

DIPARTIMENTO TEMATICO RADIAZIONI

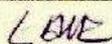
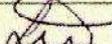
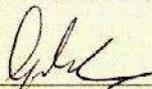
Struttura Semplice Siti Nucleari

MONITORAGGIO RADIOLOGICO AMBIENTALE

SITO NUCLEARE DI SALUGGIA (VC)

Rapporto anno 2009

Relazione tecnica n. 7/SS21.02/2010

Redazione	Funzione: Responsabile SS Siti Nucleari	Data: 15/09/2010	Firma: 
	Nome: Laura Porzio		
	Funzione: Componente SS Siti Nucleari	Data: 15/09/2010	Firma: 
	Nome: Luca Albertone		
Verifica	Funzione: Responsabile SS Siti Nucleari	Data: 15/09/2010	Firma: 
	Nome: Laura Porzio		
Approvazione	Funzione: Responsabile Dipartimento Tematico Radiazioni	Data: 21/9/10	Firma: 
	Nome: Giovanni d'Amore		



ARPA Ente di diritto pubblico – Dipartimento Tematico Radiazioni

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

Struttura Semplice Siti Nucleari

Via Trino, 89 - 13100 Vercelli - Tel. 0161269884 - fax 0161269850

INDICE

1. PREMESSA	3
2. RIFERIMENTI LEGISLATIVI	3
3. ATTIVITA' SVOLTE DAGLI IMPIANTI DEL COMPENSORIO NELL'ANNO 2009	3
Attività svolte dall'impianto EUREX-SO.G.I.N.	3
Attività svolte dal Complesso Sorin	4
Attività Deposito Avogadro	4
4. IL MONITORAGGIO RADIOLOGICO AMBIENTALE	5
5. STRATEGIE DI CONTROLLO	5
6. METODOLOGIA DI MISURA	6
7. STRUMENTAZIONE UTILIZZATA	8
8. LA RETE DI MONITORAGGIO	8
9. MONITORAGGIO AMBIENTALE ORDINARIO – RISULTATI DELLE MISURE	11
Acqua potabile di rete	11
Acqua di falda superficiale	12
Erba	14
Suoli coltivati e relative coltivazioni	14
Latte bovino crudo	15
Ortaggi	15
Acqua superficiale	16
Sedimenti fluviali	16
Particolato atmosferico	17
10. MONITORAGGIO RADIOLOGICO STRAORDINARIO DELL'ACQUA DI FALDA SUPERFICIALE – RISULTATI DELLE MISURE	19
11. ATTIVITA' DI CONTROLLO DEGLI SCARICHI DI EFFLUENTI RADIOATTIVI	25
12. INDAGINI RADIOMETRICHE PRESSO LE "CELLE CALDE" SORIN	26
13. OPERAZIONI DI RIPRISTINO DELLA CONDOTTA DI SCARICO SORIN- AVOGADRO	28
14. VALUTAZIONI DOSIMETRICHE	29
15. VALUTAZIONI CONCLUSIVE	31

1. PREMESSA

In questa relazione vengono riassunti i risultati del monitoraggio radiologico ambientale condotto nell'anno 2009 presso il sito nucleare di Saluggia (VC). La relazione è

stata redatta conformemente a quanto previsto dalla procedura tecnica interna U.RP.T057.

2. RIFERIMENTI LEGISLATIVI

Il quadro legislativo di riferimento è costituito dal D. Lgs. 230/95 e ss.mm.ii. e dalla Legge n. 1860 del 31 dicembre 1962 e s.m.i.

E' inoltre opportuno citare il D. Lgs. 2 febbraio 2001 n. 31 "Attuazione della direttiva 98/83/CE relativa alla qualità delle acque

destinate al consumo umano" che, pur non riguardando le azioni di monitoraggio e controllo dei siti nucleari, fissa in particolare le caratteristiche radiometriche delle acque potabili.

3. ATTIVITA' SVOLTE DAGLI IMPIANTI DEL COMPENSORIO NELL'ANNO 2009

Il Compensorio nucleare di Saluggia può essere suddiviso in due aree separate: nella prima è insediato l'impianto EUREX-SO.G.I.N. all'interno del Centro ricerche dell'ENEA, mentre nella seconda sono insediati il Complesso Sorin e il Deposito Avogadro.

Di seguito si riporta il riassunto delle attività più significative svolte da ognuno degli impianti nel corso del 2009, mentre per la descrizione degli stessi si rimanda alle relazioni degli anni precedenti.

Attività svolte dall'impianto EUREX-SO.G.I.N.

Nel corso del 2009 presso l'impianto sono state effettuate due importanti attività:

- collaudo del nuovo sistema di approvvigionamento idrico;
- perforazioni orizzontali sotto le fondamenta della piscina di stoccaggio del combustibile irraggiato, svuotata e messa in sicurezza nel periodo 2007-

2008, al fine di caratterizzare l'ambiente sottostante.

Nel corso del 2009 è stato effettuato n. 1 scarico di effluenti radioattivi liquidi nel fiume Dora Baltea.

L'IMPIANTO EUREX-SO.G.I.N.

Tipologia: impianto di ritrattamento del combustibile nucleare irraggiato.

Periodo di funzionamento: dal 1970 al 1991.

Stato attuale dell'impianto: fermo.

Decommissioning: non è ancora stata presentata l'istanza.

Attività previste: costruzione nuovi depositi per lo stoccaggio temporaneo dei rifiuti radioattivi solidi.

Prospettive: trattamento dei rifiuti liquidi (impianto CEMEX)



Attività svolte dal Complesso Sorin

Nell'insediamento sono presenti un'area destinata a deposito di rifiuti radioattivi solidi dove sono stoccati rifiuti radioattivi di I e II categoria provenienti sia dall'attività produttiva che da attività di raccolta pregressa e un edificio che ospita le "celle calde" dove in passato venivano manipolate sorgenti ad alta attività. Nel corso del 2009 presso il sito sono state svolte importanti attività:

- trasferimento di parte dei rifiuti radioattivi nel nuovo deposito temporaneo la cui costruzione era stata ultimata nel 2008;
- bonifica della condotta di scarico degli effluenti radioattivi liquidi (utilizzata anche dal Deposito Avogadro) dopo le evidenze di perdite della stessa, come dettagliato al punto 13 della presente relazione.

Nel corso del 2009, non sono stati effettuati scarichi di effluenti radioattivi liquidi nel fiume Dora Baltea.



IL COMPLESSO SORIN

Tipologia: produzione di radiofarmaci e deposito di rifiuti radioattivi.
Periodo di funzionamento: dagli anni '60.
Stato attuale: in attività.
Decommissioning: non previsto.
Attività previste: trasferimento rifiuti radioattivi solidi al nuovo deposito.
Prospettive: - attività di gestione del deposito
 - decontaminazione cella Cobalto.

Attività Deposito Avogadro

Nella piscina di stoccaggio dell'impianto sono attualmente contenuti 164 elementi di combustibile nucleare irraggiato, 101 provenienti dalla Centrale nucleare di Trino (57 dei quali trasferiti nel periodo maggio-luglio 2007 dall'impianto EUREX- SO.G.I.N.) e 63 dalla Centrale nucleare di Garigliano. L'invio di tutto il combustibile presente all'impianto francese di La Hague, per il

riprocessamento previsto nel periodo marzo 2010-dicembre 2011 è stato rinviato di qualche mese a causa delle richieste avanzate dall'Autorità di Controllo francese (fonte SO.G.I.N.).

Nel corso del 2009 è stato effettuato n. 1 scarico di effluenti radioattivi liquidi nel fiume Dora Baltea.

IL DEPOSITO AVOGADRO

Tipologia iniziale: reattore nucleare di ricerca (cioè non preposto alla produzione di energia elettrica).
Tipologia attuale: deposito di combustibile nucleare irraggiato.
Periodo di funzionamento come reattore di ricerca: dal 1960 al 1971.
Periodo di funzionamento come deposito di combustibile: dal 1984 ad oggi.
Stato attuale dell'impianto: in esercizio.
Decommissioning: non è ancora stata presentata l'istanza.
Prospettive: svuotamento della piscina del combustibile.



4. IL MONITORAGGIO RADIOLOGICO AMBIENTALE

Il monitoraggio radiologico ambientale è uno strumento che consente di valutare lo stato della contaminazione radioattiva dell'ambiente e conseguentemente di stimare l'*equivalente di dose* alla popolazione, grandezza proporzionale al rischio indotto dall'esposizione alle radiazioni ionizzanti.

Le misure di concentrazione effettuate sulle varie matrici campionate vengono pertanto utilizzate per calcolare la *dose* agli individui dei *gruppi critici*, tenendo conto delle abitudini alimentari e di vita.

In via generale si può distinguere tra due diverse tipologie: il monitoraggio ordinario ed il monitoraggio straordinario.

➤ **Il monitoraggio ordinario**

Viene effettuato con il fine di segnalare tempestivamente l'insorgere di situazioni anomale e di fenomeni di accumulo di particolari radionuclidi rilasciati nell'ambiente in modo autorizzato. Un monitoraggio, per essere uno strumento efficace, deve essere pianificato sulla base delle indicazioni che emergono da uno studio preliminare. Questo studio, partendo, per ogni sito, dalle informazioni sulle modalità e sulla quantità di

effluenti radioattivi scaricati, consente di individuare, con l'ausilio di opportuni modelli di diffusione, le *vie critiche* ed i *gruppi critici*. Vengono così scelte le *matrici ambientali ed alimentari* da campionare, i *punti di prelievo* significativi e la *frequenza di campionamento*. Sulla scorta di queste considerazioni, Arpa Piemonte ha perfezionato il piano di monitoraggio del sito di Saluggia (VC) ed effettua con continuità i controlli.

➤ **Il monitoraggio straordinario**

Viene effettuato in occasione di particolari attività o dopo il verificarsi di una situazione anomala, incidentale o di calamità naturale che interessi un sito nucleare. In questo caso il monitoraggio viene pianificato in funzione dell'accaduto e non ha più una funzione strettamente preventiva ma è mirato alla verifica delle eventuali conseguenze indotte sull'ambiente dall'evento in questione.

Presso il sito di Saluggia (VC) Arpa Piemonte ha messo in atto, a far data dal 2004, un monitoraggio straordinario dell'acqua di falda superficiale.

5. STRATEGIE DI CONTROLLO

Sono state applicate le strategie di controllo riportate nelle relazioni precedenti ed ampiamente 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.

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

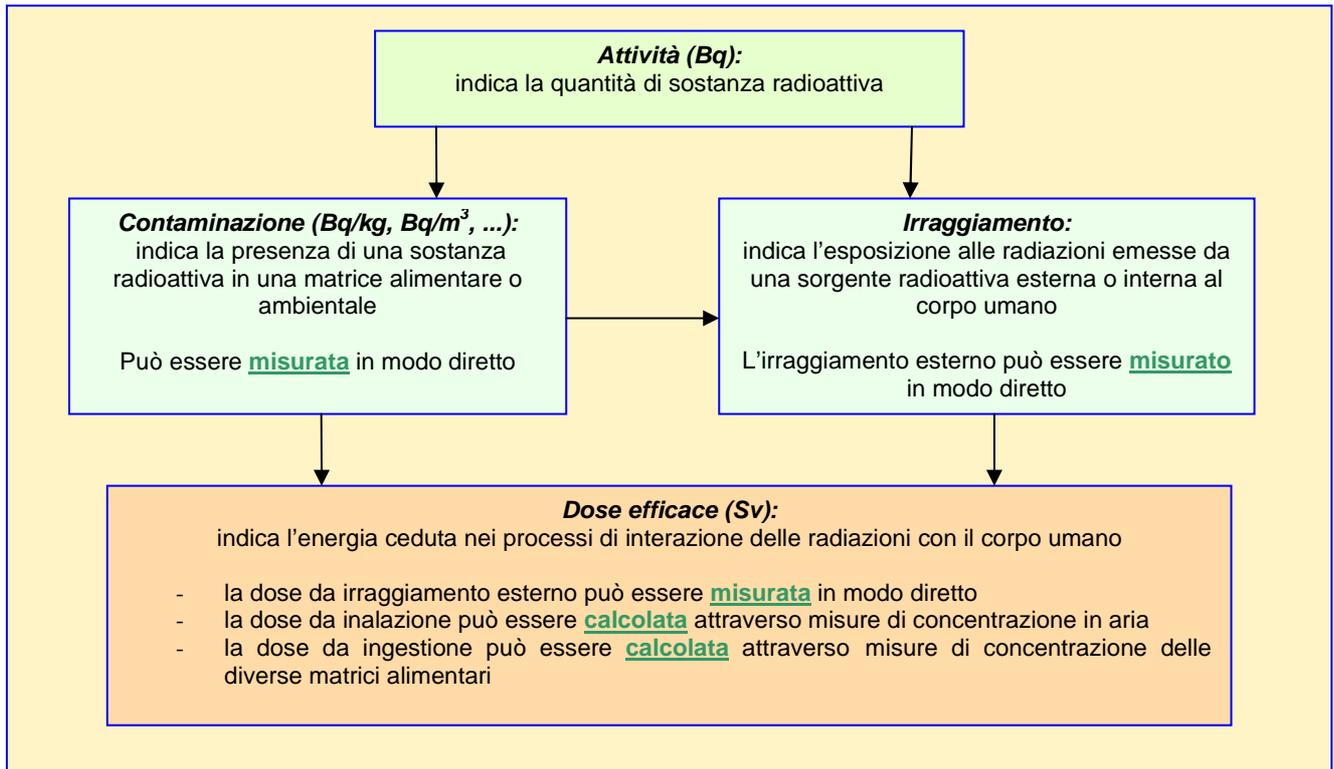
in 1 mSv per anno solare. Inoltre è fissato in 10 µSv per anno solare il *limite per la non rilevanza radiologica*: al di sotto di tale soglia si può ritenere del tutto trascurabile l'impatto radiologico.

