
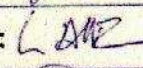

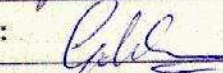


**CENTRO REGIONALE PER LE RADIAZIONI IONIZZANTI E NON IONIZZANTI**  
**Struttura Semplice 21.02 – Monitoraggio e controllo dei siti nucleari**

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

**V bimestre 2009.**

**Relazione tecnica n. 19/SS21.02/2009**

<b>Redazione</b>	<b>Funzione:</b> Responsabile SS21.02	<b>Data:</b> 10/12/2009	<b>Firma:</b> 
	<b>Nome:</b> Laura Porzio		
	<b>Funzione:</b> Componente SS21.02	<b>Data:</b> 10/12/2009	<b>Firma:</b> 
	<b>Nome:</b> Luca Albertone		
<b>Verifica</b>	<b>Funzione:</b> Responsabile SS21.02	<b>Data:</b> 10/12/2009	<b>Firma:</b> 
	<b>Nome:</b> Laura Porzio		
<b>Approvazione</b>	<b>Funzione:</b> Responsabile SC21	<b>Data:</b> 10/12/2009	<b>Firma:</b> 
	<b>Nome:</b> Giovanni d'Amore		



## INDICE

1.	PREMESSA	3
2.	I LIMITI DI LEGGE	3
3.	STRUMENTAZIONE DI MISURA UTILIZZATA	4
4.	METODOLOGIA DI MISURA	4
5.	CONTROLLI EFFETTUATI E RISULTATI DELLE MISURE	5
6.	VALUTAZIONI DI RADIOPROTEZIONE	11
7.	CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE	13

## 1. PREMESSA

Presso il sito nucleare di Saluggia (VC) continua il monitoraggio radiologico dell'acqua di falda superficiale secondo il programma di campionamento concordato con la Regione Piemonte e condiviso dal Tavolo Tecnico istituito presso la Regione Piemonte stessa. In questa relazione sono riportati i risultati delle misure relative al V bimestre 2009.

Le strategie di monitoraggio e controllo messe in atto da Arpa Piemonte sono concordate e condivise con ISPRA (già APAT).

## 2. I LIMITI DI LEGGE

La normativa di riferimento (D. Lgs. 230/95 e ss.mm.ii.) pone dei valori limite sulla grandezza fisica "dose efficace" E, data dalla somma delle dosi efficaci ricevute per esposizione esterna e impegnate per inalazione o per ingestione a seguito dell'introduzione di radionuclidi verificatesi nel periodo di riferimento. Il limite di dose efficace E per gli individui della popolazione è stabilito in 1 mSv per anno solare. Inoltre è fissato in 10  $\mu$ Sv per anno solare il limite per la non rilevanza radiologica: al di sotto di tale soglia si può ritenere del tutto trascurabile l'impatto radiologico.

I limiti fissati dalla normativa non sono direttamente confrontabili con i risultati analitici, che forniscono dei valori di contaminazione, dal momento che si tratta di grandezze fisiche di natura diversa. Pertanto, al fine di disporre di uno strumento operativo immediato ed efficace, sono stati ricavati dei livelli di riferimento per le concentrazioni nelle varie matrici.

In particolare sono stati determinati:

- a. **valori soglia di concentrazione** (di seguito indicati con **R**), che comportano il raggiungimento del limite di dose efficace pari a 1 mSv per anno.

Questo significa, per esempio, che avendo valutato che il *valore soglia di concentrazione* per lo Sr-90 nell'acqua potabile è pari a 29 Bq/l, consumando per un anno intero acqua con una concentrazione di Sr-90 di 29 Bq/l, un individuo della popolazione raggiunge il limite di dose stabilito in 1 mSv per anno.

Concentrazione in una matrice (Bq/kg, Bq/m<sup>3</sup> ecc) = **R**



Dose efficace = 1 mSv per anno

- b. **valori soglia di concentrazione per la non rilevanza radiologica** (indicati con **R<sub>non rilevanza</sub>**), che comportano il raggiungimento del limite per la non rilevanza radiologica pari a 10  $\mu$ Sv per anno.

Questo significa, per esempio, che avendo valutato che il *valore soglia di concentrazione per la non rilevanza radiologica* per lo Sr-90 nell'acqua potabile è pari a 0,29 Bq/l, consumando per un anno intero acqua potabile con una concentrazione di Sr-90 di 0,29 Bq/l, un individuo della popolazione raggiunge il limite di dose stabilito in 10 $\mu$ Sv (pari 0,01 mSv) per anno.

Concentrazione in una matrice (Bq/kg, Bq/m<sup>3</sup> ecc) =  
**R<sub>non rilevanza</sub>**



Dose efficace = 10  $\mu$ Sv per anno

Per facilità di consultazione vengono di seguito riassunti i valori soglia adottati per l'ingestione di acqua contaminata da Sr-90.

