

# IL MONITORAGGIO RADIOLOGICO IN PIEMONTE POST CHERNOBYL

24 aprile 2013

**Arpa Piemonte**

Codice Fiscale - Partita IVA 07176380017

**Dipartimento Tematico Radiazioni**

via Jervis, 30 - 10015 Ivrea (To) - Tel. 012564511 - Fax 01256453584 - E-mail: [radiazioni@arpa.piemonte.it](mailto:radiazioni@arpa.piemonte.it) PEC: [radiazioni@pec.arpa.piemonte.it](mailto:radiazioni@pec.arpa.piemonte.it)

## Introduzione

La radioattività ambientale sul territorio regionale viene controllata per mezzo di reti di monitoraggio basate sul prelievo e l'analisi di campioni ambientali, quali suoli, acqua, particolato atmosferico e alimentari, quali acqua potabile, latte, carne, vegetali. Tale attività di monitoraggio viene effettuata in modo sistematico a seguito dell'evento di Chernobyl e dell'istituzione di una Rete Nazionale di Sorveglianza Radiologica (ReSoRad) coordinata da ISPRA, ex art. 104 del D.Lgs 130/95, e di una rete regionale, basata sulle specificità regionali, definita dalla DGR 17-11237 del 09-12-2003 e dalla LR 5/2010.

Complessivamente, nell'ambito delle reti di monitoraggio sul territorio regionale, vengono analizzati circa 1200 campioni all'anno, di cui circa 800 ambientali e circa 400 alimentari.

All'attività ordinaria di campionamento e analisi svolta nell'ambito dei programmi delle reti di monitoraggio si possono aggiungere, in funzione di specifici progetti o di eventi che richiedono approfondimenti radiometrici, attività straordinarie di monitoraggio relative ad aree geografiche o a matrici di particolare interesse.

Lo scopo delle valutazioni radiometriche su matrici ambientali e alimentari è quello di determinare, sulla base delle concentrazioni di radionuclidi rilevate nelle diverse matrici, la dose da radiazioni ionizzanti assorbita dalla popolazione. Queste determinazioni sono effettuate grazie a modelli che consentono di valutare la quantità di radioattività che si può trasferire dall'ambiente e dagli alimenti alla popolazione. Dai valori di concentrazione di radionuclidi nelle matrici ambientali e alimentari, misurati in grandezze fisiche quali il Bq/m<sup>3</sup> (Becquerel al metro cubo) per il particolato atmosferico, il Bq/m<sup>2</sup> per la deposizione al suolo, il Bq/kg per le matrici solide e il Bq/l per le matrici liquide, si passa quindi a valori di dose alla popolazione, misurati in mSv (milliSievert).

La normativa nazionale (D. Lgs 230/95) fissa ad 1 mSv/anno il limite di dose per ogni individuo della popolazione ad esclusione della dose dovuta al fondo naturale ed agli esami medici.

## Risultati delle attività di monitoraggio

### Aspetti generali

Le ricadute radioattive sul territorio piemontese, in conseguenza dell'evento di Chernobyl, furono particolarmente intense soprattutto in corrispondenza degli eventi piovosi che si addensarono in quel periodo (29 aprile – 6 maggio 1986) nelle aree montane e pedemontane del Nord-Ovest della Regione.

Nella figura che segue è riportata la mappa delle ricadute radioattive al suolo in Piemonte, elaborata da Arpa Piemonte nel 1998. I dati nella legenda sono aggiornati ad oggi, tenendo conto del decadimento radioattivo e si riferiscono, in particolare, alle concentrazioni di Cs-137 nelle diverse aree del territorio regionale. Tale riferimento, per quanto ormai datato, è ancora valido dal momento che altre significative fonti di contaminazione diverse da Chernobyl sono da escludere: il quotidiano monitoraggio dell'aria effettuato in continuo da Arpa Piemonte negli ultimi 15 anni non ha infatti mostrato eventi anomali. Una conferma di ciò è venuta anche dalle altre reti regionali ed europee. L'ultima anomalia significativa riscontrata in Piemonte (e in tutta Europa) va infatti fatta risalire all'incidente di Fukushima (marzo 2011). Tuttavia, in quell'occasione la deposizione al suolo di Cs-137 fu del tutto insignificante rispetto (almeno 10000 volte meno) a quanto già presente nel suolo (al max, dell'ordine di qualche Bq/m<sup>2</sup>).

### **Arpa Piemonte**

Codice Fiscale - Partita IVA 07176380017

**Dipartimento Tematico Radiazioni**

via Jervis, 30 - 10015 Ivrea (To) - Tel. 012564511 - Fax 01256453584 - E-mail: [radiazioni@arpa.piemonte.it](mailto:radiazioni@arpa.piemonte.it) PEC: [radiazioni@pec.arpa.piemonte.it](mailto:radiazioni@pec.arpa.piemonte.it)