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 (di seguito indicati con *R*) per le concentrazioni nelle varie matrici.

Inoltre si è tenuto conto dei valori di screening (di seguito indicati con *S*) fissati per alcune grandezze a livello internazionale

e/o comunitario (attività alfa e beta totale nelle acque potabili e nel particolato atmosferico). I *valori di screening* costituiscono dei valori di attenzione che suggeriscono di intraprendere azioni finalizzate ad un approfondimento della situazione.

Tralasciando in questa sede il dettaglio dei calcoli necessari per la determinazione dei *valori soglia* li riporteremo di volta in volta in calce ai risultati analitici per consentire un immediato confronto.



6. METODOLOGIA DI MISURA

I metodi utilizzati per l'esecuzione delle analisi – contenuti nel “Catalogo prove” di Arpa Piemonte 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

ARPA Ente di diritto pubblico – Dipartimento Tematico Radiazioni

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

Struttura Semplice Siti Nucleari

Via Trino, 89 – 13100 Vercelli – Tel. 0161269884 – fax 0161269850

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.

Nel grafico di figura 6.1 è riportato il numero di campioni – suddivisi per matrice – prelevati ed analizzati nel corso del 2009 nell'ambito delle reti di monitoraggio radiologico ambientale ordinarie e straordinarie del sito nucleare di Saluggia.

Nel grafico di figura 6.2 è invece riportata la distribuzione percentuale delle tipologie di analisi.

Figura 6.1 Campioni analizzati nell'anno 2009.

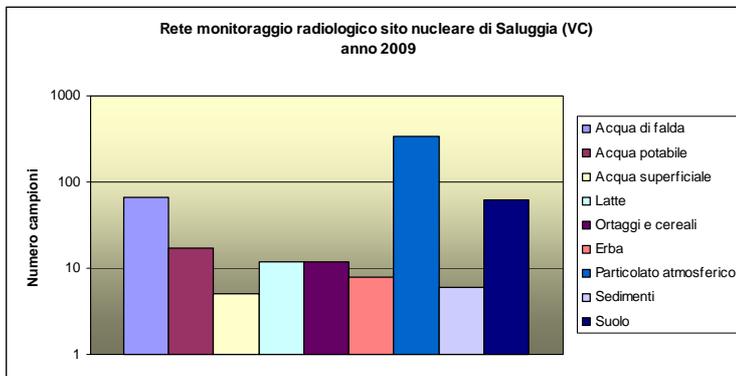
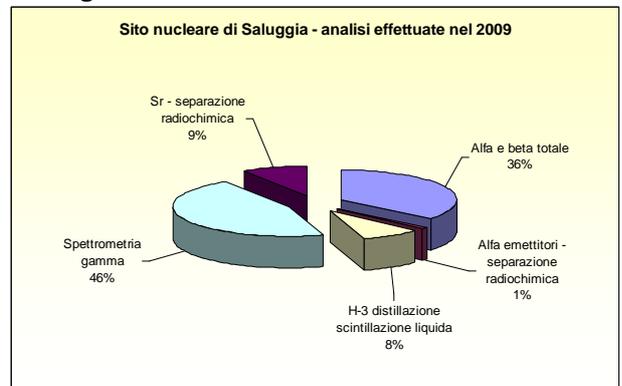


Figura 6.2 Analisi effettuate nell'anno 2009.



I risultati delle analisi vengono espressi come concentrazioni di attività per il singolo radionuclide riferite alla massa, al volume o alla superficie della matrice considerata (Bq/kg, Bq/l, Bq/m³ e Bq/m² rispettivamente). La sensibilità della misura viene indicata dalla MAR (Minima Attività Rilevabile): 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 considerata la MAR come limite superiore per la concentrazione del radionuclide stesso (nelle tabelle si vedrà il simbolo <). La sensibilità delle misure deve essere tale da garantire delle MAR (Minima Attività Rilevabile) sempre inferiori ai valori soglia per la non rilevanza radiologica e ai valori di screening.

In tabella 6.1 sono riportati gli ordini di grandezza delle sensibilità di misura (MAR).

Tabella 6.1 Sensibilità di misura, espresse in termini delle MAR (ordini di grandezza).

Parametro	Cs-137 Bq/kg	Cs-137 acqua Bq/l	Sr-90 acqua Bq/l	H-3 acqua Bq/l	α-tot acqua Bq/l	β-tot acqua Bq/l	α-tot aria Bq/m ³	β-tot aria Bq/m ³
MAR	0,5	0,005	0,005	4	0,1	0,2	0,00008	0,0002

7. 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

“Gamma Vision - versione 6” della EG&G Ortec;

- contatore proporzionale a flusso di gas Berthold mod. LB 770;
- contatore a scintillazione liquida Wallac mod. Winspectral 1414.



Esecuzione di separazioni radiochimiche



Catene spettrometriche alfa con rivelatori al silicio

8. LA RETE DI MONITORAGGIO

Con apposito studio radioecologico sono state individuate le matrici ambientali e alimentari considerate come indicatori locali, la frequenza minima di campionamento, le determinazioni analitiche da effettuare ed i valori di riferimento da adottare (paragrafo 5). Tutti i prelievi sono effettuati secondo precise modalità di campionamento in modo da

garantire la significatività e la riproducibilità dei dati di misura.

Di seguito sono riportate la cartina (fig. 8.1) con la dislocazione dei punti di prelievo dei campioni della rete di monitoraggio e la tabella 8.1 con il piano di monitoraggio preventivato.

Figura 8.1 Distribuzione dei punti di prelievo del piano di monitoraggio per il sito nucleare di Saluggia.

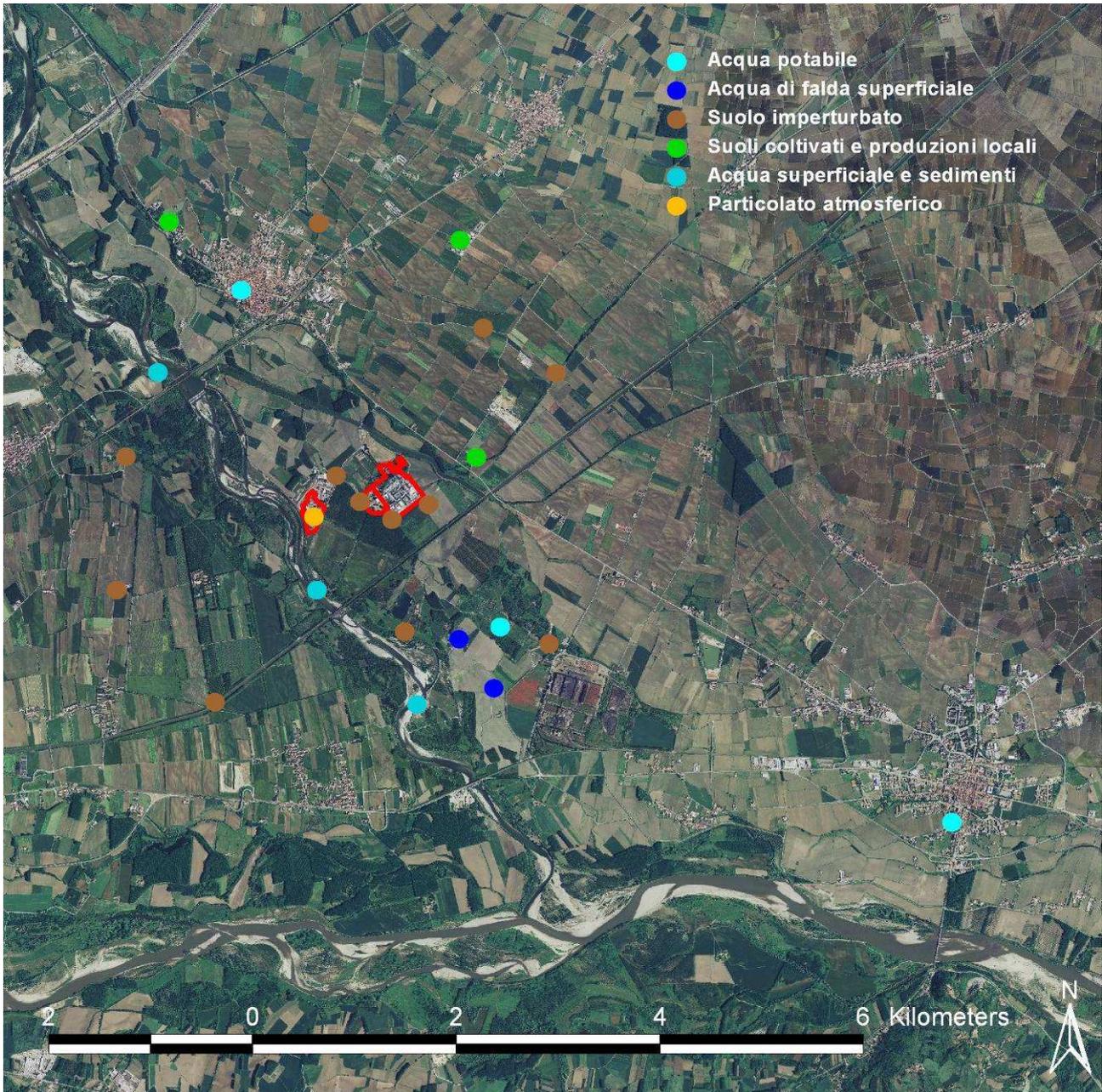


Tabella 8.1 Piano di monitoraggio per il sito nucleare di Saluggia.

Matrice	Punti di prelievo	Frequenza di campionamento	Parametro	S Bq/kg Bq/m ³	R _{non rilevanza j} Bq/kg Bq/m ³	R _i Bq/kg Bq/m ³
Acqua potabile	SQ01, SQ05 SQ02, SQ03	mensile trimestrale	α totale	0,5		
			β totale	1		
			H-3	100		
			Cs-134		1,1	11
			Cs-137		1,5	15
			Co-60		1,2	12
			Sr-90		0,29	2,9
			Am-241		0,018	0,18
			Pu-239/240		0,016	0,16
			Pu-238		0,017	0,17
Acqua di falda superficiale	Monitoraggio straordinario, si veda paragrafo 10					
Acqua superficiale	SF02	trimestrale	α totale	0,5		
			β totale	1		
			Cs-134		0,018	1,8
			Cs-137		0,026	2,6
			Co-60		0,12	12
			I-131		0,28	28
			Am-241		0,022	2,2
			Pu-239/240		0,016	1,6
			Pu-238		0,017	1,7
Cereali, fagioli	SC01, SC02, SC03	annuale	Cs-137		5,5	550
			Co-60		4,4	420
Latte	SC01, SC02, SC03	semestrale	Cs-137		4	400
			Co-60		1,5	150
			Sr-90		0,36	36
Sedimenti fluviali	SF01, SF02, SF03	semestrale	Cs-137		550	55000
			Co-60		440	44000
			Am-241		240	24000
			Pu-239/240		210	21000
			Pu-238		220	22000
Ortaggi	SC01, SC02, SC03	trimestrale	Cs-137		13	1300
			Co-60		9,3	930
Erba	SS09, SS10, SS11, SS12, SS13	semestrale	Cs-137			
			Co-60			
Suolo	SS01, SS02, SS03, SS04, SS05, SS06, SS07, SS08, SS09, SS10, SS11, SS12, SS13	semestrale	Cs-137		10000	1000000
			Co-60		2300	230000
			Am-241		850000	85000000
Suolo coltivato	SC01, SC02, SC03	annuale	Cs-137		550	55000
			Co-60		440	44000
			Am-241		240	24000
			Pu-239/240		210	21000
			Pu-238		220	22000
Particolato atmosferico	SA02	continua	α totale ritardata	0,0005		
			β totale ritardata	0,005		
			Cs-137		0,3	30
			Co-60		0,13	13
			I-131		0,073	7,3

ARPA Ente di diritto pubblico – Dipartimento Tematico Radiazioni

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

Struttura Semplice Siti Nucleari

Via Trino, 89 – 13100 Vercelli – Tel. 0161269884 – fax 0161269850

9. MONITORAGGIO AMBIENTALE ORDINARIO – RISULTATI DELLE MISURE

Acqua potabile di rete

Nei campioni di acqua potabile prelevati presso il campo pozzi della Cascina Giarrea dell'Acquedotto del Monferrato (SQ05), presso la fontanella pubblica sita nella Piazza del Municipio di Saluggia (SQ02) e presso la fontanella pubblica sita nella Piazza Garibaldi di Crescentino (SQ03) non è mai stata rilevata la presenza di radionuclidi di origine artificiale. In particolare i risultati ottenuti si sono sempre mantenuti nettamente al di sotto dei *valori di screening* fissati dall'O.M.S. e dei *valori soglia per la non rilevanza radiologica*.

