
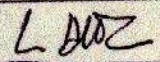




CENTRO REGIONALE PER LE RADIAZIONI IONIZZANTI E NON IONIZZANTI
Struttura Semplice 21.02 – Monitoraggio e controllo dei siti nucleari

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

III bimestre 2009.

Relazione tecnica n. 11/SS21.02/2009

| | | | |
|--------------|--------------------------------|----------------|--|
| Redazione | Funzione: Responsabile SS21.02 | Data: 14-07-09 | Firma:  |
| | Nome: Laura Porzio | | |
| | Funzione: Componente SS21.02 | Data: 14-07-09 | Firma:  |
| | Nome: Luca Albertone | | |
| Verifica | Funzione: Responsabile SS21.02 | Data: 14-07-09 | Firma:  |
| | Nome: Laura Porzio | | |
| Approvazione | Funzione: Responsabile SC21 | Data: 14-07-09 | Firma:  |
| | Nome: 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 III 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 μ 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/m³ ecc) = **R**



Dose efficace = 1 mSv per anno

- b. **valori soglia di concentrazione per la non rilevanza radiologica** (indicati con **R_{non rilevanza}**), che comportano il raggiungimento del limite per la non rilevanza radiologica pari a 10 μ 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 μ Sv (pari 0,01 mSv) per anno.

Concentrazione in una matrice (Bq/kg, Bq/m³ ecc) = **R_{non rilevanza}**



Dose efficace = 10 μ 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 |
| α totale | 0,5 |
| β totale | 1,0 |

Si rileva che, essendo lo Sr 90 un elemento beta emettitore, il valore di screening relativo alla radioattività β 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.

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, 28th 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 III bimestre 2009, in relazione al programma concordato con la Regione Piemonte e condiviso dal Tavolo Tecnico istituito presso la Regione Piemonte stessa, sono stati effettuati prelievi di acqua di falda superficiale da un numero maggiore di pozzi rispetto a quanto effettuato dall'inizio dell'anno.

In particolare nel mese di maggio 2009, ad un anno esatto di distanza dalla campagna straordinaria del maggio 2008 e con livelli della falda confrontabili, si è ritenuto opportuno ripetere i campionamenti in alcuni pozzi particolarmente significativi – all'interno dei siti Sorin ed Avogadro – al fine di evidenziare un eventuale trend delle concentrazioni dei radionuclidi nell'acqua. Il dettaglio dei prelievi complessivamente effettuati nel corso del III bimestre 2009 è riportato in tabella 5.1 mentre nelle figure 1 e 2 sono riportati i punti di prelievo.