	Valore limite	Valore soglia di concentrazione (Bq/l)
Dose non rilevanza radiologica	0,01 mSv per anno solare	0,29
Limite dose efficace D. Lgs. 2 febbraio 2001 n. 31	0,1 mSv per anno solare	2,9
Limite dose popolazione	1 mSv per anno solare	29

Per quanto riguarda l'acqua potabile inoltre il D. Lgs. 2 febbraio 2001 n. 31 Attuazione della direttiva 98/83/CE relativa alla qualità delle acque destinate al consumo umano fissa in 100 Bq/kg il valore limite per H-3 e in 0,1 mSv/anno per anno la dose totale indicativa – ad eccezione di H-3, K-40, radon e prodotti di decadimento del radon – a cui corrispondono, secondo le indicazioni dell'Organizzazione Mondiale della Sanità, i valori di screening di seguito riportati.

Valori di screening S in Bq/kg	
	Acqua potabile
$\alpha$ totale	0,5
$\beta$ totale	1,0

Si rileva che, essendo lo Sr 90 un elemento beta emettitore, il valore di screening relativo alla radioattività  $\beta$  totale di 1 Bq/kg, tiene conto anche della presenza nell'acqua potabile di questo isotopo radioattivo.

### 3. STRUMENTAZIONE DI MISURA UTILIZZATA

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

- Catena spettrometrica gamma con rivelatore al germanio iperpuro di tipo  $p$  o di tipo  $n$  e software di elaborazione "Gamma Vision - versione 6.0 " della EG&G Ortec;
- Contatore a scintillazione liquida Wallac mod. Winspectral 1414;
- Contatore proporzionale a flusso di gas Berthold mod. LB 770;
- Catena spettrometrica alfa con rivelatori al Si e software di elaborazione "Alpha Vision - versione 5.31 " della EG&G Ortec.

### 4. METODOLOGIA DI MISURA

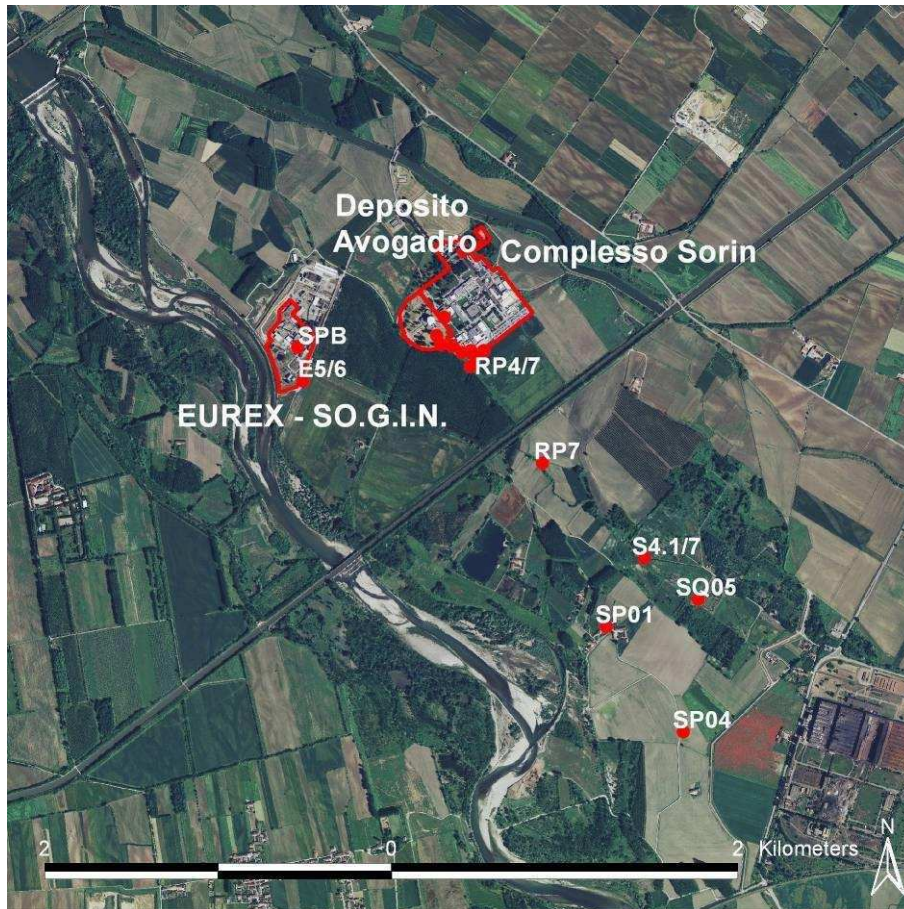
Per l'esecuzione delle analisi sono stati utilizzati i seguenti metodi contenuti nel "Catalogo prove" di Arpa Piemonte:

- U.RP.M827: "Spettrometria gamma ad alta risoluzione" – metodo interno;
- U.RP.M755: "Determinazione di H-3 in acqua" – 3H-04-RC, Vol. 1 HASL-300, 28<sup>th</sup> edition Rev.0-February 1997 Tritium in water-liquid scintillation counting – metodo esterno non normalizzato;
- U.RP.M756: "Determinazione di Sr-89 e Sr-90 in acqua" – Eichrom technologies, Inc. SWR01 rev. 1.4. – 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.

