

**DIPARTIMENTO RISCHI FISICI E TECNOLOGICI
Struttura Semplice Radiazioni ionizzanti e Siti nucleari**

**MONITORAGGIO RADIOLOGICO DELL'ACQUA DI FALDA SUPERFICIALE IN
RELAZIONE AL PRESUNTO INTERRAMENTO DI RIFIUTI RADIOATTIVI PRESSO LA
LIVANOVA SITE MANAGEMENT DI SALUGGIA (VC).**

Relazione tecnica n. 18/SS21.02/2018

Redazione	Funzione: Componente SS Radiazioni ionizzanti e Siti nucleari	
	Nome: Luca Albertone	
	Funzione: Componente SS Radiazioni ionizzanti e Siti nucleari	
	Nome: Giuseppe Tozzi	
Verifica	Funzione: Responsabile SS Radiazioni ionizzanti e Siti nucleari	
	Nome: Laura Porzio	
Approvazione	Funzione: Responsabile Dipartimento Rischi fisici e tecnologici	
	Nome: Giovanni d'Amore	

ARPA Ente di diritto pubblico – Dipartimento Rischi fisici e tecnologici

Via Jervis, 30 - 10015 Ivrea (TO) - Tel. 012564511 - fax 0125645358 - Codice Fiscale - Partita IVA 07176380017

E-mail: dip.rischi.fisici.tecnologici@arpa.piemonte.it

Struttura Semplice Radiazioni ionizzanti e Siti nucleari

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

INDICE

1	PREMESSA	3
2	LE STRATEGIE DI CONTROLLO	3
3	METODOLOGIA DI MISURA	3
4	STRUMENTAZIONE UTILIZZATA	4
5	ATTIVITÀ DI CONTROLLO	4
6	VALUTAZIONI CONCLUSIVE	8

1 PREMESSA

In seguito alla segnalazione effettuata da un ex dipendente della Sorin Site Management di Saluggia srl (oggi LivaNova Site Management srl) in merito al presunto interrimento di rifiuti radioattivi, avvenuto nel 2007 in un'area del deposito della sopracitata LivaNova, la Regione Piemonte in data 24/07/2018 ha chiesto ad Arpa Piemonte di effettuare indagini volte a verificare la fondatezza della segnalazione.

In data 03/08/2018 il Sindacato Ispettivo del MATTM, a seguito dell'interrogazione parlamentare 4-00742 MURONI relativa alla stessa vicenda, ha richiesto la trasmissione degli elementi in possesso di Arpa Piemonte.

Nella presente relazione sono riportati i risultati delle misure eseguite sui campioni di acqua di falda superficiale prelevati intorno all'area oggetto d'indagine in data 30/08/2018.

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.

Trattamento statistico dei dati

I valori di concentrazione dei radionuclidi artificiali rivelati 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 consentono di evidenziare dati anomali rispetto alle serie storiche. Tali dati anomali possono essere indice di un incremento dei fenomeni di rilascio in atto (rilascio di contaminanti nella falda acquifera superficiale).

Disponendo di un'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 emettitori presenti nella matrice considerata, sia artificiali sia naturali, ed in

ARPA Ente di diritto pubblico – Dipartimento Rischi fisici e tecnologici

Via Jervis, 30 - 10015 Ivrea (TO) - Tel. 012564511 - fax 0125645358 - Codice Fiscale - Partita IVA 07176380017

E-mail: dip.rischi.fisici.tecnologici@arpa.piemonte.it

Struttura Semplice Radiazioni ionizzanti e Siti nucleari

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

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 su larga scala;
- la determinazione di trizio 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 i laboratori della struttura Radiazioni ionizzanti e Siti nucleari:

- sono accreditati UNI CEI EN ISO/IEC 17025 (certificato ACCREDIA n. 0203) per i principali metodi di prova;
- partecipano con cadenza annuale a circuiti di interconfronto nazionali ed internazionali (EC, IAEA ed altri).