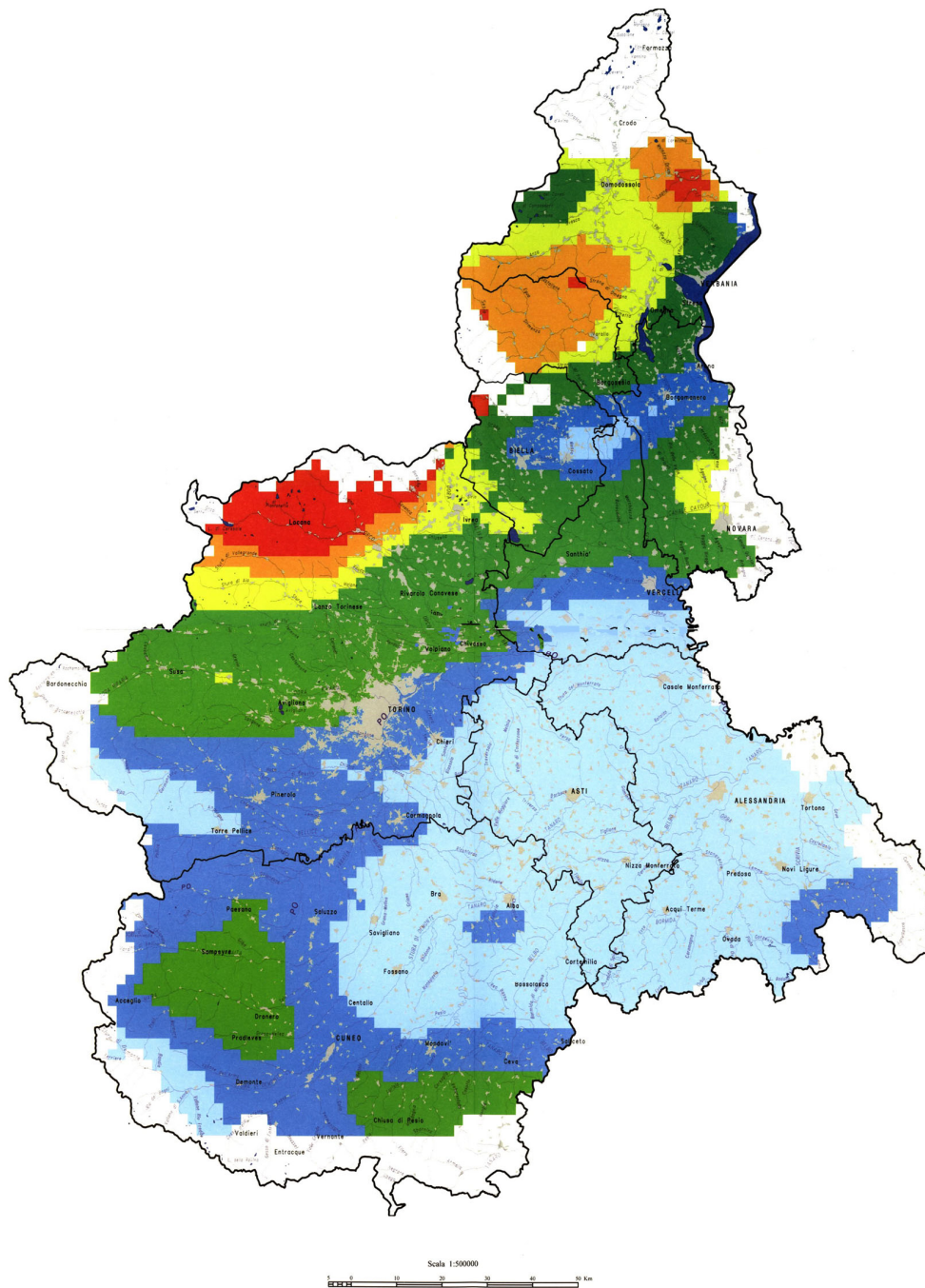


Figura 1 – mappa delle ricadute radioattive in Piemonte ( $^{137}\text{Cs}$ )

**Rosso:**  $> 31500 \text{ Bq/m}^2$

**Arancio:**  $< 31500 \text{ Bq/m}^2 > 24000 \text{ m}^2$

**Giallo:**  $< 24000 \text{ Bq/m}^2 > 15800 \text{ m}^2$

**Verde:**  $< 15800 \text{ Bq/m}^2 > 7900 \text{ m}^2$

**Blu:**  $< 7900 \text{ Bq/m}^2 > 4000 \text{ Bq/m}^2$

**Azzurro:**  $< 4000 \text{ Bq/m}^2$

**Arpa Piemonte**

Codice Fiscale - Partita IVA 07176380017

**Dipartimento Tematico Radiazioni**

via Jervis, 30 - 10015 Ivrea (To) - Tel. 012564511 - Fax 01256453584 - E-mail: [radiazioni@arpa.piemonte.it](mailto:radiazioni@arpa.piemonte.it) PEC: [radiazioni@pec.arpa.piemonte.it](mailto:radiazioni@pec.arpa.piemonte.it)

La validità della mappa è basata anche sul fatto che il Cesio è scarsamente mobile e permane negli strati superficiali del suolo (10-20 cm) per vari decenni. La presenza del Cs-137 nell'ambiente e, in conseguenza, nei vari ecosistemi è dunque inevitabile per la presenza nei suoli, ben nota a livello scientifico e attestata da numerosissimi studi effettuati sia a livello nazionale che internazionale. Dal canto suo, nel corso delle attività di monitoraggio effettuate sul territorio regionale a partire dal 1987, Arpa Piemonte ha costantemente rilevato in diverse matrici, sia ambientali che alimentari, tracce di Cs137, sempre riconducibili all'evento di Chernobyl: gli esiti di tali monitoraggi sono stati periodicamente riportati nei rapporti tecnici specifici che Arpa Piemonte ha prodotto nel corso degli anni e, in forma più sintetica, anche nelle varie edizioni del Rapporto Stato-Ambiente. Nel corso degli anni si è osservato un generale decremento della concentrazione di Cs-137 nelle matrici alimentari più significative per la dieta umana. Nella figura 2 si riporta, a titolo esemplificativo, l'andamento nel tempo della concentrazione di latte, prelevato in una cascina piemontese. Come si vede i livelli sono diminuiti del tempo, da valori di circa 1 Bq/litro agli inizi degli anni '90 a quelli attuali, di circa 0,2 Bq/litro, molto bassi e ormai prossimi alla sensibilità strumentale. Un andamento analogo è stato osservato per la carne bovina, mentre tutti gli altri elementi rilevanti per la dieta umana (cereali, pasta, frutta e verdura) non presentano più da parecchio tempo alcuna traccia di Cs-137. L'insieme di questi dati, del tutto tranquillizzanti, consentono di affermare che, la dose media alla popolazione derivante dal Cs-137 è molto bassa, ampiamente trascurabile rispetto quella derivante dalla radioattività naturale (per i dettagli, si veda la pubblicazione Arpa Piemonte–Regione Piemonte, “La Radioattività Ambientale in Piemonte–Rapporto anni 2006-2009”, Cap.4,(2010),[1], <http://www.arpa.piemonte.it/pubblicazioni-2/pubblicazioni-anno-2010/rapporto-sulla-radioattivita-ambientale>).

