



radioattività ambientale

9



Indicatori (I) e Approfondimenti (A)	DPSIR	Valutazione dell'indicatore			Pag.
		Qualità dell'informazione	Giudizio di stato	Tendenza	
I Sorgenti radioattive artificiali presenti sul territorio valdostano	D/P	☺	☺	↕	244
I Intensità di dose gamma ambientale per esposizione a radiazione cosmica e terrestre	S/I	☺	☺	↕	246
I Concentrazione di attività di radionuclidi artificiali nel particolato atmosferico e nelle deposizioni (fall-out)	S	☺	☺	↕	250
I Concentrazione di radionuclidi artificiali (Cs137) nel latte	S	☺	☺	↕	252
I Concentrazione di radionuclidi artificiali (Cs137) in muschi, castagne, funghi	S	☺	☺	↕	254
I Concentrazione di radionuclidi artificiali (Cs137) nel detrito minerale e organico sedimentabile (DMOS)	S	☺	☺	↕	258
A Presenza di Cesio 137 in ambiente sul territorio della Valle d'Aosta					260
I Livelli di concentrazione di radon 222 all'interno di edifici (indoor)	S	☺	na	na	262
I Radioattività naturale (radon 222) nelle acque di sorgente	S	☺	☺	↕	266

Sorgenti radioattive artificiali presenti sul territorio valdostano



Chiunque intenda intraprendere una pratica, comportante detenzione di sorgenti di radiazioni ionizzanti, deve darne comunicazione preventiva agli organi competenti secondo la vigente legislazione, tra cui l'ARPA.

A partire da queste comunicazioni, nonché raccogliendo tutte le informazioni possibili su altre sorgenti radioattive presenti sul territorio, ARPA ha creato un archivio completo e continuamente aggiornato delle sorgenti radioattive in Valle d'Aosta. L'obiettivo è conoscere le attività e i siti che fanno uso e custodiscono materiale radioattivo, in quanto potenziali fonti di dispersione nell'ambiente di radioattività, anche a seguito di possibili eventi incidentali.

classificazione

- ▶ **Area tematica SINAnet**
Radiazioni ionizzanti
- ▶ **Tema SINAnet**
Radiazioni ionizzanti
- ▶ **DPSIR** **D** **P**

DETERMINANTI - PRESSIONI - STATO - IMPATTO - RISPOSTE

Qualità dell'informazione



Giudizio stato



Tendenza



riferimenti normativi

▶ Normativa di riferimento

D.Lgs 230/95 mod. D.Lgs 241/00 e D.Lgs. 257/01:

Art. 22 - Comunicazione preventiva di pratiche;

Art. 24 - Comunicazione preventiva di cessazione di pratica;

Art. 25 - Smarrimento, perdita, ritrovamento di materie radioattive;

Art. 27 - Nulla osta all'impiego di sorgenti di radiazioni.

D.Lgs. 52/2007

▶ Relazione con la normativa

Dall'insieme delle comunicazioni pervenute si risale alla presenza delle sorgenti sul territorio

▶ Livelli normativi di riferimento

La normativa citata prevede limiti inferiori di attività per la definizione di sorgente radioattiva.

Non esistono limiti riguardo al numero di sorgenti radioattive presenti sul territorio, naturalmente con modalità di detenzione conformi a quanto previsto dalla normativa.

copertura temporale e spaziale

▶ Aggiornamento

31/12/2007

▶ Periodicità di aggiornamento

Aggiornamento continuo

▶ Copertura territoriale

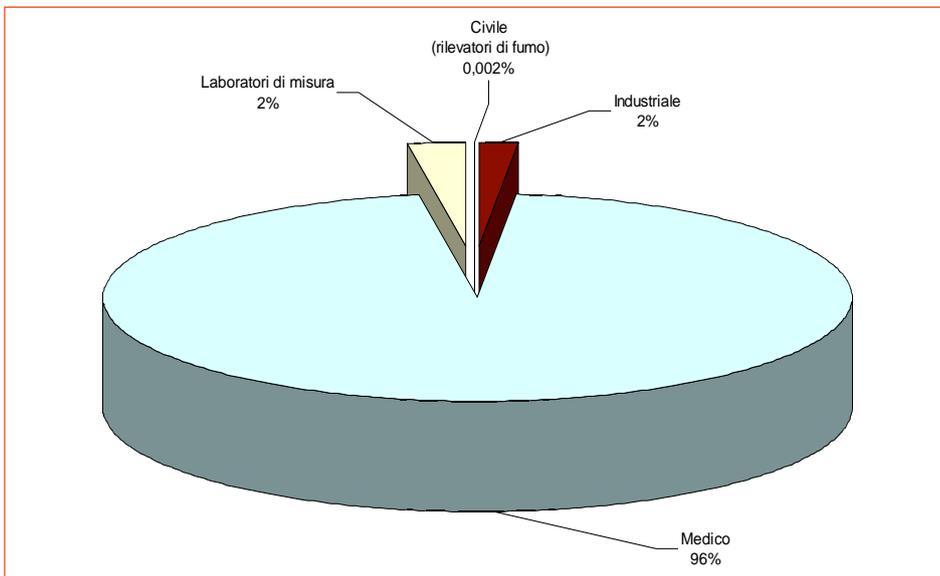
Intero territorio regionale

elaborazione e presentazione

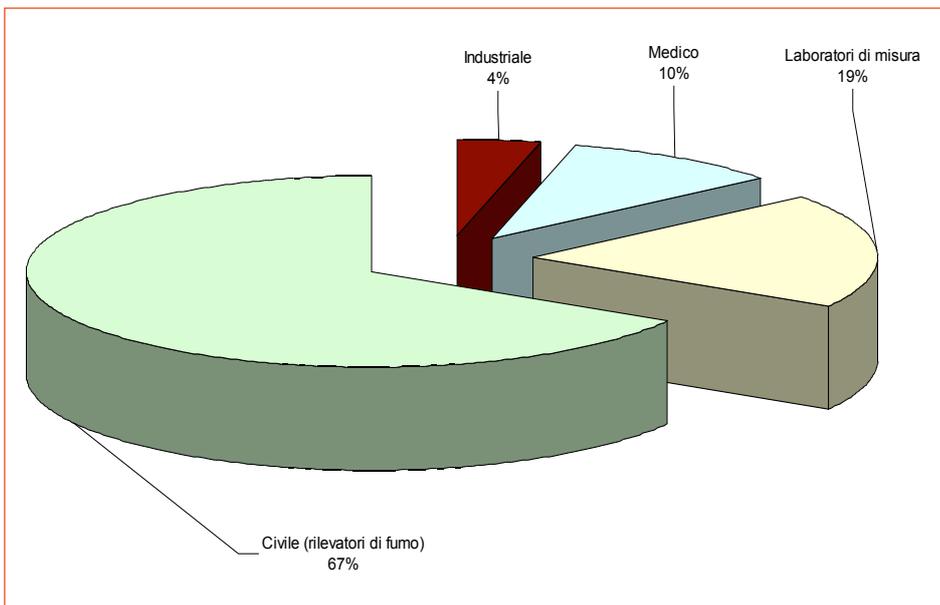
Vengono riportate nella tabella e nei grafici successivi le informazioni sul numero di sorgenti radioattive suddivise per tipo di utilizzo, e sulla loro attività complessiva.

USO	Attività complessiva (MBq)	N° sorgenti
Industriale	3499	7
Medico	194411	18
Laboratori di misura	4953	34
Civile (rilevatori di fumo)	4	116
TOTALE	202867	175

► **DISTRIBUZIONE DELL'ATTIVITÀ (MBq) PER TIPO DI IMPIEGO**



► **DISTRIBUZIONE DEL NUMERO DI SORGENTI PER TIPO DI IMPIEGO**



Si osserva come la maggior attività presente sul territorio riguarda, di gran lunga, le utilizzazioni di tipo medico (medicina nucleare). Sono presenti sul territorio un numero considerevole di rilevatori di fumo radioattivi, per una attività totale, tuttavia, assai modesta. Altre sorgenti radioattive un tempo presenti in modo diffuso sul territorio, come i parafulmini radioattivi e le reticelle radioattive per lampade da campeggio, risultano ad oggi completamente eliminate, a seguito di campagne specifiche svolte negli anni passati da ARPA in collaborazione con l'USL, su mandato della Procura.

Intensità di dose gamma ambientale per esposizione a radiazione cosmica e terrestre



Il monitoraggio in continuo della dose gamma ambientale fornisce un'informazione essenziale per la valutazione della dose efficace media alla popolazione. È necessario anche per segnalare tempestivamente e documentare aumenti anomali dell'irradiazione gamma collegati ad eventi incidentali.

L'intensità di dose gamma ambientale è espressa in Sievert all'ora (Sv/h), dove 1 Sievert equivale all'assorbimento, da parte dell'intero corpo umano, dell'energia di 1 joule per kg di peso corporeo, per effetto dell'esposizione a radiazione gamma. Il Sievert è una unità di misura enormemente grande rispetto alle normali esposizioni a radioattività in ambiente, per cui si usano abitualmente i suoi sottomultipli: milli Sievert (mSv) e micro Sievert (μSv, milionesimo di Sievert).

classificazione

- ▶ **Area tematica SINAnet**
Radiazioni ionizzanti
- ▶ **Tema SINAnet**
Radiazioni ionizzanti
- ▶ **DPSIR** **S** **I**

DETERMINANTI - PRESSIONI - STATO - IMPATTO - RISPOSTE

Qualità dell'informazione



Giudizio stato



Tendenza



riferimenti normativi

▶ Normativa di riferimento

D.Lgs 230/95 mod. D.Lgs 241/00 art.104 "Controllo sulla radioattività ambientale"; (N.B.: l'art. 96 del D.Lgs 230/95 mod. D.Lgs 241/00 "Limiti di esposizione" stabilisce limiti di dose per le esposizioni derivanti da pratiche con materie radioattive o dispositivi radiogeni, dunque in aggiunta rispetto al fondo ambientale qui considerato).

Raccomandazione europea 473/00 Euratom "Applicazione dell'art. 36 del Trattato Euratom per quanto concerne il controllo dei livelli di radioattività ambientale al fine di determinare l'esposizione della popolazione nel suo insieme"

▶ Relazione con la normativa

La quantificazione dell'indicatore discende da adempimenti richiesti dalla normativa

▶ Livelli normativi di riferimento

La normativa non definisce livelli limite o di riferimento per esposizione al fondo ambientale.