L'accreditamento testimonia la competenza tecnica dei laboratori 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 gamma con rivelatore al germanio iperpuro di tipo p o di tipo n e software di elaborazione ORTEC "GammaVision";
- contatore proporzionale a flusso di gas Berthold mod. LB 770;
- contatore a scintillazione liquida Perkin Elmer mod. Quantulus.

5 ATTIVITÀ DI CONTROLLO

Facendo seguito ai sopralluoghi del 24/07/2018 e 07-08/08/2018, in data 30/08/2018 sono stati effettuati campionamenti di acqua di falda superficiale da pozzi di controllo ubicati intorno all'area oggetto d'indagine (Figura 5.1):

- pozzi di controllo SO13, SO14 e SO15, posti a monte dell'area oggetto d'indagine rispetto alla direzione di scorrimento della falda;
- pozzi di controllo SO16 e SO5, posti a valle dell'area oggetto d'indagine rispetto alla direzione di scorrimento della falda;

ARPA Ente di diritto pubblico – Dipartimento Rischi fisici e tecnologici

Via Jervis, 30 - 10015 Ivrea (TO) - Tel. 012564511 - fax 0125645358 - Codice Fiscale - Partita IVA 07176380017

E-mail: dip.rischi.fisici.tecnologici@arpa.piemonte.it

Struttura Semplice Radiazioni ionizzanti e Siti nucleari

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

- pozzi di controllo SO17 e A9, posti lateralmente all'area oggetto d'indagine rispetto alla direzione di scorrimento della falda.

Si segnala che il pozzo di controllo SO5 – tra il 2008 e il 2012 compreso nel programma di campionamento definito dal Tavolo Tecnico Nucleare istituito presso la regione Piemonte – è quello più direttamente influenzabile dall'area oggetto d'indagine, mentre i pozzi SO16, SO17 e A9 rientrano da anni nel programma di campionamento sopra citato.

Nel seguito 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. Per agevolare la comprensione dei risultati delle misure eseguite, nei grafici sono riportati i limiti di azione basati sulle serie storiche dei dati (si veda il Paragrafo 3): questo consente di valutare facilmente se i valori di concentrazione sono accettabili e quanto si discostano dai valori limite.

ARPA Ente di diritto pubblico – Dipartimento Rischi fisici e tecnologici

Via Jervis, 30 - 10015 Ivrea (TO) - Tel. 012564511 - fax 0125645358 - Codice Fiscale - Partita IVA 07176380017

E-mail: dip.rischi.fisici.tecnologici@arpa.piemonte.it

Struttura Semplice Radiazioni ionizzanti e Siti nucleari

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

Figura 5.1 Distribuzione dei punti di campionamento intorno all'area oggetto d'indagine.