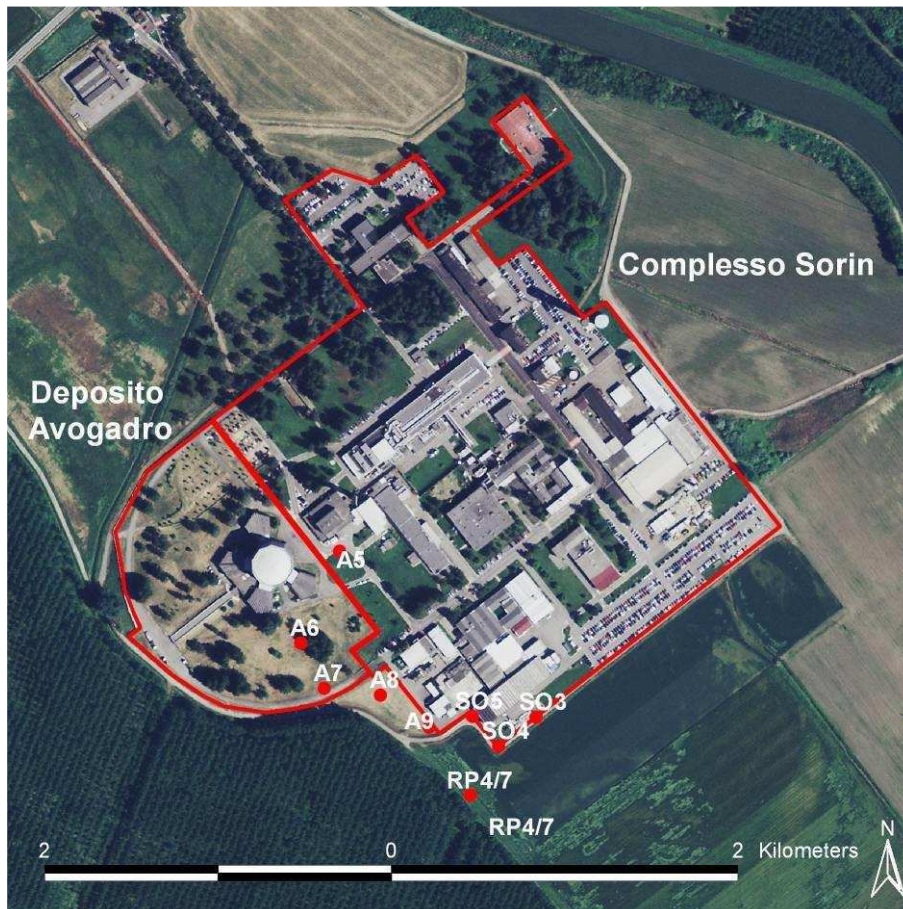
## 5. CONTROLLI EFFETTUATI E RISULTATI DELLE MISURE

Nel corso del V bimestre 2009 sono stati effettuati nel mese di settembre 2009 prelievi di acqua di falda superficiale secondo quanto previsto dal programma concordato con la Regione Piemonte e condiviso dal Tavolo Tecnico istituito presso la Regione Piemonte stessa.

Il dettaglio dei prelievi complessivamente effettuati dai pozzi nel corso del V bimestre 2009 è riportato in tabella 5.1 mentre nelle figure 1 e 2 sono riportati i punti di prelievo.



**Figura 1** Distribuzione dei punti di prelievo dell'acqua di falda nel Comprensorio nucleare di Saluggia (VC).



**Figura 2** Distribuzione dei punti di prelievo dell'acqua di falda all'interno dei siti Sorin e Avogadro.

Punti di prelievo	Frequenza di campionamento	Trattamento	Analisi	Frequenza di analisi
S4.1/7, SQ05,	mensile	evaporazione	$\alpha$ totale, $\beta$ totale	mensile
		concentrazione su resina	spettrometria $\gamma$	
		radiochimico	Sr-90	
		distillazione	H-3	
SPB, E5/6, A5, A9, SO5, SO8, RP4/7, RP7, RP10, RP11, RP12, SP01	bimestrale	evaporazione	$\alpha$ totale, $\beta$ totale	bimestrale
		concentrazione su resina	spettrometria $\gamma$	
		radiochimico	Sr-90	
		distillazione	H-3	

