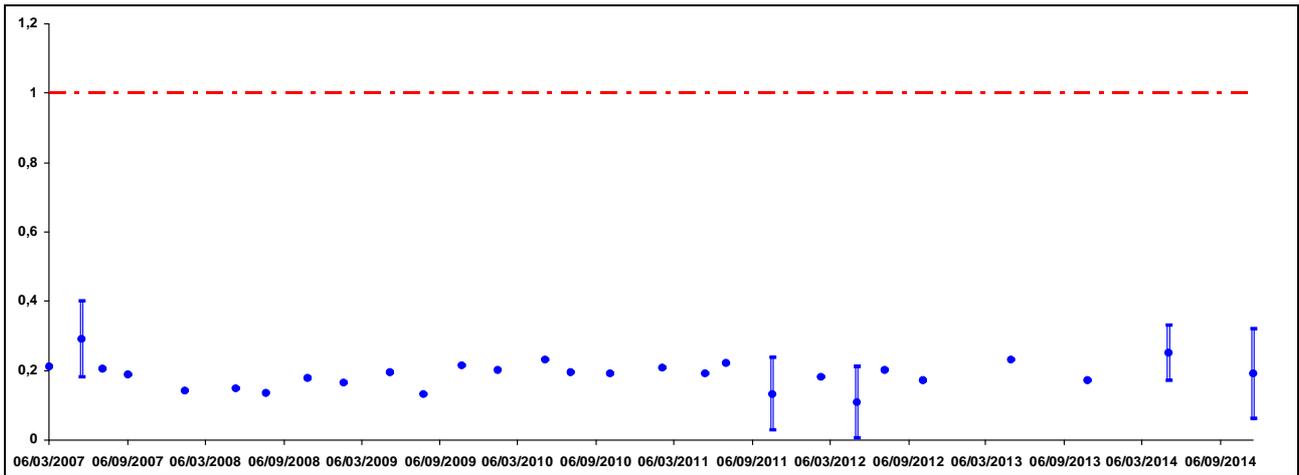


Figura 5 Andamento della concentrazione Beta totale nell'acqua potabile campionata nel punto TQ01 (Bq/l). La linea orizzontale rappresenta il valore di screening fissato da World Health Organization.



### Acqua di falda superficiale

- Può far parte della dieta ed essere utilizzata a scopo irriguo.
- Consumo medio pro capite 548 l/anno per gli adulti (CEVaD/2010).
- Dettaglio dei risultati delle misure in Tabella 6.
- Nel corso del 2014 non è mai stata rivelata la presenza di radionuclidi di origine artificiale.
- Contributo alla dose 0,194 microSv/anno.



Nell'acqua di falda superficiale campionata dai pozzi privati nei punti TO03, TP01, TP02 e TP03 non è mai stata rivelata 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*.

Nei grafici di Figura 6 e

Figura 7 sono riportati, a titolo esemplificativo, gli andamenti delle concentrazioni delle attività Alfa totale e Beta totale nei campioni prelevati nel pozzo privato TP01. La linea orizzontale rappresenta il *valore di screening* fissato da World Health Organization.

#### ARPA Ente di diritto pubblico – Dipartimento Tematico Radiazioni

Via Jervis, 30 - 10015 Ivrea (TO) - Tel. 012564511 - fax 0125645358 - Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017 - E-mail: [radiazioni@arpa.piemonte.it](mailto:radiazioni@arpa.piemonte.it)

#### Struttura Semplice Siti Nucleari

Via Trino, 89 – 13100 Vercelli – Tel. 0161269884 – fax 0161269850 - E-mail: [siti.nucleari@arpa.piemonte.it](mailto:siti.nucleari@arpa.piemonte.it)

Figura 6 Andamento della concentrazione Alfa totale nell'acqua potabile campionata nel punto TP01 (Bq/l). La linea orizzontale rappresenta il valore di screening fissato da World Health Organization.

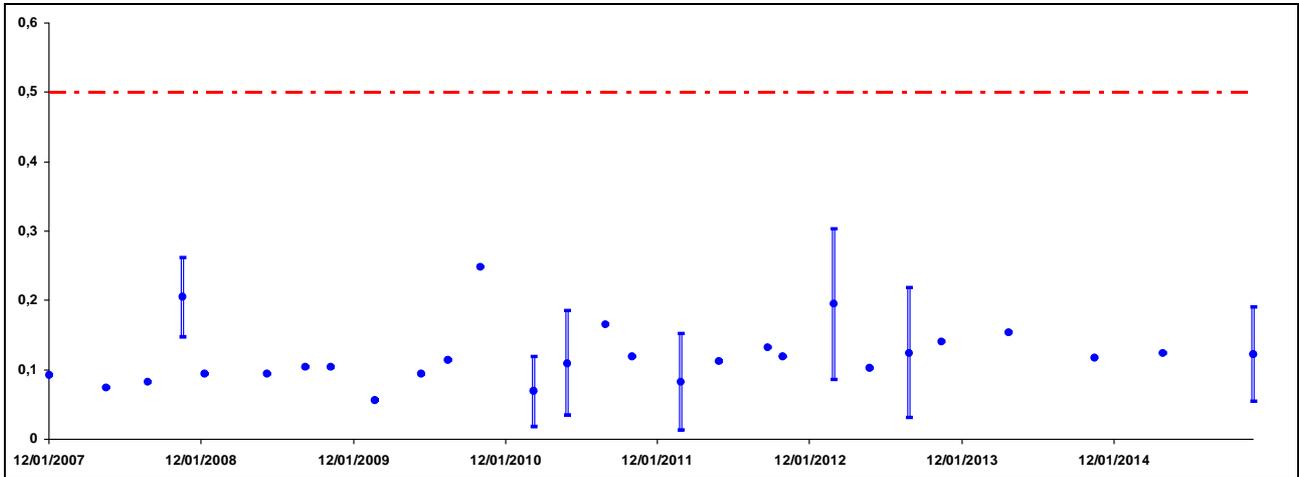
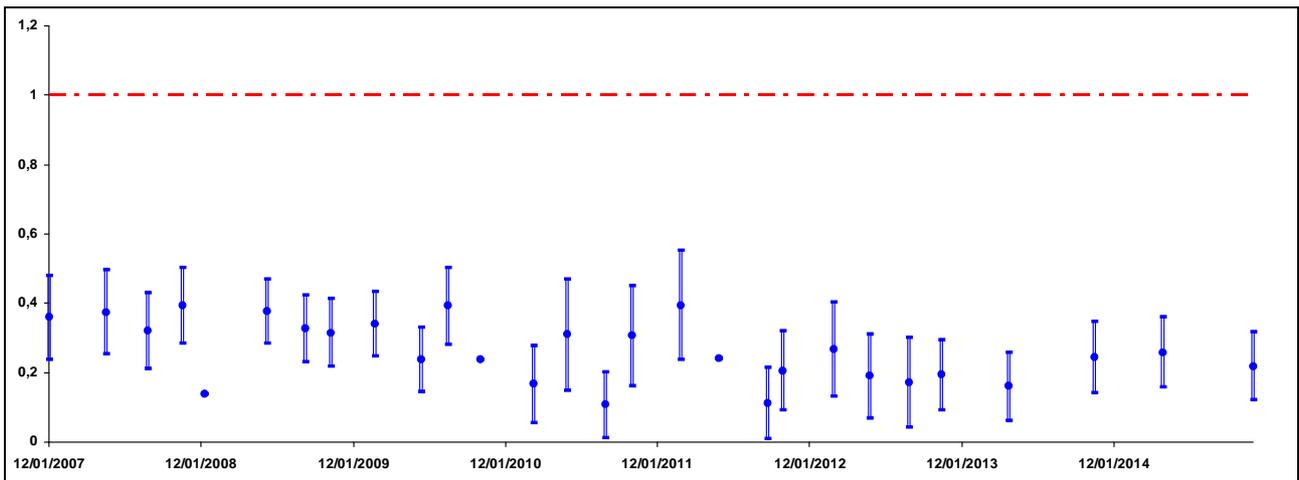


Figura 7 Andamento della concentrazione Beta totale nell'acqua potabile campionata nel punto TP01 (Bq/l). La linea orizzontale rappresenta il valore di screening fissato da World Health Organization.



**ARPA Ente di diritto pubblico – Dipartimento Tematico Radiazioni**

Via Jervis, 30 - 10015 Ivrea (TO) - Tel. 012564511 - fax 0125645358 - Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017 - E-mail: [radiazioni@arpa.piemonte.it](mailto:radiazioni@arpa.piemonte.it)

**Struttura Semplice Siti Nucleari**

Via Trino, 89 – 13100 Vercelli – Tel. 0161269884 – fax 0161269850 - E-mail: [siti.nucleari@arpa.piemonte.it](mailto:siti.nucleari@arpa.piemonte.it)

### Prodotti di coltivazione

- Cereali e ortaggi fanno parte integrante della dieta.
- Consumo medio pro capite 55÷124 kg/anno per gli adulti (CEVaD/2010).
- Dettaglio dei risultati delle misure in Tabella 7.
- Nel corso del 2014 in un solo campione di mais sono state rivelate tracce di Cs-137 compatibili con l'incidente di Chernobyl.
- Contributo alla dose 0,232 microSv/anno.

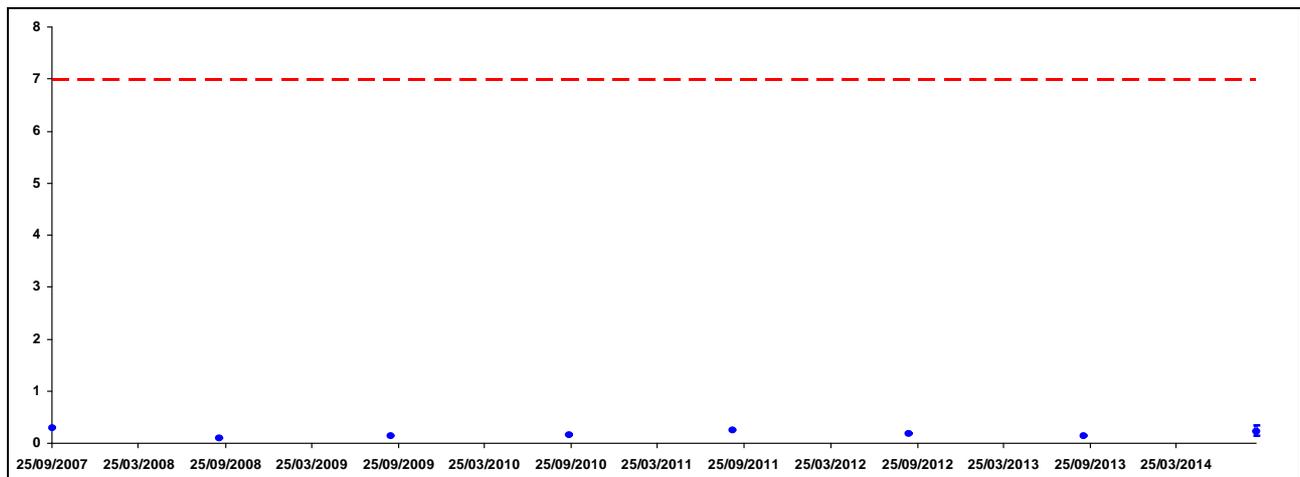


Negli ortaggi di produzione locale campionati nel punto TO03, nel mais campionato nei punti TM02, TM03 e nel riso campionato nei punti TR01, TR02, TR03 non è mai stata riscontrata traccia di contaminazione da radionuclidi artificiali. Nel mais campionato nel punto TM01 sono state rivelate tracce di Cs-137 compatibili, tuttavia, con l'incidente di Chernobyl.

I valori dei *Limiti di rivelabilità* sono sempre stati inferiori ai *valori soglia per la non rilevanza radiologica*.

Nel grafico di Figura 8 è riportato a titolo esemplificativo l'andamento della concentrazione di Cs-137 nel mais prelevato nel punto TM01. La linea orizzontale rappresenta il *valore soglia per la non rilevanza radiologica*.

Figura 8 Andamento della concentrazione di Cs-137 nel mais prelevato nel punto TM01 (Bq/kg). La linea orizzontale rappresenta il *valore soglia per la non rilevanza radiologica*.