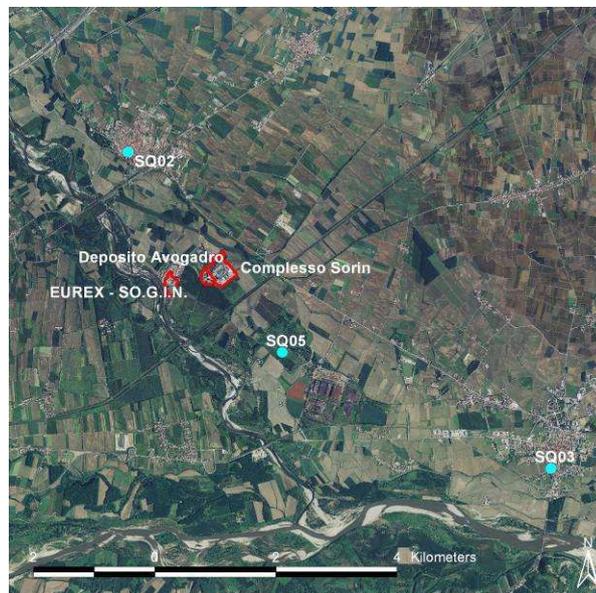


Tabella 9.1 Risultati delle misure sui campioni di acqua potabile di rete.

Punto	Numero campione	Data prelievo	α totale Bq/l	β totale Bq/l	Co-60 Bq/l	Cs-134 Bq/l	Cs-137 Bq/l	Sr-90 Bq/l	H-3 Bq/l
SQ02	09/003063	09/02/2009	< 0,120	< 0,139	< 0,00308	< 0,00250	< 0,00310	09/050022*	09/050022*
	09/021645	03/06/2009	< 0,103	< 0,153	< 0,00319	< 0,00276	< 0,00305		
	09/026512	06/07/2009	< 0,099	< 0,150	< 0,00307	< 0,00286	< 0,00222		
	09/043903	15/10/2009	< 0,116	< 0,167	< 0,00311	< 0,00298	< 0,00230		
SQ03	09/003066	09/02/2009	< 0,120	< 0,142	< 0,00198	< 0,00270	< 0,00309	09/050023*	09/050023*
	09/021646	03/06/2009	< 0,101	< 0,175	< 0,00311	< 0,00290	< 0,00321		
	09/026513	06/07/2009	< 0,120	< 0,182	< 0,00306	< 0,00277	< 0,00122		
	09/043905	15/10/2009	< 0,135	< 0,169	< 0,00382	< 0,00281	< 0,00327		
SQ05	09/001658	26/01/2009	< 0,119	< 0,149	< 0,00197	< 0,00236	< 0,00243	< 0,00398	< 3,92
	09/020763	26/05/2009	< 0,099	< 0,177	< 0,00342	< 0,00310	< 0,00249	< 0,00409	< 3,47
	09/025566	29/06/2009	< 0,073	< 0,126	< 0,00332	< 0,00238	< 0,00287	< 0,00498	< 3,48
	09/030138	21/07/2009	< 0,086	< 0,178	< 0,00256	< 0,00260	< 0,00234	< 0,00428	< 3,42
	09/034502	24/08/2009	< 0,112	< 0,174	< 0,00299	< 0,00219	< 0,00247	< 0,00394	< 3,99
	09/041680	29/09/2009	< 0,087	< 0,130	< 0,00318	< 0,00327	< 0,00313	< 0,00746	< 3,89
	09/046045	28/10/2009	< 0,144	< 0,185	< 0,00318	< 0,00318	< 0,00258	< 0,00378	< 3,97
	09/050484	01/12/2009	< 0,224	< 0,196	< 0,00382	< 0,00354	< 0,00395	< 0,00599	< 3,88
09/053427	21/12/2009	0,100 ± 0,086	< 0,212	< 0,00317	< 0,00279	0,00297	< 0,00577	< 3,94	
S, R non rilevanza			0,5	1	1,2	1,1	1,5	0,29	100

* Numero del campione composito annuale

ARPA Ente di diritto pubblico – Dipartimento Tematico Radiazioni

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

Struttura Semplice Siti Nucleari

Via Trino, 89 – 13100 Vercelli – Tel. 0161269884 – fax 0161269850

Acqua di falda superficiale

L'acqua di falda superficiale è oggetto di un monitoraggio radiologico straordinario istituito a partire dal giugno 2004 (si veda il paragrafo 10).

Tuttavia nella rete di monitoraggio ordinario del sito sono storicamente inseriti alcuni pozzi di cascina. In tabella 9.2 sono riassunti, a complemento di quanto riportato al paragrafo 10, i risultati delle misure eseguite nel corso del 2009. Come ben evidenziato in figura 9.1 nella seconda metà dell'anno 2009 i valori di concentrazione dello Sr-90 nel pozzo SP01 (Casale Benne) sono scesi al di sotto del limite di rivelabilità strumentale.

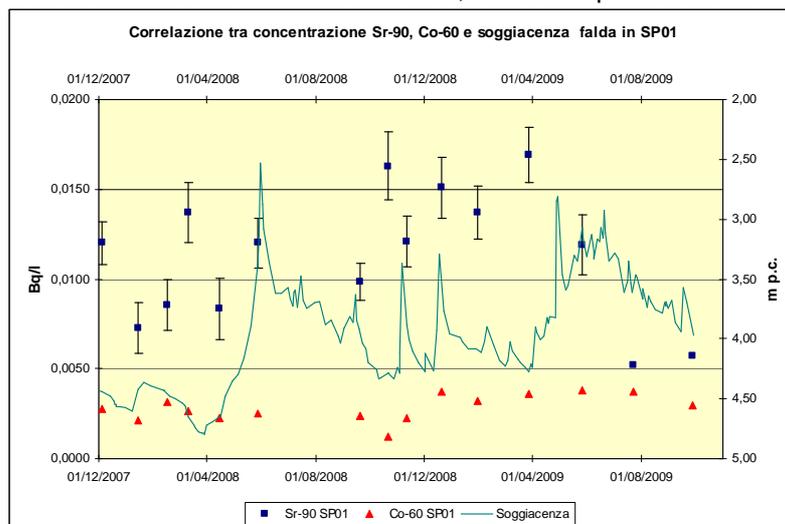
Tutti i valori si sono sempre mantenuti nettamente al di sotto dei *valori di screening* fissati dall'O.M.S. e dei *valori soglia per la non rilevanza radiologica*.



Tabella 9.2 Risultati delle misure sui campioni di acqua di falda superficiale.

Punto	Numero campione	Data prelievo	α totale Bq/l	β totale Bq/l	Co-60 Bq/l	Cs-134 Bq/l	Cs-137 Bq/l	Sr-90 Bq/l	H-3 Bq/l
SP01	09/002103	28/01/2009	< 0,104	< 0,198	< 0,00319	< 0,0025	< 0,00368	0,0137±0,0015	< 3,98
	09/010320	27/03/2009	< 0,102	< 0,179	< 0,00361	< 0,00347	< 0,00310	0,0169±0,0015	< 3,40
	09/020768	26/05/2009	< 0,103	< 0,149	< 0,00380	< 0,00322	< 0,00151	0,0119±0,0017	< 3,41
	09/030416	23/07/2009	< 0,088	< 0,150	< 0,00370	< 0,00320	< 0,00263	< 0,0052	< 3,38
	09/041434	28/09/2009	< 0,134	< 0,183	< 0,00295	< 0,00279	< 0,00194	< 0,0057	< 3,87
SP04	09/020770	26/05/2009	< 0,116	< 0,182	< 0,00344	< 0,00236	< 0,00237	< 0,0048	< 3,43
S, R non rilevanza			0,5	1	1,2	1,1	1,5	0,29	100

Figura 9.1 Correlazione tra la concentrazione di Sr-90, Co-60 nel pozzo SP01 e il livello della falda.



ARPA Ente di diritto pubblico – Dipartimento Tematico Radiazioni

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

Struttura Semplice Siti Nucleari

Via Trino, 89 – 13100 Vercelli – Tel. 0161269884 – fax 0161269850

Suolo imperturbato – strato superficiale

Nello strato superficiale (0-5 cm) dei suoli prelevati all'esterno del Comprensorio nucleare è presente contaminazione da Cs-137 del tutto imputabile all'incidente di Chernobyl e confrontabile con le concentrazioni comunemente riscontrabili in questa matrice per altre zone della provincia e della regione.

La contaminazione da Co-60 riscontrata fin dal 1995 nel punto SS09 e certamente imputabile all'evento accidentale occorso nel 1986 nello stabilimento Sorin (sino all'evento alluvionale del 1994 la contaminazione era rimasta confinata all'interno dello stabilimento) è scesa al di sotto del limite di rivelabilità strumentale a causa del decadimento radioattivo. Tutti i valori si sono sempre mantenuti nettamente al di sotto dei valori soglia per la non rilevanza radiologica.

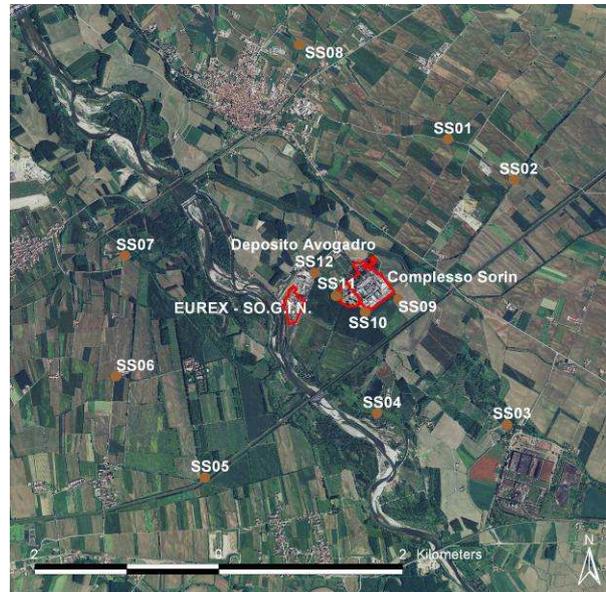


Tabella 9.3 Risultati delle misure sui campioni di suolo imperturbato – strato superficiale (0-5 cm).

Punto	Numero campione	Data prelievo	Am-241 Bq/kg	Co-60 Bq/kg	Cs-134 Bq/kg	Cs-137 Bq/kg
SS01	09/005464	02/03/2009	< 1,70	< 0,335	< 0,393	74,3 ± 9,0
	09/048931	18/11/2009	< 3,69	< 0,686	< 0,724	29,1 ± 4,1
SS02	09/005463	02/03/2009	< 3,23	< 0,265	< 0,369	15,4 ± 2,6
	09/048932	18/11/2009	< 2,33	< 0,508	< 0,463	46,9 ± 5,3
SS03	09/005466	02/03/2009	< 4,09	< 0,304	< 0,245	8,00 ± 1,4
	09/048935	18/11/2009	< 3,00	< 0,665	< 0,549	24,0 ± 3,5
SS04	09/005465	02/03/2009	< 1,84	< 0,343	< 0,325	21,4 ± 2,7
	09/048933	18/11/2009	< 2,78	< 0,426	< 0,126	4,50 ± 0,7
SS05	09/007128	10/03/2009	< 1,80	< 0,434	< 0,431	147,0 ± 22,0
	09/048300	16/11/2009	< 2,20	< 0,504	< 0,370	157,0 ± 20,0
SS06	09/007129	10/03/2009	< 3,48	< 0,282	< 0,349	29,7 ± 4,5
	09/048305	16/11/2009	< 3,05	< 0,525	< 0,383	3,60 ± 1,0
SS07	09/007130	10/03/2009	< 1,74	< 0,436	< 0,398	27,8 ± 3,4
	09/048307	16/11/2009	< 1,80	< 0,562	< 0,387	35,9 ± 4,6
SS08	09/007131	10/03/2009	< 1,41	< 0,287	< 0,318	33,9 ± 4,1
	09/048314	16/11/2009	< 3,99	< 0,611	< 0,389	38,4 ± 4,9
SS09	09/007808	16/03/2009	< 3,02	< 0,510	< 0,412	16,2 ± 2,8
	09/040020	22/09/2009	< 3,30	< 0,405	< 0,237	20,2 ± 2,9
	09/049472	23/11/2009	< 1,85	< 0,393	< 0,244	12,8 ± 1,5
SS10	09/007804	16/03/2009	< 2,57	< 0,210	< 0,299	24,1 ± 3,0
	09/049468	23/11/2009	< 2,20	< 0,427	< 0,280	5,50 ± 0,7
SS11	09/007799	16/03/2009	< 1,61	< 0,451	< 0,286	7,30 ± 1,0
	09/049464	23/11/2009	< 1,57	< 0,521	< 0,360	16,2 ± 2,0
SS12	09/007794	16/03/2009	< 1,81	< 0,325	< 0,321	28,6 ± 2,8
	09/049460	23/11/2009	< 1,18	< 0,772	< 0,454	39,4 ± 4,5
R non rilevanza			850000	2300	3900	10000

ARPA Ente di diritto pubblico – Dipartimento Tematico Radiazioni

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

Struttura Semplice Siti Nucleari

Via Trino, 89 – 13100 Vercelli – Tel. 0161269884 – fax 0161269850

Erba

Nell'erba i risultati delle misure sono sempre inferiori alle MAR. Non sono riportati i valori

soglia poiché non definibili nel caso di questa matrice, considerata un indicatore qualitativo.

