

**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).**

I bimestre 2009.

Relazione tecnica n. 2/SS21.02/2009

Redazione	Funzione: Responsabile SS21.02	Data: 02/04/2009	Firma: 
	Nome: Laura Porzio		
	Funzione: Componente SS21.02	Data: 02/04/2009	Firma: 
	Nome: Luca Albertone		
Verifica	Funzione: Responsabile SS21.02	Data: 02/04/2009	Firma: 
	Nome: Laura Porzio		
Approvazione	Funzione: Responsabile SC21	Data: 03/04/2009	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	9
7.	CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE	10

## 1. PREMESSA

Nel corso della riunione del Tavolo Tecnico tenutosi in data 19 dicembre 2008 a Torino presso l'Assessorato all'Ambiente della Regione Piemonte è stato elaborato il nuovo programma di campionamento e misure dell'acqua di falda superficiale presso il sito nucleare di Saluggia (VC). In questa relazione sono riportati i risultati delle misure relative al I 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.

### 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 I bimestre 2009 i controlli sull'acqua di falda superficiale prelevata da piezometri e pozzi sono stati effettuati in accordo con il programma concordato con la Regione Piemonte riportato in tabella 5.1. Esso tiene conto dei risultati delle analisi eseguite nel corso della campagna straordinaria del maggio 2008 e dei successivi approfondimenti e consente di seguire l'andamento della contaminazione nell'acqua di falda superficiale prelevata da pozzi posti sulla direttrice che congiunge il sito EUREX-SO.G.I.N., il sito Sorin ed il sito Avogadro al campo pozzi dell'Acquedotto del Monferrato. In particolare:

- seguire l'andamento della concentrazione di Sr-90 nel pozzo SPB – interno al sito Eurex - anche dopo le operazioni di svuotamento della piscina di stoccaggio del combustibile irraggiato;
- seguire l'andamento della concentrazione di Cs-137 nel pozzo E5/6 per individuarne la sorgente;
- seguire l'andamento delle concentrazioni di Sr-90 e Co-60 nei pozzi interni ai siti Sorin ed Avogadro per individuarne la sorgente.

I punti di prelievo sono riportati in figura 1, mentre In tabella 5.2. sono riportati i risultati delle misure eseguite.

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	
		radiochimico	Pu (se necessario)	
		distillazione	H-3	
SPB, E5/6, RP4/7, RP7, SP01	bimestrale	evaporazione	$\alpha$ totale, $\beta$ totale	bimestrale
		concentrazione su resina	spettrometria $\gamma$	
		radiochimico	Sr-90	
		radiochimico	Pu (se necessario)	
		distillazione	H-3	
Pozzi interni siti Sorin ed Avogadro (a campione)	bimestrale	evaporazione	$\alpha$ totale, $\beta$ totale	bimestrale
		concentrazione su resina	spettrometria $\gamma$	
		radiochimico	Sr-90	
		radiochimico	Pu (se necessario)	
		distillazione	H-3	

**Tabella 5.1** Programma di campionamento acqua di falda superficiale.

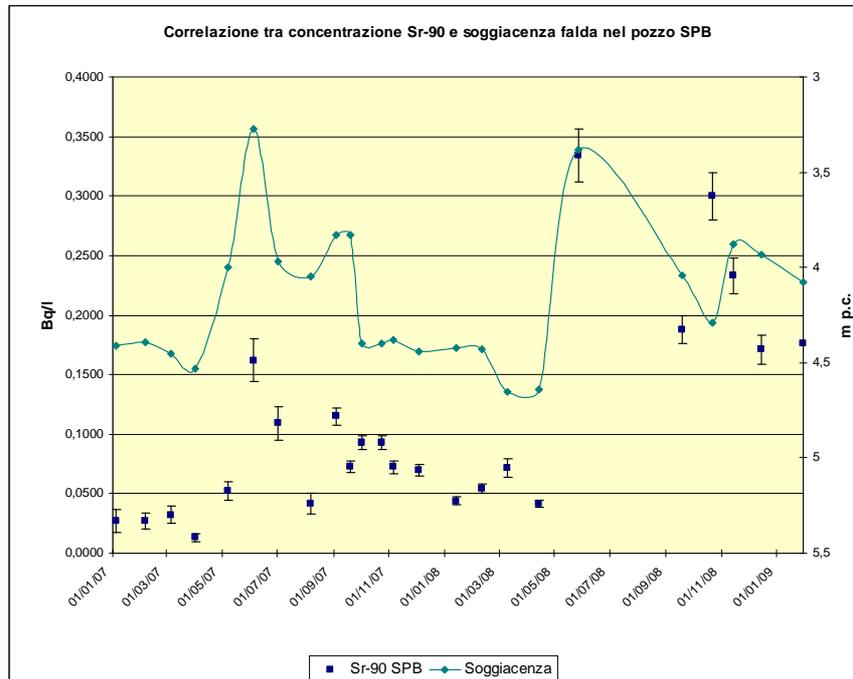
Nel corso del mese di gennaio, in occasione dello svuotamento del canale Cavour, è stato effettuato un campionamento supplementare nel pozzo RP8 al fine di verificare l'influenza locale di eventuali perdite del canale stesso.