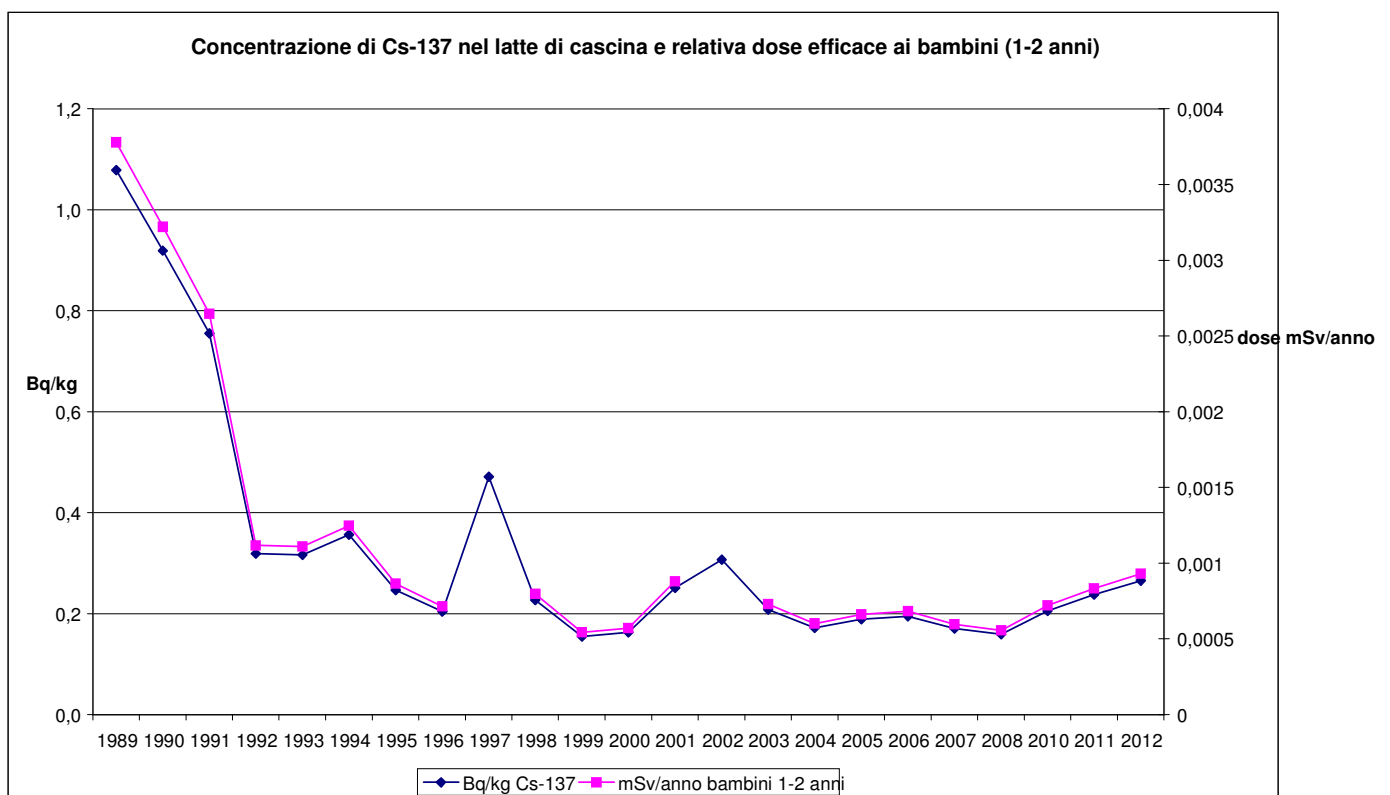


Figura 2 – Andamento del Cs-137 in un tipico latte di cascina: in blu sono indicate le concentrazione, in fucsia la corrispondente dose annuale. Come si vede, i livelli sono molto bassi: dell'ordine di 0,001 mSv/anno (limite di legge 1 mSv/anno)

Accanto a questa situazione generale, in cui la presenza di Cs-137 negli alimenti rilevanti per la dieta umana è ormai da tempo trascurabile, permangono tuttavia situazioni sporadiche dove alcuni alimenti, provenienti dalle aree dove maggiore è stata la ricaduta radioattiva di Chernobyl, presentano ancora livelli di Cs-137 elevati o anche, eccezionalmente, molto elevate.

È il caso della selvaggina e di alcuni tipi di funghi che, per la loro posizione peculiare nella catena trofica sono più soggetti a questo fenomeno. Si tratta di un fenomeno ben noto e che è stato analizzato già in grande dettaglio dalla comunità scientifica, come attesta la copiosa letteratura sia nazionale che internazionale.

Studi specifici svolti nel recente passato hanno consentito anche lo sviluppo di modelli previsionali che, a partire dalla contaminazione presente al suolo, sono in grado di prevedere, sia pure a grandi linee, la contaminazione nei vari comparti ambientali (si veda ad esempio il Progetto Europeo SEMINAT, 1996-1999 “Long Term Dynamics of Radionuclides in Semi-Natural Environments: Derivation of Parameters and Modelling” [2]; il Progetto BIOMASS, IAEA-2002, “Modelling the migration and accumulation of radionuclides in forest eco system”[3]). Il comune denominatore di tali modelli, costruiti sulla base di migliaia di dati sperimentali provenienti da tutta Europa, è quello di riconoscere che la presenza del Cs-137 negli ecosistemi europei permarrà ancor per decenni, a causa della lunga emivita del radionuclide (30 anni) e della sua scarsissima mobilità nei suoli, attestata anch’essa da moltissimi studi, alcuni dei quali eseguiti anche in Piemonte ([4], [5], [6], [7]).