Tabella 9.4 Risultati delle misure sui campioni di erba.

Punto	Numero campione	Data prelievo	Co-60 Bq/kg	Cs-134 Bq/kg	Cs-137 Bq/kg	I-131 Bq/kg
SS09	09/007807	16/03/2009	< 2,07	< 8,67	< 2,42	< 4,51
	09/049473	23/11/2009	< 3,45	< 3,22	< 4,68	< 5,83
SS10	09/007806	16/03/2009	< 1,96	< 1,65	< 2,01	< 5,43
	09/049470	23/11/2009	< 2,56	< 2,31	< 4,20	< 5,68
SS11	09/007802	16/03/2009	< 2,33	< 1,73	< 2,57	< 4,86
	09/049466	23/11/2009	< 2,88	< 2,34	< 2,73	< 4,80
SS12	09/007797	16/03/2009	< 2,98	< 2,81	< 2,93	< 5,54
	09/049461	23/11/2009	< 2,07	< 2,34	< 3,01	< 3,78

Suoli coltivati e relative coltivazioni

Nello strato superficiale (0-5 cm) dei suoli coltivati a mais prelevati nei punti SC01, SC02 e SC03 è presente contaminazione da Cs-137 del tutto imputabile all'incidente di Chernobyl e confrontabile con le concentrazioni comunemente riscontrabili in questa matrice per altre zone della provincia e della regione. I valori osservati risultano pressoché costanti a causa del rimescolamento degli strati di suolo dovuto all'aratura. Tutti i valori si sono sempre mantenuti nettamente al di sotto dei *valori soglia per la non rilevanza radiologica*.



Tabella 9.5 Risultati delle misure sui campioni di suolo coltivato.

Punto	Numero campione	Data prelievo	Am-241 Bq/kg	Co-60 Bq/kg	Cs-134 Bq/kg	Cs-137 Bq/kg
SC01	09/042025	01/10/2009	< 3,07	< 0,319	< 0,265	66,6 ± 9,5
SC02	09/040023	22/09/2009	< 2,81	< 0,511	< 0,412	25,8 ± 3,9
SC03	09/040027	22/09/2009	< 3,51	< 0,551	< 0,423	35,6 ± 5,1
<i>R_{non rilevanza}</i>			240	440	380	550

Nel mais coltivato nei terreni sopra riportati non è mai stata riscontrata traccia di contaminazione da radionuclidi artificiali.

I valori delle MAR sono sempre inferiori ai *valori soglia per la non rilevanza radiologica*.

ARPA Ente di diritto pubblico – Dipartimento Tematico Radiazioni

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

Struttura Semplice Siti Nucleari

Via Trino, 89 – 13100 Vercelli – Tel. 0161269884 – fax 0161269850

Tabella 9.6 Risultati delle misure sui campioni di mais coltivati nei suoli di cui alla tabella 9.4.

Punto	Numero campione	Data prelievo	Co-60 Bq/kg	Cs-134 Bq/kg	Cs-137 Bq/kg
SC01	09/042024	01/10/2009	< 0,184	< 0,176	< 0,224
SC02	09/040025	22/09/2009	< 0,286	< 0,233	< 0,298
SC03	09/040029	22/09/2009	< 0,176	< 0,099	< 0,120
R non rilevanza			4,1	3,8	5,5

Latte bovino crudo

Nel latte bovino crudo di produzione locale, prelevato presso le cascine SC01, SC02 e SC03 di Saluggia, non è mai stata riscontrata traccia di contaminazione da radionuclidi

artificiali. I valori delle MAR (Minima Attività Rilevabile) sono sempre inferiori ai *valori soglia per la non rilevanza radiologica*.

Tabella 9.7 Risultati delle misure sui campioni di latte bovino crudo di produzione locale.

Punto	Numero campione	Data prelievo	Co-60 Bq/l	Cs-134 Bq/l	Cs-137 Bq/l	Sr-90 Bq/l
SC01	09/002436	03/02/2009	< 0,106	< 0,175	< 0,260	< 0,0153 10/000181*
	09/016962	05/05/2009	< 0,219	< 0,212	< 0,267	
	09/042022	01/10/2009	< 0,256	< 0,200	< 0,253	
	09/047281	09/11/2009	< 0,278	< 0,211	< 0,239	
SC02	09/002434	03/02/2009	< 0,134	< 0,174	< 0,285	< 0,0195 10/000182*
	09/016955	05/05/2009	< 0,190	< 0,176	< 0,259	
	09/040022	22/09/2009	< 0,141	< 0,087	< 0,085	
	09/047275	09/11/2009	< 0,077	< 0,118	< 0,106	
SC03	09/002435	03/02/2009	< 0,134	< 0,236	< 0,282	< 0,0197 10/000183*
	09/016960	05/05/2009	< 0,239	< 0,217	< 0,276	
	09/040026	22/09/2009	< 0,053	< 0,099	< 0,056	
	09/047278	09/11/2009	< 0,101	< 0,067	< 0,073	
R non rilevanza			1,5	3,2	4	0,36

* Numero del campione composito annuale

Ortaggi

Negli ortaggi (insalata, cavoli, coste, verze) e nei fagioli di produzione locale prelevati presso le cascine SC01, SC02 e SC03 di Saluggia non è mai stata riscontrata traccia di

contaminazione da radionuclidi artificiali. I valori delle MAR (Minima Attività Rilevabile) sono sempre inferiori ai *valori soglia per la non rilevanza radiologica*.

Tabella 9.8 Risultati delle misure sui campioni di ortaggi (insalata, cavoli, coste, verze).

Punto	Numero campione	Data prelievo	Co-60 Bq/kg	Cs-134 Bq/kg	Cs-137 Bq/kg
SC01	09/022183	08/06/2009	< 0,212	< 0,200	< 0,236
	09/044458	19/10/2009	< 0,129	< 0,081	< 0,114
SC03	09/022180	08/06/2009	< 0,228	< 0,225	< 0,248
	09/044454	19/10/2009	< 0,197	< 0,235	< 0,289
	09/044456	19/10/2009	< 0,135	< 0,899	< 0,090
R non rilevanza			9,3	8,8	13

Tabella 9.9 Risultati delle misure sui campioni di fagioli di produzione locale.

Punto	Numero campione	Data prelievo	Co-60 Bq/kg	Cs-134 Bq/kg	Cs-137 Bq/kg
SC01	09/042023	01/10/2009	< 0,318	< 0,140	< 0,217
SC02	09/042021	01/10/2009	< 0,366	< 0,267	< 0,408
SC03	09/040028	22/09/2009	< 0,331	< 0,288	< 0,353
R non rilevanza			9,3	8,8	13

Acqua superficiale

In tabella 9.10 sono riportati i risultati delle misure effettuate sui campioni di acqua del fiume Dora Baltea prelevati nel punto SF02 posto a circa 500 metri a valle degli scarichi

degli impianti del comprensorio. Tutti i valori si sono sempre mantenuti nettamente al di sotto dei *valori di screening* e dei *valori soglia per la non rilevanza radiologica*.

Tabella 9.10 Risultati delle misure sui campioni di acqua superficiale del fiume Dora Baltea prelevati circa 500 m a valle degli scarichi del Comprensorio.

Punto	Numero campione	Data prelievo	α totale Bq/l	β totale Bq/l	Co-60 Bq/l	Cs-134 Bq/l	Cs-137 Bq/l
SF02	09/003057	09/02/2009	< 0,117	< 0,173	< 0,0020	< 0,0029	< 0,0023
	09/016949	05/05/2009	< 0,086	< 0,155	< 0,0036	< 0,0033	< 0,0042
	09/026506	06/07/2009	< 0,113	< 0,150	< 0,0038	< 0,0035	< 0,0027
	09/044450	19/10/2009	< 0,123	< 0,106	< 0,0026	< 0,0020	< 0,0026
S, R			0,5	1	12	1,8	2,6

Sedimenti fluviali

Nei sedimenti fluviali del fiume Dora Baltea prelevati a valle (SF02) del comprensorio è presente contaminazione da Cs-137 con concentrazioni confrontabili con quelle comunemente riscontrabili in questa matrice per altre zone della provincia e della regione

e non si evidenziano comunque situazioni di accumulo.

Tutti i valori si sono sempre mantenuti nettamente al di sotto dei *valori soglia per la non rilevanza radiologica*

Tabella 9.11 Risultati delle misure sui campioni di sedimenti del fiume Dora Baltea.

Punto	Numero campione	Data prelievo	Am-241 Bq/kg	Co-60 Bq/kg	Cs-134 Bq/kg	Cs-137 Bq/kg
SF02	09/003059	09/02/2009	< 3,66	< 0,299	< 0,329	4,60 ± 0,83
	09/026511	06/07/2009	< 4,15	< 0,352	< 0,308	1,37 ± 0,41
	09/044451	19/10/2009	< 4,66	< 0,423	< 0,328	4,48 ± 0,77
	10/000003	31/12/2009	< 1,69	< 0,252	< 0,158	11,4 ± 1,4
R non rilevanza			240	440	380	550

Particolato atmosferico

Nel corso dell'anno 2009 il particolato atmosferico è stato prelevato in continuo nel punto SA02 presso l'impianto EUREX-SO.G.I.N. Nel periodo estivo il campionamento è stato interrotto per interventi di manutenzione al sistema di prelievo.

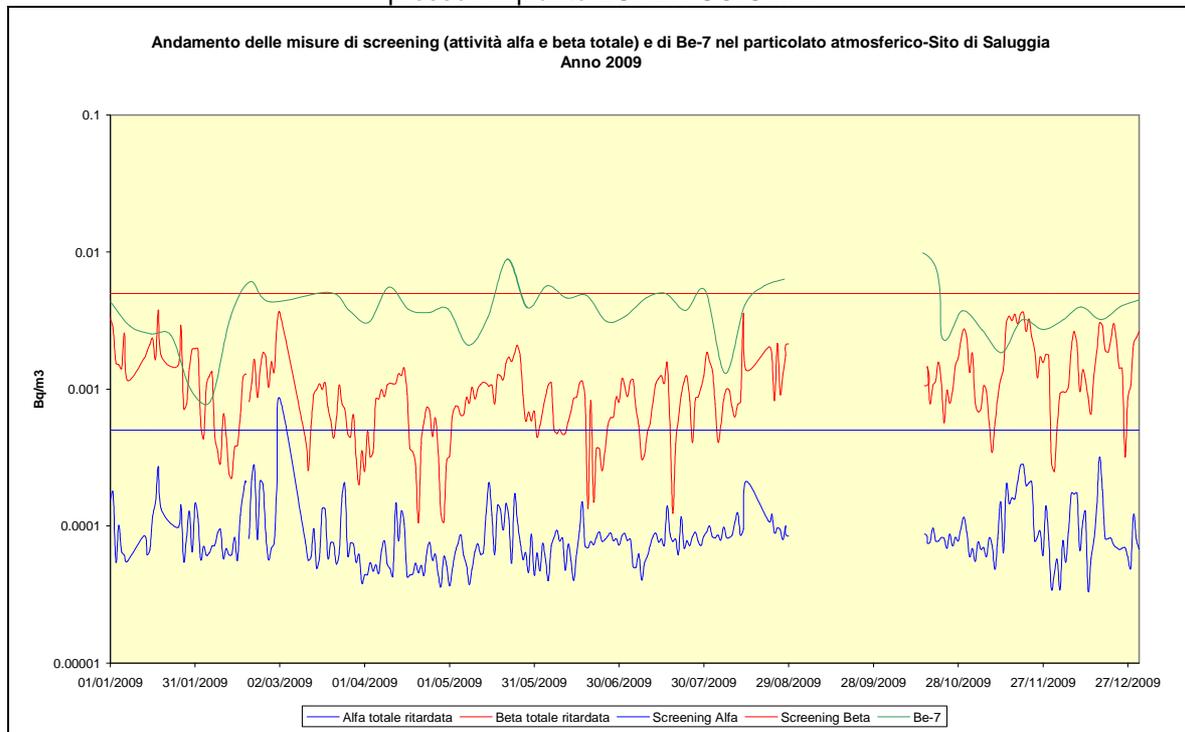
Le concentrazioni di attività alfa totale e beta totale ritardate sono imputabili alla presenza di nuclidi di origine naturale a vita non breve. Non è mai stato riscontrato il superamento né dei valori di *screening* per l'attività beta totale né dei *valori soglia per la non rilevanza radiologica* (non definibile per Be-7 essendo un radionuclide naturale).