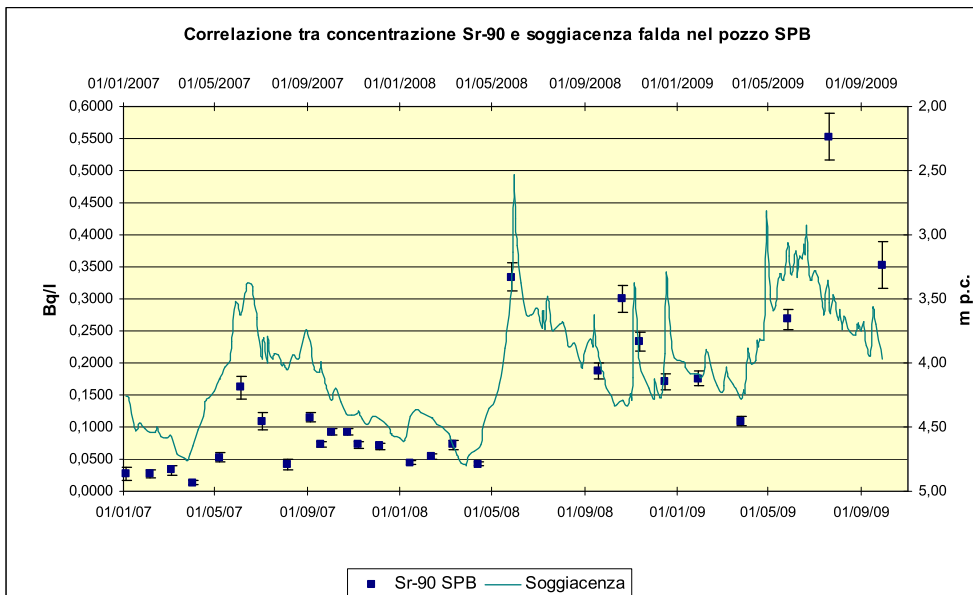
**Tabella 5.1** Programma di campionamento acqua di falda superficiale seguito nel V bimestre 2009.

In tabella 5.2 sono riportati i risultati delle misure eseguite.

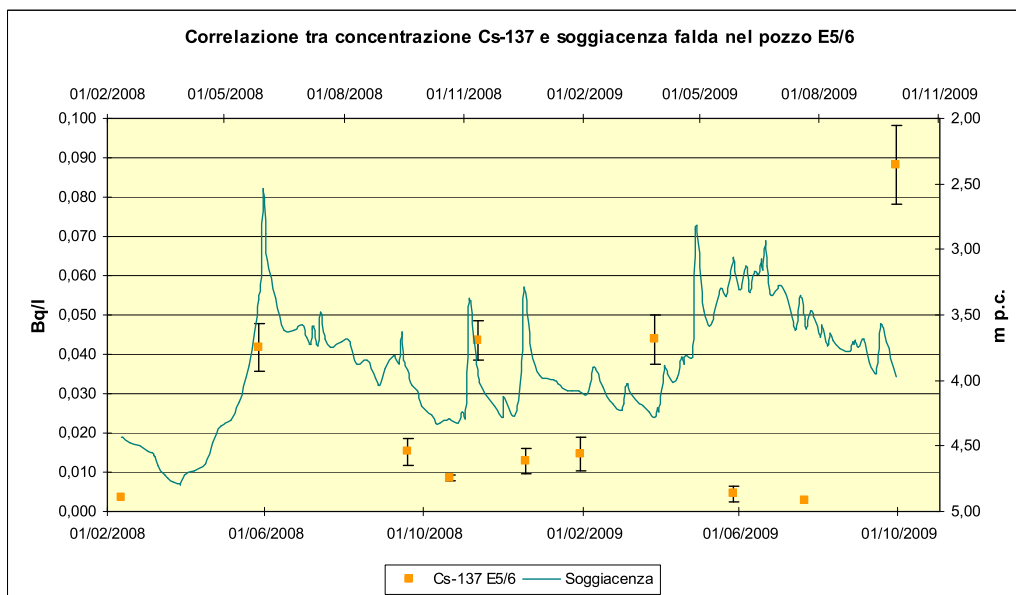
Campione	Data prelievo	$\alpha$ totale Bq/l	$\beta$ totale Bq/l	Cs-137 Bq/l	Co-60 Bq/l	Am-241 Bq/l	H-3 Bq/l	Sr-90 Bq/l
<b>SPB – pescaggio da 3 m a 7 m</b>								
09/041669	29/09/2009	< 0,119	0,953 ± 0,132	< 0,0028	< 0,0035	< 0,0112	< 3,96	0,3530 ± 0,0360
<b>E5/6 – pescaggio da 2 m a 6 m</b>								
09/041672	29/09/2009	< 0,123	< 0,214	0,0882 ± 0,010	< 0,0029	< 0,0135	< 3,92	< 0,0056
<b>A5 – pescaggio 7 m</b>								
09/041427	28/09/2009	< 0,102	0,607 ± 0,107	< 0,0022	0,0063 ± 0,0019	< 0,01690	< 3,88	0,1550 ± 0,0094
<b>A9 – pescaggio 7 m</b>								
09/041430	28/09/2009	< 0,099	0,901 ± 0,117	< 0,0029	0,0123 ± 0,0035	< 0,01050	< 3,95	0,2840 ± 0,0150
<b>SO5 – pescaggio 7 m</b>								
09/041431	28/09/2009	0,226 ± 0,063	0,443 ± 0,129	< 0,0019	0,0288 ± 0,0035	< 0,01860	< 3,92	0,1840 ± 0,0100
<b>SO8 – pescaggio 7 m</b>								
09/041429	28/09/2009	0,195 ± 0,069	< 0,166	< 0,0026	< 0,0027	< 0,01010	< 3,91	< 0,0057