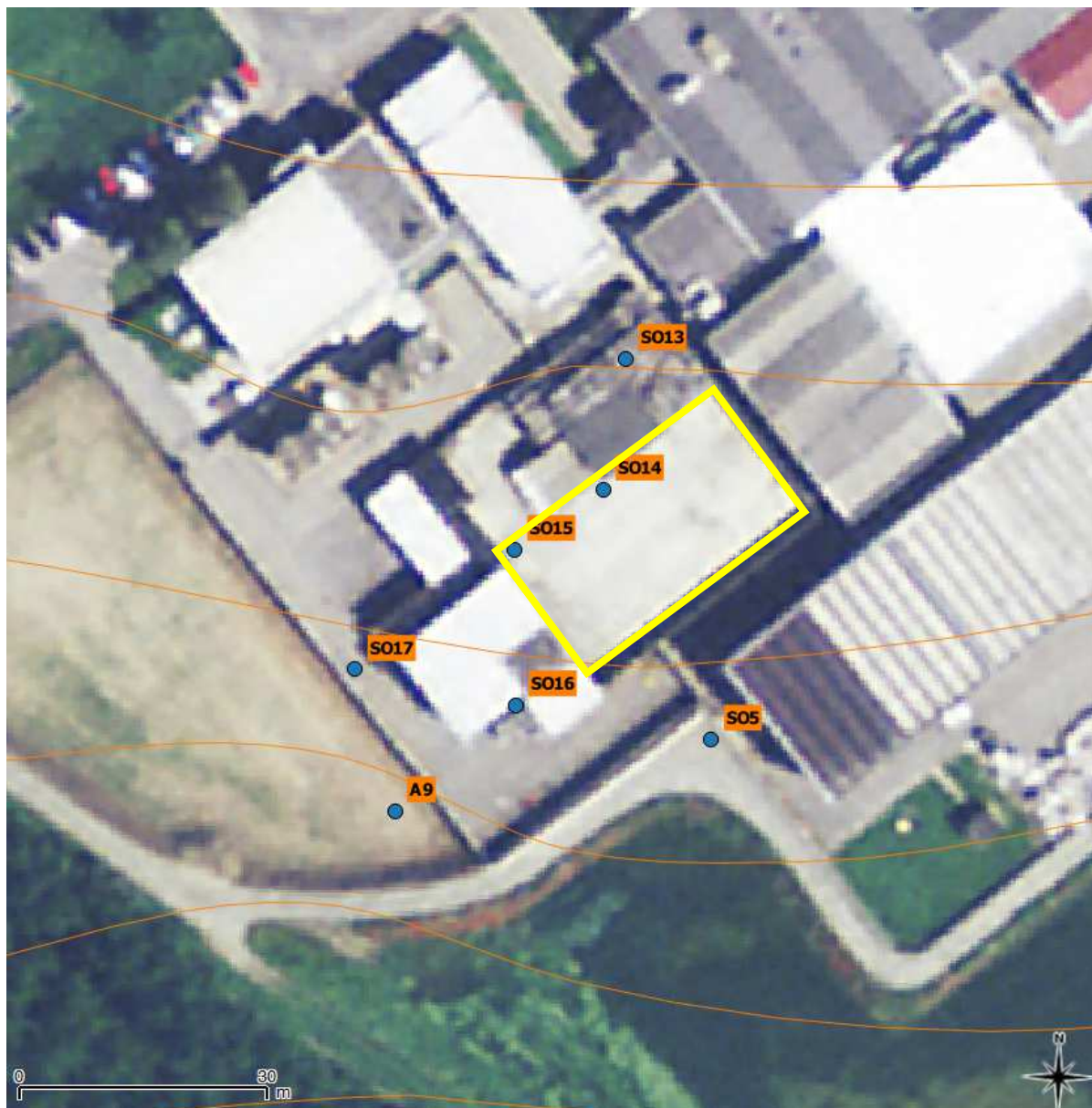


Tabella 5.1 Risultati delle misure sui campioni di acqua di falda superficiale (Bq/l).

Punto	Campione	Data	Alfa totale	Beta totale	Am-241	Cs-137	Co-60	H-3	Sr-90
SO5	18/045046	30/08/2018	< 0,148	< 0,179	< 0,0105	< 0,00350	< 0,00463	< 1,88	0,0469 ± 0,0061
SO13	18/045041	30/08/2018	< 0,124	0,177 ± 0,084	< 0,0138	< 0,00369	< 0,00138	< 1,84	0,0123 ± 0,004
SO14	18/045042	30/08/2018	0,0979 ± 0,0709	0,259 ± 0,102	< 0,0094	< 0,00493	< 0,00494	< 1,92	0,0264 ± 0,0042
SO15	18/045043	30/08/2018	0,108 ± 0,070	0,298 ± 0,117	< 0,0245	< 0,00735	< 0,00689	< 1,84	0,0949 ± 0,0111
SO16	18/045044	30/08/2018	0,145 ± 0,080	0,511 ± 0,125	< 0,0129	< 0,00434	< 0,00519	1,46 ± 1,09	0,112 ± 0,012
SO17	18/045045	30/08/2018	< 0,135	0,316 ± 0,106	< 0,0176	< 0,00221	< 0,00228	< 1,83	0,0957 ± 0,0112
A9	18/045047	30/08/2018	< 0,136	0,306 ± 0,119	< 0,0162	< 0,00293	< 0,00397	< 1,85	0,135 ± 0,015