In conseguenza di ciò non è da considerarsi una sorpresa la presenza di concentrazioni di Cs-137 elevate in alcuni prodotti legati al bosco, alle foreste e in generale agli ambienti naturali e semi-naturali. D’altronde, già nella decade successiva all’incidente di Chernobyl, venne messo in evidenza che alcune specie selvatiche erano particolarmente soggette all’accumulo di Cs-137: uno studio pubblicato in Austria nel 1996 sulla concentrazione di Cs-137 nei caprioli e nei cinghiali mostrò valori elevatissimi, con punte di quasi 8000 Bq/kg per i caprioli e di 17500 Bq/kg per i cinghiali [8]. Analoghi studi dello stesso tipo e con risultati molto simili sono stati più recentemente pubblicati in Germania e in Repubblica Ceca [9]. In quest’ultimo studio, in particolare, si osservò che la contaminazione della carne di cinghiale variava considerevolmente durante l’anno in funzione del variare della dieta dell’animale: un’ulteriore conferma dello stretto legame tra alcuni prodotti del bosco (funghi, radici, lombrichi) e la contaminazione dei cinghiali.

Per questi motivi, Arpa Piemonte ha inserito da tempo all’interno dei suoi controlli previsti dalla rete nazionale/regionale, anche alcuni campioni “conoscitivi” di selvaggina e di altre produzioni di alpeggio (latte bovino e caprino) provenienti da zone potenzialmente “critiche”.

I risultati di tali analisi, riportati nei consueti rapporti tecnici di Arpa Piemonte, sono stati anche oggetto di comunicazioni scientifiche in occasione di Convegni [10], [11]. Da tali lavori si vide che, in alcuni campioni di latte vaccino di alpeggio, i livelli di Cs-137 possono ancora oggi (2011-2012) raggiungere i 20-30 Bq/kg. Ancora più elevati i livelli per il latte caprino (fino a circa 90 Bq/kg). Si tratta però, è bene precisare, di valori che hanno un interesse di tipo scientifico (radioecologico) e nessuna implicazione sanitaria. Sono infatti valori molto distanti dai limiti e, oltretutto, hanno la caratteristica dell’episodicità.

Per quanto riguarda la selvaggina, le concentrazioni di Cs-137 raggiungono valori più elevati, superando sovente il centinaio di Bq/kg. Anche in questo caso, tuttavia, l’impatto dosimetrico è limitato dal, relativamente basso, consumo di questo tipo di carni. Nella figura 3 sono riportati i risultati delle misure effettuate da Arpa Piemonte in varie parti della Regione. I valori variano parecchio, anche all’interno della stessa specie, a causa sia della zona di prelievo (aree più o meno contaminate) sia, probabilmente, a causa della dieta dell’animale.

Nella figura 4 sono invece riportati i dati più recenti (2012), riferiti a diverse specie di funghi prelevati in tutto il Piemonte. Una prima caratteristica di questi dati è l’estrema variabilità tra specie e anche tra campioni della stessa specie (si noti che il grafico è in scala logaritmica). Si ha quindi

#### **Arpa Piemonte**

Codice Fiscale - Partita IVA 07176380017

**Dipartimento Tematico Radiazioni**

via Jervis, 30 - 10015 Ivrea (To) - Tel. 012564511 - Fax 01256453584 - E-mail: [radiazioni@arpa.piemonte.it](mailto:radiazioni@arpa.piemonte.it) PEC: [radiazioni@pec.arpa.piemonte.it](mailto:radiazioni@pec.arpa.piemonte.it)

che solo alcune specie (peraltro assai poco pregiate e quindi poco consumate) presentano livelli elevati: tra esse senz'altro lo *Xerocomus Badius* (un boletto giallognolo) che può ancora superare i 1000 Bq/kg.