La normativa definisce livelli limite per esposizioni derivanti da pratiche (e quindi in aggiunta rispetto al fondo naturale) : 1 mSv/anno per le persone del pubblico.

copertura temporale e spaziale

▶ Aggiornamento

31/12/2007

▶ Periodicità di aggiornamento

I dati sono acquisiti in continuo e memorizzati come medie orarie. Le statistiche possono essere calcolate su base temporale a scelta.

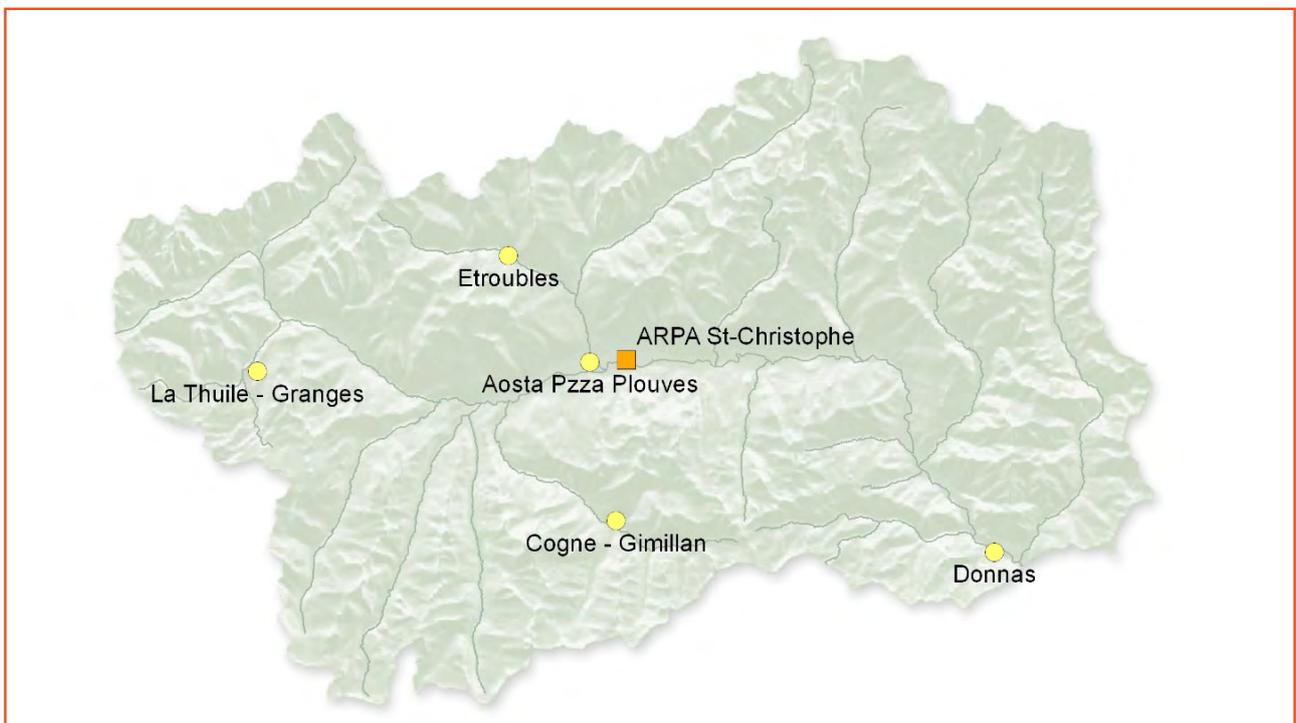
▶ Copertura territoriale

Monitoraggio puntuale, condotto in continuo in cinque stazioni di misura (Donnas, Aosta, Etroubles, Gimillan, La Thuile) collegate in rete, e presso la sede dell' ARPA (Saint Christophe), con strumento a lettura diretta.

elaborazione e presentazione

► RATEO MEDIO DI ESPOSIZIONE A RADIAZIONE GAMMA IN ARIA RILEVATO NELLE CINQUE STAZIONI DI MONITORAGGIO IN CONTINUO:

Località	Quota - m s.l.m.	Rateo di esposizione ambientale (valore medio annuale del periodo di osservazione 2003-2007) - $\mu\text{Sv/h}$
Donnas	325	0,13
Aosta - p.zza Plouves	550	0,12
Etroubles	1350	0,12
Cogne - Gimillan	1750	0,13
La Thuile - Granges	1670	0,13

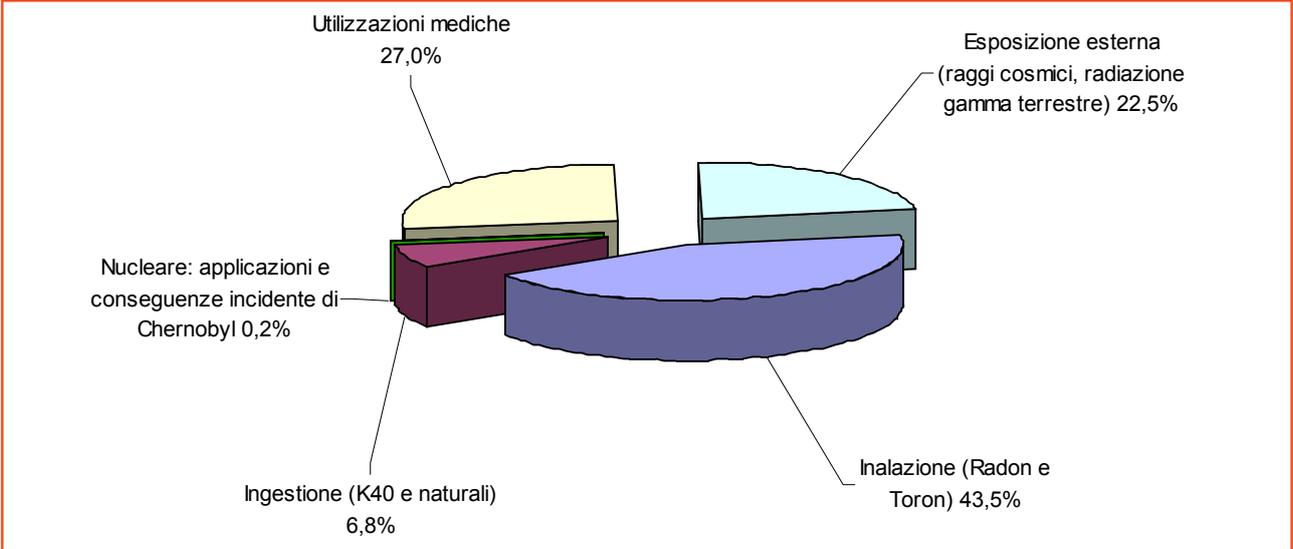


Considerando un'intensità media di dose gamma ambientale per la popolazione della Valle d'Aosta di $0,125 \mu\text{Sv/h}$ (media dei valori rilevati nelle località di fondovalle più densamente popolate), si può stimare una dose efficace media annuale per esposizione esterna a radiazione ambientale γ di $1,1 \text{ mSv}$ per persona. L'esposizione esterna a radiazione γ ambientale è uno dei contributi più rilevanti alla dose efficace da esposizione a radiazioni ionizzanti per la popolazione. Altri contributi importanti provengono dall'inalazione di radon (vedi indicatori 9.7 e 9.8) e, in misura inferiore, di toron, e dalle esposizioni per diagnostica medica (radiodiagnostica, medicina

nucleare, ...) e terapia. Una percentuale trascurabile è oggi dovuta alle applicazioni dell'energia nucleare e alle conseguenze di eventi incidentali correlati (incidente di Chernobyl). La dose efficace media individuale in un anno rappresenta una stima dell'esposizione di ciascun membro della popolazione alla radioattività. Essa è anche una grandezza con cui si valuta il rischio, per gli individui e per la popolazione, di effetti biologici dovuti all'azione delle radiazioni. A titolo di riferimento, si riporta la distribuzione percentuale dei contributi alla dose efficace media individuale annuale per l'Italia, tratta dall'Annuario APAT 2005-2006.

9.2

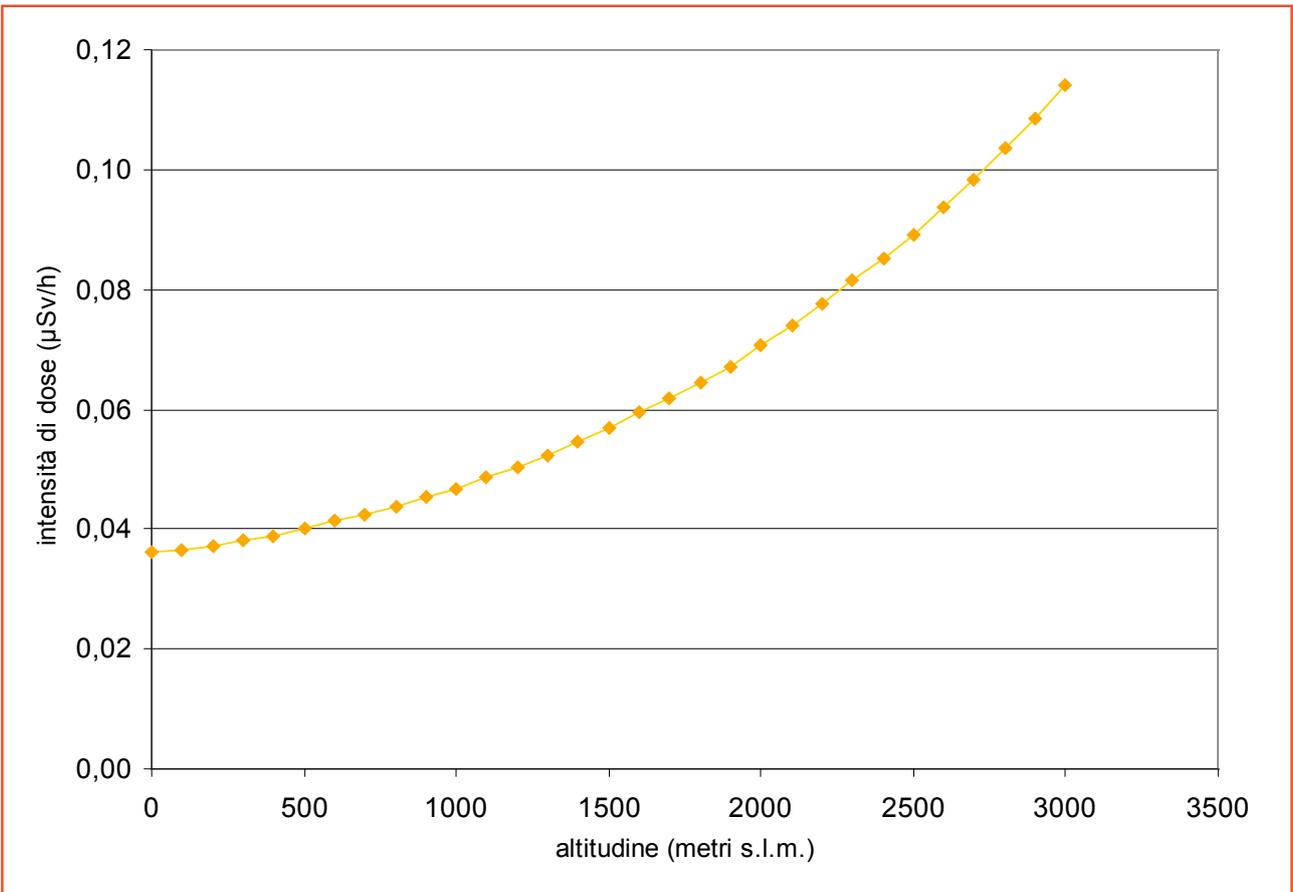
CONTRIBUTI PERCENTUALI ALLA DOSE EFFICACE MEDIA INDIVIDUALE ANNUALE PER ESPOSIZIONE A RADIAZIONI IONIZZANTI (POPOLAZIONE ITALIANA)