#### ARPA Ente di diritto pubblico – Dipartimento Tematico Radiazioni

Via Jervis, 30 - 10015 Ivrea (TO) - Tel. 012564511 - fax 0125645358 - Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017 - E-mail: [radiazioni@arpa.piemonte.it](mailto:radiazioni@arpa.piemonte.it)

#### Struttura Semplice Siti Nucleari

Via Trino, 89 – 13100 Vercelli – Tel. 0161269884 – fax 0161269850 - E-mail: [siti.nucleari@arpa.piemonte.it](mailto:siti.nucleari@arpa.piemonte.it)

### Latte bovino crudo

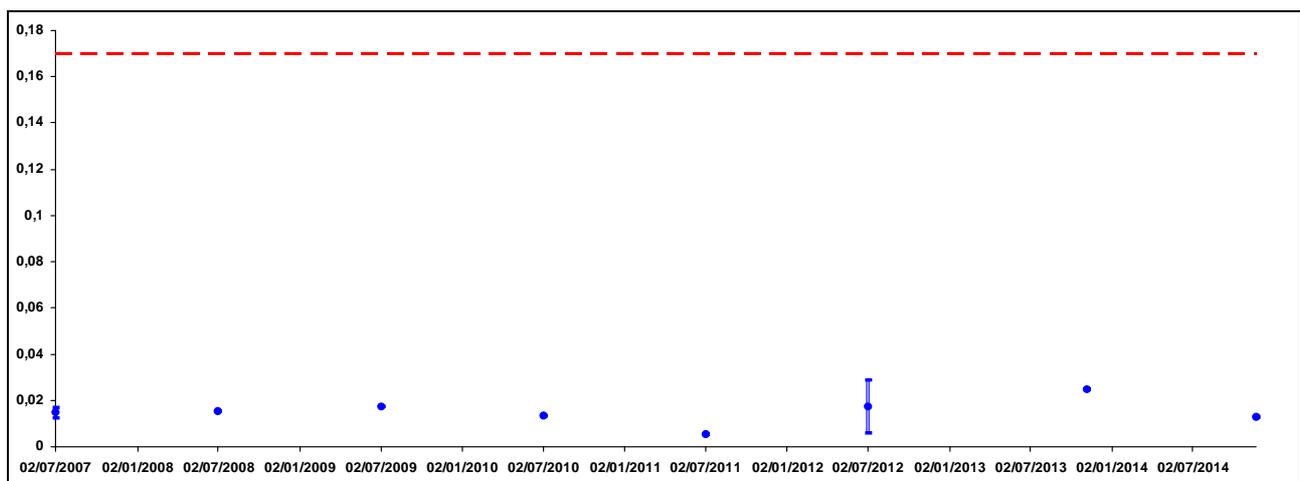
- *Fa parte integrante della dieta.*
- *Consumo medio pro capite 256 l/anno per i lattanti (CEVaD/2010).*
- *Dettaglio dei risultati delle misure in Tabella 8.*
- *Nel corso del 2014 non è mai stata rivelata la presenza di radionuclidi di origine artificiale.*
- *Contributo alla dose 0,796 microSv/anno.*



Nel latte bovino crudo di produzione locale campionato presso le caschine TC01, TC02 e TC03 non è mai stata riscontrata traccia di contaminazione da radionuclidi artificiali. I valori dei *Limiti di rivelabilità* sono sempre inferiori ai *valori soglia per la non rilevanza radiologica*.

Nel grafico di Figura 9 è riportato a titolo esemplificativo l'andamento della concentrazione di Sr-90 nel latte vaccino crudo campionato nel punto TC01. La linea orizzontale rappresenta il *valore soglia per la non rilevanza radiologica*.

Figura 9 Andamento della concentrazione di Sr-90 nel latte vaccino crudo campionato nel punto TC01 (Bq/l). La linea orizzontale rappresenta il *valore soglia per la non rilevanza radiologica*.



**ARPA Ente di diritto pubblico – Dipartimento Tematico Radiazioni**

Via Jervis, 30 - 10015 Ivrea (TO) - Tel. 012564511 - fax 0125645358 - Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017 - E-mail: [radiazioni@arpa.piemonte.it](mailto:radiazioni@arpa.piemonte.it)

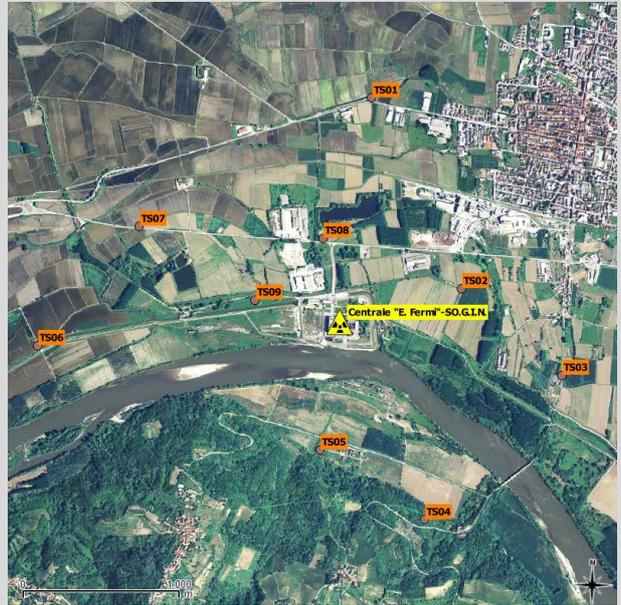
**Struttura Semplice Siti Nucleari**

Via Trino, 89 – 13100 Vercelli – Tel. 0161269884 – fax 0161269850 - E-mail: [siti.nucleari@arpa.piemonte.it](mailto:siti.nucleari@arpa.piemonte.it)

## Via di esposizione: irraggiamento

### Suolo indisturbato

- La contaminazione radioattiva è confinata nello strato superficiale (0-5 cm).
- Fattore di occupazione: 1 ora/giorno.
- Dettaglio dei risultati delle misure in Tabella 9.
- Presenza di Cs-137.
- Contributo alla dose 0,635 microSv/anno.



Nello strato superficiale dei suoli campionati 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. I valori di concentrazione di Cs-137 sono compresi nell'intervallo 10÷100 Bq/kg; i valori minimi si riscontrano nel punto TS09 mentre quelli massimi nel punto TS04. Tutti i valori si sono sempre mantenuti al di sotto dei *valori soglia per la non rilevanza radiologica*.

Nel grafico di Figura 10 è riportato a titolo esemplificativo l'andamento della concentrazione di Cs-137 nel suolo indisturbato campionato nel punto TS04. La linea orizzontale rappresenta il *valore soglia per la non rilevanza radiologica*.

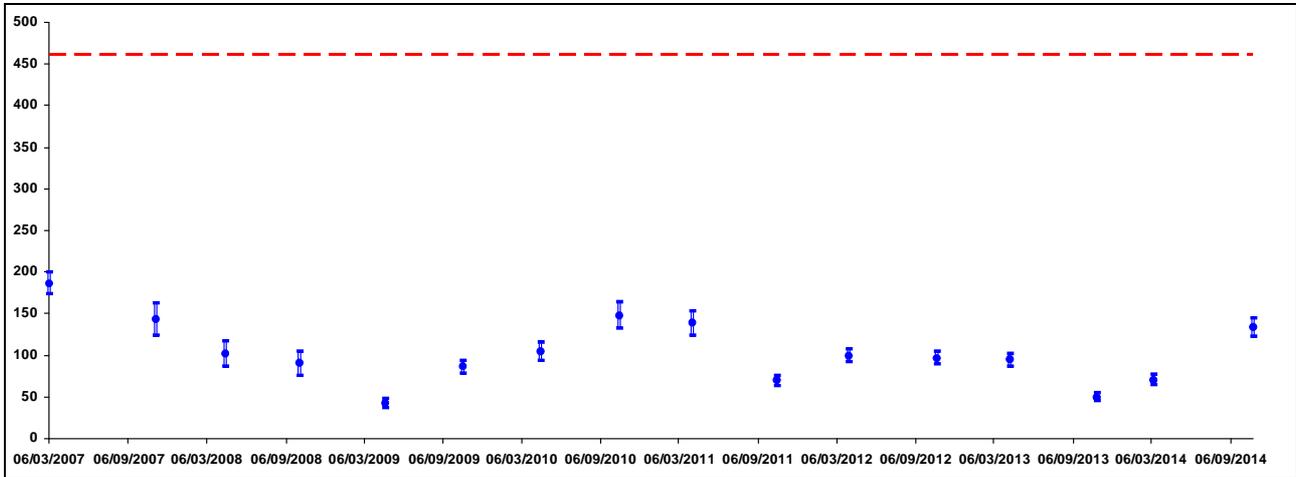
### ARPA Ente di diritto pubblico – Dipartimento Tematico Radiazioni

Via Jervis, 30 - 10015 Ivrea (TO) - Tel. 012564511 - fax 0125645358 - Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017 - E-mail: [radiazioni@arpa.piemonte.it](mailto:radiazioni@arpa.piemonte.it)

#### Struttura Semplice Siti Nucleari

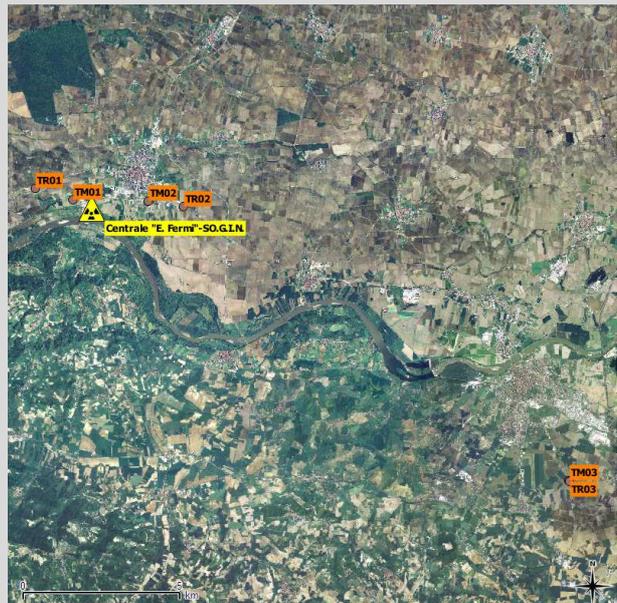
Via Trino, 89 – 13100 Vercelli – Tel. 0161269884 – fax 0161269850 - E-mail: [siti.nucleari@arpa.piemonte.it](mailto:siti.nucleari@arpa.piemonte.it)

Figura 10 Andamento della concentrazione di Cs-137 nel suolo indisturbato campionato nel punto TS04 (Bq/kg). La linea orizzontale rappresenta il valore soglia per la non rilevanza radiologica.



### Suolo coltivato

- *La contaminazione radioattiva è uniformemente distribuita.*
- *Fattore di occupazione: 1 ora/giorno.*
- *Dettaglio dei risultati delle misure in Tabella 10.*
- *Presenza di Cs-137.*
- *Contributo alla dose 0,549 microSv/anno.*



Nei suoli coltivati a mais TM01, TM02, TM03 e a riso TR01, TR02, TR03 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 di concentrazione di Cs-137 sono compresi nell'intervallo 10÷30 Bq/kg; i valori osservati risultano pressoché costanti 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*.

**ARPA Ente di diritto pubblico – Dipartimento Tematico Radiazioni**

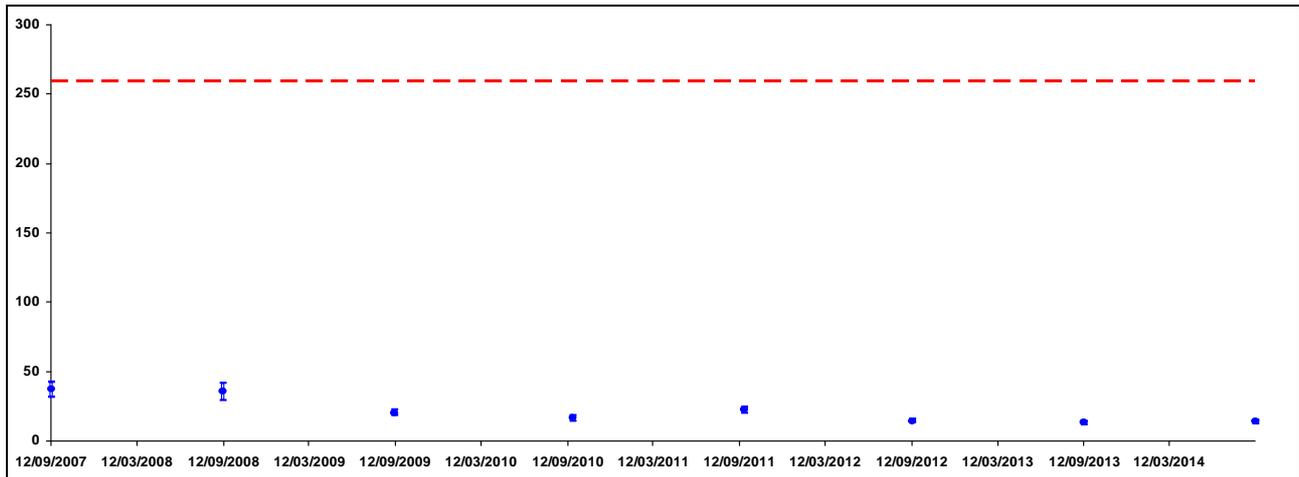
Via Jervis, 30 - 10015 Ivrea (TO) - Tel. 012564511 - fax 0125645358 - Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017 - E-mail: [radiazioni@arpa.piemonte.it](mailto:radiazioni@arpa.piemonte.it)

**Struttura Semplice Siti Nucleari**

Via Trino, 89 – 13100 Vercelli – Tel. 0161269884 – fax 0161269850 - E-mail: [siti.nucleari@arpa.piemonte.it](mailto:siti.nucleari@arpa.piemonte.it)

Nel grafico di Figura 11 è riportato a titolo esemplificativo l'andamento della concentrazione di Cs-137 nel suolo coltivato campionato nel punto TR02. La linea orizzontale rappresenta il *valore soglia per la non rilevanza radiologica*.

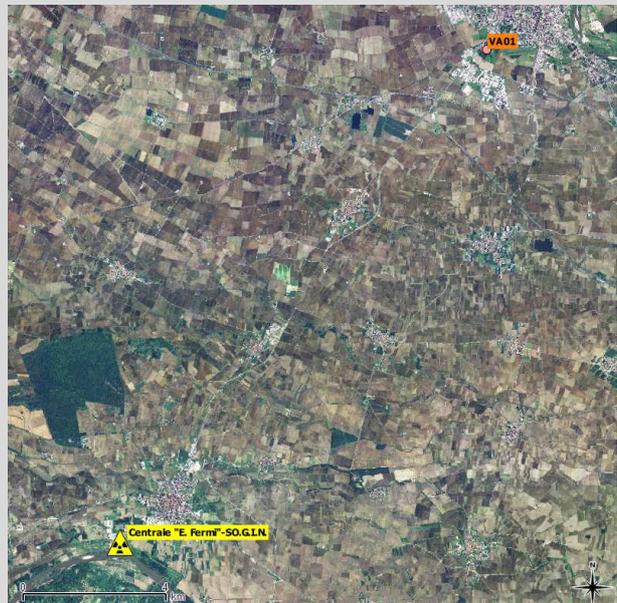
Figura 11 Andamento della concentrazione di Cs-137 nel suolo coltivato campionato nel punto TR02 (Bq/kg). La linea orizzontale rappresenta il *valore soglia per la non rilevanza radiologica*.