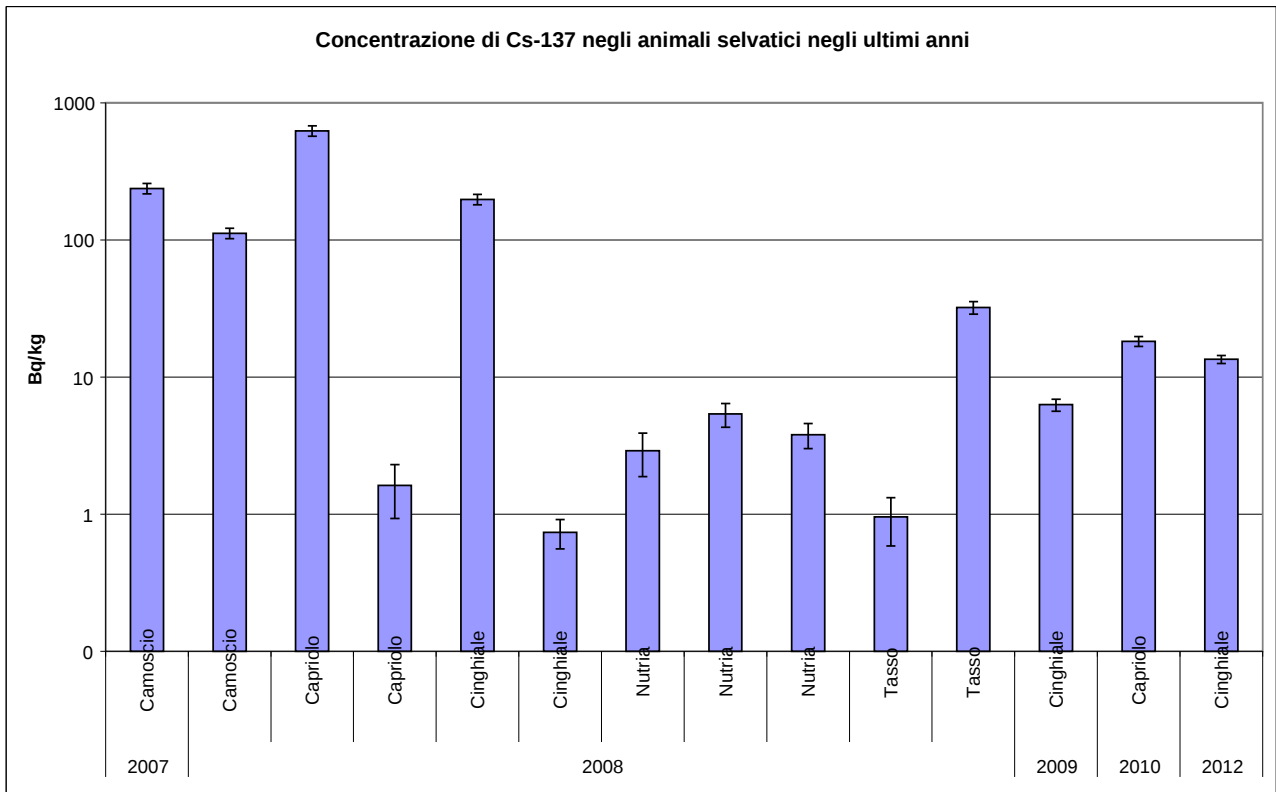


Figura 3 – Livelli di Cs-137 in animali selvatici: campioni prelevati in provincia di Biella e di Verbania. Come si vede i valori variano parecchio (attenzione: la scala è logaritmica), con valori che superano di parecchio i 100 Bq/kg.

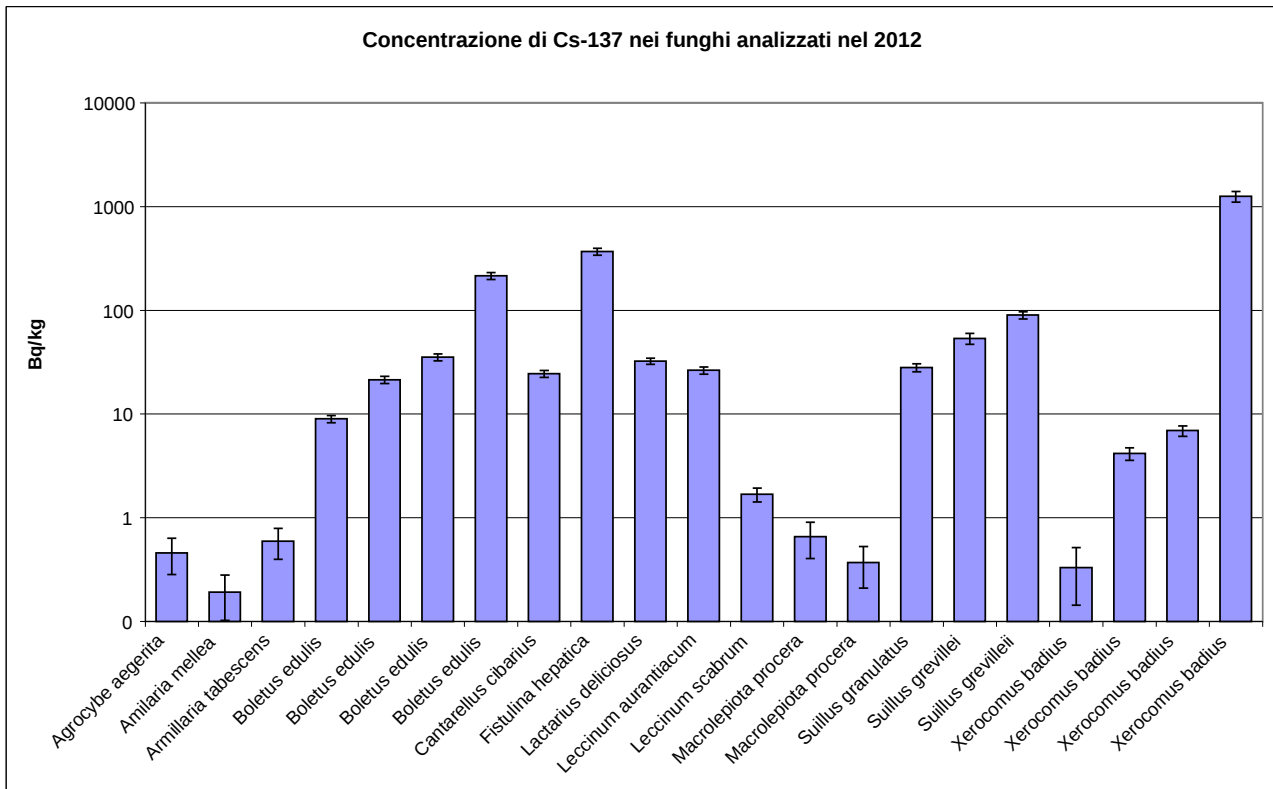


Figura 4 – Livelli di Cs-137 in varie specie di funghi: i livelli variano parecchio in funzione della specie. Lo *Xerocomus Badius* si conferma come il fungo che più concentra il Cesio: sono ancora riscontrabili campioni con livelli superiori a 1000 Bq/kg.

### L'Area della Valsesia

In base alla cartografia di riportata in Figura 1, l'area della Valsesia risulta essere tra quelle a ricaduta piuttosto elevata (colori arancione e rosso).

In quest'area, oggetto delle recenti evidenze di rilevanti concentrazioni di Cs-137 in alcuni capi di cinghiale, nel 1994 venne effettuato in collaborazione con la locale ASL uno studio sistematico sui funghi che diede luogo a una pubblicazione [12]. Già in occasione di quel lavoro venne evidenziato quanto già sopra ricordato: vi sono alcune specie di funghi (lo *Xerocomus Badius* e la *Rozites Caperata*) che presentano livelli elevati, senza tuttavia costituire una significativa minaccia per la salute pubblica, visto anche il limitato consumo di questo tipo di funghi.

Oltre a ciò, tra il settembre e novembre 1998 furono eseguiti più di 40 prelievi di diverse matrici alle altitudini di 2000, 1500, 1000 e 500 metri nelle aree della Val Grande e della Valle d'Egua che si allaccia poi alla Val Sermenza, al fine di valutare la distribuzione della contaminazione in funzione dell'altitudine e della distanza dai ghiacciai.