Nel grafico di figura 9.2 è riportato l'andamento delle misure di *screening* di attività alfa e beta totale sui filtri giornalieri e di Be-7 sui campioni compositi settimanali.

In tabella 9.12 sono riportati i risultati delle misure di approfondimento sui campioni compositi settimanali.



Figura 9.2 Andamento delle misure di screening e di Be-7 sui campioni di particolato atmosferico prelevati presso l'impianto EUREX-SO.G.I.N.



ARPA Ente di diritto pubblico – Dipartimento Tematico Radiazioni

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

Struttura Semplice Siti Nucleari

Via Trino, 89 – 13100 Vercelli – Tel. 0161269884 – fax 0161269850

Tabella 9.12 Risultati delle misure sui campioni composti settimanali di particolato atmosferico prelevati presso l'impianto EUREX-SO.G.I.N.

Punto	Numero campione	Data inizio	Data fine	Cs-137 Bq/m ³	I-131 Bq/m ³	Be-7 Bq/m ³
SA02	09/000154	29/12/2009	05/01/2009	< 0,000106	< 0,000437	0,00434 ± 0,00120
	09/000156	05/01/2009	12/01/2009	< 0,000225	< 0,002060	< 0,00288
	09/001077	12/01/2009	19/01/2009	< 0,000089	< 0,000083	0,00253 ± 0,00062
	09/001667	19/01/2009	26/01/2009	< 0,000086	< 0,000034	0,00247 ± 0,00067
	09/002426	26/01/2009	02/02/2009	< 0,000081	< 0,000346	< 0,00099
	09/003053	02/02/2009	09/02/2009	< 0,000081	< 0,000403	< 0,00082
	09/003898	09/02/2009	16/02/2009	< 0,000069	< 0,000709	0,00332 ± 0,00100
	09/004782	16/02/2009	23/02/2009	< 0,000069	< 0,000692	0,00607 ± 0,00140
	09/005459	23/02/2009	02/03/2009	< 0,000054	< 0,000864	0,00433 ± 0,00100
	09/007790	10/03/2009	16/03/2009	< 0,000113	< 0,001010	0,00628 ± 0,00160
	09/009304	16/03/2009	23/03/2009	< 0,000084	< 0,000436	0,00508 ± 0,00084
	09/010572	23/03/2009	30/03/2009	< 0,000072	< 0,000702	0,00375 ± 0,00091
	09/012013	30/03/2009	06/04/2009	< 0,000078	< 0,000529	0,00307 ± 0,00091
	09/014079	06/04/2009	13/04/2009	< 0,000067	< 0,000497	0,00554 ± 0,00082
	09/015073	13/04/2009	20/04/2009	< 0,000077	< 0,000648	0,00381 ± 0,00096
	09/016005	20/04/2009	27/04/2009	< 0,000046	< 0,000565	0,00362 ± 0,00070
	09/016938	27/04/2009	04/05/2009	< 0,000063	< 0,000382	0,00385 ± 0,00071
	09/017777	04/05/2009	11/05/2009	< 0,000022	< 0,000287	0,00209 ± 0,00048
	09/019132	11/05/2009	18/05/2009	< 0,000086	< 0,000055	0,00331 ± 0,00068
	09/020813	18/05/2009	25/05/2009	< 0,000068	< 0,000390	0,00885 ± 0,00130
	09/021640	25/05/2009	01/06/2009	< 0,000099	< 0,000917	0,00393 ± 0,00087
	09/022176	01/06/2009	08/06/2009	< 0,000061	< 0,000636	0,00567 ± 0,00110
	09/023562	08/06/2009	15/06/2009	< 0,000097	< 0,000586	0,00461 ± 0,00086
	09/024892	15/06/2009	22/06/2009	< 0,000051	< 0,000491	0,00482 ± 0,00098
	09/025557	22/06/2009	29/06/2009	< 0,000049	< 0,000367	0,00312 ± 0,00071
	09/026499	29/06/2009	06/07/2009	< 0,000078	< 0,000469	0,00343 ± 0,00076
	09/028556	06/07/2009	13/07/2009	< 0,000099	< 0,001290	0,00461 ± 0,00100
	09/030127	13/07/2009	20/07/2009	< 0,000104	< 0,000593	0,00498 ± 0,00150
	09/030813	20/07/2009	27/07/2009	< 0,000079	< 0,000445	0,00375 ± 0,00076
	09/032095	27/07/2009	03/08/2009	< 0,000108	< 0,000930	0,00525 ± 0,00130
	09/033021	03/08/2009	10/08/2009	< 0,000040	< 0,001080	< 0,00130
	09/034230	10/08/2009	17/08/2009	< 0,000119	< 0,002420	0,00410 ± 0,00170
	09/034492	17/08/2009	24/08/2009	< 0,000278	< 0,000991	0,00568 ± 0,00190
	09/035573	24/08/2009	31/08/2009	< 0,000086	< 0,000543	0,00634 ± 0,00150
	09/044447	12/10/2009	19/10/2009	< 0,000213	< 0,001340	0,00984 ± 0,00270
	09/045584	19/10/2009	26/10/2009	< 0,000084	< 0,001030	0,00233 ± 0,00075
	09/046676	26/10/2009	02/11/2009	< 0,000071	< 0,000653	0,00372 ± 0,00100
	09/047262	02/11/2009	09/11/2009	< 0,000089	< 0,000435	0,00269 ± 0,00092
	09/048343	09/11/2009	16/11/2009	< 0,000043	< 0,000843	0,00185 ± 0,00073
	09/049533	16/11/2009	23/11/2009	< 0,005990	< 0,000870	0,00318 ± 0,00069
09/050474	23/11/2009	01/12/2009	< 0,000051	< 0,000707	0,00272 ± 0,00097	
09/051501	01/12/2009	07/12/2009	< 0,000134	< 0,004010	0,00318 ± 0,00110	
09/052057	07/12/2009	14/12/2009	< 0,000076	< 0,000545	0,00397 ± 0,00077	
09/053436	14/12/2009	21/12/2009	< 0,000102	< 0,000397	0,00322 ± 0,00120	
09/053902	21/12/2009	28/12/2009	< 0,000129	< 0,001050	0,00401 ± 0,00110	
R_{non rilevanza}				0,3	0,073	-

10. MONITORAGGIO RADIOLOGICO STRAORDINARIO DELL'ACQUA DI FALDA SUPERFICIALE – RISULTATI DELLE MISURE

Nel corso dell'anno 2009 i controlli sull'acqua di falda superficiale prelevata da piezometri e pozzi sono stati effettuati secondo il programma riportato in tabella 10.1 concordato con la Regione Piemonte e condiviso dal Tavolo Tecnico istituito presso la Regione Piemonte stessa.

Alcuni scostamenti dal programma, non sostanziali, sono stati resi necessari da situazioni contingenti. Inoltre 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 inoltre 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.

In figura 10.1 sono riportati i punti di prelievo. Complessivamente, nel corso dell'anno 2009, sono state eseguite le misure riportate in tabella 10.2.

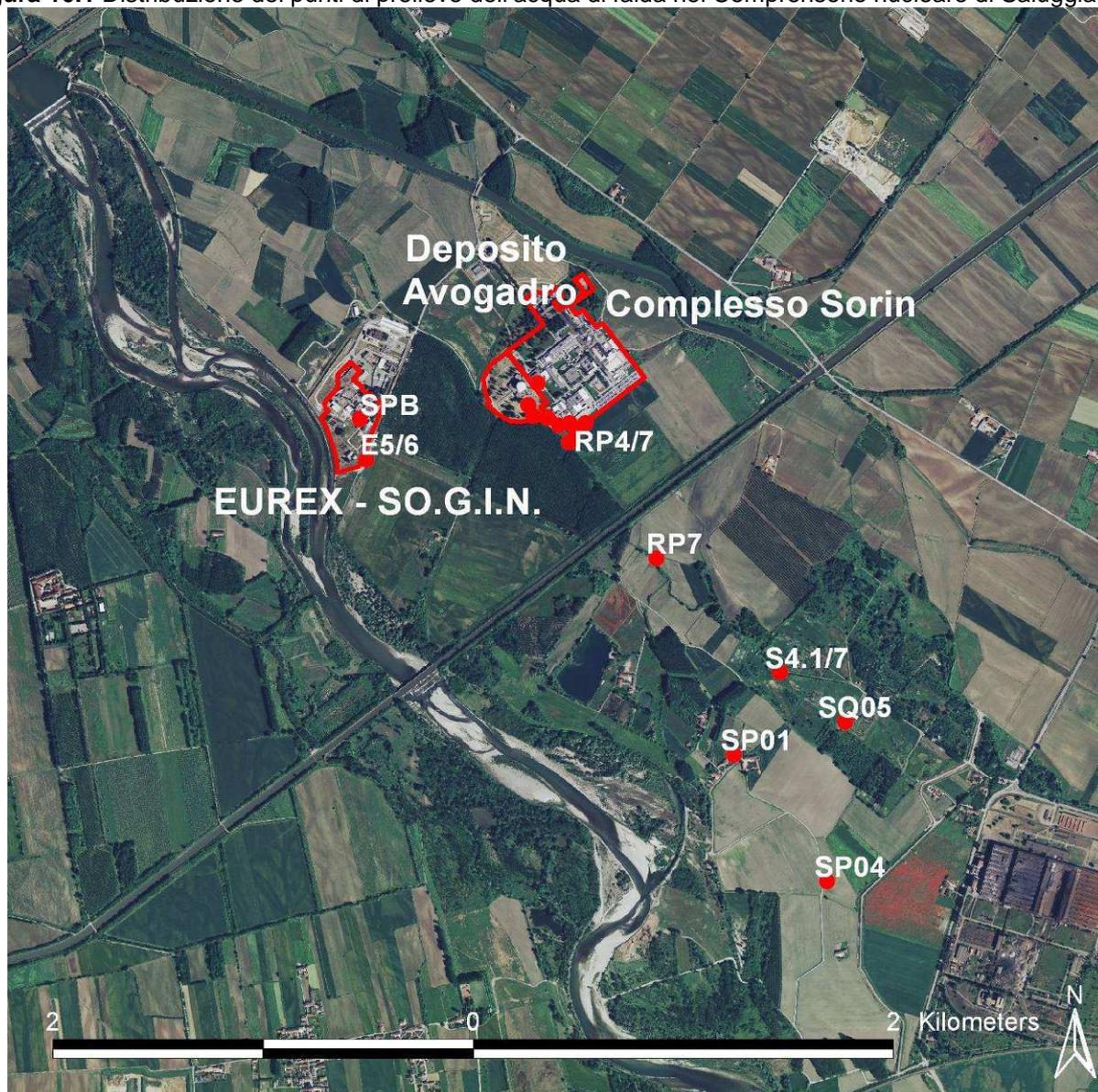
Tabella 10.1 Programma di campionamento anno 2009.

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 10.2 Misure eseguite nell'anno 2009.

	Numero misure eseguite
Spettrometria gamma	78
Alfa e beta totale	78
Sr-90	78
H-3	78

Figura 10.1 Distribuzione dei punti di prelievo dell'acqua di falda nel Comprensorio nucleare di Saluggia.



Risultati delle misure

I risultati dettagliati di tutte le misure effettuate nel corso dell'anno 2009 sono riportati nelle relazioni predisposte ed inviate con cadenza bimestrale ai soggetti istituzionali competenti. Al fine di garantire la massima trasparenza e la divulgazione delle informazioni le relazioni sono state contestualmente pubblicate anche sul sito

web di Arpa Piemonte all'indirizzo www.arpa.piemonte.it.

In tabella 10.3 sono riportati i risultati delle misure della campagna straordinaria di maggio 2009 che forniscono un quadro rappresentativo dello stato radiologico dell'acquifero superficiale intorno al sito di Saluggia.

Tabella 10.3 Campagna straordinaria maggio 2009.

ARPA Ente di diritto pubblico – Dipartimento Tematico Radiazioni

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

Struttura Semplice Siti Nucleari

Via Trino, 89 – 13100 Vercelli – Tel. 0161269884 – fax 0161269850

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								
09/020756	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

Il confronto tra i dati relativi alle campagne straordinarie di maggio 2008 e di maggio 2009 non evidenzia un *trend* in netta crescita, in particolare per le concentrazioni di Sr-90. I livelli di concentrazione di radioattività continuano a mantenersi inferiori a quelli corrispondenti ai *valori di screening* per la

potabilità dell'acqua e pertanto non costituiscono alcun rischio sanitario per la popolazione. Tuttavia, come già evidenziato in precedenti relazioni, indicano un fenomeno di diffusione ambientale di isotopi radioattivi che richiede grande attenzione al fine di prevedere e controllare la sua evoluzione.

