

**DIPARTIMENTO TEMATICO RADIAZIONI
 Struttura Semplice Siti Nucleari**

**MONITORAGGIO RADIOLOGICO DELL'ACQUA DI FALDA SUPERFICIALE PRESSO
 IL SITO NUCLEARE DI SALUGGIA (VC).**

I quadrimestre 2017

Relazione tecnica n. 14/SS21.02/2017

Redazione	Funzione: Componente SS Siti Nucleari	
	Nome: Luca Albertone	
	Funzione: Componente SS Siti Nucleari	
Verifica	Nome: Manuela Marga	
	Funzione: Componente SS Siti Nucleari	
Approvazione	Nome: Giuseppe Tozzi	
	Funzione: Responsabile SS Siti Nucleari	
Approvazione	Nome: Laura Porzio	
	Funzione: Responsabile Dipartimento Tematico Radiazioni	
Approvazione	Nome: Giovanni d'Amore	

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@pec.arpa.piemonte.it

Struttura Semplice Siti Nucleari

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

INDICE

1	PREMESSA	3
2	LE STRATEGIE DI CONTROLLO	3
3	METODOLOGIA DI MISURA	5
4	STRUMENTAZIONE UTILIZZATA	6
5	ATTIVITA' DI MONITORAGGIO	6
6	VALUTAZIONI DOSIMETRICHE	16
7	VALUTAZIONI CONCLUSIVE	16

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@pec.arpa.piemonte.it

Struttura Semplice Siti Nucleari

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

1 PREMESSA

In questa relazione vengono riassunti i risultati del monitoraggio radiologico ambientale straordinario dell'acqua di falda superficiale condotto da Arpa Piemonte nel I quadrimestre 2017 presso il sito nucleare di Saluggia (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".

2 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.

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

Livelli di riferimento

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. Questi limiti 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.

Il D. Lgs. 15 febbraio 2016 n. 28 "Attuazione della direttiva 2013/51/EURATOM del Consiglio, del 22 ottobre 2013, che stabilisce i requisiti per la tutela della salute della popolazione relativamente alle sostanze radioattive presenti nelle acque destinate al consumo umano" – entrato in vigore il 22/03/2016 in sostituzione del 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" – stabilisce le caratteristiche radiometriche delle acque potabili.

In particolare il decreto fissa i valori per la concentrazione di Radon e di Tritio nelle acque potabili in 100 Bq/l ed il valore della *dose indicativa* in 0,10 mSv per anno solare, corrispondenti a 100 microSv per anno solare. Inoltre riporta i *valori di concentrazioni di attività derivate* per i principali

ARPA Ente di diritto pubblico – Dipartimento Tematico Radiazioni

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

Struttura Semplice Siti Nucleari

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

radionuclidi di origine naturale ed artificiale e stabilisce che il calcolo della *dose indicativa* può essere effettuato attraverso le due strategie di seguito descritte.

- 1) Strategia di screening basata sulla misura dell'attività alfa totale e beta totale.

Il rispetto dei valori di screening per l'attività alfa totale e beta totale riportati in tabella 2.1 generalmente garantisce il rispetto della *dose indicativa*. In caso contrario sono necessarie misure di approfondimento.

- 2) Strategia di screening basata sull'analisi della concentrazione dei singoli nuclidi.

Vengono preliminarmente determinati i radionuclidi da misurare in relazione alle possibili fonti di rilascio. Il calcolo della *dose indicativa* viene poi effettuato tenendo conto di tutti i contributi.

Pur continuando ad effettuare le misure di screening di attività alfa totale e beta totale allo scopo di evidenziare tempestivamente picchi di rilascio, si è scelto di utilizzare la strategia di cui al punto 2). In via strettamente cautelativa lo stesso approccio viene utilizzato per l'acqua di falda superficiale. Il superamento dei *valori di screening* per l'attività alfa totale e beta totale non deve pertanto essere necessariamente interpretato come superamento del valore di *dose indicativa*. Inoltre, visto lo specifico contesto che vede la presenza di impianti nucleari come possibile fonte di rilascio, si ritiene opportuno continuare ad utilizzare come livello operativo il *valore soglia per la non rilevanza radiologica*, ossia quel valore il cui rispetto garantisce il rispetto del *limite per la non rilevanza radiologica*, fissato in 10 microSv per anno solare.

Tabella 2.1 *Valori di screening, valori di concentrazione di attività derivate e sensibilità di misura espresse come Limiti di rivelabilità nell'acqua potabile.*

Parametro	Limite di rivelabilità (D. Lgs. 28/2016) Bq/l	Valore di concentrazione di attività derivata (D. Lgs. 28/2016) Bq/l	Valore soglia per la non rilevanza radiologica (Arpa Piemonte) Bq/l	Valore di screening Bq/l
α totale	0,04	-	-	0,1 D. Lgs. 28/2016
β totale	0,2	-	-	0,5 D. Lgs. 28/2016
Am-241	0,06	0,7	0,011	-
Cs-137	0,5	11	1,4	0,1 Raccomandazione 2000/473/Euratom
Co-60	0,5	40	0,72	-
H-3	10	-	610	D. Lgs. 28/2016 100 Raccomandazione 2000/473/Euratom
Sr-90	0,4	4,9	0,17	0,06 Raccomandazione 2000/473/Euratom
Pu-238	-	-	0,0098	-
Pu-239/240	0,04	0,6	0,0093	-

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 che di attribuzione.

Sono pertanto stati messi a punto metodi di prova che assicurano *Limiti di rivelabilità* adeguati (si veda il Paragrafo 3) 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

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@pec.arpa.piemonte.it

Struttura Semplice Siti Nucleari

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

essere indice di un incremento dei fenomeni di rilascio in atto (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 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*.

3 METODOLOGIA DI MISURA

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

- la *spettrometria gamma* permette la determinazione simultanea, qualitativa e quantitativa, dei radionuclidi gamma emittenti presenti nella matrice considerata, sia artificiali che naturali, ed in particolare permette di individuare con elevatissima sensibilità la presenza di radioisotopi quali Cs-137 e Co-60. Può essere eseguita direttamente sul campione senza la necessità di effettuare processi di separazione dei radionuclidi e pertanto viene eseguita sulla quasi totalità dei campioni;
- la determinazione dell'attività *alfa totale* e *beta totale* permette la quantificazione dell'attività imputabile a tutti i radionuclidi alfa emittenti e beta emittenti presenti nel campione, senza consentirne l'analisi qualitativa. Rappresenta un utile strumento per un confronto diretto con i *valori di screening* fissati per la contaminazione del particolato atmosferico e dell'acqua destinata al consumo umano;
- i *metodi radiochimici* prevedono la separazione dei singoli radionuclidi alfa emittenti (Plutonio, Americio, Uranio) e beta emittenti (Stronzio) e la loro successiva determinazione quantitativa; si tratta di analisi estremamente laboriose che non sono applicabili in larga scala;
- la determinazione di *Tritio* prevede la distillazione del campione e viene eseguita sui campioni di acqua destinata al consumo umano e di falda.