ARPA Ente di diritto pubblico – Dipartimento Rischi fisici e tecnologici

Via Jervis, 30 - 10015 Ivrea (TO) - Tel. 012564511 - fax 0125645358 - Codice Fiscale - Partita IVA 07176380017

E-mail: dip.rischi.fisici.tecnologici@arpa.piemonte.it

Struttura Semplice Radiazioni ionizzanti e Siti nucleari

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

Si osserva contaminazione da Sr-90 in tutti i pozzi, compresi i pozzi SO13, SO14 e SO15, posti a monte dell'area oggetto d'indagine rispetto alla direzione di scorrimento della falda.

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 SO5 si osserva la presenza di contaminazione da Sr-90 in concentrazioni confrontabili con le serie storiche dei dati, ma minori delle concentrazioni riscontrate nei pozzi SO16, SO17 e A9.

Nei grafici di Figura 5.2, Figura 5.3, Figura 5.4 e Figura 5.5 sono rappresentati gli andamenti delle concentrazioni di Sr-90 nei pozzi SO5, SO16, SO17 e A9 rispettivamente, posti a valle dell'area oggetto d'indagine rispetto alla direzione di scorrimento della falda. La linea rossa rappresenta il limite di azione pertinente e non se ne evidenziano superamenti, ad eccezione del campione di febbraio 2016 nel pozzo SO17.

Figura 5.2 Andamento della concentrazione di Sr-90 nell'acqua di falda superficiale prelevata nel punto SO5 (Bq/l) – La linea rossa rappresenta il limite di azione pertinente.

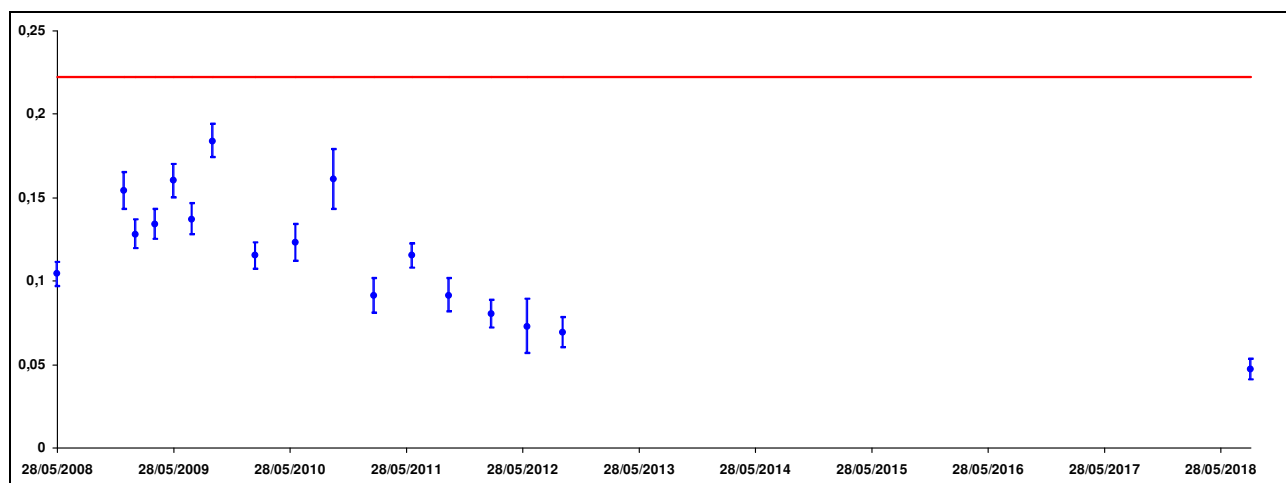
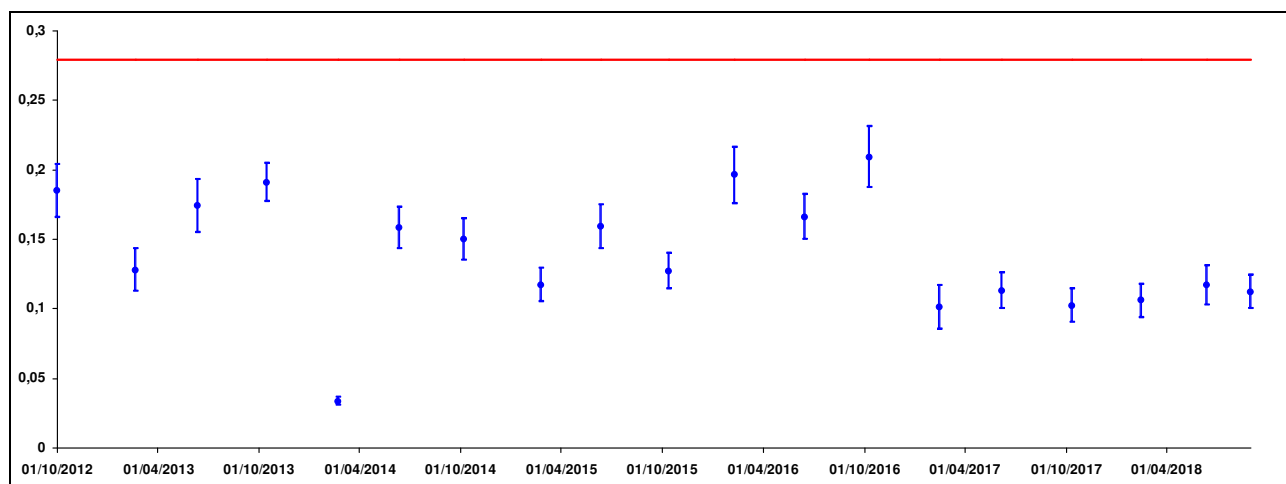