### Via di esposizione: inalazione

#### Particolato atmosferico

- Il punto di campionamento è presso la sede Arpa di Vercelli, per cui i dati relativi possono essere utilizzati per valutazioni di dose alla popolazione.
- Dettaglio dei risultati delle misure in Tabella 15 e Tabella 16.
- Nel corso del 2014 non è mai stata rivelata la presenza di radionuclidi di origine artificiale.
- Nel corso del 2014 non si è evidenziato un andamento anomalo rispetto alla serie storica.
- Contributo alla dose 0,000710 microSv/anno.



#### ARPA Ente di diritto pubblico – Dipartimento Tematico Radiazioni

Via Jervis, 30 - 10015 Ivrea (TO) - Tel. 012564511 - fax 0125645358 - Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017 - E-mail: [radiazioni@arpa.piemonte.it](mailto:radiazioni@arpa.piemonte.it)

#### Struttura Semplice Siti Nucleari

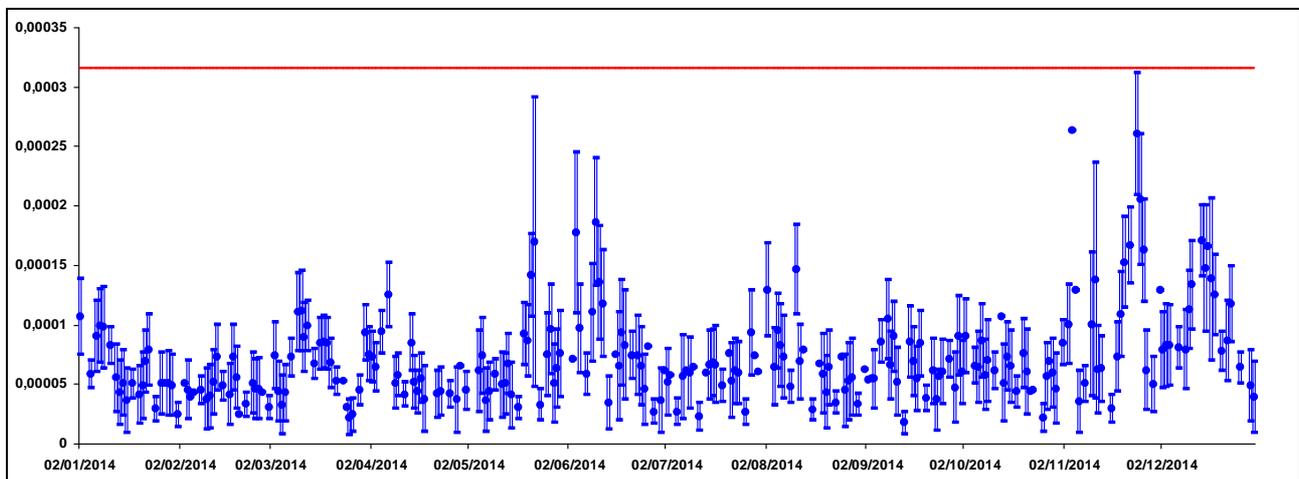
Via Trino, 89 – 13100 Vercelli – Tel. 0161269884 – fax 0161269850 - E-mail: [siti.nucleari@arpa.piemonte.it](mailto:siti.nucleari@arpa.piemonte.it)

Il particolato atmosferico è campionato in continuo presso la sede Arpa di Vercelli con la finalità di valutare lo stato della contaminazione radioattiva dell'aria per stimare la dose da inalazione alla popolazione.

Le concentrazioni di attività alfa totale e beta totale ritardate sono imputabili alla presenza di radionuclidi di origine naturale a vita non breve o cosmogenici (Be-7).

Nel grafico di Figura 12 è riportato l'andamento delle misure di *screening* di attività Alfa totale sui filtri giornalieri. La linea orizzontale rappresenta il *limite di azione* basato sulla serie storica dei dati. Nel grafico di Figura 13 è riportato l'andamento delle misure di *screening* di attività Beta totale sui filtri giornalieri. La linea orizzontale rappresenta il livello notificabile secondo la Raccomandazione 2000/473/Euratom. Nel corso dell'anno non è mai stato riscontrato il superamento dei *valori soglia per la non rilevanza radiologica* per radionuclidi di origine artificiale – come risulta dalle misure di spettrometria gamma – e non si è evidenziato un andamento anomalo rispetto alla serie storica.

Figura 12 Andamento delle misure di screening di attività Alfa totale nel particolato atmosferico campionato presso la sede Arpa di Vercelli (Bq/m<sup>3</sup>). La linea orizzontale rappresenta il *limite di azione* per l'attività Alfa totale.



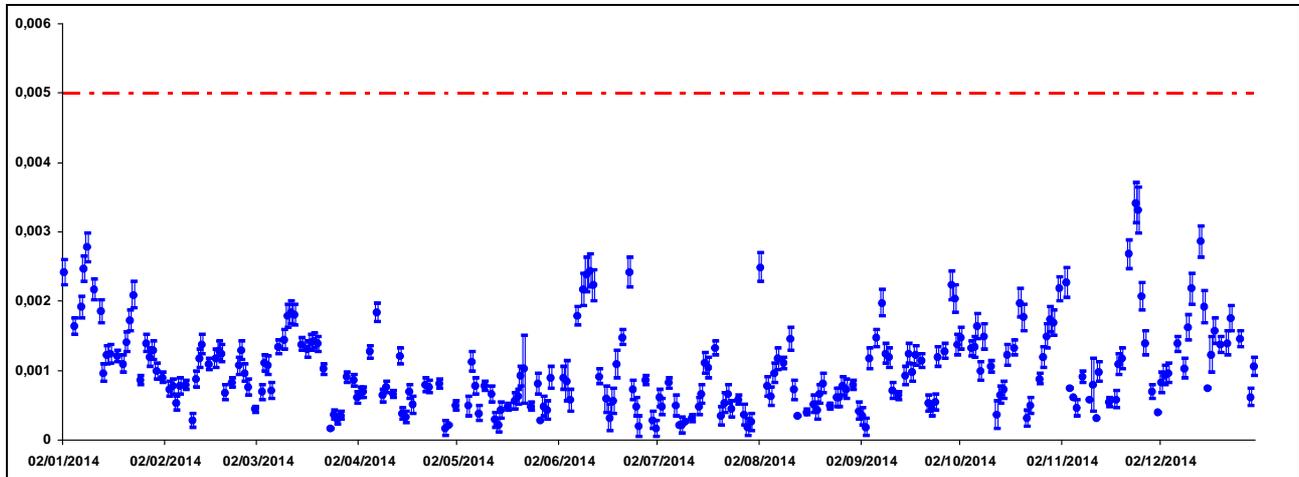
**ARPA Ente di diritto pubblico – Dipartimento Tematico Radiazioni**

Via Jervis, 30 - 10015 Ivrea (TO) - Tel. 012564511 - fax 0125645358 - Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017 - E-mail: [radiazioni@arpa.piemonte.it](mailto:radiazioni@arpa.piemonte.it)

**Struttura Semplice Siti Nucleari**

Via Trino, 89 – 13100 Vercelli – Tel. 0161269884 – fax 0161269850 - E-mail: [siti.nucleari@arpa.piemonte.it](mailto:siti.nucleari@arpa.piemonte.it)

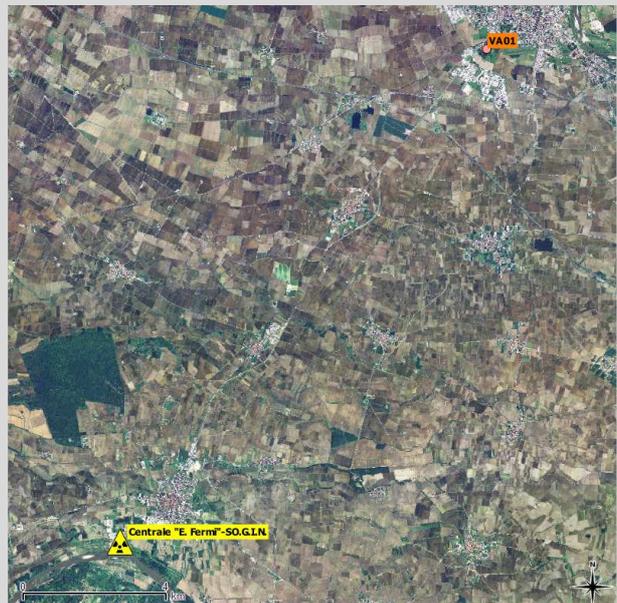
Figura 13 Andamento delle misure di screening di attività Beta totale nel particolato atmosferico campionato presso la sede Arpa di Vercelli ( $Bq/m^3$ ). La linea orizzontale rappresenta il livello notificabile secondo la Raccomandazione 2000/473/Euratom.



### Indicatori ambientali

#### Fallout

- Il punto di campionamento è presso la sede Arpa di Vercelli.
- E' un indicatore ambientale utile per valutare eventuali ricadute al suolo.
- Dettaglio dei risultati delle misure in Tabella 11.
- Nel corso del 2014 non è mai stata rivelata la presenza di radionuclidi di origine artificiale.
- Nel corso del 2014 non si è evidenziato un andamento anomalo rispetto alla serie storica.



Nel *Fallout* – o ricaduta al suolo – campionato presso la sede Arpa di Vercelli non è mai stata rivelata la presenza di radionuclidi di origine artificiale. Dal momento che per questa matrice non sono definibili *valori soglia per la non rilevanza radiologica* la valutazione dei risultati analitici è effettuata da un punto di vista statistico utilizzando i pertinenti *limiti di azione*. Nel corso del 2014 non si è evidenziato un andamento anomalo rispetto alla serie storica.

#### ARPA Ente di diritto pubblico – Dipartimento Tematico Radiazioni

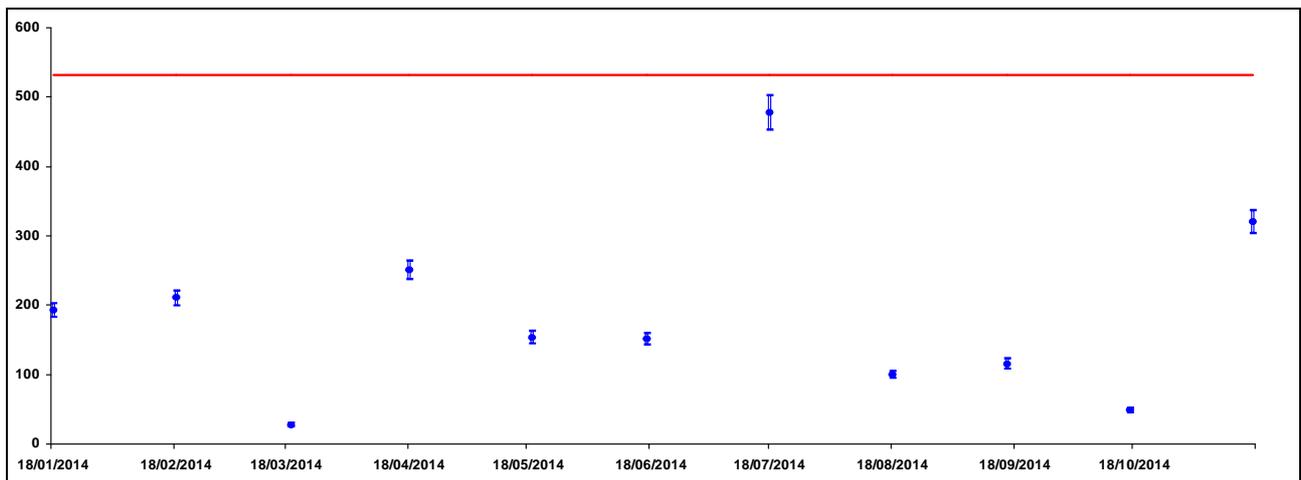
Via Jervis, 30 - 10015 Ivrea (TO) - Tel. 012564511 - fax 0125645358 - Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017 - E-mail: [radiazioni@arpa.piemonte.it](mailto:radiazioni@arpa.piemonte.it)

#### Struttura Semplice Siti Nucleari

Via Trino, 89 – 13100 Vercelli – Tel. 0161269884 – fax 0161269850 - E-mail: [siti.nucleari@arpa.piemonte.it](mailto:siti.nucleari@arpa.piemonte.it)

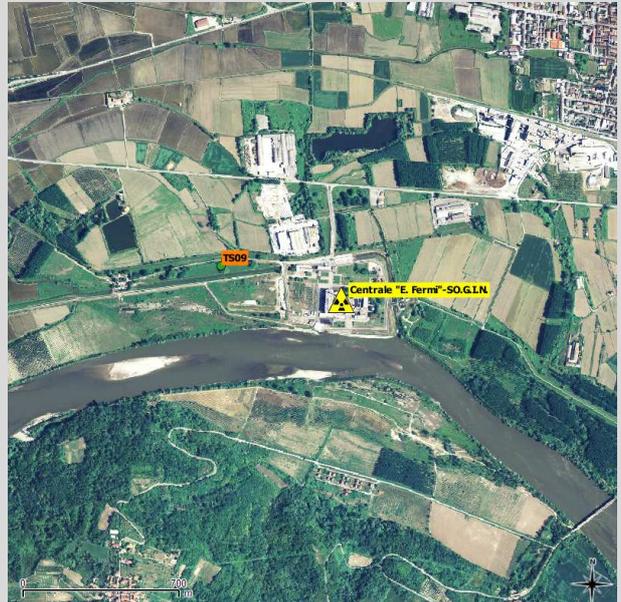
Nel grafico di Figura 14 è riportato a titolo esemplificativo l'andamento della concentrazione del radionuclide cosmogenico Be-7. La linea orizzontale rappresenta il *limite di azione* basato sulla serie storica dei dati.