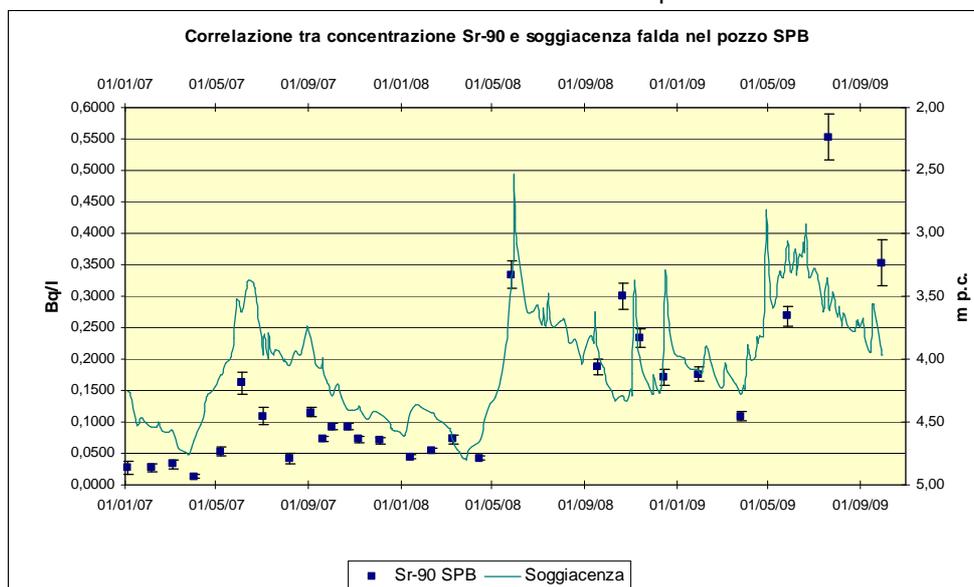
Correlazioni tra le concentrazioni dei radionuclidi e il livello della falda

Nei grafici successivi vengono riportati gli andamenti della contaminazione nei pozzi situati sull'asse sito EUREX, sito Sorin-Avogadro, campo pozzi dell'Acquedotto del Monferrato ritenuti più significativi per descrivere il fenomeno in atto.

In figura 10.2 è riportata la correlazione tra l'andamento dei valori di Sr-90 misurati nel pozzo SPB (posto a ridosso del muro della

piscina EUREX) e la soggiacenza della falda. Nell'ultimo periodo la correlazione non è più stretta, probabilmente a causa dei lavori di svuotamento e messa in sicurezza della piscina che hanno causato un sensibile aumento della concentrazione in acqua rispetto al periodo immediatamente precedente.

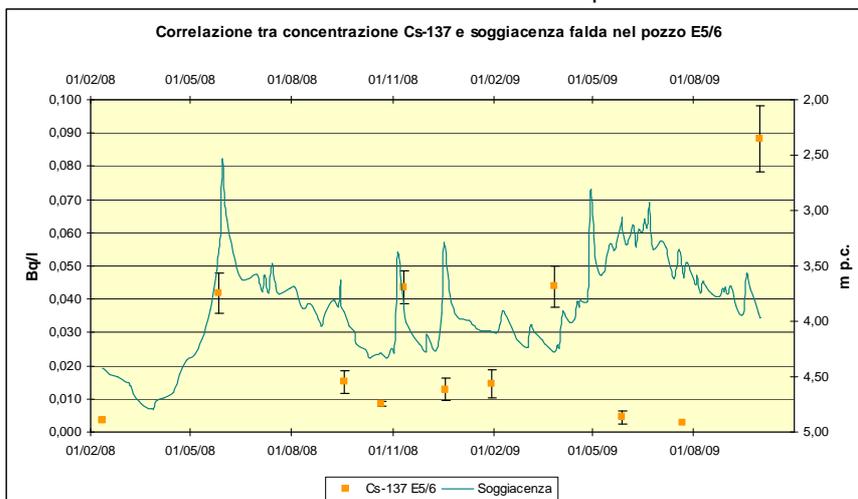
Figura 10.2 Correlazione tra la concentrazione di Sr-90 nel pozzo SPB e il livello della falda.



Il grafico di figura 10.3 mostra l'andamento dei valori di concentrazione di Cs-137 nel pozzo E5/6 posto all'esterno del sito EUREX, immediatamente a ridosso del muro di difesa idraulica. Come si può osservare tali valori sono soggetti a grandi fluttuazioni non strettamente correlabili all'andamento della

falda. E' opportuno ricordare che la contaminazione da Cs-137 presente in questo pozzo non è riconducibile al sito EUREX bensì alle perdite della condotta di scarico di effluenti radioattivi liquidi Sorin-Avogadro.

Figura 10.3 Correlazione tra la concentrazione di Cs-137 nel pozzo E5/6 e il livello della falda.



I grafici delle figure 10.4, 10.5 e 10.6 mostrano l'andamento della concentrazione di Sr-90 e di Co-60 nei pozzi A5 e A9 - interni al sito Avogadro - e nel pozzo SO5 - posto immediatamente a valle del sito Sorin. La presenza di radioisotopi in questi pozzi ha fatto subito ipotizzare l'esistenza di fonti di

contaminazione all'interno del sito. Le attività di controllo mirate eseguite nel mese di giugno 2009 presso le "celle calde" Sorin (dettagliate al punto 12) hanno consentito di evidenziare un nuovo punto di rilascio della contaminazione.

Figura 10.4 Correlazione tra la concentrazione di Sr-90 e Co-60 nel pozzo A5 e il livello della falda.

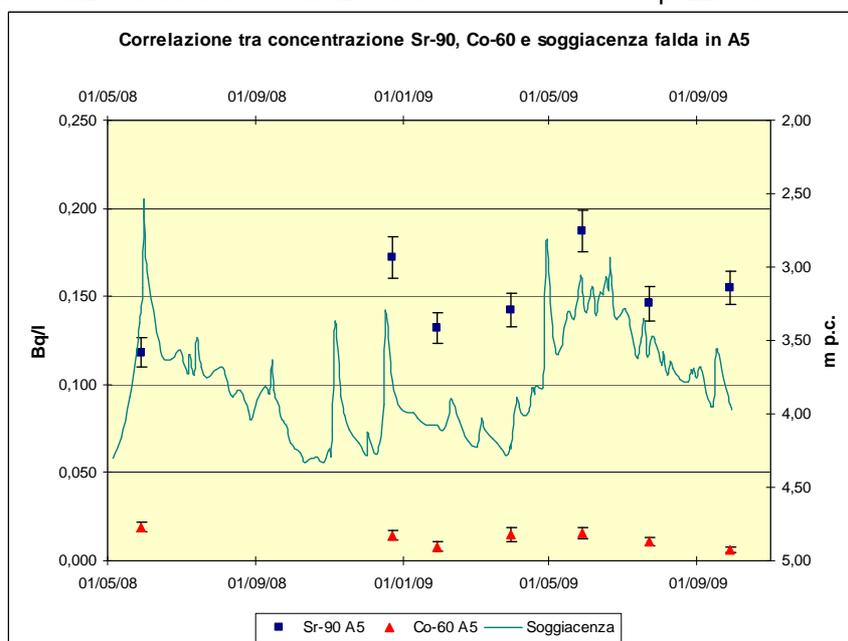


Figura 10.5 Correlazione tra la concentrazione di Sr-90 e Co-60 nel pozzo A9 e il livello della falda.

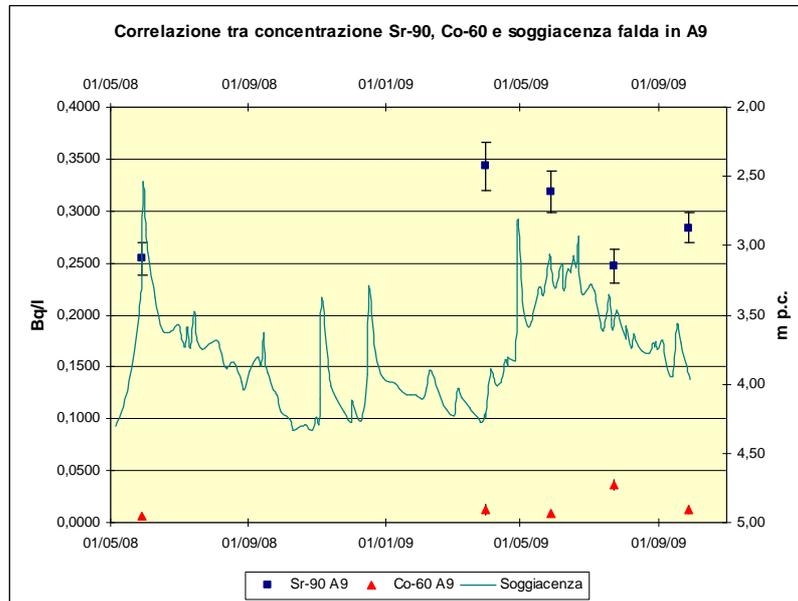
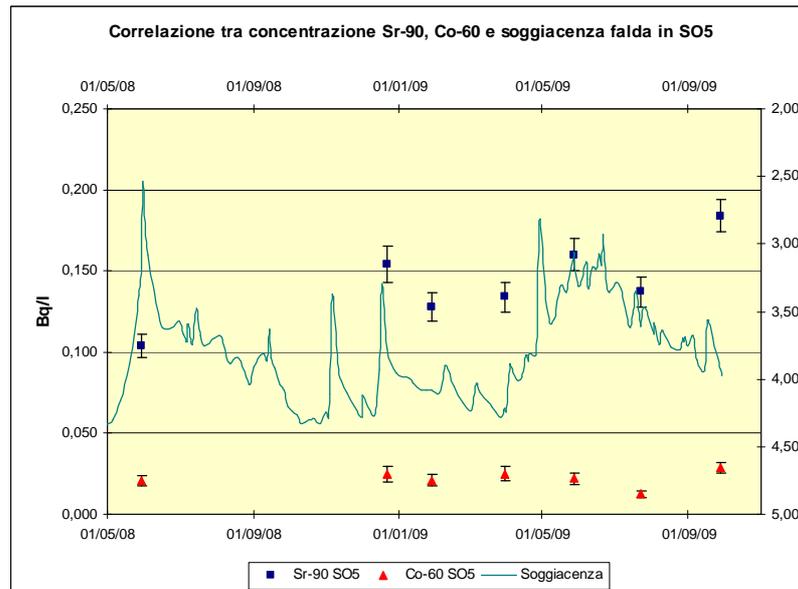


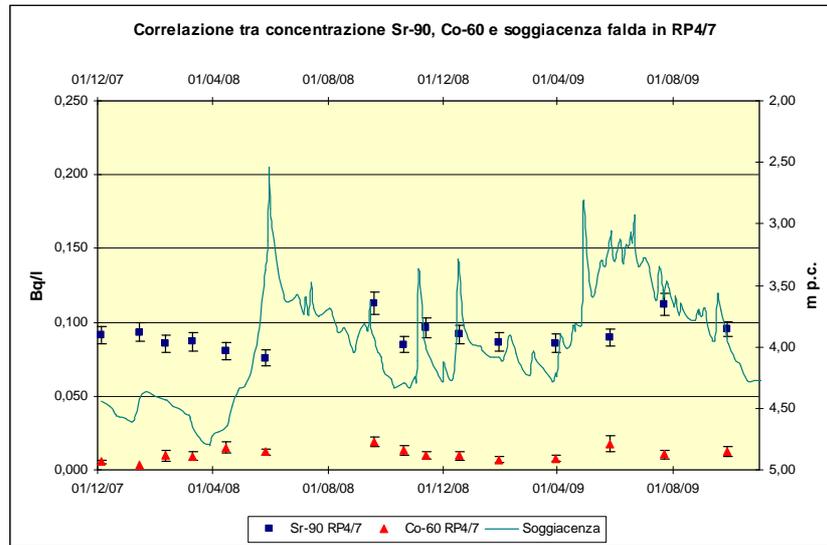
Figura 10.6 Correlazione tra la concentrazione di Sr-90 e Co-60 nel pozzo SO5 e il livello della falda.



Il grafico di figura 10.7 mostra che la concentrazione di Sr-90 e di Co-60 nel pozzo RP4/7, posto immediatamente a valle del sito

Sorin-Avogadro, si è mantenuta pressoché costante e non manifesta un *trend* di crescita.

Figura 10.7 Correlazione tra la concentrazione di Sr-90 e Co-60 nel pozzo RP4/7 e il livello della falda.



11. ATTIVITA' DI CONTROLLO DEGLI SCARICHI DI EFFLUENTI RADIOATTIVI

Gli impianti rilasciano nell'ambiente effluenti radioattivi liquidi ed aeriformi nel rispetto di precise formule di scarico assegnate in sede autorizzativa.