EFFETTO DELL'ALTITUDINE E DELLE PRECIPITAZIONI ATMOSFERICHE SULL'ESPOSIZIONE A RADIAZIONE GAMMA AMBIENTALE

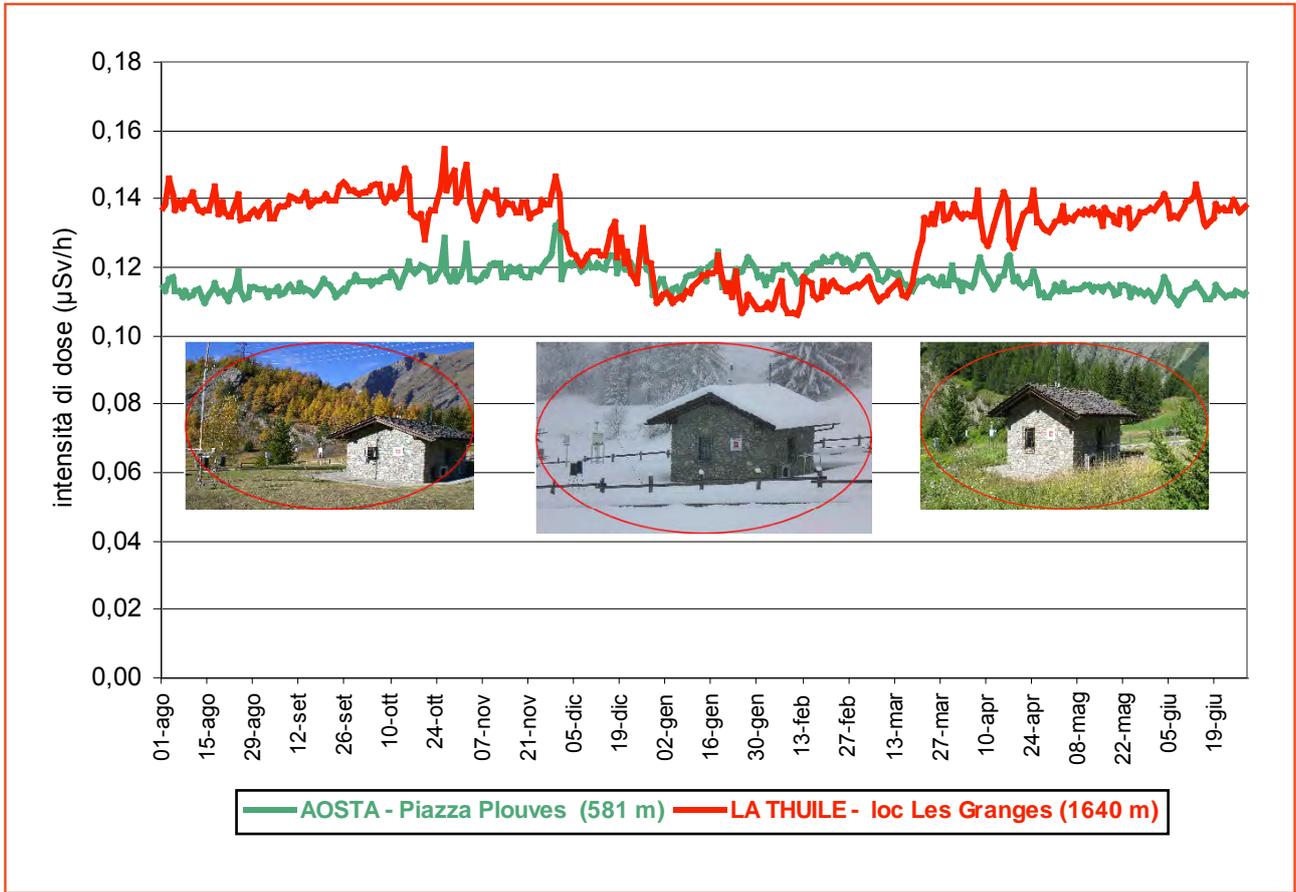
L'intensità di dose per l'esposizione a radiazione gamma ambientale è costituita da un contributo di origine terrestre (dovuto soprattutto alla radioattività naturale delle rocce e del terreno) e da un contributo

di origine cosmica (radiazione cosmica secondaria). La componente cosmica dipende dalla quota, e cresce con l'aumentare dell'altitudine, come mostrato nel grafico seguente.



Dalla figura sottostante, si può ben notare come i valori di dose rilevati alla stazione di misura posta a La Thuile, in località Les Granges, ad una quota di 1640 metri s.l.m., siano generalmente più alti rispetto ai livelli riscontrati ad Aosta, nella

stazione di misura posta in piazza Plouves (581 m s.l.m.). L'incremento è dovuto fondamentalmente all'aumento di quota e, di conseguenza, della componente cosmica della radiazione gamma, quantificabile in 0,02 $\mu\text{Sv/h}$.



Si può notare, inoltre, come i valori di esposizione a radiazione gamma, nel sito di misura di Aosta, si mantengono pressoché costanti in tutto l'arco dell'anno. Brevi e rapidi innalzamenti si verificano in corrispondenza delle precipitazioni, che comportano un aumento momentaneo, dovuto all'azione di dilavamento e trasporto a terra del particolato sospeso in atmosfera a cui sono adese particelle radioattive naturali (prodotti di decadimento del radon). A La Thuile, invece, è evidente come i valori

decrecano nettamente a partire dalla fine di novembre, mantenendosi in seguito abbastanza costanti, su valori più bassi, per tutto il periodo invernale. Questo perché le precipitazioni a carattere nevoso portano, inizialmente, ad un breve innalzamento dei valori, che invece tendono poi a diminuire sensibilmente per l'effetto schermante operato dal manto nevoso sulle emissioni dei radionuclidi presenti nel terreno. A primavera, con lo scioglimento delle nevi, i livelli di radiazioni gamma tornano ad aumentare fino ai valori abituali.

Concentrazione di attività di radionuclidi artificiali nel particolato atmosferico e nelle deposizioni (fall-out)



Il monitoraggio della radioattività artificiale nel particolato atmosferico e nelle deposizioni atmosferiche sono le azioni base per un sistema di controllo della presenza di radioattività in ambiente, al fine di monitorarne la variazione nel tempo, ed essere in grado di rivelare tempestivamente eventi anomali. Viene misurata la presenza selettiva di singoli radionuclidi gamma emettitori e la radioattività beta totale. Particolare attenzione viene rivolta alla presenza di Cs137, radionuclide artificiale ancora presente in ambiente a seguito dell'evento Chernobyl a causa del suo tempo di dimezzamento fisico di circa 30 anni.

Le concentrazioni di radioattività nel particolato atmosferico sono espresse in Becquerel al m³ d'aria (Bq/m³), dove 1 Bq indica 1 decadimento radioattivo al secondo e i m³ fanno riferimento al volume complessivo di aria entro cui si trova il particolato atmosferico, che è la matrice effettivamente oggetto di misura. È molto usato il sottomultiplo milli Becquerel (mBq) pari a 1 millesimo di Becquerel. Le concentrazioni di radioattività nelle deposizioni atmosferiche sono espresse in Becquerel al m², dove i m² fanno riferimento alla superficie di terreno su cui avvengono le ricadute al suolo.

classificazione

- ▶ **Area tematica SINAnet**
Radiazioni ionizzanti
- ▶ **Tema SINAnet**
Radiazioni ionizzanti
- ▶ **DPSIR**

DETERMINANTI - PRESSIONI - STATO - IMPATTO - RISPOSTE

Qualità dell'informazione

Giudizio stato

Tendenza

copertura temporale e spaziale

- ▶ **Aggiornamento**
31/12/2007
- ▶ **Periodicità di aggiornamento**
Particolato atmosferico: monitoraggio giornaliero (tri-giornaliero nel fine settimana). Misura mensile sull'insieme dei campioni del mese.
Deposizioni atmosferiche: monitoraggio su base mensile. La somma delle deposizioni mensili fornisce la deposizione totale annua.
- ▶ **Copertura territoriale**
Monitoraggio puntuale, condotto in Aosta (Ospedale Beauregard) fino al 2003 e a Saint-Christophe (sede ARPA) dal 2004.