Figura 14 Andamento della concentrazione di Be-7 nel *Fallout* campionato presso la sede Arpa di Vercelli (Bq/m<sup>2</sup>). La linea orizzontale rappresenta il *limite di azione*.



### Erba

- *E' un indicatore ambientale utile per valutare eventuali ricadute al suolo.*
- *Dettaglio dei risultati delle misure in Tabella 12.*
- *Nel corso del 2014 non è mai stata rivelata la presenza di radionuclidi di origine artificiale.*
- *Nel corso del 2014 non si è evidenziato un andamento anomalo rispetto alla serie storica.*



Nell'erba essiccata i risultati delle misure sono sempre inferiori al *Limite di rivelabilità* strumentale. Dal momento che per questa matrice non sono definibili *valori soglia per la non rilevanza radiologica* la valutazione dei risultati analitici è effettuata da un punto di vista statistico utilizzando i

**ARPA Ente di diritto pubblico – Dipartimento Tematico Radiazioni**

Via Jervis, 30 - 10015 Ivrea (TO) - Tel. 012564511 - fax 0125645358 - Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017 - E-mail: [radiazioni@arpa.piemonte.it](mailto:radiazioni@arpa.piemonte.it)

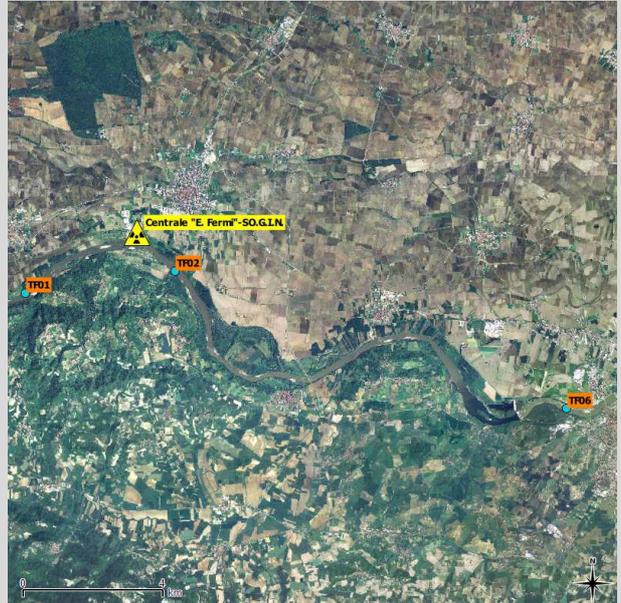
**Struttura Semplice Siti Nucleari**

Via Trino, 89 – 13100 Vercelli – Tel. 0161269884 – fax 0161269850 - E-mail: [siti.nucleari@arpa.piemonte.it](mailto:siti.nucleari@arpa.piemonte.it)

pertinenti *limiti di azione*. Nel corso del 2014 non si è evidenziato un andamento anomalo rispetto alla serie storica.

### **Acqua superficiale**

- *Costituisce un indicatore ambientale utile per evidenziare eventuali accumuli.*
- *Dettaglio dei risultati delle misure in Tabella 13.*
- *Nel corso del 2014 non è stata rivelata la presenza di radionuclidi di origine artificiale.*



Nell'acqua superficiale del Fiume Po campionata nei punti TF01 e TF06 non è stata rivelata la presenza di radionuclidi artificiali. Poiché tali punti sono stati inseriti nel programma di campionamento nel 2014, così come riportato nel Paragrafo 5 della presente relazione, non si dispone ancora di una serie storica di dati e non è dunque ancora possibile definire i *limiti di azione*. Risulta rispettato, per la concentrazione dell'attività Beta totale, il *valore di screening* secondo la Raccomandazione 2000/473/Euratom.

#### **ARPA Ente di diritto pubblico – Dipartimento Tematico Radiazioni**

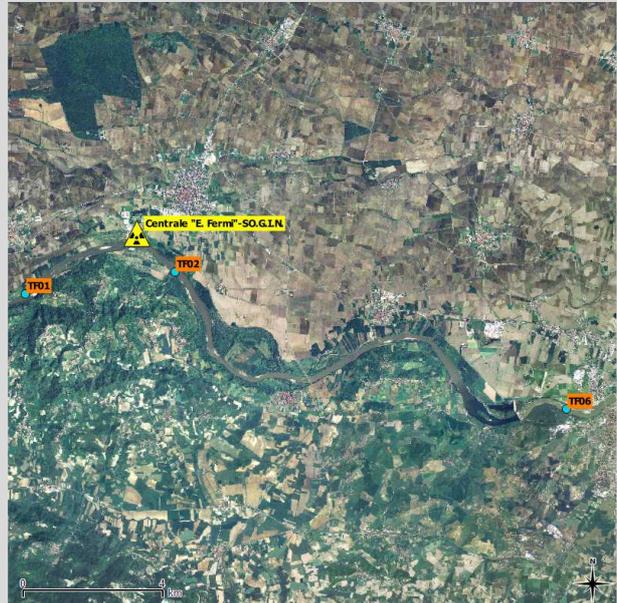
Via Jervis, 30 - 10015 Ivrea (TO) - Tel. 012564511 - fax 0125645358 - Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017 - E-mail: [radiazioni@arpa.piemonte.it](mailto:radiazioni@arpa.piemonte.it)

#### **Struttura Semplice Siti Nucleari**

Via Trino, 89 – 13100 Vercelli – Tel. 0161269884 – fax 0161269850 - E-mail: [siti.nucleari@arpa.piemonte.it](mailto:siti.nucleari@arpa.piemonte.it)

### Sedimenti fluviali

- *Costituiscono un indicatore ambientale utile per evidenziare eventuali accumuli.*
- *Dettaglio dei risultati delle misure in Tabella 14.*
- *Presenza di Cs-137.*
- *Nel corso del 2014 non si è evidenziato un andamento anomalo rispetto alla serie storica.*



I sedimenti fluviali del Fiume Po sono campionati a monte (TF01) e a valle (TF02, TF06) del sito. In particolare il punto TF02 è utilizzato per il controllo degli scarichi di effluenti radioattivi liquidi. In tutti i campioni è presente contaminazione da Cs-137 con concentrazioni confrontabili con quelle comunemente riscontrabili in questa matrice per altre zone della provincia e della regione e non si evidenziano situazioni di accumulo.

Dal momento che per questa matrice non sono definibili *valori soglia per la non rilevanza radiologica* la valutazione dei risultati analitici è effettuata da un punto di vista statistico utilizzando i pertinenti *limiti di azione*, non ancora definibili per il punto TF06 non disponendo di una serie storica. Per i punti TF01 e TF02 nel corso del 2014 non si è evidenziato un andamento anomalo rispetto alla serie storica.

Nel grafico di Figura 15 è riportato a titolo esemplificativo l'andamento della concentrazione di Cs-137 nei sedimenti campionati nel punto TF02. La linea orizzontale rappresenta il *limite di azione* basato sulla serie storica dei dati.

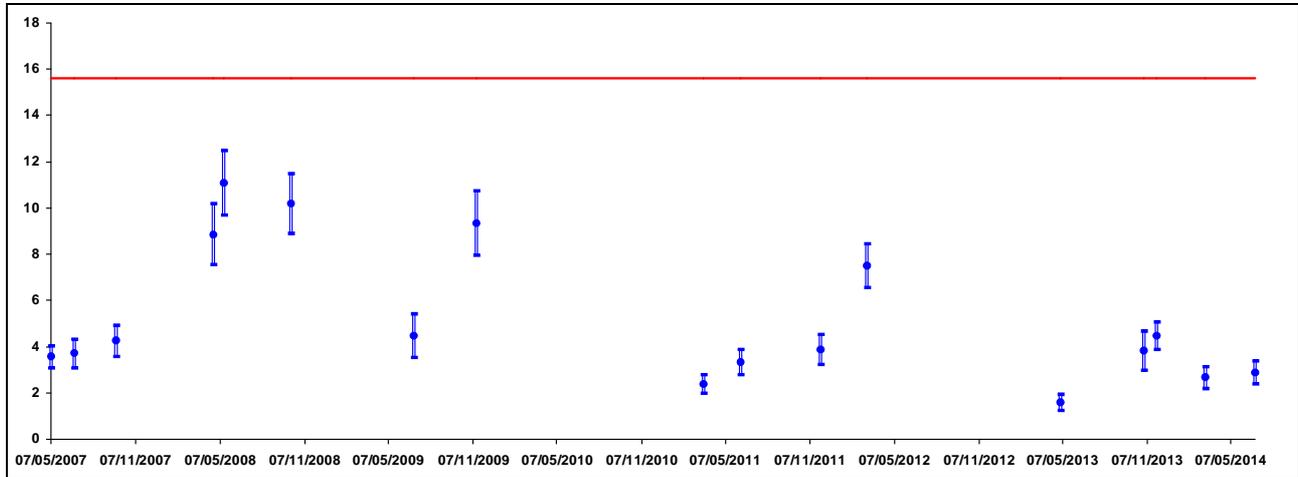
**ARPA Ente di diritto pubblico – Dipartimento Tematico Radiazioni**

Via Jervis, 30 - 10015 Ivrea (TO) - Tel. 012564511 - fax 0125645358 - Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017 - E-mail: [radiazioni@arpa.piemonte.it](mailto:radiazioni@arpa.piemonte.it)

**Struttura Semplice Siti Nucleari**

Via Trino, 89 – 13100 Vercelli – Tel. 0161269884 – fax 0161269850 - E-mail: [siti.nucleari@arpa.piemonte.it](mailto:siti.nucleari@arpa.piemonte.it)

Figura 15 Andamento della concentrazione di Cs-137 nei sedimenti campionati nel punto TF02 (Bq/kg). La linea orizzontale rappresenta il limite di azione basato sulla serie storica dei dati.



## 9 ATTIVITA' DI CONTROLLO

### 9.1. 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 e con gli Esercenti, effettua controlli sistematici sui campioni di effluenti liquidi – al fine di verificare il rispetto delle formule di scarico – e indagini ambientali specifiche in occasione di ogni scarico.

Il D.M. 02/08/2012 - con il quale viene concessa a SO.G.I.N. l'autorizzazione alla disattivazione – assegna all'impianto nuove formule di scarico basate sul principio del non superamento del limite di non rilevanza radiologica fissato dalla normativa vigente in 10 microSv/anno.

In particolare stabilisce che nel corso di un anno solare il quantitativo di radioisotopi scaricati nell'ambiente sia tale da non portare al superamento delle dosi di:

- 8 microSv/anno per gli scarichi liquidi
- 2 microSv/anno per gli scarichi aeriformi.

In

Tabella 3 sono riassunti gli impegni delle formule di scarico per gli effluenti radioattivi liquidi riportando il confronto con gli anni precedenti. Le valutazioni sono effettuate sulla base dei dati forniti da SO.G.I.N. fino all'anno 2008 e dei dati Arpa in seguito.

Tabella 3 Impegno delle formule di scarico in acqua per effluenti radioattivi liquidi.

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
<b>Impegno formula di scarico</b>	9,2%	3,4%	2,3%	2,6%	1,6%	1,3%	1,3%	1,03%	0,01%	0,033%

I controlli ambientali effettuati dopo ogni scarico di effluenti radioattivi liquidi hanno consentito di escludere fenomeni di accumulo a conferma della corretta diluizione degli scarichi, come si evidenzia dal grafico di Figura 15.

#### ARPA Ente di diritto pubblico – Dipartimento Tematico Radiazioni

Via Jervis, 30 - 10015 Ivrea (TO) - Tel. 012564511 - fax 0125645358 - Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017 - E-mail: [radiazioni@arpa.piemonte.it](mailto:radiazioni@arpa.piemonte.it)  
**Struttura Semplice Siti Nucleari**

Via Trino, 89 – 13100 Vercelli – Tel. 0161269884 – fax 0161269850 - E-mail: [siti.nucleari@arpa.piemonte.it](mailto:siti.nucleari@arpa.piemonte.it)

## 10 VALUTAZIONI DOSIMETRICHE

Sulla base dei dati riportati nei paragrafi precedenti è possibile calcolare la *dose efficace* per gli *individui di riferimento* della popolazione. Pur assumendo ipotesi cautelative, risulta ampiamente rispettato il limite di non rilevanza radiologica di 10 microSv/anno per gli *individui di riferimento*. In Tabella 4 è riportata la stima della *dose efficace* agli *individui di riferimento* della popolazione per l'anno 2014.