I punti di prelievo sono indicati nella figura 5, e interessano le due valli fino a 1000 metri di altitudine.



Figura 5 – Punti di prelievo dei campioni di suolo in diverse aree della Valsesia.

**Punto A:** località Alpe vigne Inferiori, in corrispondenza del ghiacciaio della Sesia.

**Punto B:** località Rifugio Pastore.

**Punto C:** località Mollia.

**Punto D:** località Rifugio Massero.

**Punto E:** località Carcoforo.

**Punto F:** località Rimasco.

**Punto G:** località Balmuccia.

Le concentrazioni di Cs-134 e Cs-137 nei campioni di suolo (strato compreso tra 0 e 5 cm di profondità, e dove possibile, anche tra 5 e 10 cm) prelevati nei punti sopra indicati sono riportati nella seguente tabella. I valori della seguente tabella sono espressi in Bq/kg e pertanto non possono essere immediatamente confrontati con quelli della cartografia della figura 1. A titolo meramente esemplificativo si può però stimare che a concentrazione superficiali (0-5 cm) di circa 200 Bq/kg possano corrispondere 12000 – 15000 Bq/m<sup>2</sup>.



Prelievo	Località	Strato	Cs-134 Bq/kg	Cs-137 Bq/kg
18/09/98	Punto A: Alpe Vigne Inf.	0-5 cm	2,14	202,10
18/09/98		5-10 cm	0,86	35,72
18/09/98	Punto B: Rifugio Pastore	0-5 cm	4,37	442,2
18/09/98		5-10 cm	1,26	207,0
18/09/98	Punto C: Mollia	0-5 cm	2,92	248,8
18/09/98		5-10 cm	0,88	55,1
19/09/98	Punto D: Rifugio Massero	0-5 cm	1,11	170,6
19/09/98	Punto E: Carcoforo	0-5 cm	22,79	2202
19/09/98	Punto F: Rimasco	0-5 cm	28,6	2958
15/11/98	Punto G: Balmuccia	0-5 cm	1,67	157,02
15/11/98		5-10 cm	0,78	34,26

Tabella 1: Cesio nei suoli, strati superficiali (top soil)

Una rappresentazione grafica dei valori rilevati nei campioni di suolo prelevati in Valsesia è presentata nella figura 6.

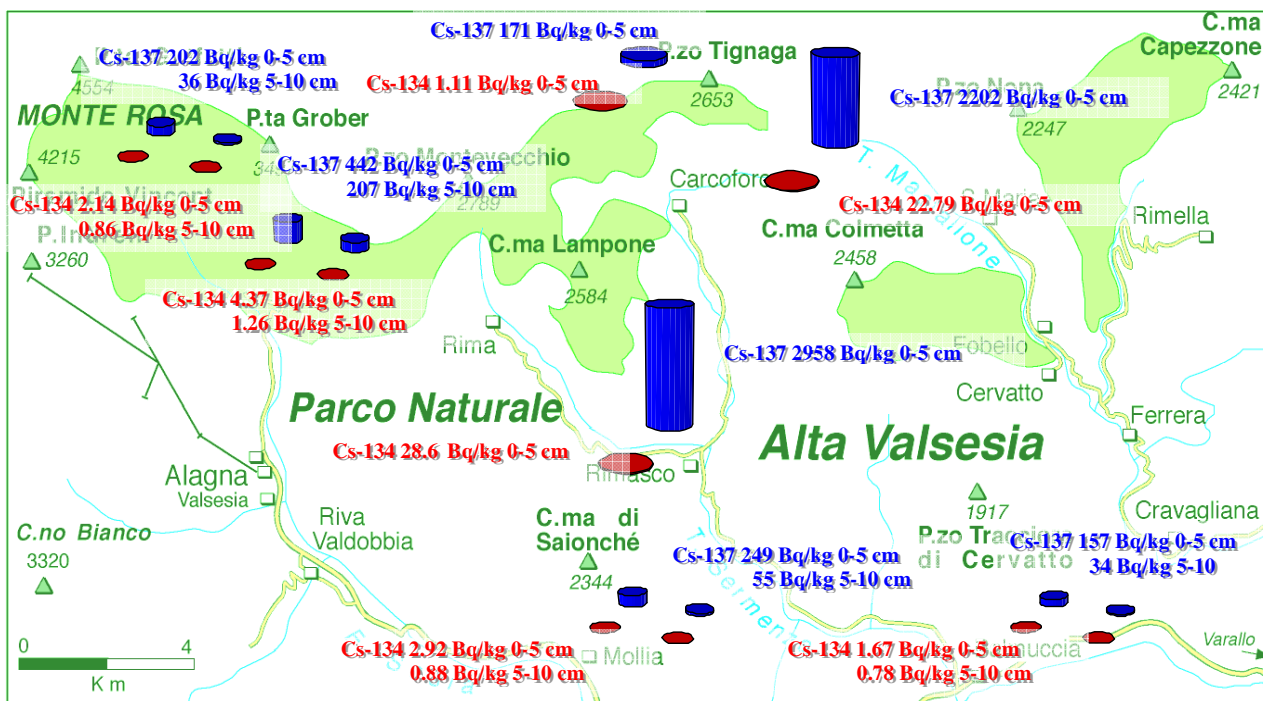


Figura 6 – Rappresentazione grafica dei risultati: in rosso il Cs-134, in blu il Cs-137

Si può notare da questi dati una caratteristica fondamentale della deposizione del Cesio proveniente da Chernobyl: la sua distribuzione altamente non uniforme e con accumuli fortemente localizzati. Specialmente nei tre prelievi di suolo a 500 metri si può notare come a distanza di pochi metri la contaminazione vari anche di un ordine di grandezza. L'estrema variabilità anche su breve scala è una caratteristica tipica, già notata in vari studi, dovuta a ruscellamenti e accumuli di acqua durante gli eventi piovosi che accompagnarono il passaggio della nube proveniente da Chernobyl (29 aprile – 6 maggio 1986), come è dimostrato nel già citato studio [5]. Dai risultati ottenuti non emerge comunque alcuna correlazione tra grado di contaminazione e altitudine e quindi distanza dai ghiacciai che d'altronde, data la loro relativamente contenuta estensione, non sono stati in grado di intercettare una quantità di radionuclidi consistente, rispetto a quella depositatasi su aree non glaciali.