<b>RP4/7 – pescaggio 7 m</b>								
09/041432	28/09/2009	< 0,124	< 0,211	< 0,0024	0,0123 ± 0,0032	< 0,0118	7,82 ± 2,46	0,0955 ± 0,0053
<b>RP7 – pescaggio 7 m</b>								
09/041433	28/09/2009	< 0,115	< 0,189	< 0,0024	< 0,0030	< 0,0153	< 3,89	< 0,0045
<b>RP10 – pescaggio 7 m</b>								
09/041688	29/09/2009	< 0,082	< 0,178	< 0,0030	< 0,0027	< 0,0154	< 3,90	< 0,0069
<b>RP11 – pescaggio 7 m</b>								
09/041686	29/09/2009	< 0,074	< 0,168	< 0,0015	< 0,0036	< 0,0012	< 3,93	< 0,0059
<b>RP12 – pescaggio 7 m</b>								
Inaccessibile								
<b>SP01 – POZZO CASALE BENNE – pescaggio 7 m</b>								
09/041434	28/09/2009	< 0,134	< 0,183	< 0,0019	< 0,0030	< 0,0150	< 3,87	< 0,0057
<b>S4.1/7 – PIEZOMETRO CONTROLLO ACQUEDOTTO MONFERRATO – pescaggio 7 m</b>								
09/034498	24/08/2009	< 0,087	< 0,171	< 0,0025	< 0,0029	< 0,0115	< 3,97	< 0,0045
09/041675	29/09/2009	< 0,085	< 0,155	< 0,0021	< 0,0041	< 0,0160	< 3,92	< 0,0073
<b>SQ05 – POZZO 5.2 ACQUEDOTTO MONFERRATO – pescaggio 170 m</b>								
09/034502	24/08/2009	< 0,112	< 0,174	< 0,0025	< 0,0030	< 0,0122	< 3,99	< 0,0039
09/041680	29/09/2009	< 0,087	< 0,130	< 0,0031	< 0,0032	< 0,0168	< 3,89	< 0,0075