Arpa Piemonte, in accordo con ISPRA (già Apat) e con gli Esercenti, effettua controlli sistematici sui campioni di effluenti liquidi – al fine di verificare il rispetto delle formule di scarico – e indagini ambientali specifiche in occasione di ogni scarico.

Per quanto riguarda gli effluenti aeriformi il monitoraggio ambientale viene effettuato tramite le postazioni di campionamento di particolato atmosferico (per i risultati si veda il paragrafo precedente).

In tabella 11.1 sono riassunti gli impegni delle formule di scarico per gli effluenti radioattivi liquidi valutati in funzione delle analisi eseguite sui campioni prelevati prima di ogni

scarico, riportando il confronto con gli anni precedenti.

Nel corso del 2009 l'impianto EUREX-SO.G.I.N. ed il Deposito Avogadro hanno effettuato ciascuno n.1 scarico di effluenti radioattivi liquidi nel fiume Dora Baltea, mentre la Sorin non ha effettuato alcuno scarico.

In particolare lo scarico del Deposito Avogadro è stato effettuato in condizioni non ordinarie a causa del divieto di utilizzo della condotta di scarico imposto da ISPRA a seguito delle perdite rilevate lungo tutto il tragitto della condotta stessa (si veda il punto 13). Gli effluenti radioattivi liquidi sono stati perciò trasportati per mezzo di un'ideale autocisterna dentro al sito EUREX e scaricati nel fiume Dora Baltea utilizzando il punto di immissione della condotta di scarico dell'impianto.

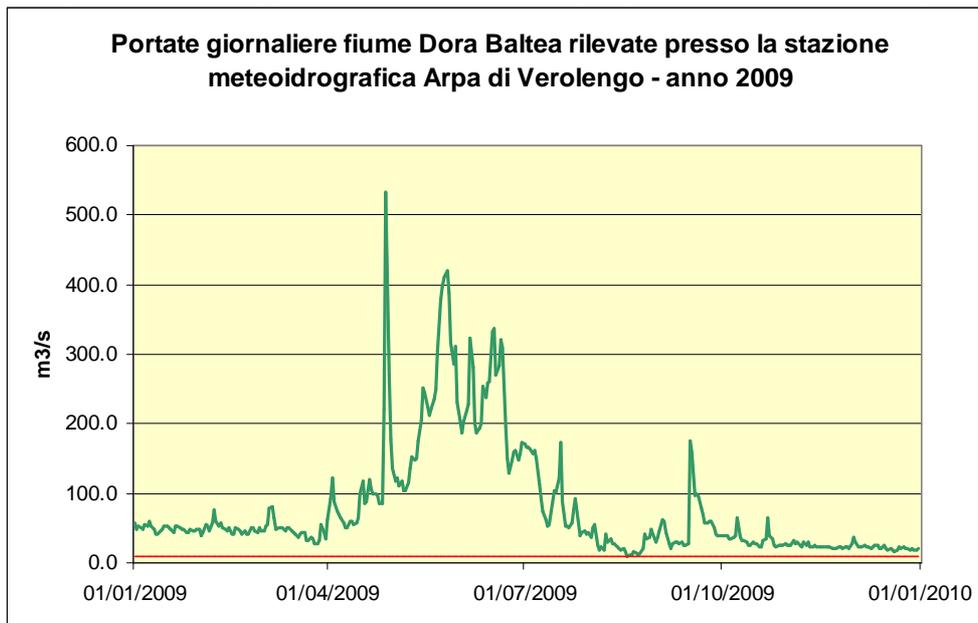
Tabella 11.1 Impegno delle formule di scarico in acqua per effluenti radioattivi liquidi.

Impianto	Impegno formula di scarico				
	anno 2005	anno 2006	anno 2007	anno 2008	anno 2009
Eurex-SO.G.I.N.	0% (nessuno scarico)	0,006%	0% (nessuno scarico)	0,03%	0,05%
Sorin	0,013%	0% (nessuno scarico)	0% (nessuno scarico)	0% (nessuno scarico)	0% (nessuno scarico)
Deposito Avogadro	39%	0% (nessuno scarico)	0% (nessuno scarico)	0% (nessuno scarico)	0,32%

Nel grafico di figura 11.1 è riportato l'andamento della portata media giornaliera del fiume Dora Baltea rilevata da Arpa Piemonte presso la stazione meteorografica di Verolengo, posta a circa 3 km di distanza a valle del sito, prima della

confluenza della Dora Baltea nel Po. Il rispetto dei valori minimi di portata del fiume – stabiliti dalla formula di scarico – è infatti condizione necessaria per lo scarico di effluenti radioattivi liquidi nella Dora Baltea.

Figura 11.1 Andamento della portata media giornaliera del fiume Dora Baltea (la linea rossa rappresenta il valore minimo per poter effettuare lo scarico).



12. INDAGINI RADIOMETRICHE PRESSO LE “CELLE CALDE” SORIN

Le evidenze fornite dai risultati del monitoraggio straordinario dell'acqua di falda superficiale hanno suggerito la necessità di individuare le possibili fonti di contaminazione all'interno del Complesso Sorin-Avogadro. Pertanto in data 25 giugno 2009, su richiesta di ISPRA, è stato effettuato un sopralluogo congiunto presso le “celle calde” Sorin nel corso del quale si è proceduto a campionamenti specifici.

Le “celle calde” Sorin infatti costituiscono la sorgente potenziale più prossima al pozzo A5, nel quale è stata riscontrata la presenza di Sr-90 e di Co-60.

In figura 12.1 è riportata la planimetria interna del sito Sorin, mentre in figura 12.2 è evidenziato il dettaglio della zona di interesse.

ARPA Ente di diritto pubblico – Dipartimento Tematico Radiazioni

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

Struttura Semplice Siti Nucleari

Via Trino, 89 – 13100 Vercelli – Tel. 0161269884 – fax 0161269850

Figura 12.1 Planimetria sito Sorin (fonte Sorin)

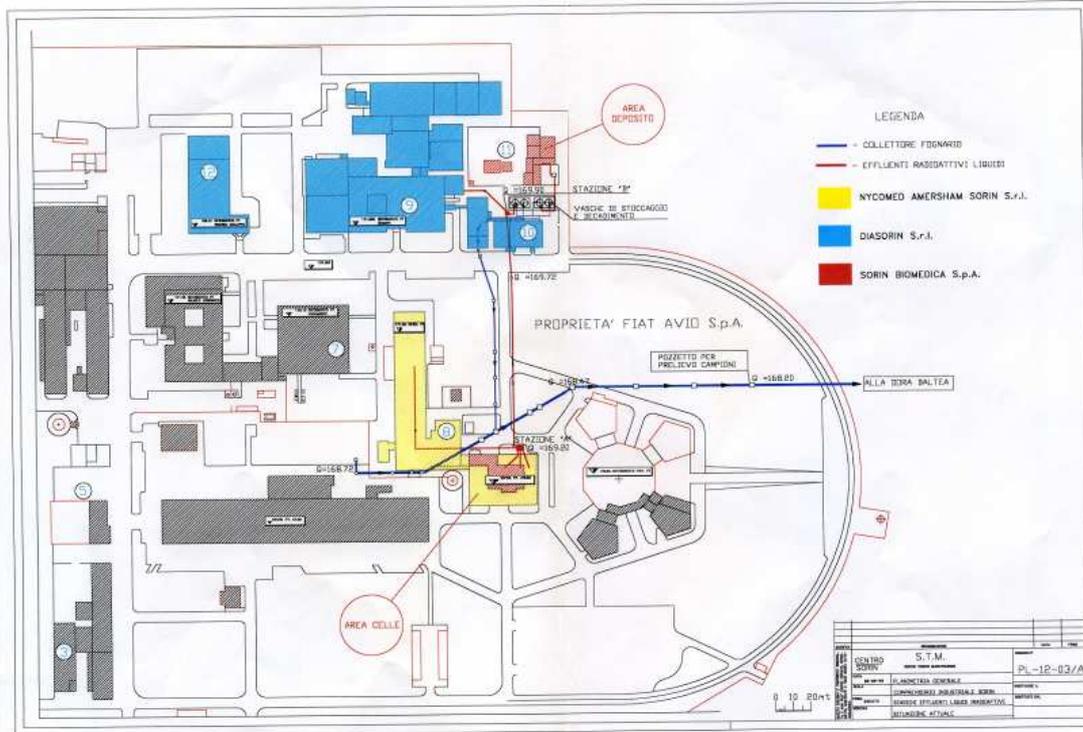
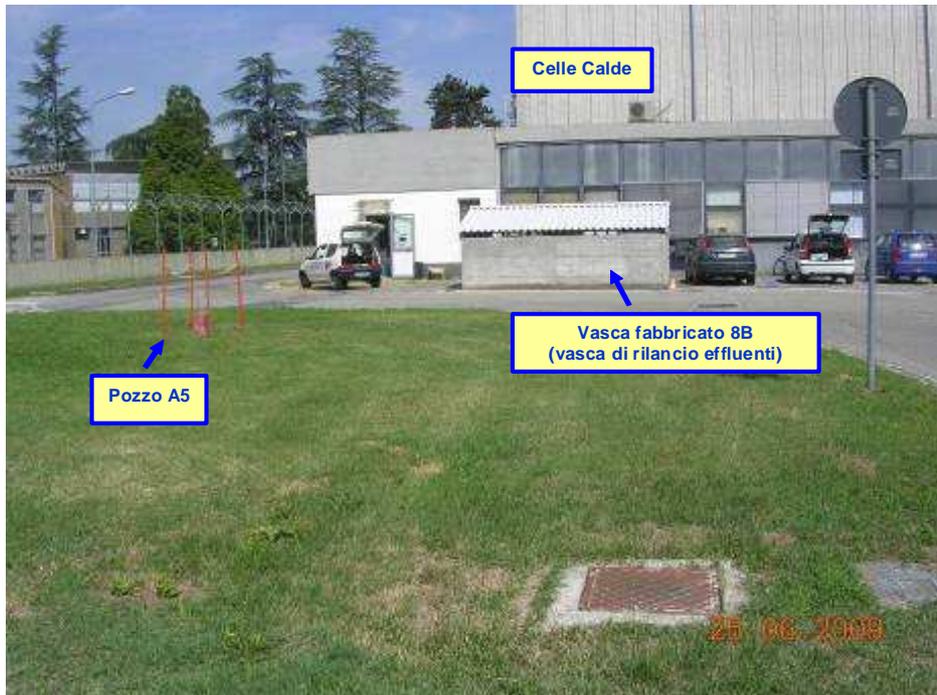


Figura 12.2 Dettaglio zona di interesse.



Il sopralluogo è stato effettuato nel locale dove è ubicata la cella di manipolazione delle sorgenti di Iridio all'interno dell'edificio che ospita le "celle calde"; in questo locale è collocato il pozzetto (denominato pozzetto cella Iridio) nel quale confluiscono sia la

condotta di aerazione che la condotta di raccolta liquidi delle celle stesse.

Di particolare interesse sono i risultati delle misure eseguite sui campioni di liquidi prelevati nel pozzetto della cella Iridio e nella vasca edificio 8B, riportati in tabella 12.1.

Tabella 12.1 Risultati delle misure

	Pozzetto cella Iridio (Bq/l)	Vasca Fabbricato 8B (Bq/l)
	camp. 2009/025289	camp. 2009/025291
Am-241	16,6 ± 1,6	0,797 ± 0,082
Pu-238	2,88 ± 0,2	0,0513 ± 0,008
Pu-239/240	6,15 ± 0,37	0,116 ± 0,011
U-234	1,19 ± 0,17	0,0204 ± 0,0049
U-235	0,0961 ± 0,035	< 0,00299
U-238	0,391 ± 0,071	0,0101 ± 0,0032
Cs-137	95,0 ± 9,9	8,62 ± 1,41
Sr-90	177 ± 11	71,6 ± 4,6
Co-60	653 ± 57	20,1 ± 2,1
H-3	209 ± 20	18,7 ± 2,7
Alfa totale	31,2 ± 2,9	1,48 ± 0,61
Beta totale	1180 ± 61	136,0 ± 7,8

In merito ai risultati si possono formulare le seguenti osservazioni:

- la presenza di Co-60 è dovuta al noto incidente del 1986;
- l'Uranio risulta arricchito al 4% circa;
- Am-241 e Pu sono presenti in concentrazioni basse rispetto a Sr-90 e Co-60 (< 2% dell'attività totale);
- tra i radionuclidi presenti Sr-90, Co-60 e H-3 sono stati rilevati anche nell'acqua di falda, mentre la presenza di Am-241 non è

mai stata riscontrata (questo consente ragionevolmente di escludere anche la presenza di Pu, essendo l'Am-241 più abbondante e più mobile del Pu).

Il quadro della situazione ha consentito di identificare nell'edificio "celle calde" una fonte di contaminazione.

ISPRA ha pertanto richiesto a Sorin l'effettuazione di interventi di bonifica che saranno a breve eseguiti.