La rilevazione del Cs134, oltre al Cs137, ci consente di applicare un criterio per attribuire la presenza di questi radioisotopi all'evento di Chernobyl. Questo criterio è basato sul calcolo del rapporto tra Cs-137 e Cs-134. Tale metodo consente di attribuire in modo incontrovertibile la stragrande maggioranza del Cs-137 presente nei nostri ecosistemi all'evento Chernobyl.

Al momento del passaggio della nube, il rapporto tra le attività dei due isotopi era infatti circa uguale a 2.

Essendo il tempo di dimezzamento del Cs-134 è di 2,065 anni, mentre quello del Cs-137 è di 30 anni è possibile calcolare l'evoluzione temporale di tale rapporto isotopico. Si tratta quindi di confrontare il rapporto teorico di tale rapporto con il dato sperimentale. Essendo per questi dati il tempo trascorso dall'incidente alla data delle misure (autunno 1998) pari a 12,4 anni, si ha che:

$$\frac{Cs - 137}{Cs - 134} \cong 96$$

Poiché la presenza di Cs-134, a causa del suo breve tempo di dimezzamento, è attribuibile solo all'incidente di Chernobyl, se il rapporto misurato risulta superiore a 96, è possibile dedurre la contaminazione da Cs-137 dovuta ad episodi extra Chernobyl. L'analisi dei dati evidenzia un ottimo accordo tra le previsioni teoriche e i valori riscontrati, per cui si può affermare che i contributi alla contaminazione da Cs-137 precedenti l'incidente di Chernobyl sono del tutto trascurabili.

Tale analisi è stata ripetuta anche per le rilevazioni effettuate su campioni prelevati nel punto A negli anni successivi fino al 2001. I risultati riportati nella successiva tabella confermano, anche per i campioni prelevati negli anni 1999-2001, un rapporto tra Cs137 e Cs134 compatibile, entro le incertezze sperimentali (15-20%), con la provenienza di tali radioisotopi dall'evento di Chernobyl.

Prelievo	Cs-134		Cs-137		Cs-137/Cs-134	Cs-137/Cs-134
	Bq/kg	Err. %	Bq/kg	Err. %	misurato	teorico
18/09/98	2,14	7%	202	6%	94	96
04/10/99	0,08	25%	9	10%	115	133
19/09/00	1,10	13%	170	6%	155	180
23/10/01	0,90	24%	220	6%	244	253

Tabella 2: concentrazioni di Cs-134 e di Cs-137 nel suolo per il punto A (strato 0-5 cm); le ultime due colonne rappresentano, rispettivamente, il rapporto misurato e il rapporto teorico tra le concentrazioni di Cs-137 e Cs-134. Il dato del 1999 è anomalo a causa di problemi intervenuti nel campionamento.

**Arpa Piemonte**

Codice Fiscale - Partita IVA 07176380017

**Dipartimento Tematico Radiazioni**

via Jervis, 30 - 10015 Ivrea (To) - Tel. 012564511 - Fax 01256453584 - E-mail: radiazioni@arpa.piemonte.it PEC: radiazioni@pec.arpa.piemonte.it

Nel triennio 1999 - 2001 sono state ripetute anche le analisi per campioni di erba e muschio, relativi al punto A, nonché di acqua di fusione dei ghiacciai

Matrice	Prelievo	Cs-134		Cs-137	
		Bq/kg	Err. %	Bq/kg	Err. %
Erba	18/09/98	< 0,43		3,44	14%
	04/10/99	< 1,99		121	6%
	19/09/00	< 0,47		113	7%
	23/10/01	< 0,80		150	6%
Muschio	18/09/98	13,36	7%	1344	4%
	04/10/99	4,41	15%	772	5%
	19/09/00	4,8	16%	500	6%
	23/10/01	2,7	36%	910	6%
Acqua fusione ghiacciai	18/09/98	< 0,001		0,04	8%
	04/10/99	< 0,001		0,01	8%
	19/09/00	< 0,002		0,03	8%
	23/10/01	< 0,0005		0,04	8%

Tabella 3- dati su muschi, erba e acqua di fusione di ghiacciai: è confermata l'irrilevanza del contributo delle acque di fusione alla contaminazione ambientale.

L'unica matrice alimentare analizzata è il latte prodotto negli alpeggi della zona, vista la sua importanza nella dieta media. Nella tabella successiva sono riportati i valori di concentrazione di Cs-134 e di Cs-137 riscontrati nel latte. Questi valori sono sensibilmente più elevati rispetto a quelli relativi a campioni prelevati in altre zone della provincia nei quali il Cs-134 non è mai apprezzabile ed il Cs-137, quando apprezzabile, è inferiore a 1 Bq/l.

La maggiore contaminazione del latte, rilevata in questa zona rispetto alle altre aree della provincia di Vercelli, è senza dubbio una conseguenza del fatto che, come già detto, le avverse condizioni meteorologiche durante il passaggio della nube di Chernobyl hanno abbattuto al suolo una maggiore quantità di radioattività producendo una maggiore contaminazione del suolo.

Prelievo	Cs-134		Cs-137	
	Bq/l	Err. %	Bq/l	Err. %
05/08/98	< 0,27		31,55	4%
27/08/98	< 0,22		12,56	7%
18/09/98	0,22	18%	26,13	4%
18/09/98	0,30	27%	35,11	6%
19/09/98	< 0,14		5,52	8%
15/09/99	0,14	25%	17,51	4%
04/10/99	0,12	26%	22,84	5%
19/09/00	< 0,19		16,00	8%

Tabella 4: concentrazioni di Cs-134 e di Cs-137 nel latte di produzione locale.