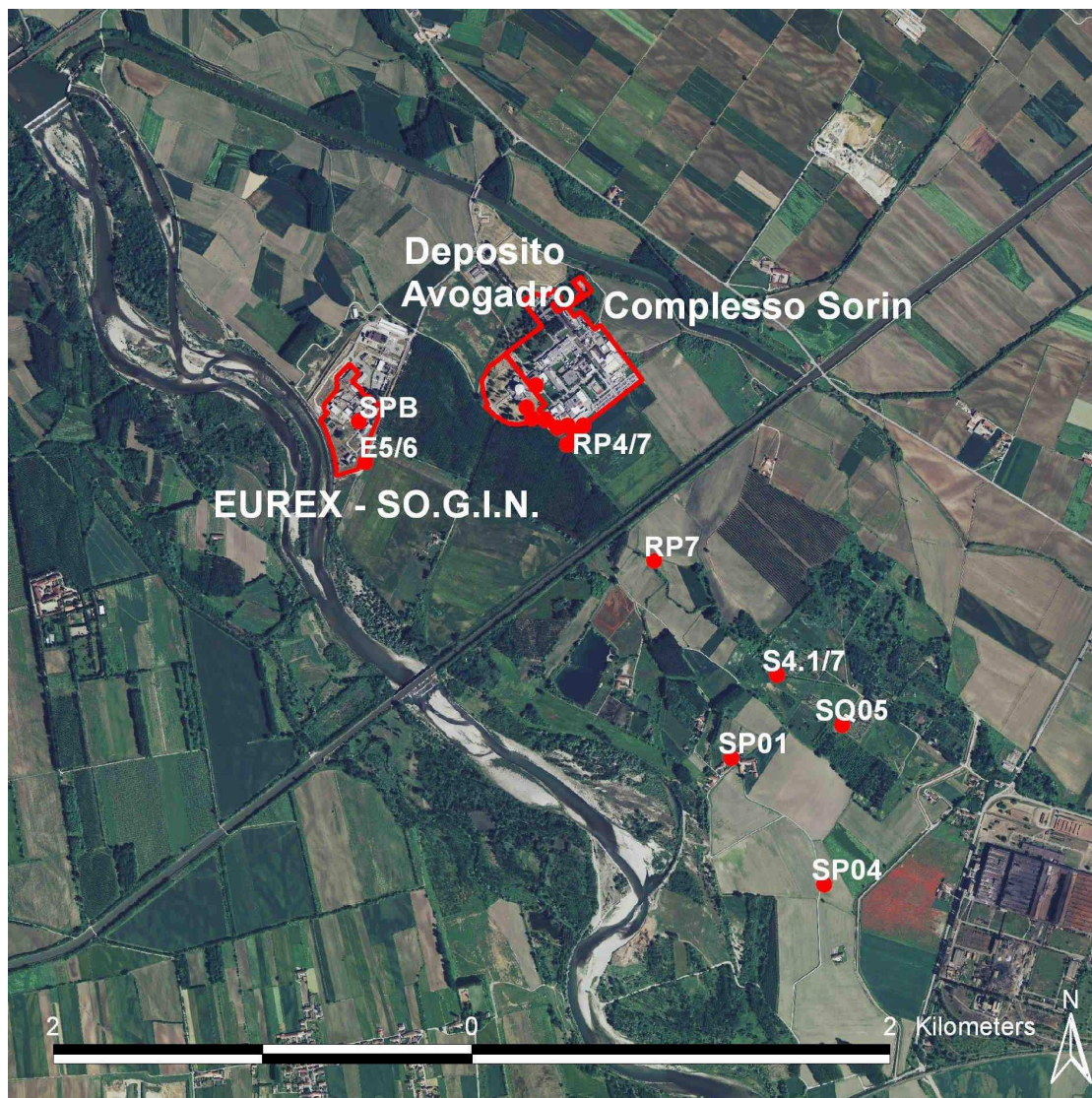


Figura 1 Distribuzione dei punti di prelievo dell'acqua di falda nel Comprensorio nucleare di Saluggia (VC).