I risultati delle analisi vengono espressi come concentrazioni di attività per il singolo radionuclide riferite al volume della matrice considerata (Bq/l). 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 considerato il *Limite di rivelabilità* come limite superiore per la concentrazione del radionuclide stesso (nelle tabelle si vedrà il simbolo <).

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;
- partecipa con cadenza annuale a circuiti di interconfronto nazionali ed internazionali (EC, IAEA ed altri).

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@pec.arpa.piemonte.it

Struttura Semplice Siti Nucleari

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

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.

4 STRUMENTAZIONE UTILIZZATA

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

- catene spettrometriche alfa con rivelatori al silicio a barriera superficiale e software di elaborazione ORTEC "Alpha Vision";
- catene spettrometriche gamma con rivelatore al germanio iperpuro di tipo p o di tipo n e software di elaborazione ORTEC "Gamma Vision";
- contatore proporzionale a flusso di gas Berthold mod. LB 770;
- contatore a scintillazione liquida Perkin Elmer mod. Quantulus.

5 ATTIVITA' DI MONITORAGGIO

Nel corso del I quadrimestre 2017 sono stati effettuati prelievi di acqua di falda superficiale secondo quanto previsto dal programma di campionamento ridefinito dal Tavolo Tecnico Nucleare nella seduta del 08/03/2016 (Tabella 5.1 e Figura 5.1).

I pozzi dell'Acquedotto del Monferrato sono stati campionati con frequenza mensile in relazione ad una convenzione in atto tra Acquedotto del Monferrato, ATO5 e Arpa Piemonte.

A partire da febbraio è stata inoltre introdotta la determinazione del plutonio con frequenza quadrimestrale.

Tabella 5.1 Programma di campionamento seguito nel I quadrimestre 2017.

Punti di campionamento	Frequenza di campionamento e analisi
S4.1/7, SQ05	mensile
SPB, SPY/8, SPZ/7, E6, E5/6, SO12, SO16, SO17, A5, A9, RP4/7, RP4/15, RP7, SP03	quadrimestrale

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 nei punti più significativi, mentre per il dettaglio dei dati analitici si rimanda alle tabelle seguenti. Per agevolare la comprensione dei risultati delle misure eseguite, nei grafici sono riportate le linee corrispondenti ai livelli operativi di volta in volta 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.

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

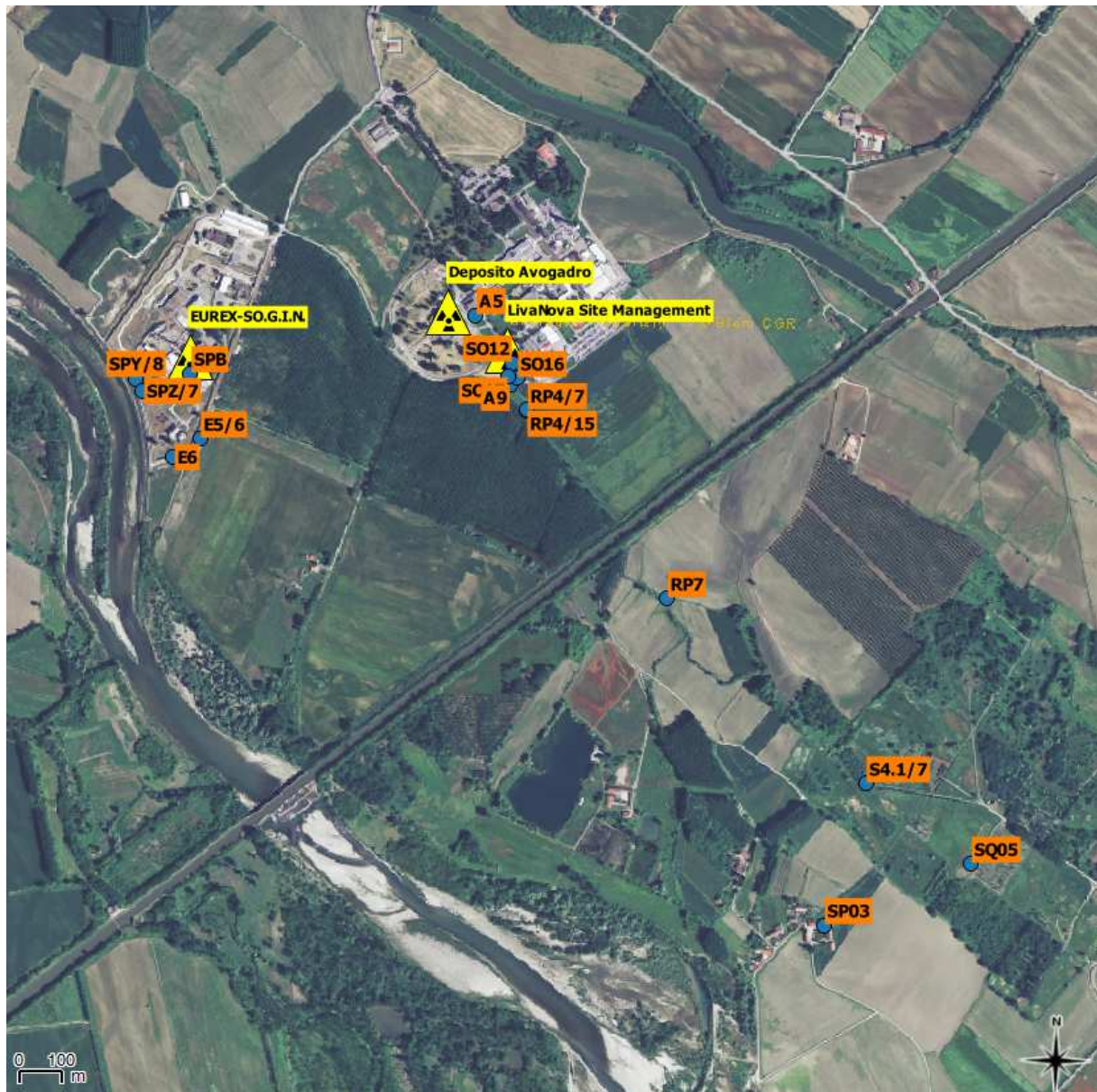
ARPA Ente di diritto pubblico – Dipartimento Tematico Radiazioni

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

Struttura Semplice Siti Nucleari

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

Figura 5.1 Distribuzione dei punti di campionamento.