riferimenti normativi

- ▶ **Normativa di riferimento**
D.Lgs 230/95 mod. D.Lgs 241/00 art.104 "Controllo sulla radioattività ambientale"; artt.115 - 152bis, con riferimento ad art.108 DPR185/64 e Decreti applicativi per i livelli di riferimento in caso di incidente nucleare.
Raccomandazione europea 473/00 Euratom "Applicazione dell'Art.36 del Trattato Euratom per quanto concerne il controllo dei livelli di radioattività ambientale al fine di determinare l'esposizione della popolazione nel suo insieme"
- ▶ **Relazione con la normativa**
L'art. 104 del D. Lgs. 230/95 mod 241/00 individua le reti nazionali di sorveglianza della radioattività ambientale come strumento per la stima dell'esposizione della popolazione dovuta a sorgenti diffuse.
- ▶ **Livelli normativi di riferimento**
Per il particolato atmosferico, dalla normativa nazionale sono desumibili livelli di intervento derivati in caso di incidente nucleare. Per Cs137 : 6,17 Bq/m³.
La raccomandazione CE 473/00 stabilisce livelli di notifica sulla base del loro significato dal punto di vista dell'esposizione nella misura di 30 mBq/m³ per il Cs137 e di 5 mBq/m³ per l'attività beta totale.
Per le deposizioni atmosferiche non sono definiti livelli normativi di riferimento.

elaborazione e presentazione

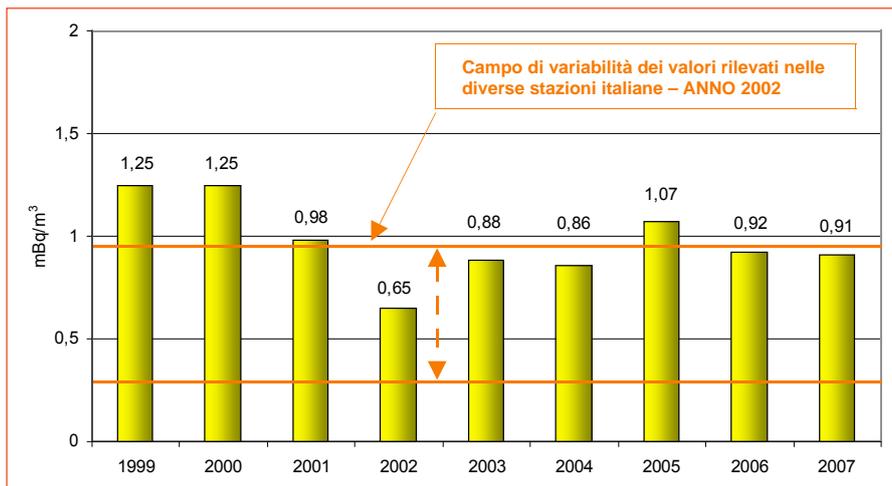
CONCENTRAZIONE MENSILE DI Cs137 RILEVATA NEL PARTICOLATO ATMOSFERICO AD AOSTA (mBq/m³ DI ARIA)

- 2000** in tutti i mesi, inferiore a 0,05 mBq/m³ aria (minima concentrazione rilevabile - MCR)
- 2001** in tutti i mesi, inferiore a 0,05 mBq/m³ aria (MCR)
- 2002** in tutti i mesi, inferiore a 0,006 mBq/m³ aria (MCR)
- 2003** in tutti i mesi, inferiore a 0,01 mBq/m³ aria (MCR)
- 2004** in tutti i mesi, inferiore a 0,008 mBq/m³ aria (MCR)
- 2005** in tutti i mesi, inferiore a 0,01 mBq/m³ aria (MCR)
- 2006** in tutti i mesi, inferiore a 0,04 mBq/m³ aria (MCR)
- 2007** in tutti i mesi, inferiore a 0,03 mBq/m³ aria (MCR)

Dal 2002 è aumentata la portata del sistema di campionamento (da 20 l/min a 100 l/min). Questo è il motivo per cui si è abbassata la minima concentrazione rilevabile.

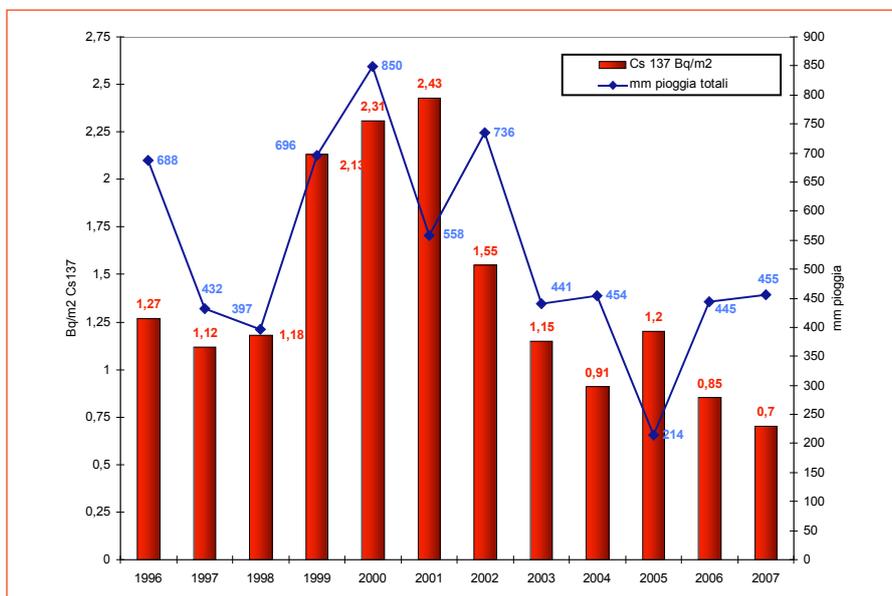
Nelle stazioni di misura dell'Italia del nord sono state rilevate, nel 2003, concentrazioni medie annuali di 0,011 mBq/m³ aria, mentre per le stazioni di misura del centro Italia la media annuale è stata di 0,040 mBq/m³ (APAT - 2004).

CONCENTRAZIONE MEDIA ANNUALE TOTALE DI RADIONUCLIDI BETA-EMETTITORI RILEVATA NEL PARTICOLATO ATMOSFERICO AD AOSTA



I valori medi annuali ad Aosta sono compresi nel campo di variazione dei valori medi annuali rilevati nelle stazioni di misura italiane (anno 2002): 0,28 - 0,93 mBq/m³ aria (dati APAT). Nella III Relazione sullo Stato dell'Ambiente, il dato 2005 non era comprensivo del mese di dicembre.

DEPOSIZIONI TOTALI ANNUE DI Cs137 E PIOVOSITÀ (1996-2007)



Si osserva una tendenziale correlazione delle deposizioni di Cs137 con la piovosità. Le deposizioni al suolo comprendono sia le ricadute di pulviscolo atmosferico a secco, che quello portato al suolo per dilavamento dell'atmosfera da parte delle precipitazioni.

Concentrazione di radionuclidi artificiali (Cs137) nel latte



Il latte ha la duplice valenza di indicatore di radioattività in ambiente, con riguardo alla sua produzione, e di alimento-base della dieta (particolarmente dell'infanzia) con riguardo al suo consumo. Il monitoraggio delle concentrazioni di radioattività artificiale nel latte è dunque fondamentale nel sistema di controllo radiometrico generale.

Le concentrazioni di radioattività sono espresse in Becquerel (Bq) al kg di latte, dove 1 Bq indica 1 decadimento radioattivo al secondo.

classificazione

- ▶ **Area tematica SINAnet**
Radiazioni ionizzanti
- ▶ **Tema SINAnet**
Radiazioni ionizzanti
- ▶ **DPSIR**

DETERMINANTI – PRESSIONI – STATO – IMPATTO – RISPOSTE

Qualità dell'informazione

Giudizio stato

Tendenza

riferimenti normativi

▶ Normativa di riferimento

D.Lgs. 230/95 mod. D.Lgs. 241/00 art. 104
“Controllo sulla radioattività ambientale”

Raccomandazione europea 473/00 Euratom
“Applicazione dell'art. 36 del Trattato Euratom per quanto concerne il controllo dei livelli di radioattività ambientale al fine di determinare l'esposizione della popolazione nel suo insieme”

Reg. CE 2218/89 Euratom “Livelli massimi di radioattività per i prodotti alimentari ... a seguito di un incidente nucleare”.

Reg. CE 737/90 Euratom “Condizioni di importazione di prodotti agricoli da paesi terzi a seguito incidente di Chernobyl”

▶ Relazione con la normativa

La quantificazione dell'indicatore è richiesta esplicitamente dalla normativa

▶ Livelli normativi di riferimento

La normativa definisce livelli limite o di riferimento

1000 Bq/kg	(Reg. CE 2218/89)
370 Bq/kg	(Reg. CE 737/90)

copertura temporale e spaziale

▶ Aggiornamento

31/12/2007

▶ Periodicità di aggiornamento

Annuale, su misure semestrali

▶ Copertura territoriale

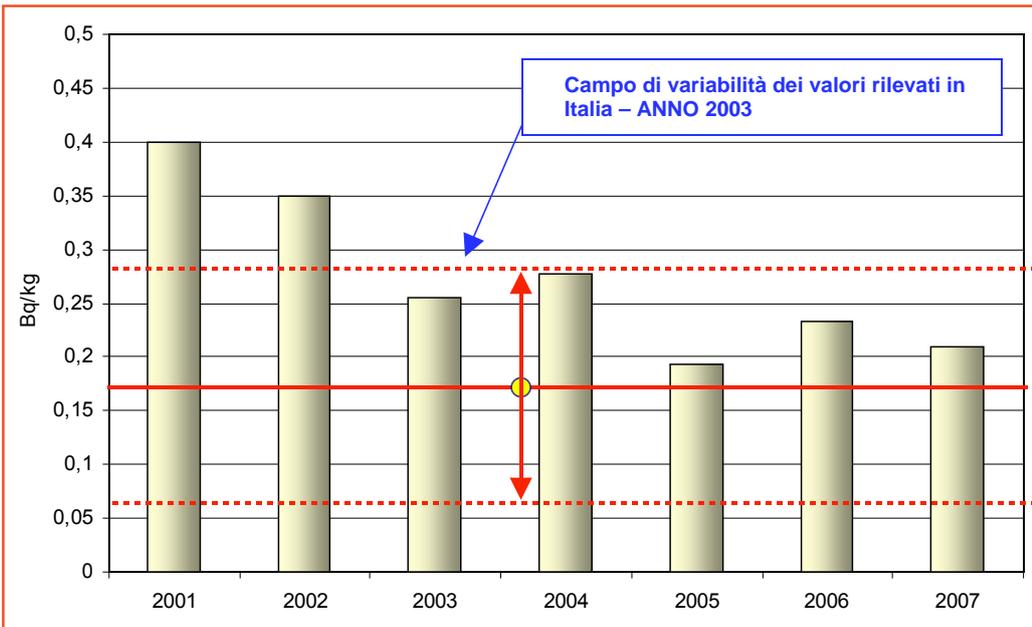
Campioni di latte crudo provenienti da tre aree: alta – media – bassa Valle

elaborazione e presentazione

► **CONCENTRAZIONE MEDIA ANNUALE DI Cs137 NEI CAMPIONI DI LATTE CRUDO PROVENIENTI DALLA MEDIA, BASSA E ALTA VALLE D'AOSTA**



► **ANDAMENTO DELLA CONCENTRAZIONE MEDIA ANNUALE DI Cs137 NEL LATTE IN VALLE D'AOSTA (LATTE CRUDO)**



Le concentrazioni rilevate sono sempre state lontane dai livelli di riferimento. La concentrazione media è in linea con la media dei valori italiani.