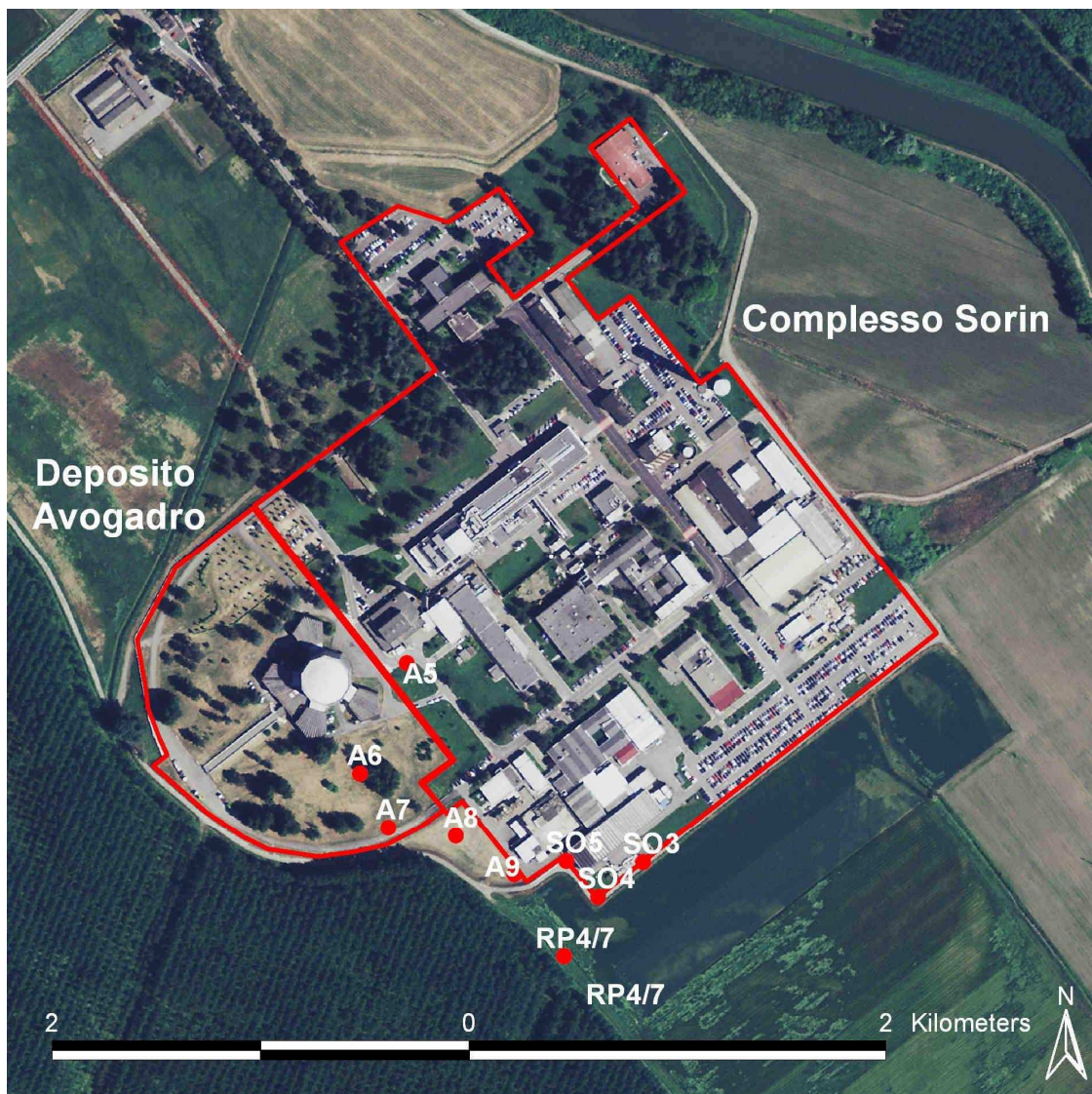


Figura 2 Distribuzione dei punti di prelievo dell'acqua di falda all'interno dei siti Sorin e Avogadro.

| Punti di prelievo | Frequenza di campionamento | Trattamento | Analisi | Frequenza di analisi |
|---|----------------------------|--------------------------|---------------------------------|----------------------|
| S4.1/7, SQ05, | mensile | evaporazione | α totale, β totale | mensile |
| | | concentrazione su resina | spettrometria γ | |
| | | radiochimico | Sr-90 | |
| | | distillazione | H-3 | |
| SPB, E5/6, A5, A6, A7, A8, A9, SO3, SO4, SO5, RP4/7, RP7, SP01, SP04 | bimestrale | evaporazione | α totale, β totale | bimestrale |
| | | concentrazione su resina | spettrometria γ | |
| | | radiochimico | Sr-90 | |
| | | distillazione | H-3 | |

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

In tabella 5.2. sono riportati i risultati delle misure eseguite.