ARPA Ente di diritto pubblico – Dipartimento Tematico Radiazioni

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

Struttura Semplice Siti Nucleari

Via Trino, 89 – 13100 Vercelli – Tel. 0161269884 – fax 0161269850 - E-mail: siti_nucleari@arpa.piemonte.it

Acqua potabile

- *Fa parte integrante della dieta.*
- *Dettaglio dei risultati delle misure in Tabella 5.2.*
- *Nel corso del I quadrimestre 2017 non è stata rilevata la presenza di radionuclidi di origine artificiale.*



Tabella 5.2 Risultati delle misure sui campioni di acqua potabile (Bq/l).

Punto	Campione	Data	Alfa totale	Beta totale	Am-241	Cs-137	Co-60	H-3	Sr-90	Pu-238	Pu-239/240
SQ05	17/004036	12/01/2017	0,120 ± 0,065	< 0,147	< 0,0171	< 0,00351	< 0,00484	< 1,89	< 0,00425	-	-
SQ05	17/008148	15/02/2017	0,188 ± 0,093	0,195 ± 0,093	< 0,00866	< 0,00135	< 0,00278	< 2,03	< 0,00414	< 0,000622	< 0,000288
SQ05	17/012412	13/03/2017	0,079 ± 0,058	< 0,170	< 0,0192	< 0,00118	< 0,00107	< 1,87	< 0,00535	-	-
SQ05	17/018750	12/04/2017	< 0,144	< 0,159	< 0,0139	< 0,00138	< 0,00274	< 1,79	< 0,0107	-	-

Nei campioni di acqua potabile prelevati nel pozzo SQ05 presso il campo pozzi della Cascina Giarrea dell'Acquedotto del Monferrato non è mai stata rilevata la presenza di radionuclidi di origine artificiale. In particolare, pur avendo osservato dei superamenti del livello di screening per l'attività alfa totale, i risultati ottenuti si sono sempre mantenuti al di sotto dei *valori di concentrazione di attività derivate* 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@pec.arpa.piemonte.it

Struttura Semplice Siti Nucleari

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

Acqua di falda superficiale – Pozzi di controllo esterni

- Può far parte della dieta ed essere utilizzata a scopo irriguo.
- Dettaglio dei risultati delle misure in Tabella 5.3.
- Presenza di tracce di Sr-90.



Tabella 5.3 Risultati delle misure sui campioni di acqua di falda superficiale prelevati nei pozzi di controllo esterni agli impianti (Bq/l).

Punto	Campione	Data	Alfa totale	Beta totale	Am-241	Cs-137	Co-60	H-3	Sr-90	Pu-238	Pu-239/240
RP4/7	17/007836	14/02/2017	< 0,130	0,175 ± 0,096	< 0,0126	< 0,00253	< 0,00730	< 1,87	0,0179 ± 0,0041	< 0,000683	< 0,000317
RP4/15	17/007837	14/02/2017	< 0,113	< 0,204	< 0,0194	< 0,00117	< 0,00244	< 2,18	< 0,00590	< 0,000604	< 0,000190
RP7	17/007546	13/02/2017	0,095 ± 0,065	0,175 ± 0,091	< 0,0182	< 0,00411	< 0,00242	< 1,88	< 0,00718	< 0,000481	< 0,000223
SP03	17/008144	15/02/2017	0,142 ± 0,078	0,254 ± 0,101	< 0,0163	< 0,00367	< 0,00160	< 1,86	< 0,00441	< 0,002380	< 0,000276
S4.1/7	17/004035	12/01/2017	< 0,127	< 0,198	< 0,0168	< 0,00881	< 0,00720	< 1,91	< 0,00443	-	-
S4.1/7	17/008147	15/02/2017	0,129 ± 0,072	0,328 ± 0,108	< 0,0103	< 0,00580	< 0,00517	< 2,10	< 0,00422	< 0,000755	< 0,000350
S4.1/7	17/012406	13/03/2017	< 0,101	< 0,165	< 0,0196	< 0,00168	< 0,00372	< 1,89	< 0,00547	-	-
S4.1/7	17/018748	12/04/2017	< 0,109	0,322 ± 0,104	< 0,0237	< 0,00867	< 0,00273	< 1,79	< 0,00593	-	-

E' stato mantenuto il campionamento del pozzo RP4/15 – pescaggio 7-15 m – al fine di monitorare eventuali contaminazioni della falda superficiale a maggiore profondità rispetto allo strato sino a 7 m di profondità in cui finora è stata riscontrata presenza di contaminazione, come nel pozzo RP4/7.

Nei campioni di acqua di falda superficiale prelevati presso i pozzi RP4/15, RP7 e SP03 nel pozzo di controllo S4.1/7 presso il campo pozzi della Cascina Giarrea dell'Acquedotto del Monferrato non è stata rilevata la presenza di radionuclidi di origine artificiale. In particolare, pur avendo osservato dei superamenti del livello di screening per l'attività alfa totale, i risultati ottenuti si sono sempre mantenuti al di sotto dei *valori di concentrazione di attività derivate* e dei *valori soglia per la non rilevanza radiologica*.

Nei grafici di Figura 5.2 e Figura 5.3 è rappresentato l'andamento della concentrazione di Sr-90 nell'acqua di falda superficiale prelevata nei pozzi RP4/7 e RP7 rispettivamente. Non si evidenziano superamenti del *Limite di Azione* nell'ultimo periodo.

ARPA Ente di diritto pubblico – Dipartimento Tematico Radiazioni

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

Struttura Semplice Siti Nucleari

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

Figura 5.2 Andamento della concentrazione di Sr-90 nell'acqua di falda superficiale prelevata nel punto RP4/7 (Bq/l) – La linea rossa rappresenta il *Limite di Azione* pertinente.