**Tabella 5.2** Risultati delle misure effettuate nel V bimestre 2009.

Per completezza di informazione nei grafici che seguono sono riportate le correlazioni tra le concentrazioni dei radionuclidi misurate nell'acqua e la soggiacenza della falda (misurata in SPB).

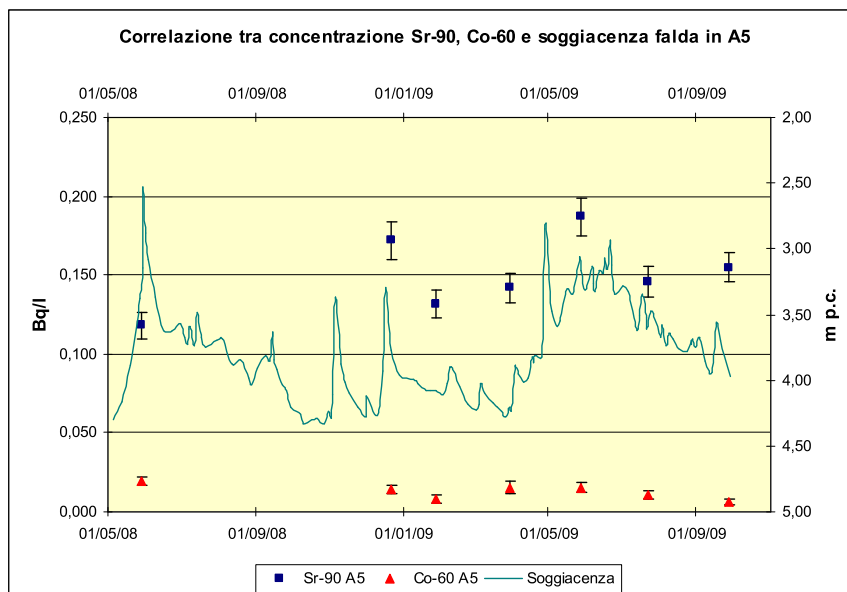


**Grafico 5.1** Correlazione tra concentrazione di Sr-90 e soggiacenza della falda nel pozzo SPB.

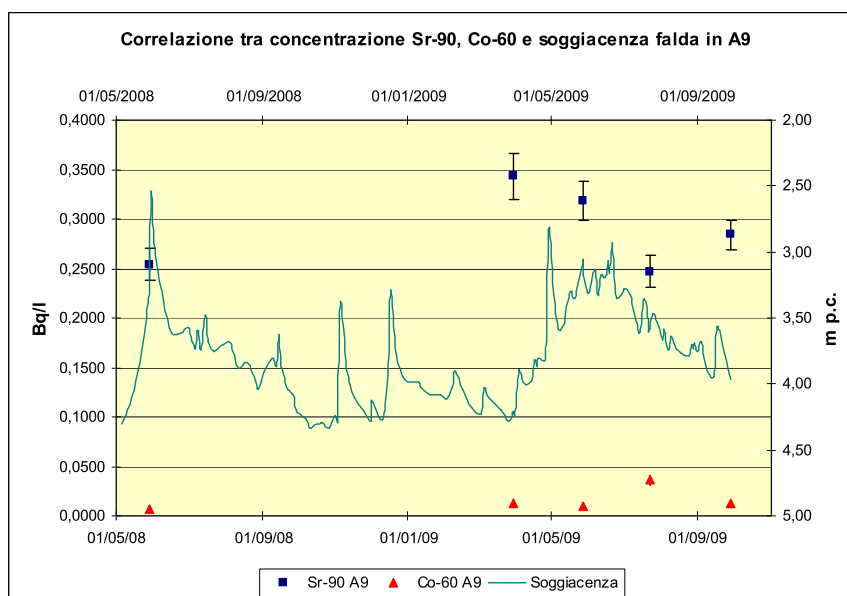


**Grafico 5.2** Correlazione tra concentrazione di Cs-137 e soggiacenza della falda nel pozzo E5/6.

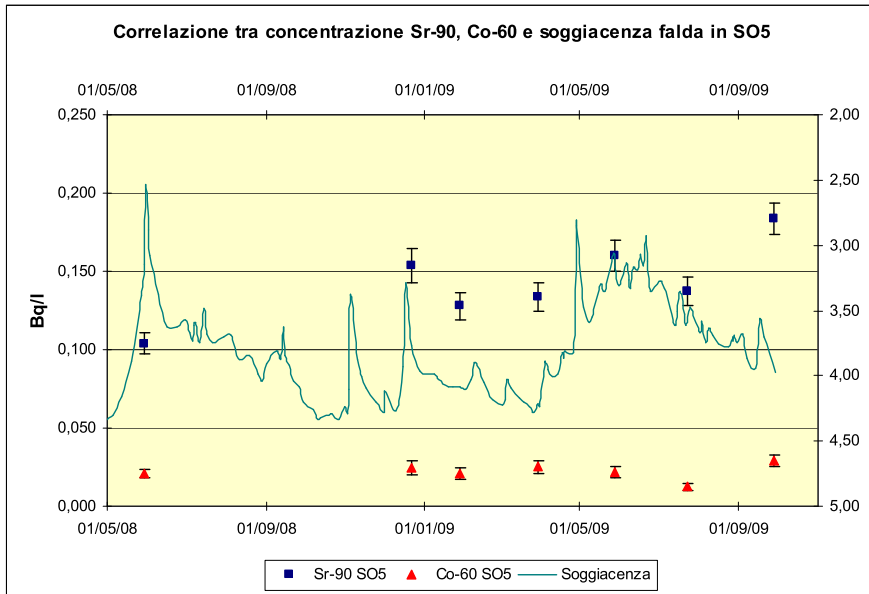




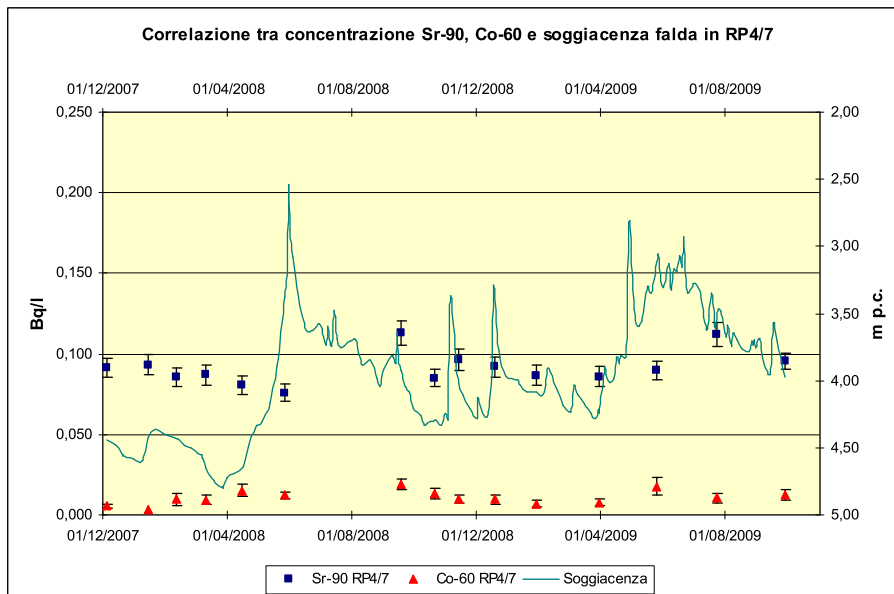
**Grafico 5.3** Correlazione tra concentrazione di Sr-90, Co-60 e soggiacenza della falda nel pozzo A5.