| Campione | Data prelievo | α totale Bq/l | β totale Bq/l | Cs-137 Bq/l | Co-60 Bq/l | Am-241 Bq/l | H-3 Bq/l | Sr-90 Bq/l |
|---|---------------|----------------------|---------------------|----------------|-----------------|-------------|----------|-----------------|
| SPB – pescaggio da 3 m a 7 m | | | | | | | | |
| 09/021107 | 27/05/2009 | < 0,119 | 0,525 ± 0,118 | < 0,0024 | < 0,0034 | < 0,0103 | < 3,36 | 0,2680 ± 0,016 |
| E5/6 – pescaggio da 2 m a 6 m | | | | | | | | |
| 09/020995 | 27/05/2009 | < 0,132 | < 0,184 | 0,0046 ± 0,002 | < 0,0030 | < 0,0117 | < 3,41 | < 0,0048 |
| A5- pescaggio 7 m | | | | | | | | |
| 09/021245 | 28/05/2009 | < 0,103 | 0,369 ± 0,092 | < 0,0037 | 0,0154 ± 0,0031 | < 0,01030 | < 3,37 | 0,1870 ± 0,0120 |
| A6- pescaggio 7 m | | | | | | | | |
| 09/021250 | 28/05/2009 | < 0,097 | < 0,145 | < 0,0023 | < 0,0035 | < 0,01530 | < 3,44 | < 0,0041 |
| A7- pescaggio 7 m | | | | | | | | |
| 09/021248 | 28/05/2009 | 0,112 ± 0,044 | 0,403 ± 0,107 | < 0,0031 | < 0,0032 | < 0,01640 | < 3,42 | 0,2230 ± 0,0140 |
| A8- pescaggio 7 m | | | | | | | | |
| 09/021246 | 28/05/2009 | < 0,087 | 0,410 ± 0,088 | < 0,0028 | < 0,0034 | < 0,01340 | < 3,40 | 0,1850 ± 0,0120 |
| A9- pescaggio 7 m | | | | | | | | |
| 09/021247 | 28/05/2009 | < 0,079 | 0,579 ± 0,096 | < 0,0028 | 0,0093 ± 0,0022 | < 0,01040 | < 3,43 | 0,3180 ± 0,0200 |
| SO3- pescaggio 7 m | | | | | | | | |
| 09/021252 | 28/05/2009 | 0,136 ± 0,042 | 0,261 ± 0,087 | < 0,0023 | < 0,0033 | < 0,01770 | < 3,42 | 0,0257 ± 0,0023 |
| SO4- pescaggio 7 m | | | | | | | | |
| 09/021251 | 28/05/2009 | < 0,061 | 0,237 ± 0,088 | < 0,0031 | < 0,0033 | < 0,01070 | < 3,40 | 0,0490 ± 0,0037 |
| SO5- pescaggio 7 m | | | | | | | | |
| 09/021249 | 28/05/2009 | < 0,070 | 0,531 ± 0,107 | < 0,0027 | 0,0221 ± 0,0037 | < 0,01360 | < 3,45 | 0,1600 ± 0,0100 |
| RP4/7– pescaggio 7 m | | | | | | | | |
| 09/020996 | 26/05/2009 | < 0,130 | < 0,181 | < 0,0020 | 0,0178 ± 0,0052 | < 0,0106 | < 3,41 | 0,0899 ± 0,0059 |
| RP7– pescaggio 7 m | | | | | | | | |
| 09/020774 | 26/05/2009 | < 0,122 | < 0,197 | < 0,0035 | < 0,0039 | < 0,0121 | < 3,43 | 0,0176 ± 0,0020 |
| SP01 – POZZO CASALE BENNE – pescaggio 7 m | | | | | | | | |
| 09/020768 | 26/05/2009 | < 0,103 | < 0,149 | < 0,0015 | < 0,0038 | < 0,0111 | < 3,41 | 0,0119 ± 0,0017 |
| SP04 – CASCINA DANIELE | | | | | | | | |
| 09/020770 | 26/05/2009 | < 0,116 | < 0,182 | < 0,0024 | < 0,0034 | < 0,0140 | < 3,43 | < 0,0048 |
| S4.1/7 – PIEZOMETRO CONTROLLO ACQUEDOTTO MONFERRATO | | | | | | | | |
| 09/015752 | 23/04/2009 | < 0,167 | < 0,172 | < 0,0033 | < 0,0040 | < 0,0120 | < 3,35 | < 0,0045 |
| 09/020756 | 26/05/2009 | < 0,087 | < 0,154 | < 0,0029 | < 0,0040 | < 0,0142 | < 3,45 | < 0,0044 |
| SQ05 – POZZO 5.2 ACQUEDOTTO MONFERRATO – pescaggio 170 m | | | | | | | | |
| 09/020763 | 26/05/2009 | < 0,100 | < 0,177 | < 0,0025 | < 0,0034 | < 0,0149 | < 3,47 | < 0,0041 |