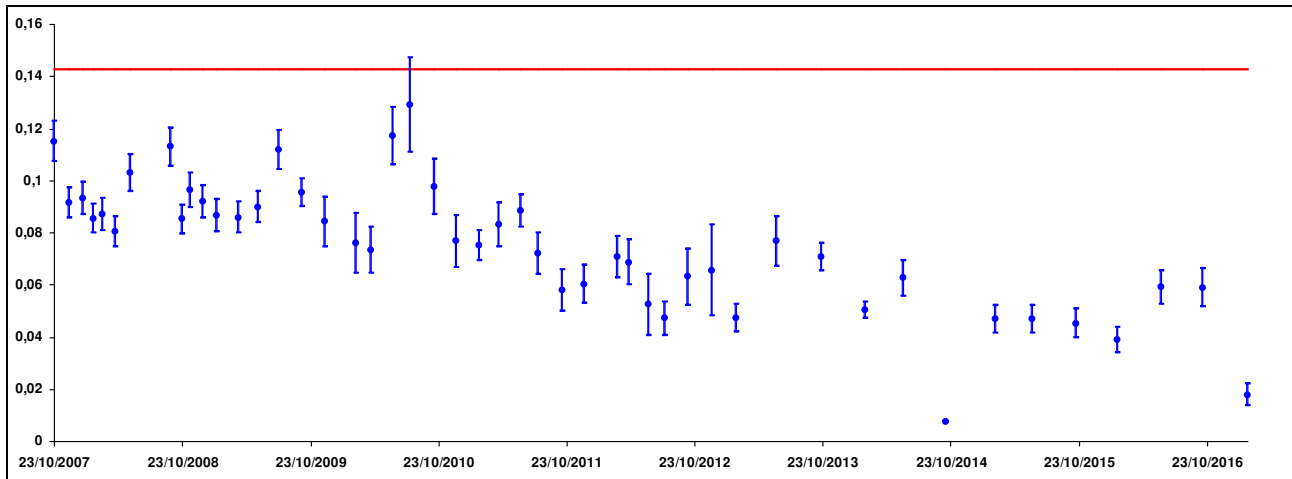
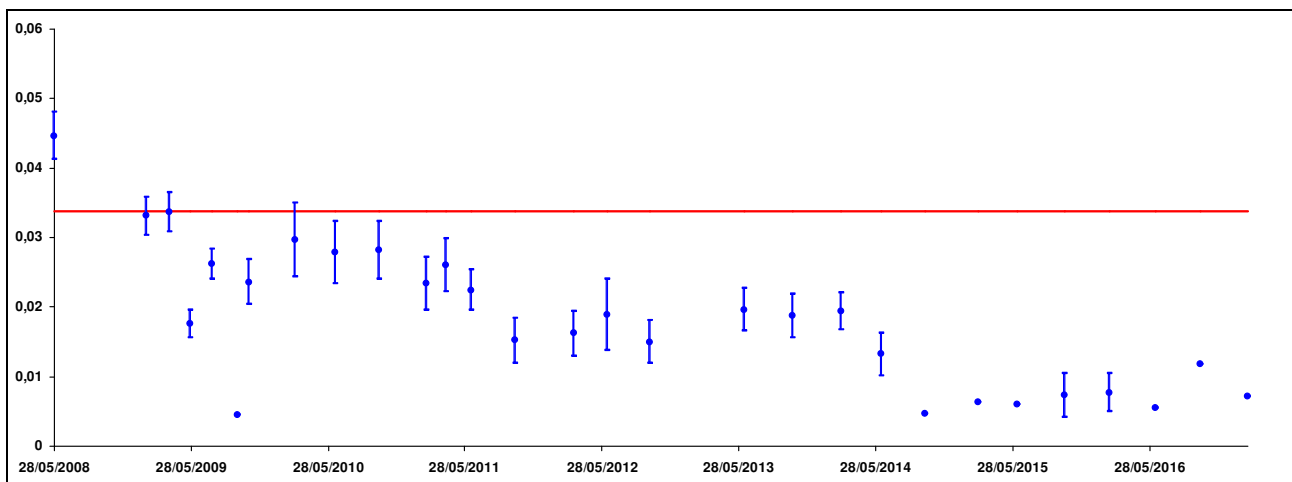


Figura 5.3 Andamento della concentrazione di Sr-90 nell'acqua di falda superficiale prelevata nel punto RP7 (Bq/l) – La linea rossa rappresenta il *Limite di Azione* pertinente.



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@pec.arpa.piemonte.it

Struttura Semplice Siti Nucleari

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

Acqua di falda superficiale – Pozzi di controllo EUREX-SO.G.I.N.

- Non può far parte della dieta né essere utilizzata a scopo irriguo, dal momento che i pozzi di controllo sono inaccessibili.
- Dettaglio dei risultati delle misure in Tabella 5.4.
- Presenza di tracce di Sr-90 e Cs-137.



Tabella 5.4 Risultati delle misure sui campioni di acqua di falda superficiale prelevati nei pozzi di controllo dell'impianto EUREX-SO.G.I.N. (Bq/l).

Punto	Campione	Data	Alfa totale	Beta totale	Am-241	Cs-137	Co-60	H-3	Sr-90	Pu-238	Pu-239/240
E5/6	17/007544	13/02/2017	< 0,130	0,192 ± 0,101	< 0,0127	0,00700 ± 0,00302	< 0,00331	< 2,11	< 0,00629	< 0,000740	< 0,000343 < 0,000740
E6	17/007545	13/02/2017	< 0,105	< 0,177	< 0,0119	< 0,00158	< 0,00331	< 2,07	< 0,00758	< 0,000633	< 0,000293 < 0,000633
SPB	17/007541	13/02/2017	< 0,117	0,153 ± 0,083	< 0,0149	< 0,00155	< 0,00184	< 1,9	0,00948 ± 0,0035	< 0,000726	< 0,000337 < 0,000726
SPY/8	17/007543	13/02/2017	< 0,129	0,240 ± 0,099	< 0,0155	< 0,00151	< 0,00168	< 1,84	< 0,00804	< 0,000863	< 0,000400 < 0,000863

Nei campioni di acqua di falda superficiale prelevati nei pozzi di controllo presso l'impianto EUREX-SO.G.I.N. è stata rilevata – ormai da tempo – la presenza di Sr-90 nel pozzo SPB e di Cs-137 nel pozzo E5/6.

Nel grafico di Figura 5.4 è rappresentato l'andamento della concentrazione di Sr-90 nel pozzo SPB, posto immediatamente a valle della piscina del combustibile irraggiato, svuotata e bonificata dal 2008. La linea orizzontale rappresenta il *Limite di Azione* pertinente, occasionalmente superato tra il 2009 e il 2012, in buona correlazione con l'andamento della soggiacenza della falda (Figura 5.5). Non si evidenziano superamenti del *Limite di Azione* nell'ultimo periodo.

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@pec.arpa.piemonte.it

Struttura Semplice Siti Nucleari

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

Figura 5.4 Andamento della concentrazione di Sr-90 nell'acqua di falda superficiale prelevata nel punto SPB (Bq/l) – La linea rossa rappresenta il *Limite di Azione* pertinente.