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>								
09/002065	29/01/2009	< 0,092	0,358 $\pm$ 0,090	< 0,0033	< 0,00316	< 0,0120	< 3,97	0,1760 $\pm$ 0,0120
<b>E5/6 – pescaggio da 2 m a 6 m</b>								
09/002102	29/01/2009	< 0,094	< 0,166	0,0146 $\pm$ 0,0043	< 0,0016	< 0,0126	< 4,03	< 0,0044
<b>A5- pescaggio 7 m</b>								
09/002061	28/01/2009	< 0,1390	0,319 $\pm$ 0,110	< 0,00209	0,00803 $\pm$ 0,00290	< 0,01710	< 3,93	0,13200 $\pm$ 0,0088
<b>SO5- pescaggio 7 m</b>								
09/002062	28/01/2009	< 0,1180	0,269 $\pm$ 0,100	< 0,00284	0,02090 $\pm$ 0,00360	< 0,01110	< 3,91	0,12800 $\pm$ 0,0088
<b>RP4/7– pescaggio 7 m</b>								
09/002064	28/01/2009	< 0,115	0,241 $\pm$ 0,093	< 0,0031	0,0070 $\pm$ 0,0024	< 0,0163	< 3,95	0,0866 $\pm$ 0,0062
<b>RP7– pescaggio 7 m</b>								
09/002104	29/01/2009	< 0,1140	< 0,150	< 0,00301	< 0,00295	< 0,01420	< 3,97	0,03310 $\pm$ 0,0027
<b>RP8– pescaggio 7 m</b>								
09/004475	19/02/2009	< 0,0996	< 0,133	< 0,00183	< 0,00281	< 0,01390	< 3,33	0,02960 $\pm$ 0,0024
<b>SP01 – POZZO CASALE BENNE – pescaggio 7 m</b>								
09/002103	29/01/2009	< 0,104	< 0,198	< 0,00368	< 0,0032	< 0,0100	< 3,98	0,0137 $\pm$ 0,0015
<b>S4.1/7 – PIEZOMETRO CONTROLLO ACQUEDOTTO MONFERRATO</b>								
09/001653	26/01/2009	< 0,141	< 0,154	< 0,00287	< 0,0032	< 0,0113	< 3,99	< 0,0041
09/004571	19/02/2009	< 0,083	< 0,128	< 0,00209	< 0,0020	< 0,0114	< 3,31	< 0,0047
<b>SQ05 – POZZO 5.2 ACQUEDOTTO MONFERRATO – pescaggio 170 m</b>								
09/001658	26/01/2009	< 0,119	< 0,149	< 0,00243	< 0,0020	< 0,0154	< 3,92	< 0,0040
<b>Pozzo non disponibile al campionamento nel mese di febbraio 2009 per manutenzione</b>								

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

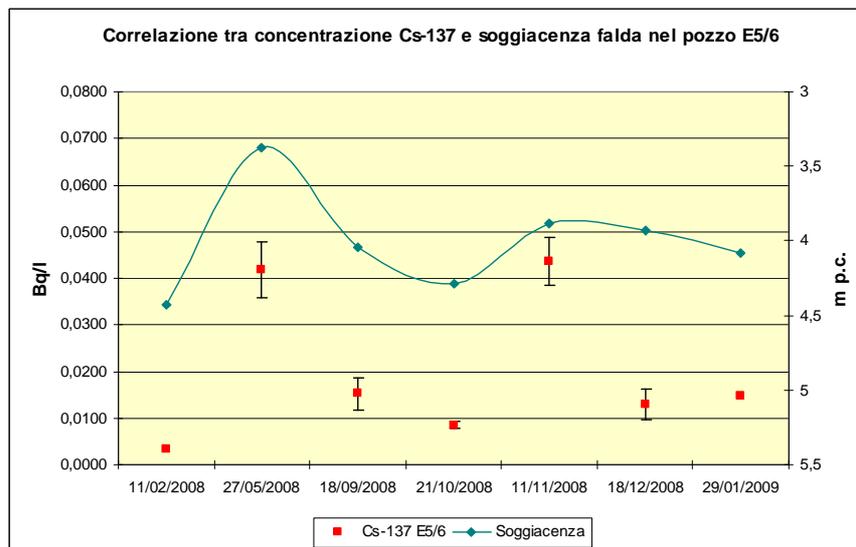
I risultati delle misure evidenziano un sostanziale accordo con i periodi precedenti. La presenza di Sr-90 nel pozzo RP8, non rilevata in occasione della campagna straordinaria del maggio 2008, sta ad indicare l'interazione del canale Cavour con il pozzo stesso.