CONCENTRAZIONE MEDIA ANNO 2007: 0,21 Bq/kg
 MEDIA ITALIANA ANNO 2003: 0,17 ± 0,11 Bq/kg (Annuario APAT 2004 – latte della distribuzione commerciale)

Concentrazione di radionuclidi artificiali (Cs137) in muschi, castagne, funghi



I muschi con forme di crescita "a feltro" (pleurocarpi) su superfici rocciose assorbono l'acqua e gli altri nutrienti esclusivamente dalle parti aeree dell'organismo e si prestano bene per monitorare gli effetti di accumulo a lungo termine delle ricadute radioattive.

Le castagne, al contrario, portano informazioni sulla presenza di radiocontaminazione negli strati non superficiali del terreno, dove il castagno estende le sue radici. Le castagne sono anche un prodotto alimentare caratteristico di alcune aree della regione.

A differenza di muschi e castagne, i funghi non sono un buon indicatore di radioattività ambientale in quanto le concentrazioni dipendono fortemente sia dalla specie, che dalle caratteristiche locali del sito di crescita del fungo stesso.

Si riportano dati disponibili sulle concentrazioni di Cs137 in funghi di diverse specie, raccolti in Valle d'Aosta, a dimostrazione della grande variabilità dei livelli di concentrazioni rilevabili.

Le concentrazioni di radioattività sono espresse in Becquerel (Bq) al m² di superficie del tappeto di muschio, o al kg di castagne (peso fresco), dove 1 Bq indica 1 decadimento radioattivo al secondo.

classificazione

► **Area tematica SINAnet**

Radiazioni ionizzanti

► **Tema SINAnet**

(Radiazioni ionizzanti)

► **DPSIR**

DETERMINANTI - PRESSIONI - STATO - IMPATTO - RISPOSTE

Qualità dell'informazione

Giudizio stato

Tendenza

riferimenti normativi

► **Normativa di riferimento**

D.Lgs. 230/95 mod. D.Lgs. 241/00 art.104

"Controllo sulla radioattività ambientale"

Reg. CE 2218/89 Euratom "Livelli massimi di radioattività per i prodotti alimentari ... a seguito di un incidente nucleare" (per le castagne considerate come alimento).

Reg. CE 737/90 Euratom "Condizioni di importazione di prodotti agricoli originari di paesi terzi a seguito dell'incidente di Chernobyl"

► **Relazione con la normativa**

Per le castagne e per i funghi la quantificazione dell'indicatore è implicita nella posizione dei livelli limite o di riferimento e discende da adempimenti richiesti dalla normativa.

► **Livelli normativi di riferimento**

Per i muschi la normativa non definisce livelli limite o di riferimento.

Per le castagne e i funghi, in quanto alimenti: 1250 Bq/kg (Reg. CE 2218/89); 600 Bq/kg per importazione da paesi terzi (Reg. CE 737/90).

copertura temporale e spaziale

► **Aggiornamento**

31/12/2007

► **Periodicità di aggiornamento**

Muschi: biennale

Castagne: annuale

Funghi: campagna di misura condotta negli anni 2005-2006 in collaborazione con l'Associazione Micologica Valdostana

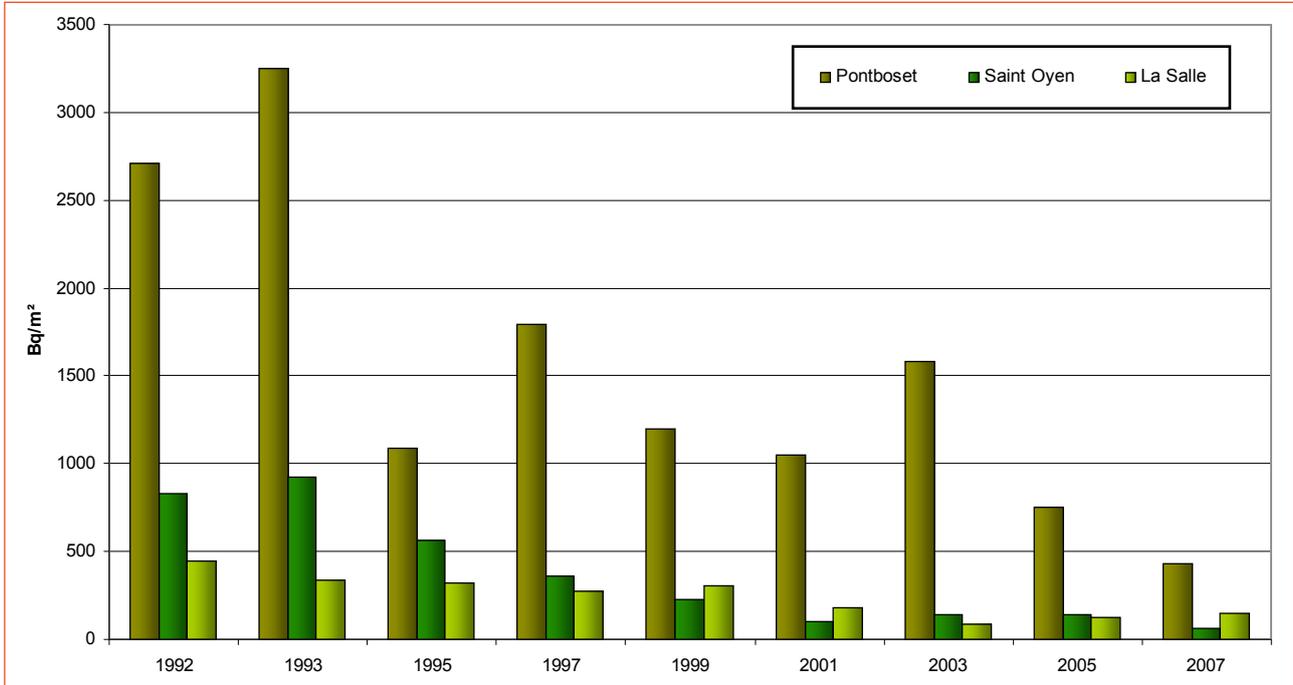
► **Copertura territoriale**

Stazioni di prelievo periodico di muschi e castagne in Bassa, Media e Alta Valle.

Campioni di funghi raccolti su tutto il territorio regionale.

elaborazione e presentazione

► **CONCENTRAZIONE DI Cs137 NEI MUSCHI (Bq/m²):**



	LA SALLE	SAINT OYEN	PONTBOSET
	Bq/m ²	Bq/m ²	Bq/m ²
1992	445	827	2707
1993	337	925	3249
1995	320	565	1089
1997	275	362	1796
1999	305	226	1195
2001	182	98	1049
2003	89,7	142	1581
2005	129	140	753
2007	150	63	434

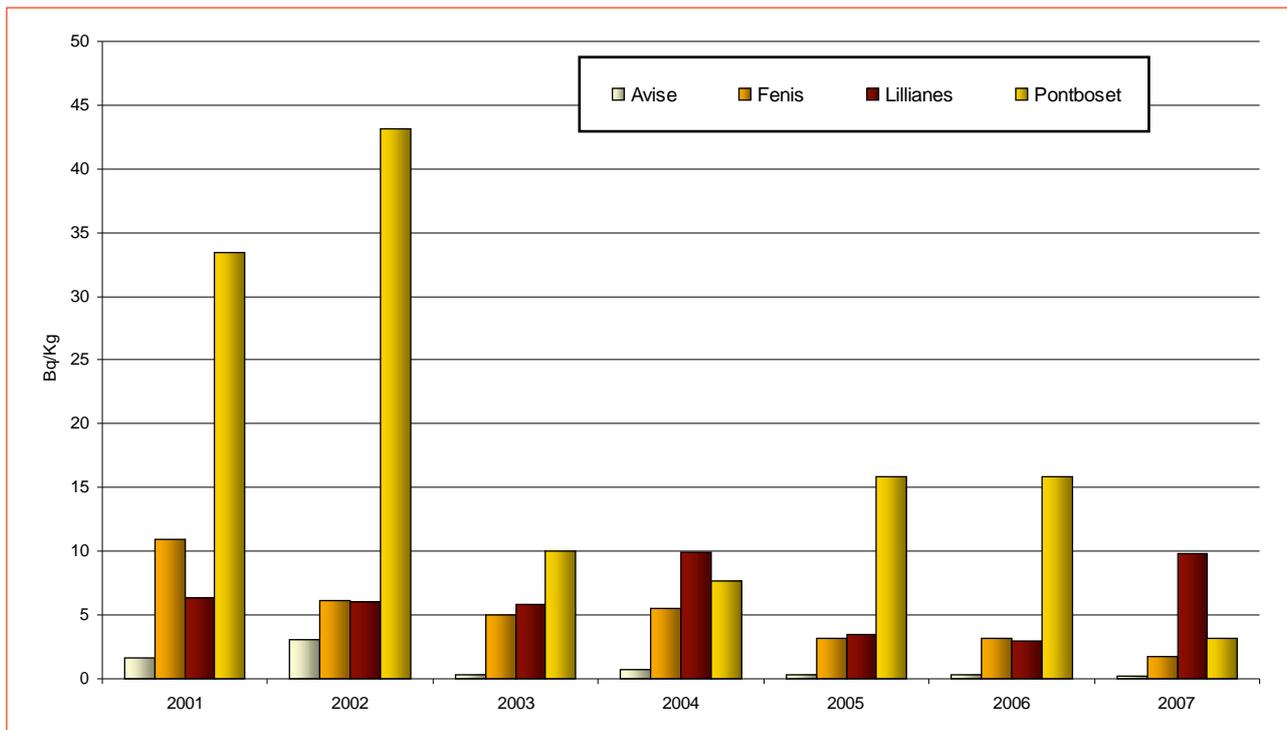
Si osserva un generale decremento nell'arco dei quindici anni considerati. Interessante inoltre è la notevole differenza tra le concentrazioni rilevate in Bassa Valle (Pontboset) rispetto agli altri due siti di

raccolta. Nella prima settimana del maggio 1986, cadde nella zona sud-orientale della Valle d'Aosta una quantità di pioggia molto superiore rispetto agli altri due siti (vedi approfondimento a pag. 260).