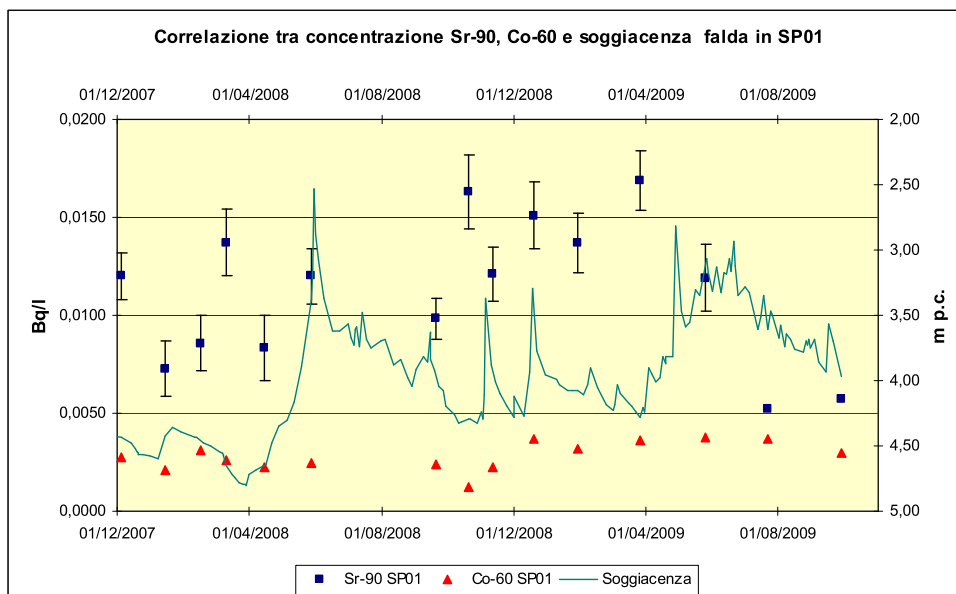
**Grafico 5.4** Correlazione tra concentrazione di Sr-90, Co-60 e soggiacenza della falda nel pozzo A9.



**Grafico 5.5** Correlazione della concentrazione di Sr-90 ,Co-60 e soggiacenza della falda nel pozzo SO5.



**Grafico 5.6** Correlazione tra concentrazione di Sr-90, Co-60 e soggiacenza della falda nel pozzo RP4/7.



**Grafico 5.7** Correlazione tra concentrazione di Sr-90, Co-60 e soggiacenza della falda nel pozzo SP01 (le concentrazioni di Co-60 sono sempre <MAR)

## 6. VALUTAZIONI DI RADIOPROTEZIONE

Le valutazioni radioprotezionistiche di seguito riportate si riferiscono ai pozzi campionati presso le cascate ed ai pozzi dell'Acquedotto del Monferrato, poiché sono gli unici potenzialmente utilizzabili dalla popolazione per uso potabile e/o irriguo.

I dati relativi agli altri pozzi scavati *ad hoc* all'interno del perimetro dei siti, quelli esterni ai siti facenti parte della vecchia rete Enea o predisposti dalla Regione Piemonte, devono essere utilizzati come indicatori ambientali in grado di descrivere il fenomeno in atto (tutti questi pozzi non sono accessibili al pubblico).

I limiti di legge e le strategie di controllo sono riportati al punto 2 della presente relazione.

Allo stato attuale i valori di contaminazione riscontrati continuano a non rappresentare un pericolo per la popolazione: risultano infatti rispettati sia i limiti di dose fissati dalla normativa vigente che i valori di screening fissati dall'Organizzazione Mondiale della Sanità.

### - **Potabilità ex D.Lgs. 31/2001**

Per quanto riguarda la potabilità risultano rispettati i valori di screening fissati dall'Organizzazione Mondiale della Sanità sulle attività alfa totale e beta totale, intese come somma, rispettivamente, delle attività degli isotopi alfa e beta emettitori – sia naturali che artificiali. In particolare l'attività beta totale comprende anche l'attività di Sr-90. I valori di confronto sono riportati in tabella 6.1.

	Valore di screening OMS	Concentrazione max / Valore screening OMS
Valore di screening fissato dall'OMS per l'attività $\alpha$ totale	0,5 Bq/l	1/4
Valore di screening fissato dall'OMS per l'attività $\beta$ totale	1 Bq/l	1/5

**Tabella 6.1** Confronto tra la massima concentrazione di attività  $\alpha$  e di attività  $\beta$  totale rilevate nei pozzi (cascate private ed Acquedotto del Monferrato) ed i valori di screening fissati dall'OMS.