I valori di concentrazione rilevati nel latte possono essere confrontati con il valore di concentrazione massima per il Cs-134 e il Cs-137 nel latte e prodotti per l'infanzia fissato a 370 Bq/l dal Regolamento CEE n. 737/90 del 22-03-90. Dall'analisi della tabella emerge che la presenza di Cs137 e Cs134, rilevata nel latte prodotto dagli alpeggi della Valsesia negli anni 1998 - 2000, è sempre risultata in concentrazioni molto inferiori al valore limite prescritto dal Regolamento europeo.

### Impatto dosimetrico e rischio per la popolazione

I risultati dei monitoraggi della radioattività ambientale effettuati da Arpa Piemonte indicano che tracce di Cs-137 sono rilevabili normalmente nel latte e nella carne bovina, ma a livelli molto bassi: tipicamente attorno al Bq/kg o anche meno. Concentrazioni un po' più elevate sono state trovate ancora oggi (2011-2012) in aree specifiche, come ad esempio alcune zone della Valsesia (vedi sopra) e il biellese. I dati più recenti (2010 – 2013) indicano che, sporadicamente, in alcuni campioni di alpeggio si possono ancora raggiungere, al massimo, i 20 Bq/kg per il latte vaccino e a i 90 Bq/kg per il latte di capra.

Questi livelli di contaminazione, riguardanti alimenti di diffuso utilizzo, non possono dare luogo ad un impatto dosimetrico in grado di destare particolari preoccupazioni per la popolazione in generale. I livelli medi di dose alla popolazione stimati, sulla base dei modelli di trasferimento della radioattività dall'ambiente all'uomo e dei consumi medi dei diversi prodotti alimentari, sono risultati, infatti, dell'ordine di 1-2 microSv/anno e, quindi, circa 500 - 1000 volte al di sotto del limite di legge di 1 mSv/anno.

Rilevamenti episodici di elevati valori di concentrazione di Cs137, che si possono rilevare in matrici quali campioni di selvaggina o di funghi, non variano le stime di dose media alla popolazione e non possono comportare particolari rischi a causa del consumo limitato di questi alimenti. L'estrema disuniformità nella distribuzione del Cs137, evidenziata in particolare nella citata indagine effettuata nel 1998 nei suoli della Valsesia, con variazioni significative nei valori di concentrazione rilevate a distanze di poche decine di metri, giustifica infine l'episodicità con cui si

#### Arpa Piemonte

Codice Fiscale - Partita IVA 07176380017

Dipartimento Tematico Radiazioni

via Jervis, 30 - 10015 Ivrea (To) - Tel. 012564511 - Fax 01256453584 - E-mail: radiazioni@arpa.piemonte.it PEC: radiazioni@pec.arpa.piemonte.it

possono rilevare fenomeni di accumulo di radioattività in campioni vegetali o animali, in aree che sono state interessate da una rilevante ricaduta radioattiva post Chernobyl.

## Bibliografia

- [1] Arpa Piemonte – Regione Piemonte, “La Radioattività Ambientale in Piemonte – Rapporto anni 2006 - 2009”, (2010).
- [2] European Project SEMINAT, 1996-1999 “Long Term Dynamics of Radionuclides in Semi-Natural Environments: Derivation of Parameters and Modelling”.
- [3] Project BIOMASS, IAEA-2002, “Modelling the migration and accumulation of radionuclides in forest eco system”.
- [4] Regione Piemonte – “Radioattività ambientale e radiocontaminazione dei suoli Piemontesi” – Collana Ambiente 14, (1998).
- [5] A. Facchinelli, M. Magnoni, L. Gallini, E. Bonifacio, “Cs-137 Contamination from Chernobyl of soils in Piemonte (North-West Italy): spatial distribution and deposition model”, Water Air and Soil Pollution, Vol. 134, pp. 341-352, (2002).
- [6] Facchinelli A., Gallini L., Barberis E., Magnoni M. and Hursthouse A.S., “The influence of clay mineralogy on the mobility of radiocaesium in upland soils of NW Italy” Journal of Environmental Radioactivity (56, (2001) 299-307).
- [7] M. Magnoni, M.C. Losana, S. Bertino, B. Bellotto, R. Tripodi, M. Ghione, “La migrazione del <sup>137</sup>Cs nei suoli del Piemonte: dati sperimentali ed effetto della distribuzione verticale sui livelli di dose da irraggiamento gamma. Atti del XXXIII Congresso Nazionale di Radioprotezione AIRP, Torino, 20-23 settembre 2006.
- [8] Tataruch Frieda et al., “Radiocaesium levels in roe deer and wild boar in two large forest areas in Austria”, pp. 285- 293 - Proceedings of the International Symposium o Radioecology, 1996, 22<sup>th</sup> – 24<sup>th</sup> April, Vienna.
- [9] Dvorac Petr, Snasel Petr, Benova Katarina, “Transfer of Radiocaesium in wild boar meat”, Acta Vet. Brno (2010), 79: S85-S91.
- [10] C. Brini, L. Sala, M. Magnoni, B. Bellotto, S. Bertino, M. Ghione, E. Serena, R. Tripodi, “Monitoraggio della radioattività in matrici e indicatori ambientali prelevati nel territorio biellese (2006-2008), Atti del IV Convegno Nazionale degli Agenti Fisici, Vercelli, 24-27 marzo 2009.
- [11] M.C. Losana, M.Magnoni, S.Bertino, B. Bellotto, R. Tripodi, M. Ghione, “Andamento del Cs-137 presente in matrici ambientali e alimentari piemontesi dall’incidente di Chernobyl a oggi”, Atti del Convegno Nazionale AIRP, La radioprotezione nella ricerca. La ricerca in radioprotezione, Catania, 15-17 settembre 2005.
- [12] D. Mones, M. Magnoni, F. Saullo, S. Tofani “La radioattività nei funghi eduli della Valsesia”, L’igiene Moderna, 104, pp. 123-142, (1995).