9.5

► CONCENTRAZIONE DI Cs137 NELLE CASTAGNE (Bq/kg)

ANNO	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	Media per località 2001/2007
Avise	1,64	3,03	0,29	0,69	0,28	0,28	0,22	1,19
Fenis	10,90	6,13	5,05	3,05	3,20	3,20	1,70	4,75
Lillianes	6,33	6,03	5,80	9,90	4,94	2,92	9,80	6,53
Pontboset	33,40	43,10	10,00	7,63	15,80	15,80	3,2	18,42
Media annuale	13,07	14,57	5,28	5,32	6,05	5,55	3,73	



I livelli rilevati sono molto lontani dai valori di riferimento per le matrici alimentari. A titolo di confronto, la concentrazione media

rilevata in Piemonte nel 2005 (6 punti di misura nelle province di Cuneo, Biella, Verbania, Novara) è stata di 28,6 Bq/kg.

► CONCENTRAZIONE DI Cs137 NEI FUNGHI

Negli anni 2005-2006 è stata condotta, in collaborazione con l'Associazione Micologica Valdostana, una campagna di misura della concentrazione di Cs137 in diverse specie di funghi, raccolti dai soci dell'Associazione in vari punti del territorio regionale.

I campioni di funghi venivano conferiti ad ARPA accompagnati da una scheda riportante l'indicazione della specie e delle caratteristiche del sito di raccolta.

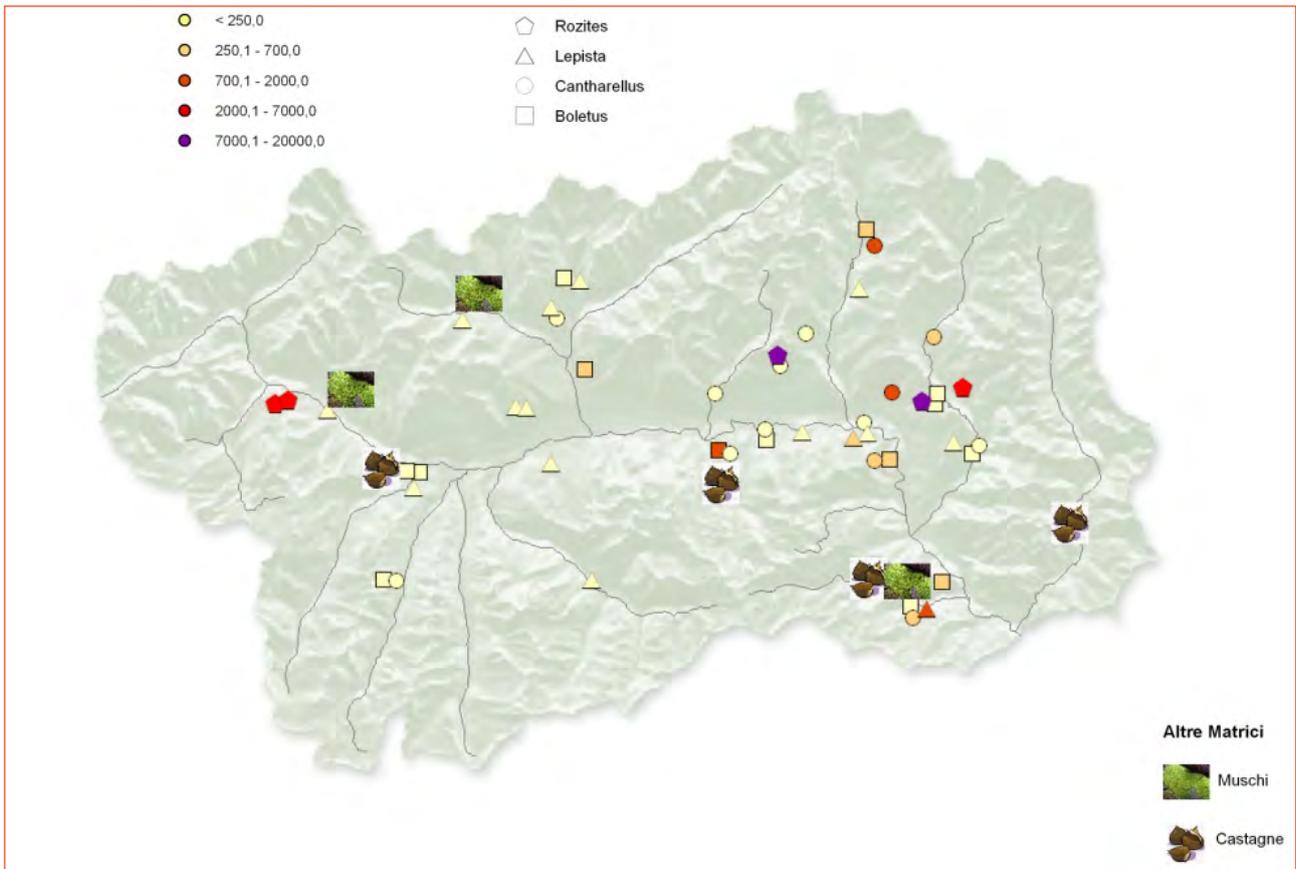
I funghi, a differenza dei muschi e di altre matrici vegetali, non sono considerati dei buoni indicatori per la mappatura sistematica delle deposizioni al suolo di radioattività artificiale, in quanto le concentrazioni dipendono fortemente, oltre che dalla specie, dalle caratteristiche del sito di raccolta.

L'analisi radiometrica è stata effettuata sui campioni essiccati, al fine di prescindere dal contenuto di acqua, anch'esso fortemente dipendente dalle condizioni di raccolta.

Ciò rende i valori di concentrazione molto più elevati rispetto al fungo fresco come consumato, e quindi non direttamente confrontabili con i livelli normativi di riferimento.

Nella figura seguente sono riportate le concentrazioni misurate nei campioni delle diverse specie di funghi raccolti in punti diversi del territorio regionale.

Nella medesima cartina sono anche indicate le località di campionamento di muschi e castagne.



Concentrazione di radionuclidi artificiali (Cs 137) nel detrito minerale e organico sedimentabile (DMOS)



Il materiale trasportato in sospensione dalla corrente di fiumi e torrenti fornisce informazioni sulla presenza di radioattività sull'intero bacino idrografico del corso d'acqua. Il metodo di campionamento dello DMOS è basato su trappole artificiali di detrito in sospensione, ed è stato messo a punto appositamente per il monitoraggio della radioattività nei corpi acquiferi.

Le concentrazioni di radioattività sono espresse in Becquerel (Bq) al kg di materiale sedimentabile asciutto per esposizione ad aria a temperatura ambiente, e 1 Bq indica 1 decadimento radioattivo al secondo.

L'ARPA applica questo metodo, oltre che alle acque della Dora Baltea, a torrenti di fusione glaciale. In questi casi, il fine è la valutazione degli apporti diretti di radioattività artificiale rilasciati da parte dell'apparato glaciale soprastante.

classificazione

- ▶ **Area tematica SINAnet**
Radiazioni ionizzanti
- ▶ **Tema SINAnet**
(Radiazioni ionizzanti)
- ▶ **DPSIR**