Tabella 5.2 Risultati delle misure effettuate nel III bimestre 2009.

Nei grafici che seguono sono riportate le correlazioni tra le concentrazioni dei radionuclidi misurate nell'acqua e la soggiacenza della falda.

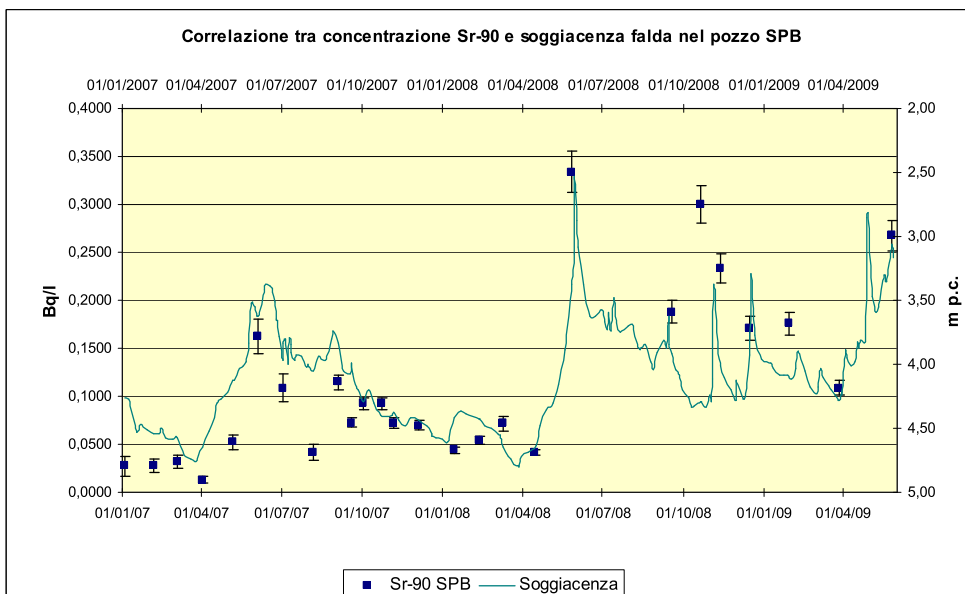


Grafico 5.1 Correlazione tra concentrazione di Sr-90 e soggiacenza della falda nel pozzo SPB.