Figura 5.3 Andamento della concentrazione di Sr-90 nell'acqua di falda superficiale prelevata nel punto SO16 (Bq/l) – La linea rossa rappresenta il limite di azione pertinente.



ARPA Ente di diritto pubblico – Dipartimento Rischi fisici e tecnologici

Via Jervis, 30 - 10015 Ivrea (TO) - Tel. 012564511 - fax 0125645358 - Codice Fiscale - Partita IVA 07176380017

E-mail: dip.rischi.fisici.tecnologici@arpa.piemonte.it

Struttura Semplice Radiazioni ionizzanti e Siti nucleari

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

Figura 5.4 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.

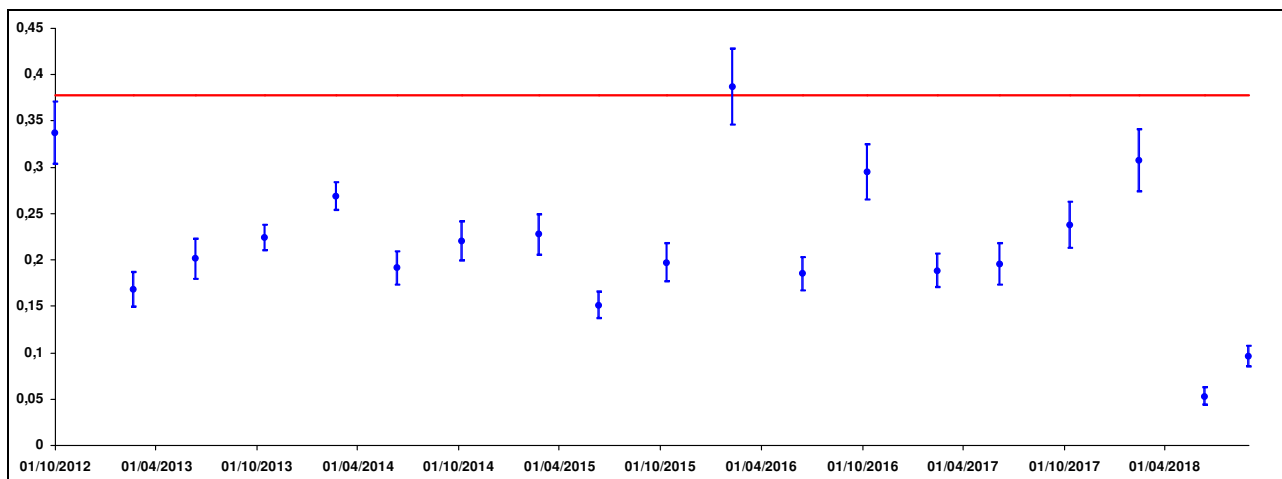
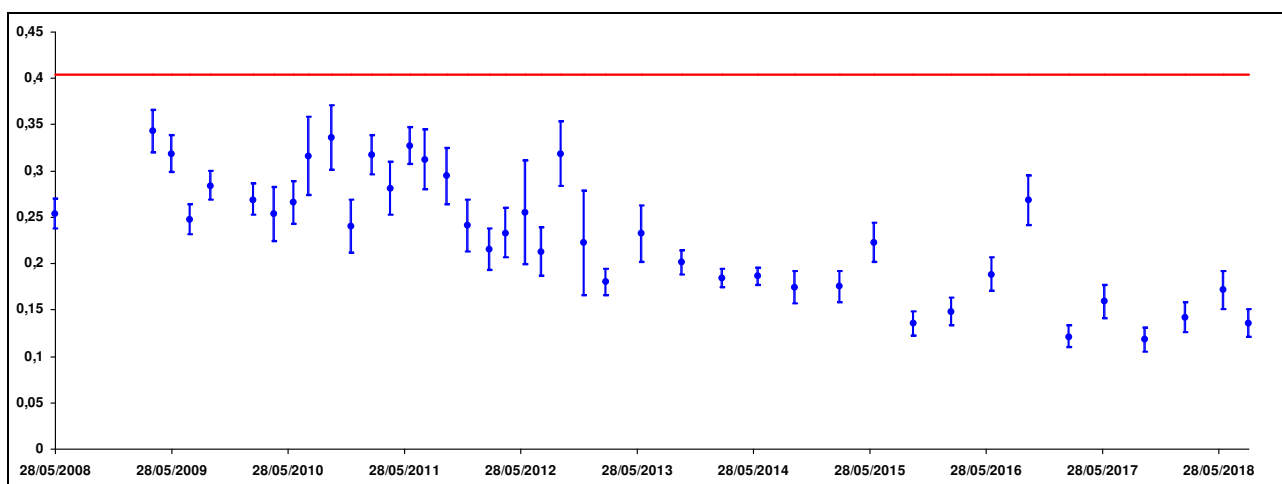


Figura 5.5 Andamento della concentrazione di Sr-90 nell'acqua di falda superficiale prelevata nel punto A9 (Bq/l) – La linea rossa rappresenta il limite di azione pertinente.



6 VALUTAZIONI CONCLUSIVE

I risultati delle misure effettuate consentono di fare le seguenti considerazioni:

- i valori delle concentrazioni relativi ai pozzi storicamente monitorati sono in linea con gli andamenti dei 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, come evidenziato anche nelle relazioni periodiche; nel pozzo SO16 si conferma la presenza di contaminazione da H-3 – correlabile ai rifiuti contenenti elevate attività di questo radionuclide stoccati nell'edificio denominato "Bunker" come di recente evidenziato – in concentrazioni confrontabili con la serie storica dei dati;
- nel pozzo SO5 – tra i pozzi disponibili quello più direttamente influenzabile dall'area oggetto d'indagine – si osserva la presenza di contaminazione da Sr-90 in concentrazioni

ARPA Ente di diritto pubblico – Dipartimento Rischi fisici e tecnologici

Via Jervis, 30 - 10015 Ivrea (TO) - Tel. 012564511 - fax 0125645358 - Codice Fiscale - Partita IVA 07176380017