Sono stati considerati i contributi dei radionuclidi di riferimento, anche se al di sotto dei Limiti di rivelabilità. Per i valori inferiori al *Limite di rivelabilità* si è assunta una distribuzione rettangolare tra zero ed il *Limite di rivelabilità* stesso: in questo modo anche se non è stata rivelata la presenza di uno dei radionuclidi di riferimento il suo contributo alla dose non sarà zero. Si sottolinea che questo approccio, notevolmente cautelativo, può portare all'apparente paradosso di matrici in cui non è mai stata rivelata la presenza di radionuclidi che forniscono, però, un contributo alla dose non nullo.

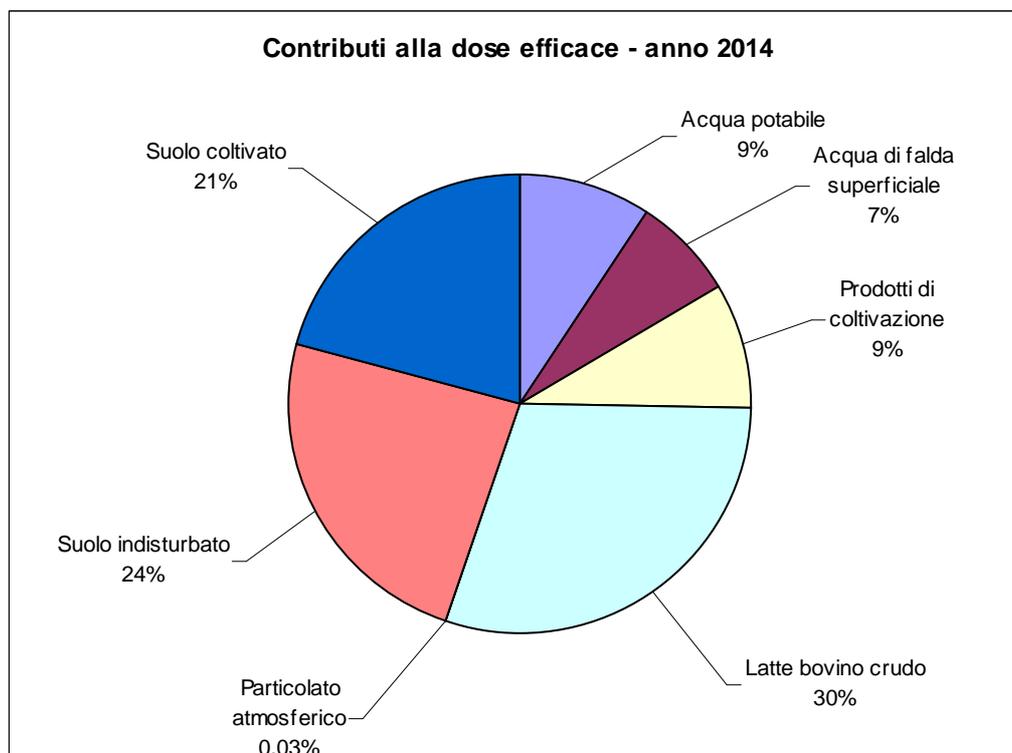
Le valutazioni sopra riportate permettono di dimostrare l'adeguatezza delle strategie di controllo adottate.

Tabella 4 Stima della dose efficace alla popolazione – anno 2014.

Via critica	Matrice	Dose microSv/anno
Ingestione	Acqua potabile	0,243
	Acqua di falda superficiale	0,194
	Prodotti di coltivazione	0,232
	Latte bovino crudo	0,796
Inalazione	Particolato atmosferico	0,000710
Irraggiamento	Suolo indisturbato	0,635
	Suolo coltivato	0,549
<b>Totale</b>		<b>2,65</b>
<b>Limite non rilevanza radiologica</b>		<b>10</b>

In Figura 16 sono rappresentati i contributi percentuali alla *dose efficace*.

Figura 16 Contributi percentuali alla dose efficace.



## 11 VALUTAZIONI CONCLUSIVE

I dati relativi alle misure effettuate nell'anno 2014 nell'ambito del programma ordinario hanno confermato l'assenza di contaminazioni ambientali imputabili alle attività svolte dall'impianto. Inoltre non si sono mai evidenziati andamenti anomali rispetto alle serie storiche dei dati. Il calcolo della *dose efficace* agli *individui di riferimento* della popolazione ha confermato che è stato rispettato il *limite di non rilevanza radiologica* di 10 microSv/anno, come suggerito dal rispetto dei livelli di riferimento adottati.

## ALLEGATO 1- Risultati delle misure

Tabella 5 Risultati delle misure sui campioni di acqua potabile (Bq/l).

Punto	Campione	Data campionamento	Alfa totale	Beta totale	Am-241	Cs-137	Co-60	H-3	Sr-90
TQ01	14/022700	07/05/2014	0,0652 ± 0,0464	0,252 ± 0,081	< 0,0131	< 0,00160	< 0,00322	-	-
TQ01	14/058598	20/11/2014	< 0,160	0,192 ± 0,128	< 0,0145	< 0,00757	< 0,00921	< 1,73	< 0,00469
TQ02	14/022702	07/05/2014	0,122 ± 0,059	0,782 ± 0,127	< 0,0139	< 0,00480	< 0,00661	-	-
TQ02	14/058599	20/11/2014	0,0879 ± 0,062	0,215 ± 0,101	< 0,0167	< 0,00228	< 0,00673	< 1,70	< 0,00688

Tabella 6 Risultati delle misure sui campioni di acqua di falda superficiale (Bq/l).

Punto	Campione	Data campionamento	Alfa totale	Beta totale	Am-241	Cs-137	Co-60	H-3	Sr-90
TO03*	14/025360	21/05/2014	< 0,0905	< 0,159	< 0,0167	< 0,00257	< 0,00134	-	-
TP01	14/022707	07/05/2014	< 0,124	0,259 ± 0,101	< 0,0179	< 0,00149	< 0,00300	-	-
TP01	14/061145	10/12/2014	0,123 ± 0,068	0,220 ± 0,097	< 0,0168	< 0,00145	< 0,00503	< 1,60	< 0,00492
TP02	14/026967	29/05/2014	< 0,0984	0,473 ± 0,132	< 0,0170	< 0,00145	< 0,00431	-	-
TP02	14/061146	10/12/2014	< 0,132	0,191 ± 0,098	< 0,0108	< 0,00380	< 0,00614	< 1,63	< 0,00467
TP03	14/022715	07/05/2014	< 0,0949	< 0,190	< 0,0254	< 0,00454	< 0,00747	-	-
TP03	14/058600	20/11/2014	0,127 ± 0,084	0,205 ± 0,102	< 0,0192	< 0,00525	< 0,00142	< 1,74	< 0,00482

\* Secondo campione dell'anno non prelevato a causa di un guasto alla pompa fissa del pozzo.

Tabella 7 Risultati delle misure sui campioni di alimenti di produzione locale (Bq/kg).

Alimento	Punto	Campione	Data campionamento	Cs-137	Co-60
Ortaggi a foglia e erbe fresche	TO03*	14/030972	23/06/2014	< 0,247	< 0,283
Cereali e derivati - mais	TM01	14/045716	09/09/2014	0,230 ± 0,096	< 0,165
Cereali e derivati - mais	TM02	14/045720	09/09/2014	< 0,0636	< 0,271
Cereali e derivati - mais	TM03	14/045732	09/09/2014	< 0,306	< 0,267
Cereali e derivati - riso	TR01	14/045756	09/09/2014	< 0,0718	< 0,291
Cereali e derivati - riso	TR02	14/045761	09/09/2014	< 0,181	< 0,197
Cereali e derivati - riso	TR03	14/045763	09/09/2014	< 0,126	< 0,226

\*Secondo campione dell'anno non prelevato per mancanza prodotti.

Tabella 8 Risultati delle misure sui campioni di latte vaccino crudo di produzione locale (Bq/l).

Punto	Campione	Data campionamento	Cs-137	Co-60	Sr-90
TC01	14/006962	27/01/2014	< 0,140	< 0,0411	-
TC01	14/058553	20/11/2014	< 0,114	< 0,164	< 0,0127
TC02	14/006961	27/01/2014	< 0,222	< 0,307	-
TC02	14/049450	29/09/2014	< 0,129	< 0,0549	< 0,0115
TC03	14/006957	27/01/2014	< 0,110	< 0,191	-
TC03	14/049449	29/09/2014	< 0,112	< 0,201	< 0,0192

### ARPA Ente di diritto pubblico – Dipartimento Tematico Radiazioni

Via Jervis, 30 - 10015 Ivrea (TO) - Tel. 012564511 - fax 0125645358 - Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017 - E-mail: [radiazioni@arpa.piemonte.it](mailto:radiazioni@arpa.piemonte.it)

Struttura Semplice Siti Nucleari

Via Trino, 89 – 13100 Vercelli – Tel. 0161269884 – fax 0161269850 - E-mail: [siti.nucleari@arpa.piemonte.it](mailto:siti.nucleari@arpa.piemonte.it)

Tabella 9 Risultati delle misure sui campioni di suolo indisturbato – strato superficiale 0-5 cm (Bq/kg).

Punto	Campione	Data campionamento	Am-241	Cs-137	Co-60
TS01	14/013712	11/03/2014	< 2,42	13,5 ± 1,5	< 0,234
TS01	14/055456	27/10/2014	< 2,00	18,5 ± 1,8	< 0,369
TS02	14/013713	11/03/2014	< 2,28	17,1 ± 1,7	< 0,694
TS02	14/055457	27/10/2014	< 1,57	17,5 ± 1,7	< 0,932
TS03	14/013707	11/03/2014	< 1,73	7,97 ± 0,94	< 0,673
TS03	14/055458	27/10/2014	< 2,79	15,0 ± 1,5	< 0,193
TS04	14/013709	11/03/2014	< 3,69	70,9 ± 6,0	< 0,192
TS04	14/055459	27/10/2014	< 4,25	134 ± 11	< 0,382
TS05	14/013710	11/03/2014	< 2,01	6,70 ± 0,87	< 0,262
TS05	14/055460	27/10/2014	< 1,25	6,94 ± 0,82	< 0,454
TS06	14/014286	14/03/2014	< 1,69	11,1 ± 1,2	< 0,727
TS06	14/055461	27/10/2014	< 2,99	16,2 ± 1,6	< 0,409
TS07	14/014287	14/03/2014	< 2,77	24,4 ± 2,4	< 0,584
TS07	14/055462	27/10/2014	< 1,48	24,1 ± 2,3	< 0,702
TS08	14/013714	11/03/2014	< 3,31	36,1 ± 3,3	< 0,718
TS08	14/055463	27/10/2014	< 1,39	20,0 ± 1,9	< 0,767
TS09	14/014288	14/03/2014	< 2,13	22,6 ± 2,2	< 0,921
TS09	14/055464	27/10/2014	< 2,43	11,8 ± 1,2	< 0,722

Tabella 10 Risultati delle misure sui campioni di suolo coltivato (Bq/kg).

Punto	Campione	Data campionamento	Am-241	Cs-137	Co-60
TM01	14/045714	09/09/2014	< 3,58	7,70 ± 1,00	< 0,998
TM02	14/045718	09/09/2014	< 2,41	8,69 ± 1,03	< 0,987
TM03	14/045729	09/09/2014	< 2,38	12,5 ± 1,3	< 0,621
TR01	14/045742	09/09/2014	< 3,24	10,0 ± 1,2	< 1,42
TR02	14/045758	09/09/2014	< 3,43	13,7 ± 1,5	< 1,16
TR03	14/045762	09/09/2014	< 2,58	18,2 ± 2,0	< 1,04

Tabella 11 Risultati delle misure sui campioni di Fallout (Bq/m<sup>2</sup>).

Punto	Campione	Inizio campionamento	Fine campionamento	Cs-137	Be-7
VA01	14/008793	02/01/2014	04/02/2014	< 0,185	193 ± 10
VA01	14/013049	04/02/2014	05/03/2014	< 0,181	210 ± 11
VA01	14/017679	05/03/2014	02/04/2014	< 0,0982	27,1 ± 2,0
VA01	14/022124	02/04/2014	05/05/2014	< 0,159	250 ± 13
VA01	14/027356	05/05/2014	03/06/2014	< 0,211	153 ± 9
VA01	14/032181	03/06/2014	01/07/2014	< 0,151	151 ± 8
VA01	14/040602	01/07/2014	04/08/2014	< 0,294	477 ± 25
VA01	14/044246	04/08/2014	01/09/2014	< 0,0964	99,7 ± 5,5
VA01	14/050190	01/09/2014	01/10/2014	< 0,143	115 ± 7
VA01	14/056125	01/10/2014	03/11/2014	< 0,0677	47,3 ± 3,3
VA01	14/059759	03/11/2014	01/12/2014	< 0,194	320 ± 17
VA01	15/000725	01/12/2014	07/01/2015	< 0,240	55,3 ± 4,3

**ARPA Ente di diritto pubblico – Dipartimento Tematico Radiazioni**

Via Jervis, 30 - 10015 Ivrea (TO) - Tel. 012564511 - fax 0125645358 - Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017 - E-mail: [radiazioni@arpa.piemonte.it](mailto:radiazioni@arpa.piemonte.it)

**Struttura Semplice Siti Nucleari**

Via Trino, 89 – 13100 Vercelli – Tel. 0161269884 – fax 0161269850 - E-mail: [siti.nucleari@arpa.piemonte.it](mailto:siti.nucleari@arpa.piemonte.it)

Tabella 12 Risultati delle misure sui campioni di erba (Bq/kg).

Punto	Campione	Data campionamento	Cs-137	Co-60
TS09	14/014289	14/03/2014	< 0,987	< 5,57
TS09	14/055465	27/10/2014	< 3,21	< 1,36

Tabella 13 Risultati delle misure sui campioni di acqua superficiale del Po (Bq/l).