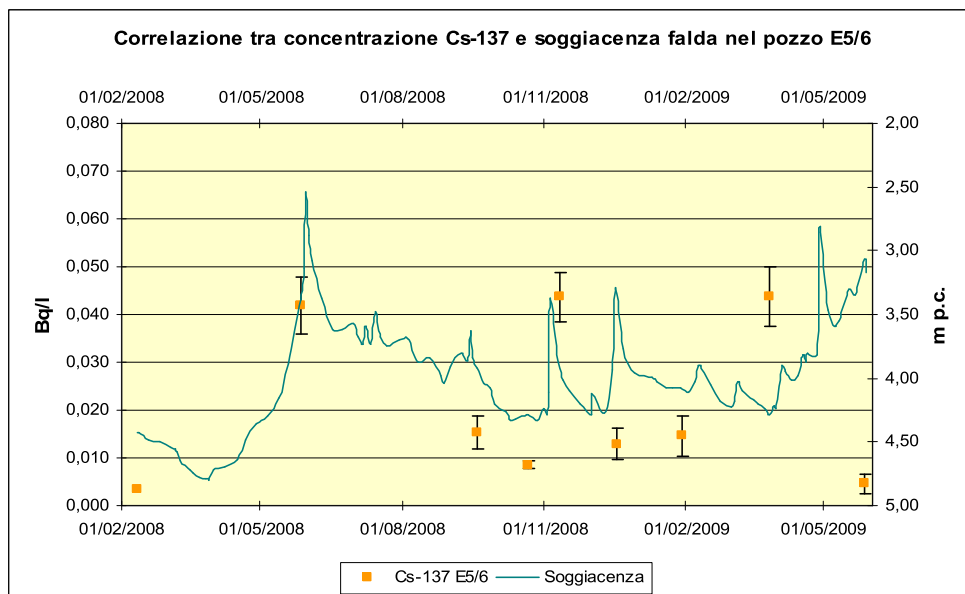


Grafico 5.2 Correlazione tra concentrazione di Cs-137 e soggiacenza della falda nel pozzo E5/6.

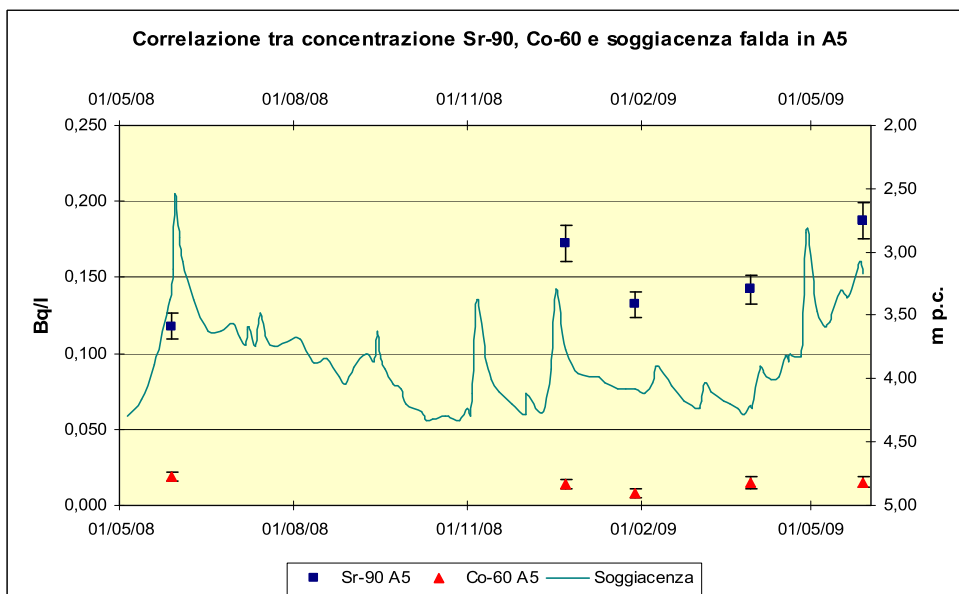


Grafico 5.3 Correlazione tra concentrazione di Sr-90, Co-60 e soggiacenza della falda nel pozzo A5.