DETERMINANTI - PRESSIONI - STATO - IMPATTO - RISPOSTE

Qualità dell'informazione

Giudizio stato

Tendenza

riferimenti normativi

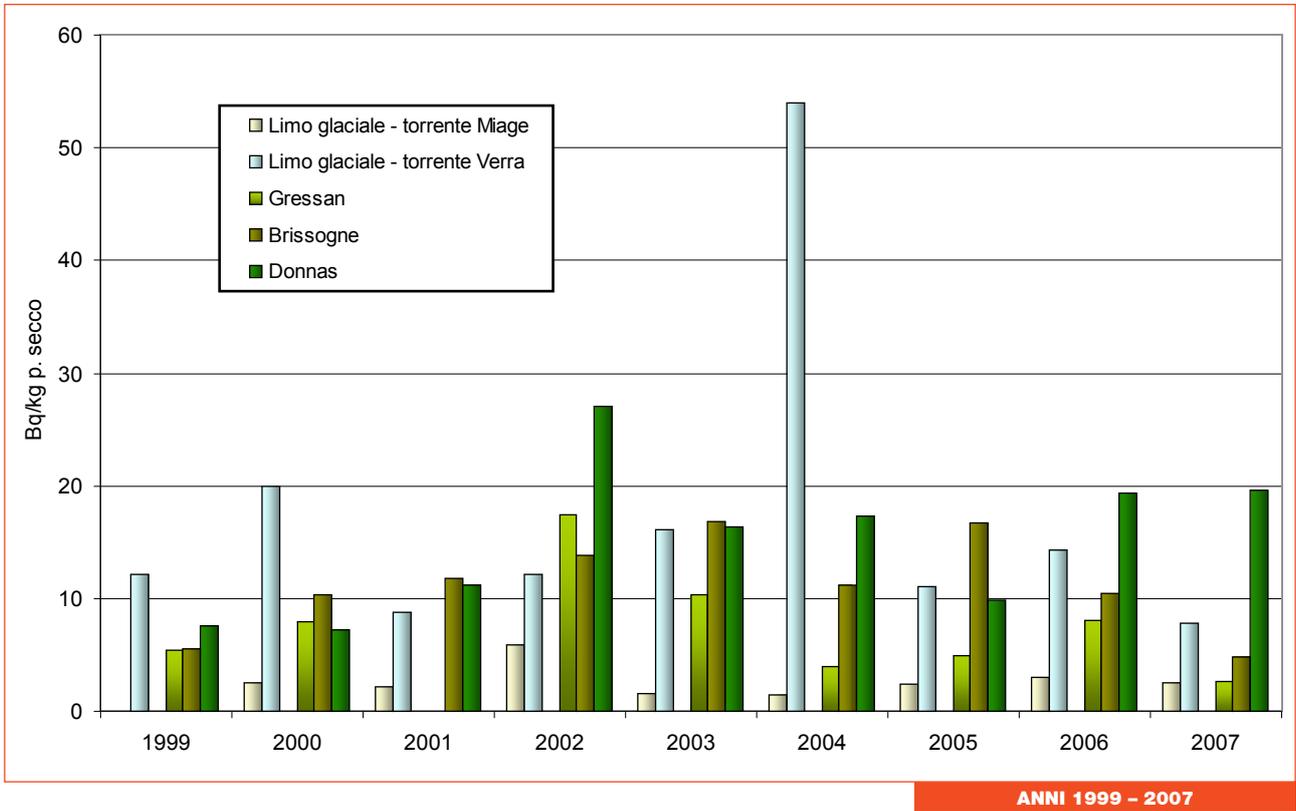
- ▶ **Normativa di riferimento**
D.Lgs 230/95 mod. D.Lgs 241/00 art. 104
"Controllo sulla radioattività ambientale"
- ▶ **Relazione con la normativa**
La quantificazione dell'indicatore discende dalle richieste di controllo della radioattività ambientale
- ▶ **Livelli normativi di riferimento**
Non previsti

copertura temporale e spaziale

- ▶ **Aggiornamento**
31/12/2007
- ▶ **Periodicità di aggiornamento**
Annuale. Le misure vengono effettuate in estate (limo glaciale) e in autunno (DMOS Dora Baltea)
- ▶ **Copertura territoriale**
Monitoraggio puntuale, condotto sulla Dora Baltea in tre siti: Gressan, a monte di Aosta, Brissogne, a valle del depuratore di Aosta, Pont St. Martin, all'uscita della Dora Baltea dalla Valle d'Aosta.
Vengono inoltre effettuati con tecnica DMOS campionamenti e misure radiometriche sul limo glaciale in prossimità della fronte del Grande Ghiacciaio di Verra e del Ghiacciaio del Miage, per valutare la presenza di Cs137 da scioglimento delle masse glaciali

elaborazione e presentazione

CONCENTRAZIONE DI CESIO 137 NEL DETRITO MINERALE E ORGANICO SEDIMENTABILE (Bq/kg DI PESO SECCO)



Si osservano, negli ultimi anni, livelli stazionari di presenza di Cs137 nel particolato in sospensione della Dora Baltea. Per quanto riguarda il limo glaciale, le concentrazioni rilevate nel torrente Miage sono stazionarie. Le oscillazioni rilevate sul limo glaciale del torrente di Verra possono essere ricondotte alle forte variazioni di portata nel sito di misura. È evidente la differenza tra i valori del torrente Miage e del torrente Verra in dipendenza della diversa entità delle ricadute radioattive che hanno interessato il massiccio del Monte Bianco e il Massiccio del Monte Rosa. Si riportano, per confronto, le concentrazioni di Cs137 misurate nel DMOS nel tratto piemontese della Dora Baltea e del Po (settembre - ottobre 2005)

Dora Baltea – Quassolo
10,5 Bq/kg (peso secco)

Dora Baltea – Ivrea
7,4 Bq/kg (peso secco)

Po – Verolengo
(a monte della confluenza della Dora Baltea)
7,3 Bq/kg (peso secco)

Po – Casale Monferrato
(a valle della confluenza della Dora Baltea)
16,8 Bq/kg (peso secco)

Le concentrazioni misurate in Dora sono perfettamente congruenti con quelle rilevate in Valle d'Aosta.

Presenza di Cesio 137 in ambiente sul territorio della Valle d'Aosta



approfondimento

Nella notte tra il 25 e il 26 aprile 1986, come è noto a tutti, si verificò l'incidente al reattore n. 4 nella centrale nucleare di Chernobyl, in Ucraina. A seguito dell'esplosione del nocciolo e anche nei giorni successivi, si produsse il rilascio in atmosfera di enormi quantitativi di elementi radioattivi.

La nube radioattiva sprigionatasi, che dapprima interessò il nord Europa, raggiunse l'Italia e la nostra regione a partire dal primo di maggio 1986.

Le precipitazioni che avvennero in quei giorni determinarono una notevole ricaduta a terra degli ele-

menti radioattivi presenti in atmosfera, con conseguente contaminazione al suolo.

In particolare, l'area depressionaria centrata nella zona Mar Ligure - Alto Tirreno, con risalita di correnti umide da S-SE, che caratterizzò la prima decade di maggio 1986, determinò delle precipitazioni particolarmente intense nella Bassa Valle e sui rilievi ai confini del Piemonte, e via via decrescenti, risalendo la regione, per arrivare a valori bassi nell'Alta Valle.

Questa distribuzione delle precipitazioni è riportata nella figura seguente (Fig. 1).

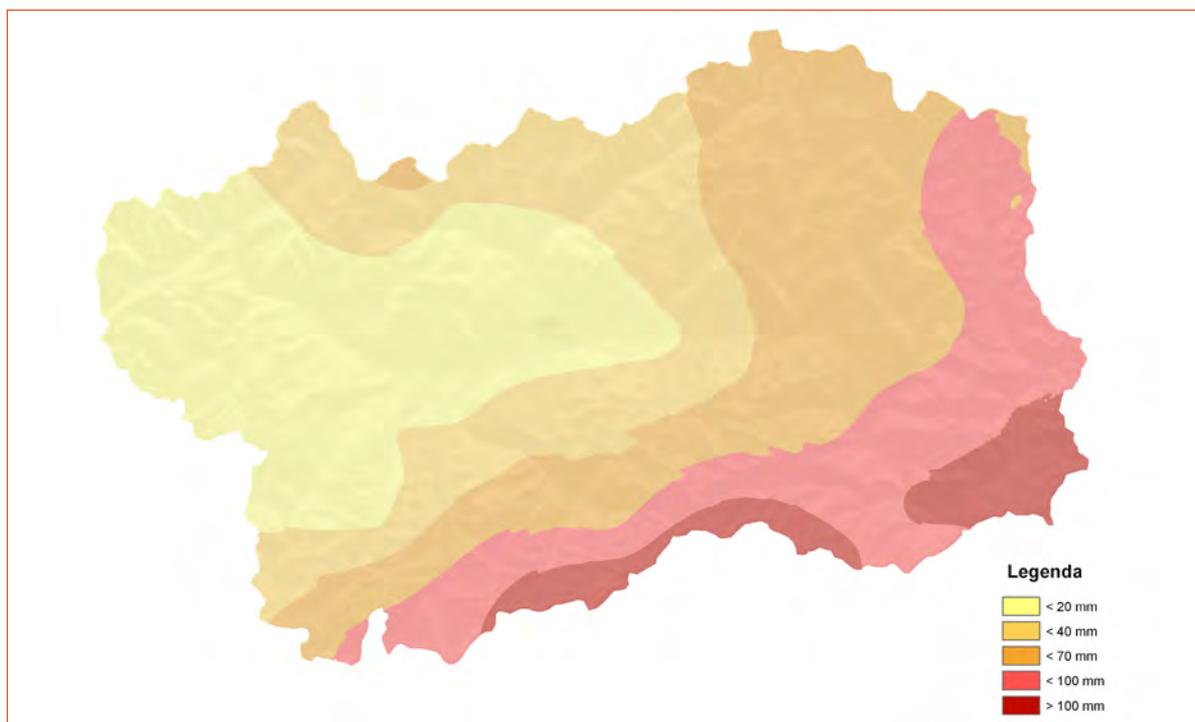


Figura 1 Distribuzione delle precipitazioni in Valle d'Aosta nella 1ª decade del maggio 1986

La carta delle isoiete è stata ottenuta considerando non solo i dati delle stazioni meteorologiche della Valle d'Aosta, ma anche di stazioni pluviometriche esterne al territorio regionale, in modo tale da garantire una maggior accuratezza del risultato per le zone perimetrali della Valle. Questo accorgimento è stato particolarmente importante in quanto le aree del territorio piemontese confinanti con la Valle d'Aosta sono state oggetto di intense precipitazioni.

Dai dati puntuali georeferenziati si è passati ad una distribuzione spaziale sull'intero territorio valdostano mediante metodi di analisi geostatistica (kriging).

La distribuzione delle precipitazioni nella prima decade del maggio 1986 ha determinato la differente entità delle ricadute radioattive al suolo.

A seguito dell'incidente al reattore, si erano prodotti diversi radionuclidi artificiali. Tra di essi vi erano elementi con tempo di dimezzamento radioattivo molto breve, scomparsi totalmente nel giro di poche settimane.

Oggi, a più di vent'anni di distanza, la contaminazione di radionuclidi gamma-emettitori tuttora esistente è essenzialmente dovuta alla presenza di cesio137, avente come tempo di dimezzamento 30 anni circa. La sua presenza sul territorio è determinata dall'apporto iniziale da ricaduta, e dai successivi processi di dilavamento, accumulo, trasporto, risospensione, bioaccumulo, introduzione nelle catene alimentari, e quant'altro è parte della complessità delle dinamiche ambientali.



In questi anni l'Area Operativa radioattività ambientale dell'ARPA VdA ha condotto numerose e approfondite campagne di monitoraggio della contaminazione radioattiva in diverse matrici ambientali.