Nel grafico 5.1 è riportata la correlazione tra l'andamento dei valori di Sr-90 misurati nel pozzo SPB e la soggiacenza della falda. Come si può notare nell'ultimo periodo la correlazione non è più stretta, probabilmente a causa dei lavori di svuotamento e bonifica della piscina che hanno causato un sensibile aumento della concentrazione in acqua rispetto al periodo immediatamente precedente.



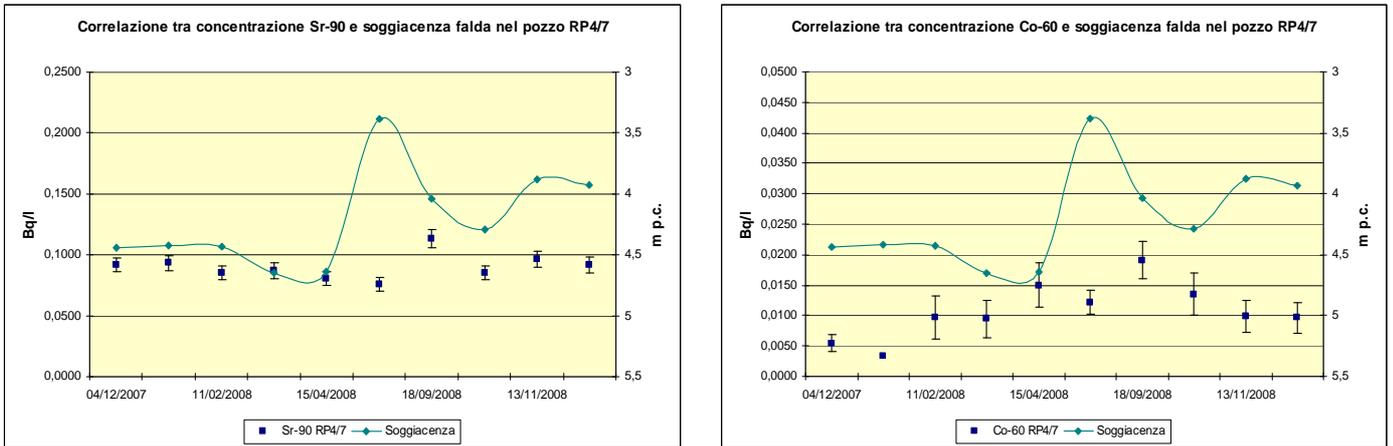
**Grafico 5.1** Correlazione tra l'andamento della concentrazione di Sr-90 nel pozzo SPB e il livello della falda.

Il grafico 5.2 evidenzia la buona correlazione tra l'andamento dei valori di Cs-137 misurati nel pozzo E5/6 e la soggiacenza della falda, ad indicare che la sorgente è posta a distanza ravvicinata rispetto al pozzo.