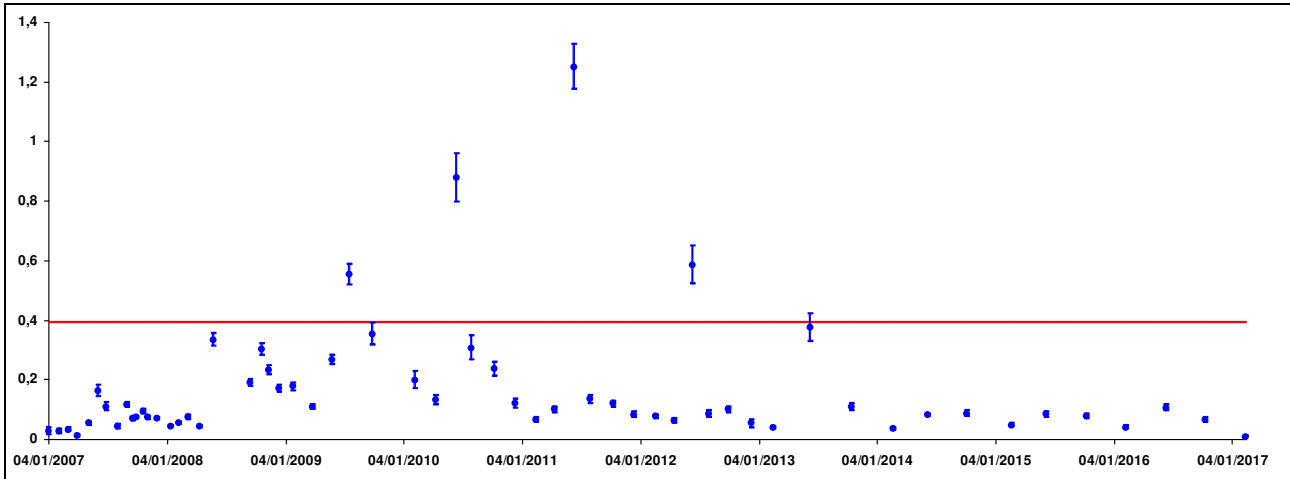
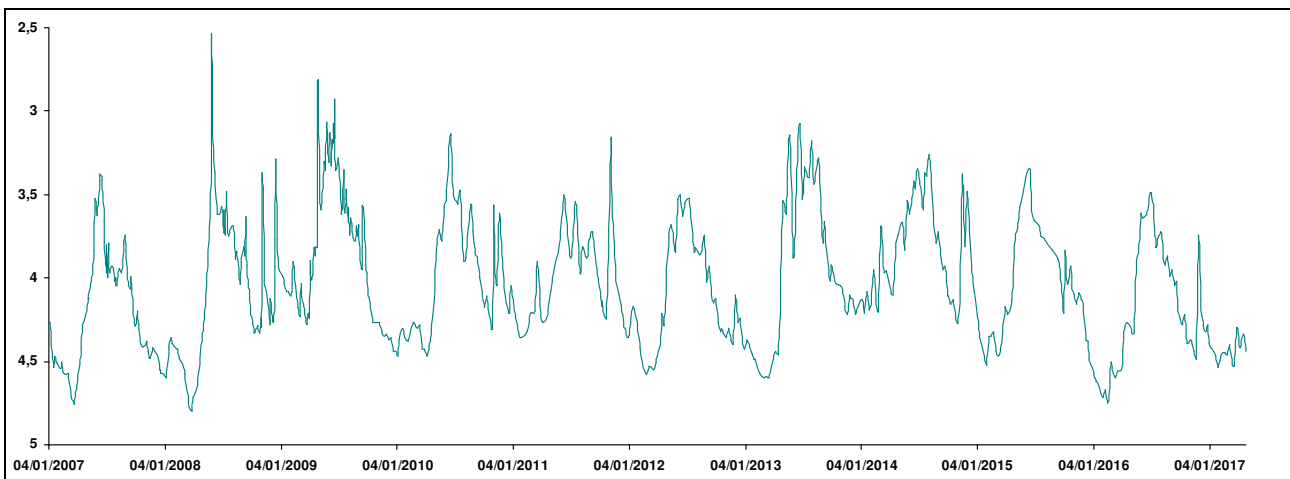


Figura 5.5 Andamento della soggiacenza della falda superficiale nel punto SPB (m.p.c.).



Nel grafico di Figura 5.6 è rappresentato l'andamento della concentrazione di Cs-137 nel pozzo E5/6, prossimo al tratto dismesso della condotta di scarico di effluenti radioattivi liquidi LivaNova-Avogadro. La linea orizzontale rappresenta il *Limite di Azione* pertinente, occasionalmente superato nel 2011 e nel II quadrimestre del 2014.

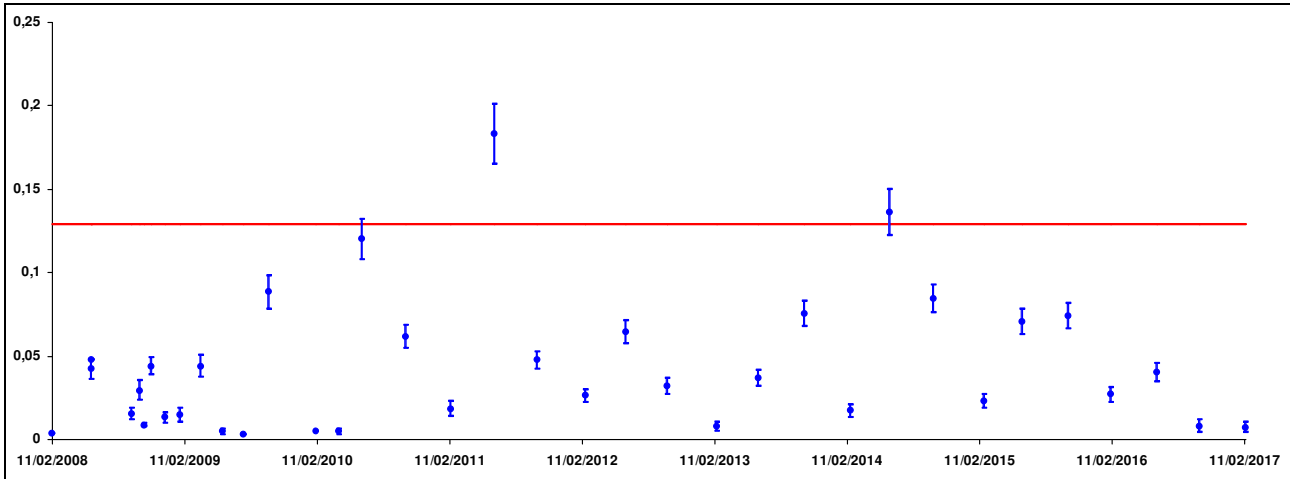
ARPA Ente di diritto pubblico – Dipartimento Tematico Radiazioni