Punto	Campione	Data campionamento	Alfa totale	Beta totale	Am-241	Cs-137	Co-60
TF01	14/018777	09/04/2014	0,103 ± 0,069	< 0,173	< 0,0267	< 0,00391	< 0,00811
TF01	14/061132	10/12/2014	0,102 ± 0,072	< 0,221	< 0,0228	< 0,00402	< 0,00509
TF06	14/018781	09/04/2014	0,135 ± 0,072	0,311 ± 0,106	< 0,00736	< 0,00421	< 0,00484
TF06	14/061143	10/12/2014	0,107 ± 0,064	0,139 ± 0,088	< 0,00723	< 0,00144	< 0,00110

Tabella 14 Risultati delle misure sui campioni di sedimenti fluviali del Po (Bq/kg).

Punto	Campione	Data campionamento	Am-241	Cs-137	Co-60
TF01	14/013711	11/03/2014	< 2,72	2,70 ± 0,46	< 0,576
TF01	14/061123	10/12/2014	< 2,10	2,58 ± 0,48	< 0,362
TF02	14/013701	11/03/2014	< 2,21	2,68 ± 0,47	< 0,173
TF02	14/031755	27/06/2014	< 2,42	2,89 ± 0,48	< 0,529
TF06	14/018780	09/04/2014	< 2,27	2,71 ± 0,47	< 0,173
TF06	14/061139	10/12/2014	< 1,77	2,05 ± 0,52	< 0,624

Tabella 15 Risultati delle misure sui campioni compositi mensili di particolato atmosferico (Bq/m<sup>3</sup>).

Punto	Campione	Inizio campionamento	Fine campionamento	Cs-137	Be-7
VA01	14/009788	02/01/2014	03/02/2014	< 0,0000294	0,00422 ± 0,00040
VA01	14/014788	03/02/2014	03/03/2014	< 0,0000568	0,00257 ± 0,00042
VA01	14/019854	03/03/2014	01/04/2014	< 0,0000331	0,00468 ± 0,00054
VA01	14/024380	01/04/2014	02/05/2014	< 0,0000384	0,00555 ± 0,00057
VA01	14/030716	05/05/2014	31/05/2014	< 0,0000402	0,00552 ± 0,00060
VA01	14/038715	03/06/2014	01/07/2014	< 0,0000429	0,00789 ± 0,00098
VA01	14/044214	01/07/2014	04/08/2014	< 0,0000441	0,00533 ± 0,00125
VA01	14/047360	04/08/2014	01/09/2014	< 0,0000511	0,00354 ± 0,00067
VA01	14/054011	01/09/2014	01/10/2014	< 0,0000104	0,00381 ± 0,00052
VA01	14/057860	01/10/2014	03/11/2014	< 0,0000496	0,00354 ± 0,00088
VA01	14/062363	03/11/2014	01/12/2014	< 0,0000315	0,00162 ± 0,00058
VA01	15/005555	01/12/2014	07/01/2015	< 0,0000273	0,00359 ± 0,00085

Tabella 16 Risultati delle misure sui filtri giornalieri di particolato atmosferico (Bq/m<sup>3</sup>).

Punto	Campione	Inizio campionamento	Fine campionamento	Alfa totale	Beta totale
VA01	14/000002	31/12/2013	02/01/2014	0,0000622 ± 0,0000188	0,00189 ± 0,00014
VA01	14/000016	02/01/2014	03/01/2014	0,000107 ± 0,000032	0,00242 ± 0,00019
VA01	14/000992	03/01/2014	07/01/2014	0,0000589 ± 0,000012	0,00164 ± 0,00011
VA01	14/003471	07/01/2014	08/01/2014	0,0000908 ± 0,0000301	0,00192 ± 0,00016

**ARPA Ente di diritto pubblico – Dipartimento Tematico Radiazioni**

Via Jervis, 30 - 10015 Ivrea (TO) - Tel. 012564511 - fax 0125645358 - Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017 - E-mail: [radiazioni@arpa.piemonte.it](mailto:radiazioni@arpa.piemonte.it)

**Struttura Semplice Siti Nucleari**

Via Trino, 89 – 13100 Vercelli – Tel. 0161269884 – fax 0161269850 - E-mail: [siti.nucleari@arpa.piemonte.it](mailto:siti.nucleari@arpa.piemonte.it)

Punto	Campione	Inizio campionamento	Fine campionamento	Alfa totale	Beta totale
VA01	14/004242	08/01/2014	09/01/2014	0,0000998 ± 0,0000311	0,00247 ± 0,00019
VA01	14/005271	09/01/2014	10/01/2014	0,0000983 ± 0,0000345	0,00278 ± 0,00021
VA01	14/005484	10/01/2014	13/01/2014	0,0000827 ± 0,0000155	0,00217 ± 0,00015
VA01	14/005899	13/01/2014	14/01/2014	0,0000557 ± 0,0000283	0,00186 ± 0,00017
VA01	14/005996	14/01/2014	15/01/2014	0,0000435 ± 0,0000268	0,000969 ± 0,000121
VA01	14/006155	15/01/2014	16/01/2014	0,0000515 ± 0,0000273	0,00123 ± 0,00013
VA01	14/006244	16/01/2014	17/01/2014	0,0000368 ± 0,0000272	0,00124 ± 0,00013
VA01	14/006269	17/01/2014	20/01/2014	0,0000509 ± 0,0000121	0,00121 ± 0,000084
VA01	14/006454	20/01/2014	21/01/2014	0,0000418 ± 0,0000244	0,00110 ± 0,00012
VA01	14/006600	21/01/2014	22/01/2014	0,0000493 ± 0,000028	0,00141 ± 0,00014
VA01	14/006738	22/01/2014	23/01/2014	0,0000700 ± 0,0000262	0,00173 ± 0,00015
VA01	14/006790	23/01/2014	24/01/2014	0,0000794 ± 0,0000303	0,00209 ± 0,00019
VA01	14/006838	24/01/2014	27/01/2014	0,0000297 ± 0,0000102	0,000859 ± 0,000071
VA01	14/007898	27/01/2014	28/01/2014	0,0000509 ± 0,0000261	0,00140 ± 0,00013
VA01	14/008124	28/01/2014	29/01/2014	< 0,0000512	0,00119 ± 0,00013
VA01	14/008203	29/01/2014	30/01/2014	0,0000511 ± 0,000027	0,00129 ± 0,00013
VA01	14/008257	30/01/2014	31/01/2014	0,0000495 ± 0,0000258	0,000992 ± 0,000114
VA01	14/008421	31/01/2014	03/02/2014	0,0000250 ± 0,0000102	0,000901 ± 0,000069
VA01	14/008664	03/02/2014	04/02/2014	< 0,0000512	0,000735 ± 0,00011
VA01	14/008850	04/02/2014	05/02/2014	0,0000456 ± 0,0000247	0,000775 ± 0,000108
VA01	14/008974	05/02/2014	06/02/2014	< 0,0000396	0,000538 ± 0,000099
VA01	14/009095	06/02/2014	07/02/2014	< 0,0000434	0,000781 ± 0,00011
VA01	14/009132	07/02/2014	10/02/2014	0,0000454 ± 0,0000115	0,000792 ± 0,000062
VA01	14/009300	10/02/2014	11/02/2014	0,0000378 ± 0,0000256	0,000283 ± 0,0001
VA01	14/009465	11/02/2014	12/02/2014	0,0000402 ± 0,0000264	0,000882 ± 0,000118
VA01	14/009678	12/02/2014	13/02/2014	0,0000522 ± 0,0000273	0,00118 ± 0,00013
VA01	14/009756	13/02/2014	14/02/2014	0,0000734 ± 0,0000276	0,00138 ± 0,00014
VA01	14/009827	14/02/2014	17/02/2014	0,0000491 ± 0,0000119	0,00109 ± 0,00008
VA01	14/010057	17/02/2014	18/02/2014	0,0000419 ± 0,0000257	0,00118 ± 0,00013
VA01	14/010271	18/02/2014	19/02/2014	0,0000734 ± 0,0000275	0,00129 ± 0,00013
VA01	14/011036	19/02/2014	20/02/2014	0,000056 ± 0,0000258	0,00125 ± 0,00013
VA01	14/011510	20/02/2014	21/02/2014	< 0,0000256	0,000687 ± 0,000111
VA01	14/011552	21/02/2014	24/02/2014	0,0000337 ± 0,0000102	0,000828 ± 0,000064
VA01	14/011718	24/02/2014	25/02/2014	0,0000517 ± 0,0000258	0,00107 ± 0,00012
VA01	14/012010	25/02/2014	26/02/2014	0,0000467 ± 0,0000251	0,00129 ± 0,00013
VA01	14/012410	26/02/2014	27/02/2014	0,0000468 ± 0,0000259	0,000968 ± 0,00012
VA01	14/012516	27/02/2014	28/02/2014	< 0,0000437	0,000768 ± 0,000116
VA01	14/012538	28/02/2014	03/03/2014	0,0000308 ± 0,0000099	0,00044 ± 0,000045
VA01	14/012791	03/03/2014	04/03/2014	0,0000744 ± 0,0000279	0,000691 ± 0,000107
VA01	14/012920	04/03/2014	05/03/2014	0,0000446 ± 0,0000254	0,00111 ± 0,00012
VA01	14/013154	05/03/2014	06/03/2014	0,0000331 ± 0,0000247	0,00108 ± 0,00013
VA01	14/013287	06/03/2014	07/03/2014	0,0000432 ± 0,0000238	0,000713 ± 0,000112
VA01	14/013346	07/03/2014	10/03/2014	0,0000731 ± 0,0000156	0,00135 ± 0,0001
VA01	14/013572	10/03/2014	11/03/2014	0,000111 ± 0,000033	0,00145 ± 0,00014
VA01	14/013833	11/03/2014	12/03/2014	0,000112 ± 0,000034	0,00179 ± 0,00016
VA01	14/014096	12/03/2014	13/03/2014	0,0000898 ± 0,0000293	0,00184 ± 0,00017
VA01	14/014267	13/03/2014	14/03/2014	0,0000995 ± 0,0000214	0,00181 ± 0,00015
VA01	14/014322	14/03/2014	17/03/2014	0,0000675 ± 0,0000128	0,00138 ± 0,00009
VA01	14/014580	17/03/2014	18/03/2014	0,0000846 ± 0,0000214	0,00131 ± 0,00011

**ARPA Ente di diritto pubblico – Dipartimento Tematico Radiazioni**

Via Jervis, 30 - 10015 Ivrea (TO) - Tel. 012564511 - fax 0125645358 - Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017 - E-mail: [radiazioni@arpa.piemonte.it](mailto:radiazioni@arpa.piemonte.it)

**Struttura Semplice Siti Nucleari**

Via Trino, 89 – 13100 Vercelli – Tel. 0161269884 – fax 0161269850 - E-mail: [siti.nucleari@arpa.piemonte.it](mailto:siti.nucleari@arpa.piemonte.it)