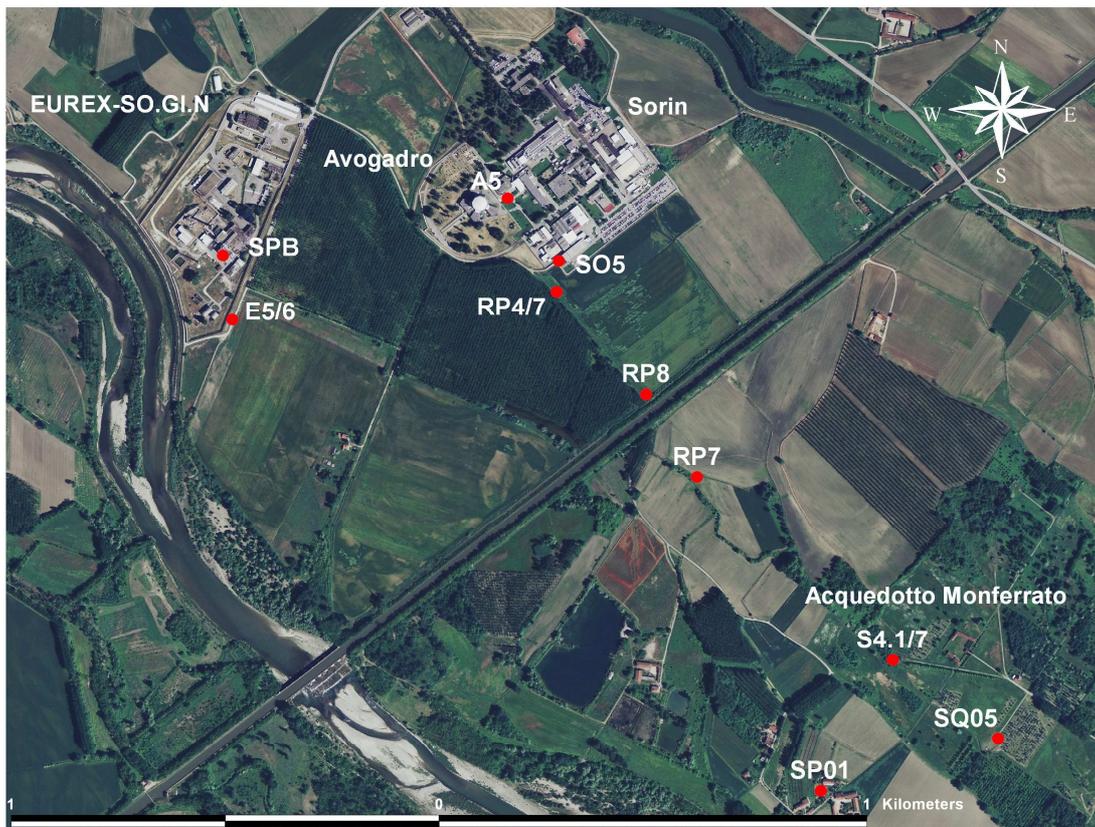


**Grafico 5.2** Correlazione tra l'andamento della concentrazione di Cs-137 nel pozzo E5/6 e il livello della falda.

Il grafico 5.3 mostra, contrariamente ai precedenti, che la concentrazione di Sr-90 e di Co-60 nel pozzo RP4/7, posto immediatamente a valle dei siti Sorin ed Avogadro, si è mantenuta pressoché costante e non è strettamente correlata all'andamento della falda, ad indicare che la sorgente di contaminazione è ubicata a distanza dal pozzo.



**Grafico 5.3** Correlazione tra l'andamento della concentrazione di Sr-90 e di Co-60 nel pozzo RP4/7 e il livello della falda.



**Figura 1** Distribuzione dei punti di prelievo

## 6. VALUTAZIONI DI RADIOPROTEZIONE

Le valutazioni radioprotezionistiche di seguito riportate si riferiscono ai pozzi campionati presso le cascine 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 (cascine 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	1/200

**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;
- 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	0,0019
Irraggiamento		-
Inalazione		-
<b>Totale</b>		<b>0,0019</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	1/5	uso potabile	0,29 Bq/l	1/18
			irrigazione	0,10 Bq/l	1/6
Limite dose efficace per gli individui della popolazione ex D.Lgs 230/95	1 mSv/anno	1/500	uso potabile	29 Bq/l	1/1800
			irrigazione	10 Bq/l	1/600

**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 è 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 – sia quelli profondi che alimentano la rete di distribuzione che il piezometro di controllo predisposto *ad hoc* con pescaggio a 7 m – non è stata rilevata traccia di radioisotopi radioattivi di origine artificiale.

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

**ARPA Ente di diritto pubblico – SC21 Centro Regionale per le Radiazioni Ionizzanti e Non Ionizzanti**

Via Jarvis, 30 - 10015 Ivrea (TO) - Tel. 012564511 - fax 01256453584 - Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017 - E-mail: SC21@arpa.piemonte.it

**Struttura Semplice 21.02 Radiazioni ionizzanti – Monitoraggio e controllo siti nucleari**

Via Trino, 89 – 13100 Vercelli – Tel. 01612698304 – fax 01612698303