Si ricorda che secondo l'OMS il rispetto dei valori di screening sopra riportati garantisce il rispetto del limite di dose di 0,1 mSv per anno fissato dal D.Lgs. 31/2001

In tabella 6.2 si riportano le valutazioni effettuate, per la contaminazione da Sr-90, in merito al rispetto del limite di dose fissato dal D.Lgs. 31/2001.

	Valore limite di dose	Valore soglia di concentrazione Sr-90	Concentrazione max Sr-90/ Valore soglia
Limite dose efficace per acque potabili ex D. Lgs. 2 febbraio 2001 n. 31	0,1 mSv per anno solare	2,9 Bq/l	1/400

**Tabella 6.2** Confronto tra la massima concentrazione di Sr-90 rilevata nei pozzi (cascine private ed Acquedotto del Monferrato) ed i valori soglia adottati per l'ingestione.

- **Limiti ex D.Lgs. 230/95 e ss.mm.ii.**

Se si considerano tutte le vie di ingestione, quindi non solo l'uso potabile ma anche il consumo di alimenti di origine vegetale (coltivati in terreni irrigati con l'acqua contaminata) e di origine animale (animali allevati in zona ed alimentati con acqua contaminata ed erba di terreni irrigati con l'acqua contaminata) bisogna fare riferimento ai limiti di dose fissati dal D.Lgs. 230/95 e ss.mm.ii.

Sulla base dei dati sopra esposti è possibile calcolare la dose efficace per il gruppo critico della popolazione derivante dalla presenza di Sr-90 nell'acqua di falda superficiale.

I risultati riportati in tabella 6.3 si riferiscono alle seguenti ipotesi estremamente cautelative:

- la contaminazione dell'acqua di falda superficiale è cronica ed uniforme all'esterno del sito;
- la concentrazione di Sr-90 non varia nel tempo ed è uguale al più alto valore misurato all'esterno del sito (per il periodo di riferimento);
- gli individui del gruppo critico della popolazione utilizzano esclusivamente acqua di falda superficiale a scopo potabile e irriguo.

Via critica	Matrice	Dose mSv/anno
Ingestione	acqua di falda superficiale	0,0009
Irraggiamento		-
Inalazione		-
<b>Totale</b>		<b>0,0009</b>
<b>Limite non rilevanza radiologica</b>		<b>0,01</b>
<b>Limite di dose efficace</b>		<b>1</b>

**Tabella 6.3** Stima dell'equivalente di dose efficace al gruppo critico della popolazione per effetto della presenza di contaminazione da radionuclidi artificiali nell'acqua di falda superficiale.

Nella tabella seguente sono riportati i confronti tra i valori osservati ed i valori limite/soglia adottati, da cui si evince che le concentrazioni di Sr-90 sono molto al di sotto di quelle corrispondenti ai limiti di dose fissati dal D.Lgs. 230/95 e ss.mm.ii.

	Valore limite di dose	Dose Sr-90/ Limite dose	Via critica	Valore soglia di concentrazione Sr-90	Concentrazione Sr-90/ Valore soglia
Limite dose efficace non rilevanza radiologica ex D.Lgs 230/95	0,01 mSv/anno	1/10	uso potabile	0,29 Bq/l	1/40
			irrigazione	0,10 Bq/l	1/15
Limite dose efficace per gli individui della popolazione ex D.Lgs 230/95	1 mSv/anno	1/1000	uso potabile	29 Bq/l	1/4000
			irrigazione	10 Bq/l	1/1500

**Tabella 6.4** Confronto tra i valori osservati e i valori di riferimento.

## 7. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Dai risultati delle misure riportati al paragrafo 5 si può osservare che:

- nel pozzo RP4/7 è stata nuovamente rivelata la presenza di H-3;
- nel pozzo SPB la concentrazione di Sr-90 si è riportata a valori prossimi alla serie storica;
- nel pozzo E5/6 è stata nuovamente rivelata la presenza di Cs-137, peraltro alla concentrazione massima ad oggi riscontrata;
- nel pozzo SP01 la concentrazione di Sr-90 è per la seconda volta dal 2007 inferiore alla sensibilità strumentale;
- gli altri valori sono sovrapponibili ai periodi precedenti;
- nei pozzi dell'Acquedotto del Monferrato non è stata rilevata traccia di radioisotopi radioattivi di origine artificiale.

I dati sopra riportati relativamente ai pozzi RP4/7, SPB, E5/6 e SP01, che indicano variazioni rispetto alle precedenti rilevazioni, potrebbero essere interpretabili sulla base di valutazioni idrogeologiche.

Le misure eseguite nel corso del V bimestre 2009 consentono di affermare che nulla è variato dal punto di vista radioprotezionistico per quanto riguarda la presenza di radionuclidi artificiali nell'acqua di falda superficiale (anche in relazione alle indagini di approfondimento – tuttora in corso – svolte nel corso delle operazioni di ripristino della condotta di scarico degli effluenti radioattivi del comprensorio Sorin-Avogadro).

In questo contesto non si configurano pertanto pericoli per la popolazione.