13. OPERAZIONI DI RIPRISTINO DELLA CONDOTTA DI SCARICO SORIN-AVOGADRO

Nell'ambito del monitoraggio radiologico dell'acqua di falda superficiale in atto presso il sito nucleare di Saluggia (VC), a partire dal maggio 2008, è stata riscontrata la presenza di Cs-137 nel piezometro E5/6 posto a ridosso del muro di difesa idraulica del sito Eurex-SO.G.I.N.

Tale presenza è stata correlata al tratto dismesso della condotta di scarico di effluenti radioattivi del comprensorio Sorin-Avogadro che in quel tratto costeggia il muro. Questa circostanza ha indotto ad effettuare una video ispezione dell'intera condotta, la quale ha evidenziato alcune situazioni di possibile

criticità. Pertanto Sorin, su indicazioni di ISPRA, ha predisposto un piano di ripristino del collettore.

Durante le operazioni di ripristino Arpa ha prelevato campioni di suolo di scavo in alcuni dei quali è stata evidenziata contaminazione da Cs-137 e da Co-60, segno inequivocabile di perdite lungo la condotta di scarico. La tipologia di radionuclidi rilevati ed il rapporto tra le loro concentrazioni ha portato a ricondurre la contaminazione agli scarichi di effluenti liquidi del Deposito Avogadro.

I valori di concentrazione misurati sono compresi entro gli intervalli: 10-700 Bq/kg per il Cs-137 e 0,1-15 Bq/kg per il Co-60.

Il Cs-137 è dunque il radioisotopo a cui fare riferimento per le valutazioni di radioprotezione. La valutazione dei dati analitici ha consentito di formulare le seguenti considerazioni evidenziate nel grafico di figura 13.1:

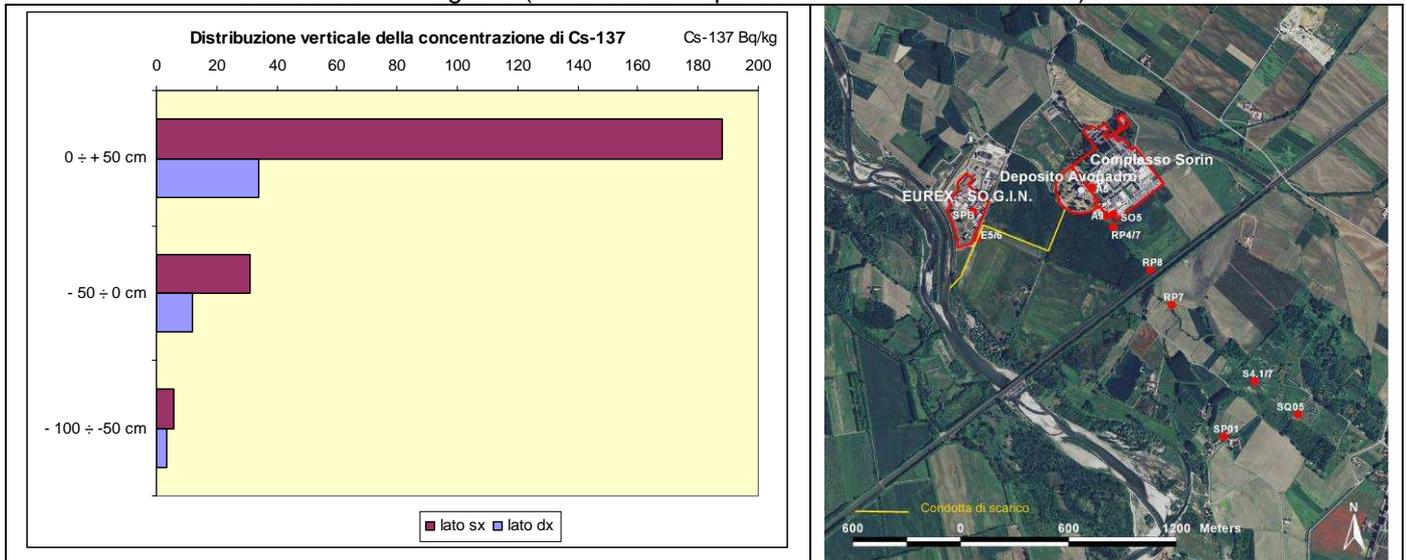
- la contaminazione è confinata entro uno spazio limitato intorno alla condotta a causa della scarsa mobilità del Cs-137;

- la contaminazione si trova in profondità (2-3 m) e non è disponibile per l'apparato radicale delle piante.

La rete di monitoraggio ordinario, a conferma di quanto sopra, non ha mai evidenziato contaminazione da Cs-137 nelle matrici alimentari e ambientali correlabile alla perdita della condotta, ad eccezione del pozzo E5/6.

Il quadro radioprotezionistico non configura pertanto pericoli per la popolazione, ma è risultato necessario trattare opportunamente il suolo contaminato e vietare l'utilizzo della condotta per lo scarico di effluenti radioattivi liquidi.

Figura 13.1 Distribuzione tipica della concentrazione di Cs-137 nel suolo di scavo intorno alla condotta di scarico Sorin-Avogadro (il livello 0 corrisponde alla base della condotta).



14. VALUTAZIONI DOSIMETRICHE

Sulla base dei dati riportati ai paragrafi 8, 9, 10 e 11 è possibile calcolare la *dose efficace* per il *gruppo critico* della popolazione. Pur assumendo ipotesi cautelative, risulta ampiamente rispettato il limite di 1 mSv/anno (pari a 1000 µSv/anno) per gli individui del *gruppo critico* ed in particolare risulta rispettato anche il limite di non rilevanza radiologica di 0,01 mSv/anno (10 µSv/anno). In tabella 14.1 è riportata la stima dell'*equivalente di dose efficace* per il *gruppo critico* della popolazione nell'anno 2009; nel calcolo si è tenuto conto anche dei contributi

indotti dalla contaminazione dell'acqua di falda superficiale.

Sono stati considerati i contributi dei radionuclidi di riferimento, anche se al di sotto dei limiti di rivelabilità (MAR). Per i radionuclidi il cui contributo agli scarichi è trascurabile è stato comunque considerato cautelativamente il contributo alla *dose efficace* con un fattore di peso pari a 0,1. Le valutazioni sopra riportate permettono di dimostrare l'adeguatezza delle strategie di controllo adottate.

ARPA Ente di diritto pubblico – Dipartimento Tematico Radiazioni

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

Struttura Semplice Siti Nucleari

Via Trino, 89 – 13100 Vercelli – Tel. 0161269884 – fax 0161269850

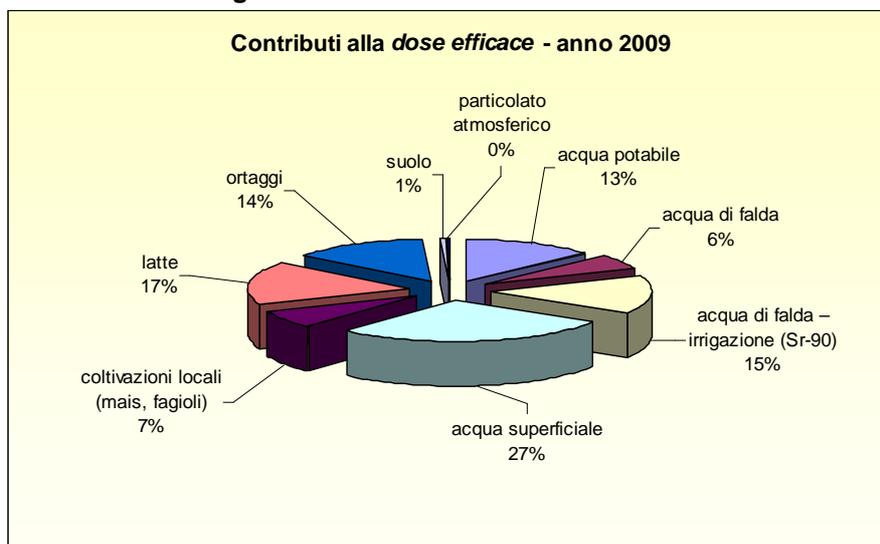
Tabella 14.1 Stima della *dose efficace* – anno 2009.

Via critica	Matrice	Dose mSv/anno 2009
Ingestione	acqua potabile	0,000856
	acqua di falda	0,000374
	acqua di falda – irrigazione (Sr-90)	0,000970
	acqua superficiale	0,001794
	coltivazioni locali (mais, fagioli)	0,000480
	latte	0,001080
	ortaggi	0,000877
Irraggiamento	suolo	0,000037
Inalazione	particolato atmosferico	0,000018
Totale		0,006486
Limite non rilevanza radiologica		0,01
Limite di dose efficace		1

In figura 14.1 sono rappresentati i contributi percentuali alla *dose efficace*, ad evidenziare che alcuni comparti ambientali – quali il particolato atmosferico ed il suolo – forniscono un contributo trascurabile alla

dose efficace. Si evidenzia inoltre che il contributo fornito dalla contaminazione dell'acqua di falda superficiale (si veda il paragrafo 10) è confrontabile a quelli dell'acqua superficiale e del latte.

Figura 14.1 Contributi alla *dose efficace*.



15. VALUTAZIONI CONCLUSIVE

I dati relativi alle misure effettuate nell'anno 2009 nell'ambito sia del programma ordinario che del programma straordinario di monitoraggio radiologico hanno confermato la lieve contaminazione di alcune matrici ambientali, imputabile alle attività svolte dagli impianti del Compensorio nucleare. In particolare si è riscontrata:

- la presenza di Sr-90, Co-60, Cs-137 e H-3 in alcuni campioni di acqua di falda superficiale;
- la presenza di CS-137 e di Co-60 in alcuni campioni di suolo di scavo e di carotaggio (profondità 2-3 metri) lungo il percorso della condotta di scarico Sorin-Avogadro.

Il calcolo della *dose* ai *gruppi critici* della popolazione ha confermato che è stato rispettato il limite di 1 mSv/anno per gli individui del *gruppo critico*, ed in particolare non è stato superato neppure il *limite di non rilevanza radiologica* di 10 μ Sv/anno, come suggerito dal rispetto dei livelli di riferimento adottati.

Tuttavia le indagini radiometriche condotte negli ultimi anni hanno evidenziato presso il sito alcune situazioni di criticità presso gli impianti che hanno causato episodi di contaminazione

ALLEGATO 1 – Metodi

- U.RP.M753: “Determinazione di Americio, Plutonio, Uranio in acqua” – Eichrom Technologies, Inc. ACW03 rev. 2.1 Americium, Plutonium and Uranium in Water – metodo esterno non normalizzato;
- 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. Sr-89, Sr-90 in Water” – metodo esterno non normalizzato;
- U.RP.M762 “Determinazione di Sr-89 e Sr-90 nel latte - HASL-300, 28th edition, vol II Sr-02-RC rev. 0 1997 pp. 16-17 + Eichrom Technologies, Inc. SRW01 rev. 1.4 Sr-89, Sr-90 in Water” – 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;
- U.RP.M808: “Determinazione del contenuto di attività alfa totale e beta nel particolato atmosferico – APAT CTN-AGF AB 01” – metodo esterno non normalizzato;
- U.RP.M827: “Spettrometria gamma ad alta risoluzione” – metodo interno;
- U.RP.T085: “Campionamento di matrici ambientali ed alimentari da sottoporre a misure radiometriche” – metodo interno.

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 (wT); 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 wT; 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.
Equivalente di dose	vedere dose equivalente.
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 Jervis, 30 - 10015 Ivrea (TO) - Tel. 012564511 - fax 01256453584 - Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017 -E-mail: SC21@arpa.piemonte.it

Struttura Semplice Siti Nucleari

Via Trino, 89 – 13100 Vercelli – Tel. 0161269884 – fax 0161269850

Gray (Gy)	unità di misura della dose assorbita; 1 Gy = 1 J.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.
MAR (Minima Attività Rivelabile)	rappresenta il limite strumentale di rivelazione, cioè la minima quantità di radioattività che il sistema di misura è in grado di rivelare.
Notazione scientifica	1E+01 = 1x10 ⁺¹ =10; 1E+00 = 1x10 ⁰ = 1 1E-02 = 1x10 ⁻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 Sv = 1 J.kg ⁻¹ . Sono suoi sottomultipli il milliSievert – 1 mSv = 1E-03 Sv – e il microSievert – 1 µSv = 1E-06 Sv.
Via critica	via di esposizione relativa al gruppo di riferimento della popolazione.

ALLEGATO 3 - Bibliografia

- RT/2005/UDA ENEA Glossario di radioprotezione – Radioprotezione della popolazione e dell'ambiente.
- A Compendium of Transfer Factors for Agricultural and Animal Products – L.H. Staven, B.A. Napier, K. Rhoads, D.L. Streng - Pacific Northwest National Laboratory Richland, Washington 99352.
- UNSCEAR Report 2000 vol. I.
- World Health Organization, *Guidelines for Drinking-water Quality. Third Edition*, 2004.