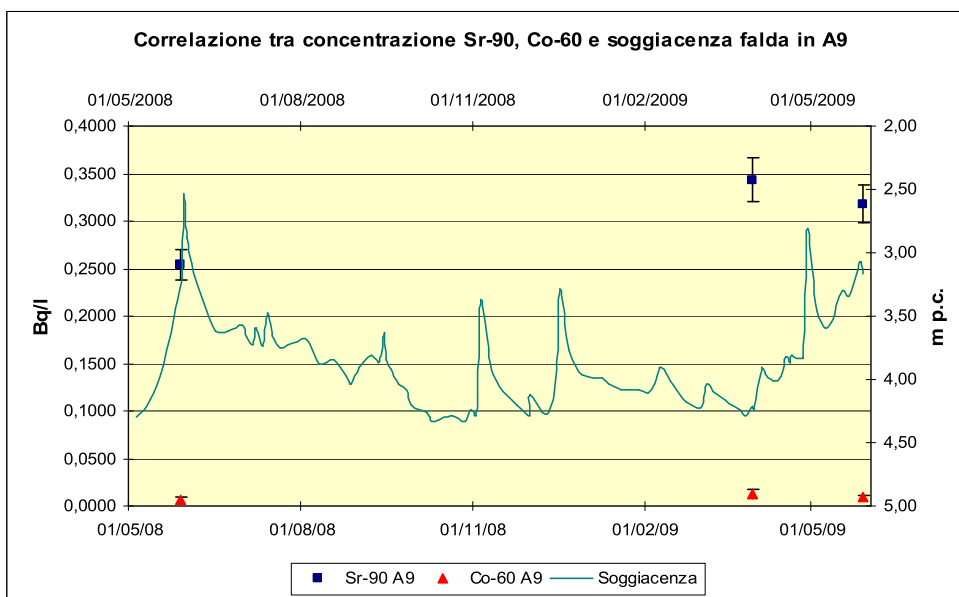


Grafico 5.4 Correlazione tra concentrazione di Sr-90, Co-60 e soggiacenza della falda nel pozzo A9.

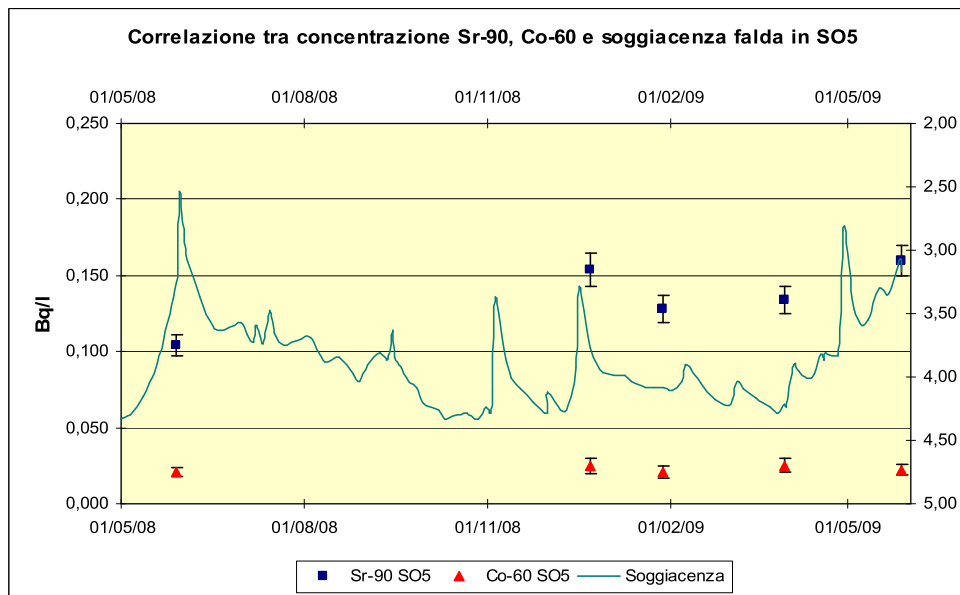


Grafico 5.5 Correlazione della concentrazione di Sr-90 ,Co-60 e soggiacenza della falda nel pozzo SO5.