Punto	Campione	Inizio campionamento	Fine campionamento	Alfa totale	Beta totale
VA01	14/014885	18/03/2014	19/03/2014	0,0000862 ± 0,0000225	0,00141 ± 0,00011
VA01	14/015089	19/03/2014	20/03/2014	0,0000848 ± 0,0000215	0,00143 ± 0,00011
VA01	14/015235	20/03/2014	21/03/2014	0,0000682 ± 0,0000207	0,00139 ± 0,00011
VA01	14/015258	21/03/2014	23/03/2014	0,0000531 ± 0,0000113	0,00102 ± 0,000076
VA01	14/015455	24/03/2014	25/03/2014	< 0,0000536	< 0,000174
VA01	14/016329	25/03/2014	26/03/2014	< 0,0000311	0,000368 ± 0,000065
VA01	14/017165	26/03/2014	27/03/2014	0,0000227 ± 0,0000153	0,000297 ± 0,000062
VA01	14/017212	27/03/2014	28/03/2014	0,0000247 ± 0,0000144	0,000354 ± 0,000063
VA01	14/017264	28/03/2014	31/03/2014	0,0000453 ± 0,0000123	0,000908 ± 0,000071
VA01	14/017418	31/03/2014	01/04/2014	0,0000937 ± 0,0000232	0,000859 ± 0,000086
VA01	14/017653	01/04/2014	02/04/2014	0,0000755 ± 0,0000227	0,00061 ± 0,000081
VA01	14/017938	02/04/2014	03/04/2014	0,0000736 ± 0,0000211	0,000684 ± 0,000079
VA01	14/018065	03/04/2014	04/04/2014	0,0000644 ± 0,0000203	0,000691 ± 0,000077
VA01	14/018138	04/04/2014	07/04/2014	0,0000945 ± 0,0000179	0,00127 ± 0,000089
VA01	14/018368	07/04/2014	08/04/2014	0,000126 ± 0,000027	0,00184 ± 0,00014
VA01	14/018832	09/04/2014	10/04/2014	0,0000516 ± 0,0000217	0,000640 ± 0,000088
VA01	14/018962	10/04/2014	11/04/2014	0,0000583 ± 0,000018	0,000766 ± 0,000086
VA01	14/019029	11/04/2014	14/04/2014	0,000042 ± 0,0000101	0,000658 ± 0,000052
VA01	14/019419	14/04/2014	15/04/2014	0,0000854 ± 0,0000235	0,00121 ± 0,00011
VA01	14/019979	15/04/2014	16/04/2014	0,0000524 ± 0,0000223	0,000385 ± 0,00008
VA01	14/020798	16/04/2014	17/04/2014	0,0000442 ± 0,000018	0,000331 ± 0,000076
VA01	14/020953	17/04/2014	18/04/2014	0,0000555 ± 0,0000209	0,000692 ± 0,000097
VA01	14/021013	18/04/2014	19/04/2014	0,0000380 ± 0,0000274	0,000508 ± 0,000119
VA01	14/021131	22/04/2014	23/04/2014	0,0000423 ± 0,0000197	0,000795 ± 0,000093
VA01	14/021312	23/04/2014	24/04/2014	0,0000442 ± 0,0000205	0,000763 ± 0,000091
VA01	14/021365	24/04/2014	28/04/2014	0,0000423 ± 0,0000111	0,000813 ± 0,000064
VA01	14/021493	28/04/2014	29/04/2014	0,0000373 ± 0,0000277	0,000173 ± 0,00011
VA01	14/022002	29/04/2014	30/04/2014	< 0,0000661	< 0,000219
VA01	14/022063	30/04/2014	02/05/2014	0,0000451 ± 0,0000162	0,000496 ± 0,000066
VA01	14/022322	05/05/2014	06/05/2014	0,0000615 ± 0,0000341	0,00049 ± 0,000136
VA01	14/022568	06/05/2014	07/05/2014	0,0000742 ± 0,0000319	0,00113 ± 0,00014
VA01	14/022797	07/05/2014	08/05/2014	0,0000372 ± 0,0000263	0,000773 ± 0,000118
VA01	14/023551	08/05/2014	09/05/2014	0,0000441 ± 0,0000242	0,000388 ± 0,000106
VA01	14/023607	09/05/2014	12/05/2014	0,0000585 ± 0,0000129	0,000782 ± 0,000065
VA01	14/023875	12/05/2014	13/05/2014	0,0000500 ± 0,0000274	0,000669 ± 0,000116
VA01	14/024108	13/05/2014	14/05/2014	0,0000511 ± 0,0000257	0,000291 ± 0,000101
VA01	14/024374	14/05/2014	15/05/2014	0,0000674 ± 0,0000251	0,000217 ± 0,000094
VA01	14/024522	15/05/2014	16/05/2014	0,0000413 ± 0,0000275	0,000427 ± 0,000115
VA01	14/024584	16/05/2014	19/05/2014	0,0000306 ± 0,0000091	0,000477 ± 0,00005
VA01	14/024852	19/05/2014	20/05/2014	0,0000927 ± 0,0000264	0,000566 ± 0,000113
VA01	14/025336	20/05/2014	21/05/2014	0,0000868 ± 0,0000299	0,000625 ± 0,000111
VA01	14/026150	22/05/2014	22/05/2014	0,000170 ± 0,000122	0,00102 ± 0,00049
VA01	14/026038	21/05/2014	22/05/2014	0,000142 ± 0,000035	0,000924 ± 0,000142
VA01	14/026169	23/05/2014	26/05/2014	0,0000333 ± 0,0000133	0,000483 ± 0,00006
VA01	14/026609	26/05/2014	27/05/2014	0,0000752 ± 0,0000346	0,000815 ± 0,000152
VA01	14/026785	27/05/2014	28/05/2014	0,0000964 ± 0,0000376	< 0,000276
VA01	14/026949	28/05/2014	29/05/2014	0,0000514 ± 0,0000329	0,000488 ± 0,000135
VA01	14/027093	29/05/2014	30/05/2014	0,0000641 ± 0,0000329	0,000433 ± 0,000133
VA01	14/027142	30/05/2014	31/05/2014	0,0000759 ± 0,0000364	0,000901 ± 0,000163

**ARPA Ente di diritto pubblico – Dipartimento Tematico Radiazioni**

Via Jervis, 30 - 10015 Ivrea (TO) - Tel. 012564511 - fax 0125645358 - Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017 - E-mail: [radiazioni@arpa.piemonte.it](mailto:radiazioni@arpa.piemonte.it)

**Struttura Semplice Siti Nucleari**

Via Trino, 89 – 13100 Vercelli – Tel. 0161269884 – fax 0161269850 - E-mail: [siti.nucleari@arpa.piemonte.it](mailto:siti.nucleari@arpa.piemonte.it)

Punto	Campione	Inizio campionamento	Fine campionamento	Alfa totale	Beta totale
VA01	14/027432	03/06/2014	04/06/2014	< 0,0000720	0,000898 ± 0,000171
VA01	14/028239	04/06/2014	05/06/2014	0,000178 ± 0,000068	0,000851 ± 0,000287
VA01	14/028432	05/06/2014	06/06/2014	0,0000972 ± 0,0000376	0,000572 ± 0,00016
VA01	14/028619	06/06/2014	09/06/2014	0,0000589 ± 0,0000175	0,00179 ± 0,00014
VA01	14/028869	09/06/2014	10/06/2014	0,000111 ± 0,000041	0,00217 ± 0,00023
VA01	14/029138	10/06/2014	11/06/2014	0,000187 ± 0,000054	0,00239 ± 0,00025
VA01	14/029342	11/06/2014	12/06/2014	0,000136 ± 0,000048	0,00244 ± 0,00024
VA01	14/029472	12/06/2014	13/06/2014	0,000118 ± 0,000045	0,00223 ± 0,00023
VA01	14/029542	13/06/2014	16/06/2014	0,0000349 ± 0,0000222	0,000919 ± 0,000114
VA01	14/030426	16/06/2014	17/06/2014	< 0,0000757	0,000594 ± 0,000192
VA01	14/030680	17/06/2014	18/06/2014	0,0000656 ± 0,0000454	0,000323 ± 0,000195
VA01	14/030835	18/06/2014	19/06/2014	0,0000939 ± 0,0000447	0,000564 ± 0,000188
VA01	14/030904	19/06/2014	20/06/2014	0,0000835 ± 0,0000462	0,00110 ± 0,0002
VA01	14/030960	20/06/2014	23/06/2014	0,0000749 ± 0,0000194	0,00148 ± 0,00011
VA01	14/031136	23/06/2014	24/06/2014	0,0000748 ± 0,0000336	0,00242 ± 0,00021
VA01	14/031363	24/06/2014	25/06/2014	0,0000654 ± 0,0000329	0,000722 ± 0,000139
VA01	14/031580	25/06/2014	26/06/2014	0,0000461 ± 0,0000294	0,000474 ± 0,000133
VA01	14/031722	26/06/2014	27/06/2014	< 0,0000818	0,000197 ± 0,00015
VA01	14/031778	27/06/2014	30/06/2014	0,0000275 ± 0,0000104	0,000860 ± 0,000071
VA01	14/032037	30/06/2014	01/07/2014	0,0000366 ± 0,000027	0,000288 ± 0,000124
VA01	14/032325	01/07/2014	02/07/2014	< 0,0000620	0,000158 ± 0,000116
VA01	14/032579	02/07/2014	03/07/2014	0,0000522 ± 0,0000279	0,00061 ± 0,000122
VA01	14/032736	03/07/2014	04/07/2014	< 0,0000579	0,000484 ± 0,00012
VA01	14/034782	04/07/2014	07/07/2014	0,0000274 ± 0,0000109	0,000823 ± 0,000074
VA01	14/035233	07/07/2014	08/07/2014	0,0000566 ± 0,0000356	0,000498 ± 0,00015
VA01	14/036131	08/07/2014	09/07/2014	< 0,0000620	< 0,000208
VA01	14/037207	09/07/2014	10/07/2014	0,0000598 ± 0,0000301	0,000221 ± 0,000117
VA01	14/037359	10/07/2014	11/07/2014	< 0,0000643	< 0,000273
VA01	14/037423	11/07/2014	14/07/2014	0,0000230 ± 0,0000116	0,000322 ± 0,000049
VA01	14/037711	14/07/2014	15/07/2014	< 0,0000602	0,000485 ± 0,000125
VA01	14/038011	15/07/2014	16/07/2014	0,0000668 ± 0,000029	0,000665 ± 0,000128
VA01	14/038260	16/07/2014	17/07/2014	0,0000686 ± 0,0000278	0,00111 ± 0,00015
VA01	14/038424	17/07/2014	18/07/2014	0,000067 ± 0,0000323	0,00105 ± 0,00015
VA01	14/038520	18/07/2014	21/07/2014	0,0000492 ± 0,0000136	0,00132 ± 0,0001
VA01	14/038744	21/07/2014	22/07/2014	< 0,0000767	0,000351 ± 0,000136
VA01	14/039058	22/07/2014	23/07/2014	0,0000536 ± 0,0000317	0,000535 ± 0,00014
VA01	14/039286	23/07/2014	24/07/2014	0,0000615 ± 0,0000279	0,000664 ± 0,000134
VA01	14/039700	24/07/2014	25/07/2014	0,0000599 ± 0,0000265	0,000441 ± 0,000115
VA01	14/039786	25/07/2014	28/07/2014	0,0000273 ± 0,0000104	0,000581 ± 0,000061
VA01	14/040047	28/07/2014	29/07/2014	0,000094 ± 0,0000357	0,000366 ± 0,000145
VA01	14/040235	29/07/2014	30/07/2014	< 0,0000741	0,000187 ± 0,000124
VA01	14/040478	30/07/2014	31/07/2014	< 0,0000611	0,000261 ± 0,000125
VA01	14/040601	31/07/2014	04/08/2014	0,000130 ± 0,000039	0,00249 ± 0,00021
VA01	14/040935	04/08/2014	05/08/2014	0,0000652 ± 0,000032	0,000772 ± 0,000141
VA01	14/041366	05/08/2014	06/08/2014	0,0000953 ± 0,0000316	0,000633 ± 0,000132
VA01	14/041582	06/08/2014	07/08/2014	0,0000831 ± 0,0000346	0,000966 ± 0,000139
VA01	14/041665	07/08/2014	08/08/2014	0,0000733 ± 0,0000349	0,00117 ± 0,00016
VA01	14/042009	08/08/2014	11/08/2014	0,0000485 ± 0,0000133	0,00111 ± 0,00009
VA01	14/042231	11/08/2014	12/08/2014	0,000147 ± 0,000038	0,00146 ± 0,00017

**ARPA Ente di diritto pubblico – Dipartimento Tematico Radiazioni**

Via Jervis, 30 - 10015 Ivrea (TO) - Tel. 012564511 - fax 0125645358 - Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017 - E-mail: [radiazioni@arpa.piemonte.it](mailto:radiazioni@arpa.piemonte.it)

**Struttura Semplice Siti Nucleari**

Via Trino, 89 – 13100 Vercelli – Tel. 0161269884 – fax 0161269850 - E-mail: [siti.nucleari@arpa.piemonte.it](mailto:siti.nucleari@arpa.piemonte.it)