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

Struttura Semplice Siti Nucleari

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

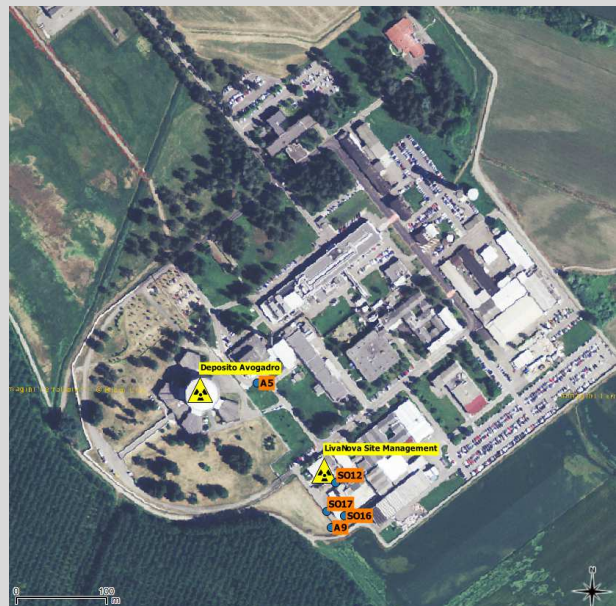
Figura 5.6 Andamento della concentrazione di Cs-137 nell'acqua di falda superficiale prelevata nel punto E5/6 (Bq/l) – La linea rossa rappresenta il *Limite di Azione* pertinente.



Il pozzo SPZ/7 non è risultato disponibile per il campionamento a causa del basso livello di falda e nei pozzi E6 e SPY/8 non è stata rilevata traccia di radioisotopi radioattivi di origine artificiale.

Acqua di falda superficiale – Pozzi di controllo LivaNova-Avogadro

- *Non può far parte della dieta né essere utilizzata a scopo irriguo, dal momento che i pozzi di controllo sono inaccessibili.*
- *Dettaglio dei risultati delle misure in Tabella 5.5.*
- *Presenza di tracce di Sr-90 e H-3.*



ARPA Ente di diritto pubblico – Dipartimento Tematico Radiazioni

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

Struttura Semplice Siti Nucleari

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

Tabella 5.5 Risultati delle misure sui campioni di acqua di falda superficiale prelevati nei pozzi di controllo del Complesso LivaNova-Avogadro (Bq/l).

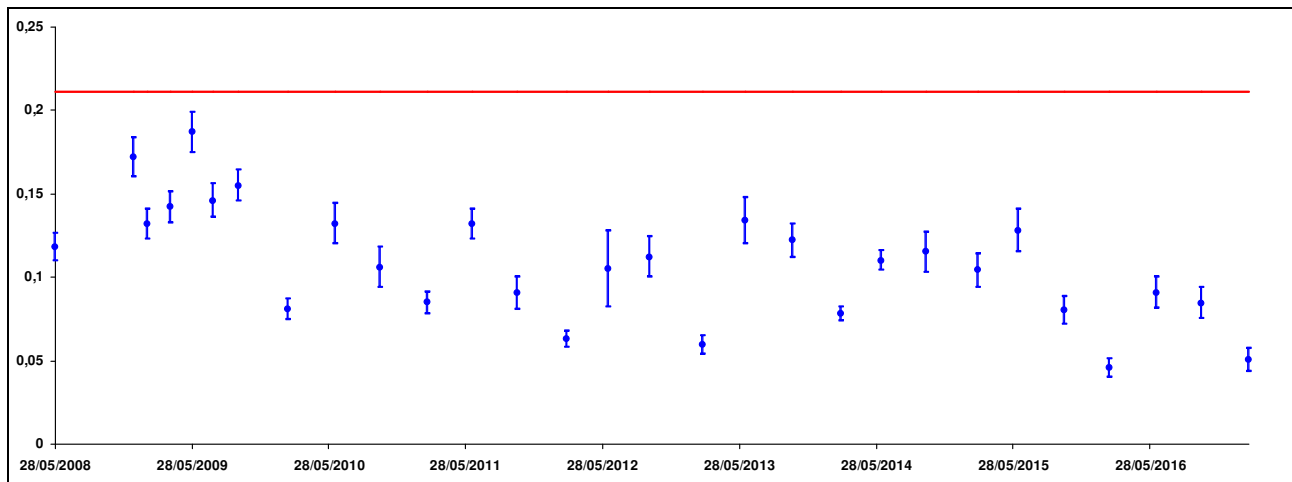
Punto	Campione	Data	Alfa totale	Beta totale	Am-241	Cs-137	Co-60	H-3	Sr-90	Pu-238	Pu-239/240
A5	17/007825	14/02/2017	0,0960 ± 0,0701	0,176 ± 0,099	< 0,0166	< 0,00673	< 0,00644	< 1,86	0,0505 ± 0,0071	< 0,000501	< 0,000232
A9	17/007829	14/02/2017	0,232 ± 0,102	0,595 ± 0,130	< 0,0183	< 0,00479	< 0,00423	< 1,81	0,121 ± 0,012	< 0,000552	< 0,000256
SO12	17/007831	14/02/2017	0,233 ± 0,099	0,464 ± 0,120	< 0,0172	< 0,00492	< 0,00600	< 1,87	0,0435 ± 0,0046	< 0,000644	< 0,000299
SO16	17/007833	14/02/2017	0,231 ± 0,092	0,535 ± 0,132	< 0,0149	< 0,00483	< 0,00539	4,26 ± 1,4	0,101 ± 0,016	< 0,000794	< 0,000299
SO17	17/007835	14/02/2017	0,133 ± 0,084	0,704 ± 0,155	< 0,00913	< 0,00134	< 0,00872	< 1,87	0,188 ± 0,018	< 0,000432	< 0,000200

Nei campioni di acqua di falda superficiale prelevati nei pozzi di controllo presso il Complesso LivaNova¹-Avogadro è stata rilevata – ormai da tempo – la presenza di Sr-90 e H-3, mentre non si è più osservata la presenza di Co-60 e Cs-137.

Nei grafici di Figura 5.7, Figura 5.8 e Figura 5.9 sono rappresentati gli andamenti della concentrazione di Sr-90 nei pozzi A5, SO17 e A9 rispettivamente, e nel grafico di Figura 5.10 l'andamento della concentrazione di H-3 nel pozzo SO16. La linea orizzontale rappresenta il *Limite di Azione* pertinente e non se ne evidenziano superamenti, ad eccezione del campione di febbraio 2016 nel pozzo SO17.