E-mail: dip.rischi.fisici.tecnologici@arpa.piemonte.it

Struttura Semplice Radiazioni ionizzanti e Siti nucleari

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

confrontabili con le serie storiche dei dati, ma minori delle concentrazioni riscontrate nei pozzi SO16, SO17 e A9;

- intorno all'area oggetto di indagine si osserva una presenza diffusa di contaminazione da Sr-90, sia a monte sia a valle rispetto alla direzione di scorrimento della falda;
- non si sono riscontrati radionuclidi artificiali diversi da Sr-90, ad eccezione di H-3 nel pozzo SO16;
- non si ha evidenza che l'area oggetto di indagine possa aver contribuito in modo significativo alla contaminazione da Sr-90 dell'acqua di falda superficiale.

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

ARPA Ente di diritto pubblico – Dipartimento Rischi fisici e tecnologici

Via Jervis, 30 - 10015 Ivrea (TO) - Tel. 012564511 - fax 0125645358 - Codice Fiscale - Partita IVA 07176380017

E-mail: dip.rischi.fisici.tecnologici@arpa.piemonte.it

Struttura Semplice Radiazioni ionizzanti e Siti nucleari

Via Trino, 89 – 13100 Vercelli – Tel. 0161269884 – fax 0161269850 - E-mail: ionizzanti.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” – UNI EN ISO 10704: 2015 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 18 del 18/07/2018);
- U.RP.MA008 “Determinazione di Stronzio 89 e Stronzio 90 in acqua” – UNI EN ISO 13160: 2015 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 18 del 18/07/2018);
- U.RP.MA076: “Determinazione dei radionuclidi gamma emettitori mediante spettrometria gamma ad alta risoluzione” – UNI 11665: 2017 Determinazione di radionuclidi gamma emettitori mediante spettrometria gamma ad alta risoluzione – metodo normalizzato accreditato ISO 17025 (Certificato ACCREDIA n. 0203 Sede H Vercelli – Elenco prove revisione 18 del 18/07/2018);
- 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 13 del 16/10/2017);
- U.RP.T085 “Campionamento di matrici ambientali ed alimentari da sottoporre a misure radiometriche” – metodo interno.

ARPA Ente di diritto pubblico – Dipartimento Rischi fisici e tecnologici

Via Jervis, 30 - 10015 Ivrea (TO) - Tel. 012564511 - fax 0125645358 - Codice Fiscale - Partita IVA 07176380017

E-mail: dip.rischi.fisici.tecnologici@arpa.piemonte.it

Struttura Semplice Radiazioni ionizzanti e Siti nucleari

Via Trino, 89 – 13100 Vercelli – Tel. 0161269884 – fax 0161269850 - E-mail: ionizzanti.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 Rischi fisici e tecnologici

Via Jervis, 30 - 10015 Ivrea (TO) - Tel. 012564511 - fax 0125645358 - Codice Fiscale - Partita IVA 07176380017

E-mail: dip.rischi.fisici.tecnologici@arpa.piemonte.it

Struttura Semplice Radiazioni ionizzanti e Siti nucleari

Via Trino, 89 – 13100 Vercelli – Tel. 0161269884 – fax 0161269850 - E-mail: ionizzanti.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 Rischi fisici e tecnologici

Via Jervis, 30 - 10015 Ivrea (TO) - Tel. 012564511 - fax 0125645358 - Codice Fiscale - Partita IVA 07176380017

E-mail: dip.rischi.fisici.tecnologici@arpa.piemonte.it

Struttura Semplice Radiazioni ionizzanti e Siti nucleari

Via Trino, 89 – 13100 Vercelli – Tel. 0161269884 – fax 0161269850 - E-mail: ionizzanti.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 Rischi fisici e tecnologici

Via Jervis, 30 - 10015 Ivrea (TO) - Tel. 012564511 - fax 0125645358 - Codice Fiscale - Partita IVA 07176380017

E-mail: dip.rischi.fisici.tecnologici@arpa.piemonte.it

Struttura Semplice Radiazioni ionizzanti e Siti nucleari

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