Punto	Campione	Inizio campionamento	Fine campionamento	Alfa totale	Beta totale
VA01	14/042376	12/08/2014	13/08/2014	0,0000695 ± 0,0000314	0,000723 ± 0,000137
VA01	14/042464	13/08/2014	14/08/2014	< 0,0000795	< 0,000353
VA01	14/043054	14/08/2014	18/08/2014	0,0000288 ± 0,0000086	0,000405 ± 0,000043
VA01	14/043212	18/08/2014	19/08/2014	< 0,0000680	0,000517 ± 0,000126
VA01	14/043341	19/08/2014	20/08/2014	0,0000592 ± 0,0000333	0,000423 ± 0,000131
VA01	14/043447	20/08/2014	21/08/2014	0,0000439 ± 0,0000306	0,000664 ± 0,000128
VA01	14/043524	21/08/2014	22/08/2014	0,0000646 ± 0,0000313	0,000816 ± 0,00014
VA01	14/043554	22/08/2014	25/08/2014	0,000035 ± 0,0000092	0,000491 ± 0,000046
VA01	14/043790	25/08/2014	26/08/2014	< 0,0000738	0,000610 ± 0,000133
VA01	14/043964	26/08/2014	27/08/2014	0,0000452 ± 0,0000306	0,000618 ± 0,000132
VA01	14/044130	27/08/2014	28/08/2014	0,0000527 ± 0,0000326	0,000776 ± 0,000135
VA01	14/044202	28/08/2014	29/08/2014	0,0000564 ± 0,0000326	0,000735 ± 0,000145
VA01	14/044227	29/08/2014	01/09/2014	0,0000336 ± 0,0000090	0,000797 ± 0,000072
VA01	14/044357	01/09/2014	02/09/2014	< 0,0000628	0,000422 ± 0,000131
VA01	14/044563	02/09/2014	03/09/2014	< 0,0000545	0,000341 ± 0,000125
VA01	14/044796	03/09/2014	04/09/2014	< 0,0000554	0,000185 ± 0,000125
VA01	14/044924	04/09/2014	05/09/2014	0,0000547 ± 0,0000245	0,00118 ± 0,00015
VA01	14/044954	05/09/2014	08/09/2014	0,0000865 ± 0,0000175	0,00147 ± 0,00012
VA01	14/045392	08/09/2014	09/09/2014	0,000105 ± 0,000033	0,00198 ± 0,00019
VA01	14/045665	09/09/2014	10/09/2014	0,0000666 ± 0,0000286	0,00125 ± 0,00014
VA01	14/045921	10/09/2014	11/09/2014	0,0000905 ± 0,0000292	0,00119 ± 0,00014
VA01	14/046369	11/09/2014	12/09/2014	0,0000526 ± 0,0000283	0,000712 ± 0,000121
VA01	14/046430	12/09/2014	15/09/2014	0,0000181 ± 0,0000091	0,000640 ± 0,000064
VA01	14/046676	15/09/2014	16/09/2014	0,0000860 ± 0,0000300	0,000924 ± 0,000132
VA01	14/046927	16/09/2014	17/09/2014	0,0000696 ± 0,0000289	0,00125 ± 0,00014
VA01	14/047127	17/09/2014	18/09/2014	0,0000550 ± 0,0000268	0,000975 ± 0,000127
VA01	14/047297	18/09/2014	19/09/2014	0,0000846 ± 0,0000274	0,00122 ± 0,00014
VA01	14/047322	19/09/2014	22/09/2014	0,0000388 ± 0,0000109	0,00114 ± 0,00010
VA01	14/047546	22/09/2014	23/09/2014	0,0000614 ± 0,0000275	0,000532 ± 0,000117
VA01	14/047863	23/09/2014	24/09/2014	0,0000373 ± 0,0000258	0,000449 ± 0,000105
VA01	14/049089	24/09/2014	25/09/2014	< 0,0000574	0,000544 ± 0,000115
VA01	14/049303	25/09/2014	26/09/2014	0,0000609 ± 0,0000268	0,00120 ± 0,00014
VA01	14/049388	26/09/2014	29/09/2014	0,0000716 ± 0,0000159	0,00128 ± 0,00011
VA01	14/049571	29/09/2014	30/09/2014	0,0000478 ± 0,0000299	0,00223 ± 0,00021
VA01	14/049836	30/09/2014	01/10/2014	0,0000913 ± 0,0000332	0,00204 ± 0,00020
VA01	14/050250	01/10/2014	02/10/2014	0,0000606 ± 0,0000267	0,00137 ± 0,00015
VA01	14/050421	02/10/2014	03/10/2014	0,0000911 ± 0,0000307	0,00147 ± 0,00016
VA01	14/050613	03/10/2014	06/10/2014	0,0000662 ± 0,0000152	0,00132 ± 0,00011
VA01	14/050823	06/10/2014	07/10/2014	0,0000644 ± 0,00003	0,00134 ± 0,00015
VA01	14/051102	07/10/2014	08/10/2014	0,0000871 ± 0,0000313	0,00164 ± 0,00018
VA01	14/051526	08/10/2014	09/10/2014	0,0000582 ± 0,0000294	0,000992 ± 0,000138
VA01	14/051965	09/10/2014	10/10/2014	0,0000701 ± 0,0000342	0,00149 ± 0,00018
VA01	14/052019	10/10/2014	13/10/2014	0,0000617 ± 0,0000154	0,00106 ± 0,00009
VA01	14/052216	13/10/2014	14/10/2014	< 0,000107	0,000365 ± 0,000198
VA01	14/052472	14/10/2014	15/10/2014	0,0000514 ± 0,0000324	0,000653 ± 0,000129
VA01	14/052666	15/10/2014	16/10/2014	0,0000736 ± 0,0000286	0,000724 ± 0,000122
VA01	14/052806	16/10/2014	17/10/2014	0,0000654 ± 0,0000307	0,00122 ± 0,00015
VA01	14/052868	17/10/2014	20/10/2014	0,0000444 ± 0,000013	0,00133 ± 0,00011
VA01	14/053999	20/10/2014	21/10/2014	0,0000761 ± 0,0000292	0,00198 ± 0,00020

**ARPA Ente di diritto pubblico – Dipartimento Tematico Radiazioni**

Via Jervis, 30 - 10015 Ivrea (TO) - Tel. 012564511 - fax 0125645358 - Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017 - E-mail: [radiazioni@arpa.piemonte.it](mailto:radiazioni@arpa.piemonte.it)

**Struttura Semplice Siti Nucleari**

Via Trino, 89 – 13100 Vercelli – Tel. 0161269884 – fax 0161269850 - E-mail: [siti.nucleari@arpa.piemonte.it](mailto:siti.nucleari@arpa.piemonte.it)

Punto	Campione	Inizio campionamento	Fine campionamento	Alfa totale	Beta totale
VA01	14/054283	21/10/2014	22/10/2014	0,0000612 ± 0,0000359	0,00177 ± 0,00019
VA01	14/054490	22/10/2014	23/10/2014	< 0,000044	0,000312 ± 0,000117
VA01	14/054642	23/10/2014	24/10/2014	< 0,0000453	0,000497 ± 0,000114
VA01	14/055311	24/10/2014	27/10/2014	0,0000220 ± 0,0000116	0,000886 ± 0,000081
VA01	14/055501	27/10/2014	28/10/2014	0,0000567 ± 0,0000279	0,00120 ± 0,00015
VA01	14/055725	28/10/2014	29/10/2014	< 0,0000693	0,00150 ± 0,00017
VA01	14/055904	29/10/2014	30/10/2014	0,0000598 ± 0,0000289	0,00174 ± 0,00018
VA01	14/056035	30/10/2014	31/10/2014	0,0000465 ± 0,0000295	0,00169 ± 0,00018
VA01	14/056124	31/10/2014	03/11/2014	0,0000854 ± 0,0000189	0,00218 ± 0,00017
VA01	14/056338	03/11/2014	04/11/2014	0,000101 ± 0,000033	0,00227 ± 0,00022
VA01	14/056450	04/11/2014	05/11/2014	< 0,000264	< 0,000745
VA01	14/056570	05/11/2014	06/11/2014	< 0,000130	< 0,000609
VA01	14/056712	06/11/2014	07/11/2014	0,0000355 ± 0,0000261	0,000462 ± 0,000111
VA01	14/056748	07/11/2014	10/11/2014	0,0000509 ± 0,0000148	0,000906 ± 0,000084
VA01	14/056910	10/11/2014	11/11/2014	0,000101 ± 0,000060	< 0,000582
VA01	14/057069	11/11/2014	12/11/2014	0,000138 ± 0,000099	0,000797 ± 0,000384
VA01	14/057423	12/11/2014	13/11/2014	0,0000631 ± 0,0000368	< 0,000309
VA01	14/057474	13/11/2014	14/11/2014	0,0000634 ± 0,0000276	0,000985 ± 0,000139
VA01	14/057774	14/11/2014	18/11/2014	0,0000298 ± 0,0000113	0,000546 ± 0,000059
VA01	14/058215	18/11/2014	19/11/2014	0,0000738 ± 0,000029	0,000587 ± 0,000126
VA01	14/058444	19/11/2014	20/11/2014	0,000109 ± 0,000036	0,00110 ± 0,00015
VA01	14/058738	20/11/2014	21/11/2014	0,000153 ± 0,000038	0,00117 ± 0,00015
VA01	14/058838	21/11/2014	24/11/2014	0,000167 ± 0,000032	0,00268 ± 0,00021
VA01	14/059070	24/11/2014	25/11/2014	0,000261 ± 0,000051	0,00342 ± 0,00029
VA01	14/059353	25/11/2014	26/11/2014	0,000206 ± 0,000055	0,00332 ± 0,00033
VA01	14/059530	26/11/2014	27/11/2014	0,000163 ± 0,000043	0,00207 ± 0,0002
VA01	14/059672	27/11/2014	28/11/2014	0,0000620 ± 0,0000334	0,00140 ± 0,00017
VA01	14/059710	28/11/2014	01/12/2014	0,0000501 ± 0,0000231	0,000700 ± 0,000096
VA01	14/059855	01/12/2014	02/12/2014	< 0,000130	< 0,000399
VA01	14/060327	02/12/2014	03/12/2014	0,0000795 ± 0,0000317	0,000832 ± 0,000148
VA01	14/060634	03/12/2014	04/12/2014	0,0000834 ± 0,0000346	0,000933 ± 0,000145
VA01	14/060744	04/12/2014	05/12/2014	0,0000832 ± 0,0000341	0,000968 ± 0,000141
VA01	14/060787	05/12/2014	09/12/2014	0,0000810 ± 0,0000172	0,00139 ± 0,00011
VA01	14/060944	09/12/2014	10/12/2014	0,0000796 ± 0,0000336	0,00103 ± 0,00014
VA01	14/061199	10/12/2014	11/12/2014	0,000113 ± 0,000033	0,00162 ± 0,00018
VA01	14/061383	11/12/2014	12/12/2014	0,000134 ± 0,000037	0,00218 ± 0,00022
VA01	14/061448	12/12/2014	15/12/2014	0,000171 ± 0,0000301	0,00286 ± 0,00022
VA01	14/061616	15/12/2014	16/12/2014	0,000148 ± 0,000053	0,00192 ± 0,00023
VA01	14/061784	16/12/2014	17/12/2014	< 0,000166	< 0,000741
VA01	14/062019	17/12/2014	18/12/2014	0,000139 ± 0,000068	0,00123 ± 0,00026
VA01	14/062088	18/12/2014	19/12/2014	0,000126 ± 0,000034	0,00157 ± 0,00018
VA01	14/062158	19/12/2014	22/12/2014	0,0000783 ± 0,0000161	0,00138 ± 0,00012
VA01	14/062242	22/12/2014	23/12/2014	0,0000873 ± 0,0000337	0,00140 ± 0,00017
VA01	14/062354	23/12/2014	24/12/2014	0,000118 ± 0,000032	0,00176 ± 0,00018
VA01	14/062375	24/12/2014	29/12/2014	0,0000644 ± 0,0000128	0,00146 ± 0,00011
VA01	14/062509	29/12/2014	30/12/2014	0,0000494 ± 0,00003	0,000618 ± 0,000124
VA01	14/062548	30/12/2014	31/12/2014	0,0000395 ± 0,0000301	0,00106 ± 0,00014

**ARPA Ente di diritto pubblico – Dipartimento Tematico Radiazioni**

Via Jervis, 30 - 10015 Ivrea (TO) - Tel. 012564511 - fax 0125645358 - Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017 - E-mail: [radiazioni@arpa.piemonte.it](mailto:radiazioni@arpa.piemonte.it)

**Struttura Semplice Siti Nucleari**

Via Trino, 89 – 13100 Vercelli – Tel. 0161269884 – fax 0161269850 - E-mail: [siti.nucleari@arpa.piemonte.it](mailto:siti.nucleari@arpa.piemonte.it)

## ALLEGATO 2 – 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 interno accreditato ISO 17025 (Certificato ACCREDIA n. 0203 Sede H Vercelli – Elenco prove revisione 14 del 16/06/2011);
- 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 accreditato ISO 17025 (Certificato ACCREDIA n. 0203 Sede H Vercelli – Elenco prove revisione 14 del 16/06/2011);
- 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 accreditato ISO 17025 (Certificato ACCREDIA n. 0203 Sede H Vercelli – Elenco prove revisione 14 del 16/06/2011);
- U.RP.M994 “Determinazione del contenuto di attività di H-3 in acqua mediante scintillazione liquida” – ISO 9698: 2010 Water quality - Determination of tritium activity concentration - Liquid scintillation counting method – metodo normalizzato;
- U.RP.T085 “Campionamento di matrici ambientali ed alimentari da sottoporre a misure radiometriche” – metodo interno.

### ARPA Ente di diritto pubblico – Dipartimento Tematico Radiazioni

Via Jervis, 30 - 10015 Ivrea (TO) - Tel. 012564511 - fax 0125645358 - Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017 - E-mail: [radiazioni@arpa.piemonte.it](mailto:radiazioni@arpa.piemonte.it)

#### Struttura Semplice Siti Nucleari

Via Trino, 89 – 13100 Vercelli – Tel. 0161269884 – fax 0161269850 - E-mail: [siti.nucleari@arpa.piemonte.it](mailto:siti.nucleari@arpa.piemonte.it)

### ALLEGATO 3 – 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 ( $w_T$ ); 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 $w_T$ ; 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>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.

#### ARPA Ente di diritto pubblico – Dipartimento Tematico Radiazioni

Via Jervis, 30 - 10015 Ivrea (TO) - Tel. 012564511 - fax 0125645358 - Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017 - E-mail: [radiazioni@arpa.piemonte.it](mailto:radiazioni@arpa.piemonte.it)

Struttura Semplice Siti Nucleari

Via Trino, 89 – 13100 Vercelli – Tel. 0161269884 – fax 0161269850 - E-mail: [siti.nucleari@arpa.piemonte.it](mailto:siti.nucleari@arpa.piemonte.it)

<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; $1 \text{ Gy} = 1 \text{ J}\cdot\text{kg}^{-1}$ .
<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>Limite di Rivelabilità</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>	$1\text{E}+01 = 1 \times 10^{+1} = 10$ ; $1\text{E}+00 = 1 \times 10^0 = 1$ ; $1\text{E}-02 = 1 \times 10^{-2} = 0,01$
<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, $1 \text{ Sv} = 1 \text{ J}\cdot\text{kg}^{-1}$ . Sono suoi sottomultipli il millisievert ( $1 \text{ mSv} = 1\text{E}-03 \text{ Sv}$ ) e il microsievert ( $1 \mu\text{Sv} = 1\text{E}-06 \text{ Sv}$ ).
<b>Via critica</b>	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 0125645358 - Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017 - E-mail: [radiazioni@arpa.piemonte.it](mailto:radiazioni@arpa.piemonte.it)

**Struttura Semplice Siti Nucleari**

Via Trino, 89 – 13100 Vercelli – Tel. 0161269884 – fax 0161269850 - E-mail: [siti.nucleari@arpa.piemonte.it](mailto:siti.nucleari@arpa.piemonte.it)

#### **ALLEGATO 4 - Bibliografia**

- RT/2005/UDA ENEA Glossario di radioprotezione – Radioprotezione della popolazione e dell'ambiente.
- UNSCEAR Report 2000 vol. I.
- UNSCEAR Report 2008 vol. I.
- World Health Organization, *Guidelines for Drinking-water Quality. Fourth Edition, 2011.*