Nei pozzi SO16 e SO17 si conferma la presenza di contaminazione da Sr-90 in concentrazioni confrontabili con le serie storiche dei valori riscontrati nel pozzo A9.

Figura 5.7 Andamento della concentrazione di Sr-90 nell'acqua di falda superficiale prelevata nel punto A5 (Bq/l) – La linea rossa rappresenta il *Limite di Azione* pertinente.



¹ Sorin Site Management S.r.l. ha variato denominazione in LivaNova Site Management S.r.l. a partire dal 02/05/2016.

Figura 5.8 Andamento della concentrazione di Sr-90 nell'acqua di falda superficiale prelevata nel punto SO17 (Bq/l) – La linea rossa rappresenta il Limite di Azione pertinente.

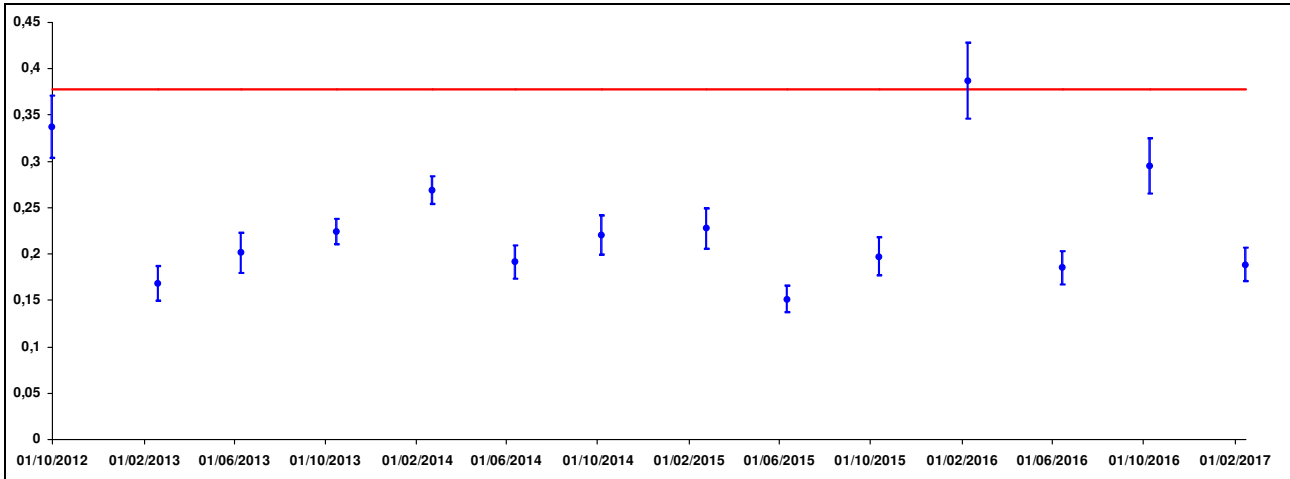
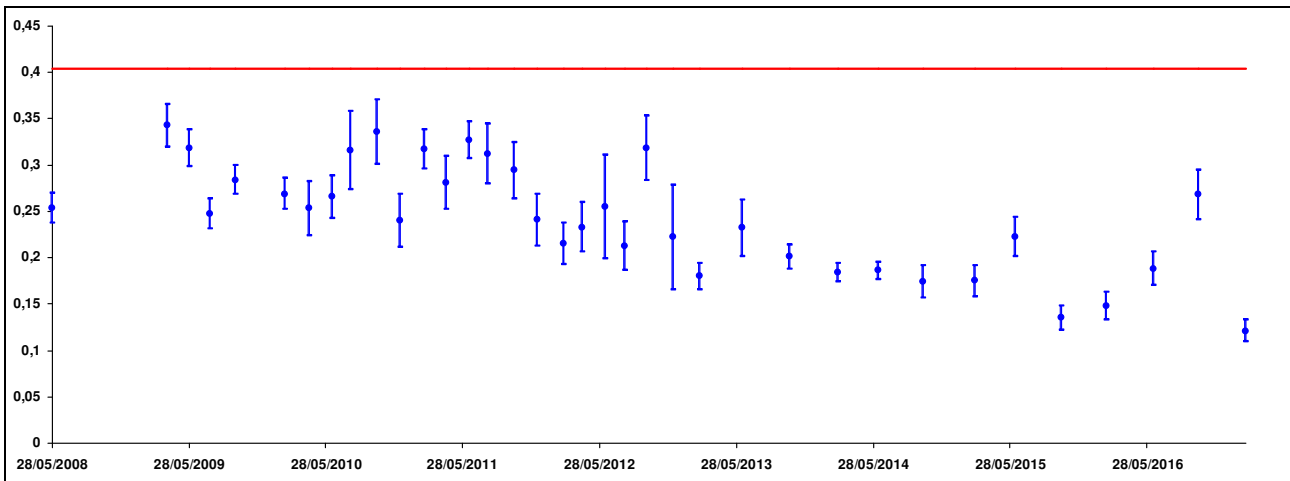


Figura 5.9 Andamento della concentrazione di Sr-90 nell'acqua di falda superficiale prelevata nel punto A9 (Bq/l) – La linea rossa rappresenta il *Limite di Azione* pertinente.



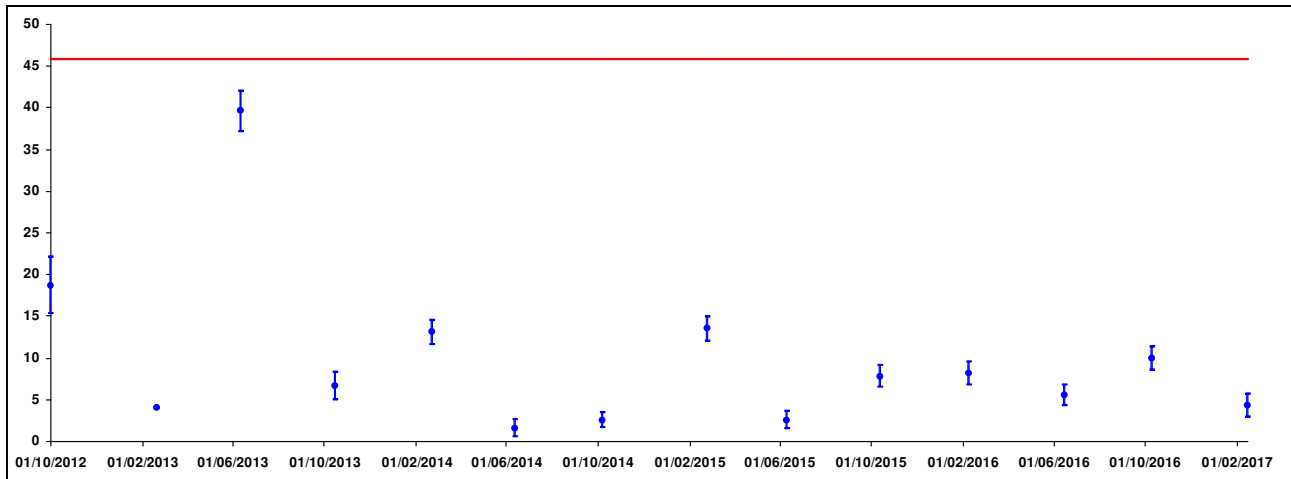
ARPA Ente di diritto pubblico – Dipartimento Tematico Radiazioni