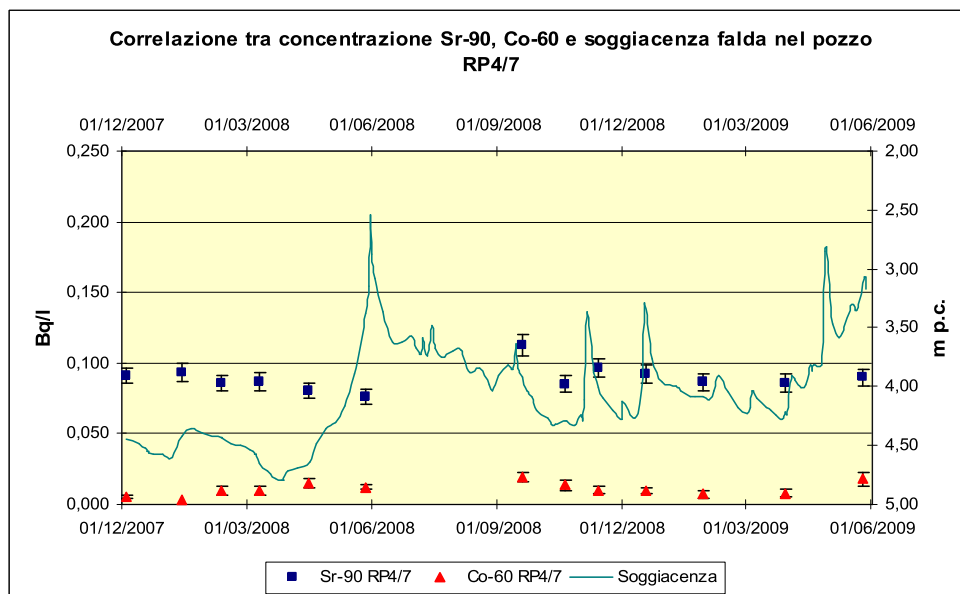


Grafico 5.5 Correlazione tra concentrazione di Sr-90, Co-60 e soggiacenza della falda nel pozzo RP4/7.

Dall'osservazione dei grafici sopra riportati emergono le seguenti considerazioni:

- in generale le concentrazioni di Sr-90 e di Cs-137 sono più influenzate dall'andamento della falda rispetto alle concentrazioni di Co-60 che invece si mantengono sostanzialmente costanti nel tempo;
- la correlazione tra l'andamento dei valori di Sr-90 e la soggiacenza della falda appare più evidente per i pozzi per i quali si dispone di un grande numero di dati analitici (es. grafico 5.1

relativo al pozzo SPB), mentre la ridotta popolazione di dati analitici relativi ai pozzi di recente predisposizione all'interno dei siti Sorin ed Avogadro (grafici 5.3, 5.4, 5.5) non consente di effettuare analoghe considerazioni;

- il confronto tra i dati relativi alle campagne di maggio 2008 e di maggio 2009 non evidenzia, per le concentrazioni di Sr-90, un trend in netta crescita.

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 α totale | 0,5 Bq/l | 1/3 |
| Valore di screening fissato dall'OMS per l'attività β totale | 1 Bq/l | 1/5 |

Tabella 6.1 Confronto tra la massima concentrazione di attività α e di attività β 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 | 1/240 |

Tabella 6.2 Confronto tra la massima concentrazione di Sr-90 rilevata nei pozzi (cascate 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;
- 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 | 0,0016 |
| Irraggiamento | | - |
| Inalazione | | - |
| Totale | | 0,0016 |
| Limite non rilevanza radiologica | | 0,01 |
| Limite di dose efficace | | 1 |

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 | 1/6 | uso potabile | 0,29 Bq/l | 1/24 |
| | | | irrigazione | 0,10 Bq/l | 1/10 |
| Limite dose efficace per gli individui della popolazione ex D.Lgs 230/95 | 1 mSv/anno | 1/600 | uso potabile | 29 Bq/l | 1/2400 |
| | | | irrigazione | 10 Bq/l | 1/1000 |

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

7. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Il quadro radiologico che emerge dalla valutazione dei dati analitici continua ad essere confrontabile con quello del periodo precedente. Tutti i radioisotopi artificiali sono presenti in concentrazioni basse, molto al di sotto dei livelli di riferimento adottati.

Nei pozzi dell'Acquedotto del Monferrato non è stata rilevata traccia di radioisotopi radioattivi di origine artificiale.

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