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

Struttura Semplice Siti Nucleari

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

Figura 5.10 Andamento della concentrazione di H-3 nell'acqua di falda superficiale prelevata nel punto SO16 (Bq/l) – La linea rossa rappresenta il *Limite di Azione* pertinente.



6 VALUTAZIONI DOSIMETRICHE

Le valutazioni dosimetriche complessive saranno effettuate su base annuale, come previsto dalla normativa vigente.

Si sottolinea comunque che, poiché i livelli di concentrazione degli isotopi radioattivi nei pozzi potenzialmente utilizzabili a scopo potabile si sono sempre mantenuti al di sotto dei valori soglia per la non rilevanza radiologica, nel corso del I quadrimestre 2017 risulta garantito il rispetto dei limiti di dose imposti dalla normativa vigente.

7 VALUTAZIONI CONCLUSIVE

I risultati delle misure effettuate nel corso del I quadrimestre 2017 consentono di effettuare le seguenti considerazioni:

- i valori delle concentrazioni relativi ai pozzi storicamente monitorati sono in linea con gli andamenti relativi ai periodi precedenti;
- nei pozzi SO16 e SO17 si conferma la presenza di contaminazione da Sr-90 in concentrazioni confrontabili con le serie storiche dei valori riscontrati nel pozzo A9;
- nel pozzo SPY/8 – predisposto da SO.G.I.N. a valle dei Waste Pond insieme al pozzo SPZ/7 momentaneamente non disponibile – e nel pozzo E6 posto all'esterno del sito in direzione di falda non è stata rilevata traccia di radioisotopi radioattivi di origine artificiale;
- nei pozzi dell'Acquedotto del Monferrato non è stata rilevata traccia di radioisotopi radioattivi di origine artificiale;

Nulla è variato dal punto di vista radioprotezionistico per quanto riguarda la presenza di radionuclidi artificiali nell'acqua di falda superficiale e non si configurano, pertanto, pericoli per la popolazione.

ARPA Ente di diritto pubblico – Dipartimento Tematico Radiazioni

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

Struttura Semplice Siti Nucleari

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

ALLEGATO 1 – Metodi

- U.RP.MA006 “Determinazione dell'attività alfa totale e beta totale in acqua – Metodo della sorgente sottile” – ISO 10704: 2009 Water quality - Measurement of gross alpha and gross beta activity in non-saline water - Thin source deposit method – metodo normalizzato accreditato ISO 17025 (Certificato ACCREDIA n. 0203 Sede H Vercelli – Elenco prove revisione 16 del 24/09/2015);
- U.RP.MA008 “Determinazione di Stronzio 89 e Stronzio 90 in acqua” – ISO 13160: 2012 Water quality - Strontium 90 and strontium 89 – Test methods using liquid scintillation counting or proportional counting – metodo normalizzato accreditato ISO 17025 (Certificato ACCREDIA n. 0203 Sede H Vercelli – Elenco prove revisione 16 del 24/09/2015);
- U.RP.MA079 “Determinazione degli isotopi di americio, curio, nettunio e plutonio in acqua” – ISO 13167: 2015 Water quality - Plutonium, americium, curium and neptunium - Test method using alpha spectrometry – metodo normalizzato;
- U.RP.M827 “Spettrometria gamma ad alta risoluzione” – metodo interno accreditato ISO 17025 (Certificato ACCREDIA n. 0203 Sede H Vercelli – Elenco prove revisione 16 del 24/09/2015);
- 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 accreditato ISO 17025 (Certificato ACCREDIA n. 0203 Sede G Alessandria – Elenco prove revisione 12 del 24/09/2015);
- 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@pec.arpa.piemonte.it

Struttura Semplice Siti Nucleari

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

ALLEGATO 2 – Glossario

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

ARPA Ente di diritto pubblico – Dipartimento Tematico Radiazioni

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

Struttura Semplice Siti Nucleari

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

Gray (Gy)	Unità di misura della dose assorbita; $1 \text{ Gy} = 1 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1}$.
Gruppi di riferimento della popolazione (gruppi critici)	Gruppi che comprendono persone la cui esposizione è ragionevolmente omogenea e rappresentativa di quella degli individui della popolazione maggiormente esposti, in relazione ad una determinata fonte di esposizione.
Limite di rivelabilità	Rappresenta il limite strumentale di rivelazione, cioè la minima quantità di radioattività che il sistema di misura è in grado di rivelare.
Notazione scientifica	$1\text{E}+01 = 1 \times 10^{+1} = 10$; $1\text{E}+00 = 1 \times 10^0 = 1$; $1\text{E}-02 = 1 \times 10^{-2} = 0,01$
Ricettività ambientale	Attività degli effluenti, sia liquidi sia aeriformi, il cui scarico provoca nel gruppo di riferimento della popolazione un prestabilito livello di dose, tale da rispettare il limite di dose pertinente.
Sievert (Sv)	Unità di misura della dose equivalente e della dose efficace; se il fattore di ponderazione della radiazione è uguale a uno, $1 \text{ Sv} = 1 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1}$. Sono suoi sottomultipli il millisievert ($1 \text{ mSv} = 1\text{E}-03 \text{ Sv}$) e il microsievert ($1 \text{ microSv} = 1\text{E}-06 \text{ Sv}$).
Via critica	Via di esposizione relativa al gruppo di riferimento della popolazione.

ARPA Ente di diritto pubblico – Dipartimento Tematico Radiazioni

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

Struttura Semplice Siti Nucleari

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

ALLEGATO 3 - Bibliografia

- RT/2005/UDA ENEA Glossario di radioprotezione – Radioprotezione della popolazione e dell'ambiente.
- UNSCEAR Report 2000 vol. I.
- UNSCEAR Report 2008 vol. 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@pec.arpa.piemonte.it

Struttura Semplice Siti Nucleari

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