In particolare si riportano le carte relative alla distribuzione della presenza di Cs137 nei terreni imperturbati e nei mieli millefiori della Valle d'Aosta. (Fig. 2 e 3)



Figura 2 Distribuzione Cs137 nei terreni imperturbati

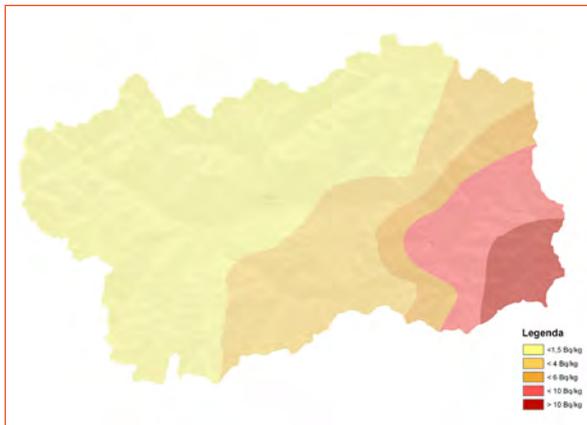


Figura 3 Distribuzione Cs137 nei mieli millefiori

Anche queste carte sono state ottenute interpolando, con metodi di analisi geostatistica, i dati di concentrazione di Cs137, rispettivamente nei terreni e nei mieli, riferiti a diversi punti del territorio della regione.

Sia i terreni imperturbati di alta quota che i mieli sono buoni indicatori della presenza di radioattività in ambiente: i terreni a vegetazione rada in altitudine, per la capacità di trattenere localmente e conservare memoria nel tempo delle deposizioni radioattive, e i mieli perché l'attività di raccolta delle api integra l'informazione sulla presenza di Cs137 in un'area spaziale omogenea circostante l'alveare. Inoltre, il territorio della Valle d'Aosta si presta meglio di altri ad un campionamento sistematico e completo di terreni in zone di praterie rade di alta quota, e di mieli di produzione locale.

Riunendo e sovrapponendo le tre carte delle precipitazioni (ovvero delle deposizioni) e di concentrazione rilevata in ambiente (suoli imperturbati, mieli), è stata realizzata la "carta della presenza di Cs137 in ambiente".

Con questo procedimento, inusuale e, ci si passi il termine, "trasgressivo" (si mettono insieme quantità non direttamente confrontabili) si perviene a rappresentare in modo qualitativo, immediato ed efficace, con gradi di sfumature progressive di colore risultanti dalla semplice sovrapposizione delle tonalità nelle carte di base, la differente presenza di contaminazione radioattiva artificiale da ricaduta di Cs137 sul nostro territorio.

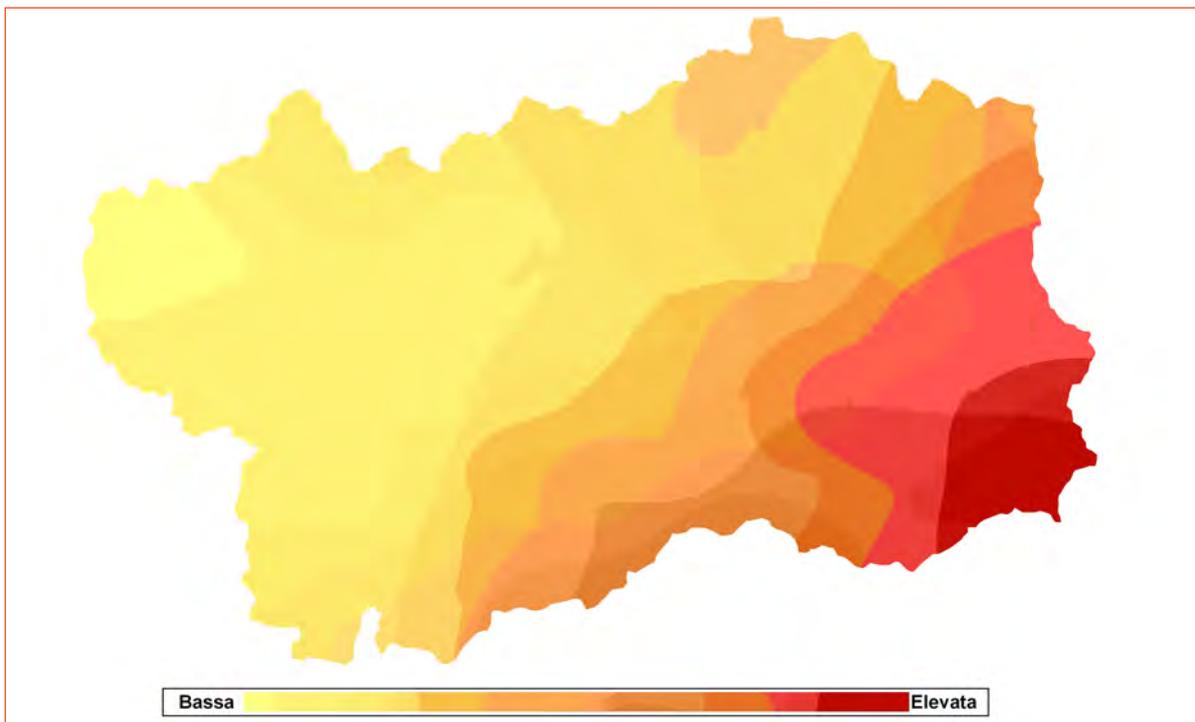


Figura 4 Carta della presenza di Cs137 in ambiente



9.7

Livelli di concentrazione di radon 222 all'interno di edifici (indoor)



Il radon (Rn222) è un gas radioattivo naturale prodotto dal decadimento del radio 226, a sua volta generato dal decadimento dell'uranio 238. Essendo il radio e l'uranio presenti, in misura diversa, nelle rocce, nei terreni e nei materiali da costruzioni derivati, l'emanazione di radon avviene in modo diffuso su tutto il territorio. In aria libera, il radon si disperde in atmosfera e non raggiunge mai concentrazioni elevate, mentre negli ambienti chiusi il gas tende ad accumularsi, raggiungendo a volte concentrazioni notevoli. La misura del radon nelle abitazioni è il metodo più diretto per la stima delle concentrazioni di radon presenti effettivamente negli ambienti di vita e, dunque, per la eventuale predisposizione di azioni e strategie di riduzione del rischio.

classificazione

- ▶ **Area tematica SINAnet**
Radiazioni ionizzanti
- ▶ **Tema SINAnet**
Radiazioni ionizzanti
- ▶ **DPSIR**

DETERMINANTI - PRESSIONI - STATO - IMPATTO - RISPOSTE

- Qualità dell'informazione
- Giudizio stato
- Tendenza

riferimenti normativi

- ▶ **Normativa di riferimento**
D.Lgs n. 230/95 mod. D.Lgs n. 241/00 capo III bis art. 10 sexies "Individuazione delle aree ad elevata probabilità di alte concentrazioni di attività di radon"
- ▶ **Relazione con la normativa**
La quantificazione dell'indicatore è implicita nella posizione di livelli limite o di riferimento (Raccomandazione UE 90/143). Essa è inoltre collegata ad adempimenti di tipo normativo o amministrativo richiesti da normative più generali, essendo il metodo più utilizzato per l'individuazione delle aree a rischio radon, prevista dal D.Lgs. 241/00 capo III bis art. 10 sexies.
- ▶ **Livelli normativi di riferimento**
A livello europeo, la Raccomandazione 90/143/Euratom del 21 febbraio 1990 stabilisce i seguenti livelli di riferimento sopra i quali sono raccomandate azioni di risanamento:
 - Edifici esistenti 400 Bq/m³
 - Edifici nuovi 200 Bq/m³
 La Raccomandazione 90/143 non è stata ad oggi recepita in Italia

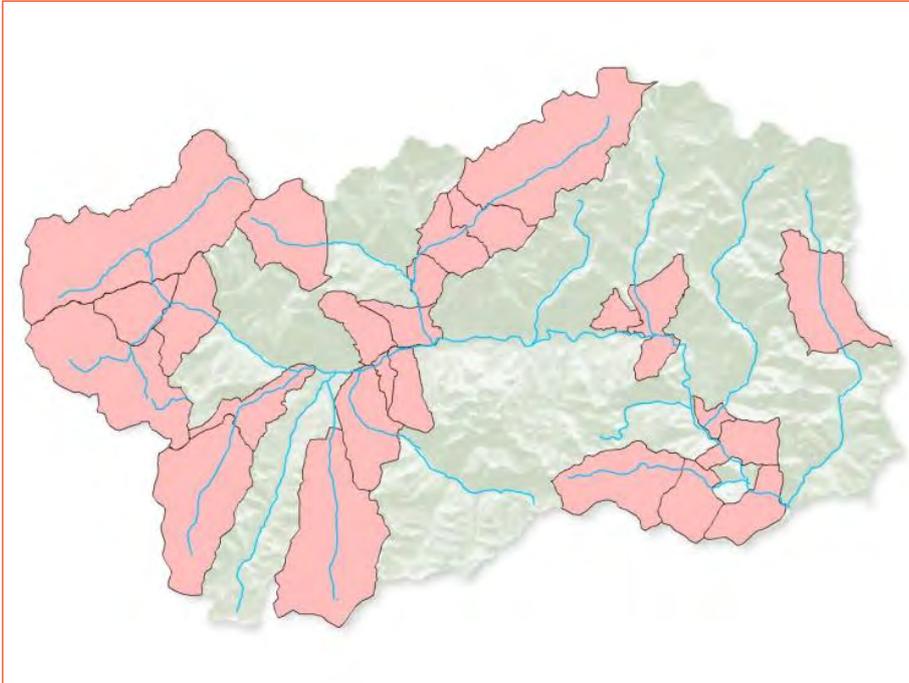
copertura temporale e spaziale

- ▶ **Aggiornamento**
31/12/2007
- ▶ **Periodicità di aggiornamento**
La concentrazione media di radon in ambiente chiuso (abitazioni, scuole, luoghi di lavoro) è considerata in generale non soggetta a variazioni significative nel corso del tempo, a meno di modifiche strutturali dell'edificio, o cambiamenti delle abitudini e degli stili di vita degli occupanti (coibentazione dell'edificio, ventilazione dei locali ...). Per il completamento della mappatura dei livelli di concentrazione di radon indoor, vengono normalmente utilizzati risultati di rilievi svolti in periodi diversi, se effettuati con metodi di misura adeguati, e confrontabili
- ▶ **Copertura territoriale**
È in corso un piano di mappatura sistematica dell'intero territorio regionale, su base comunale. Attualmente sono stati completati 25 comuni.

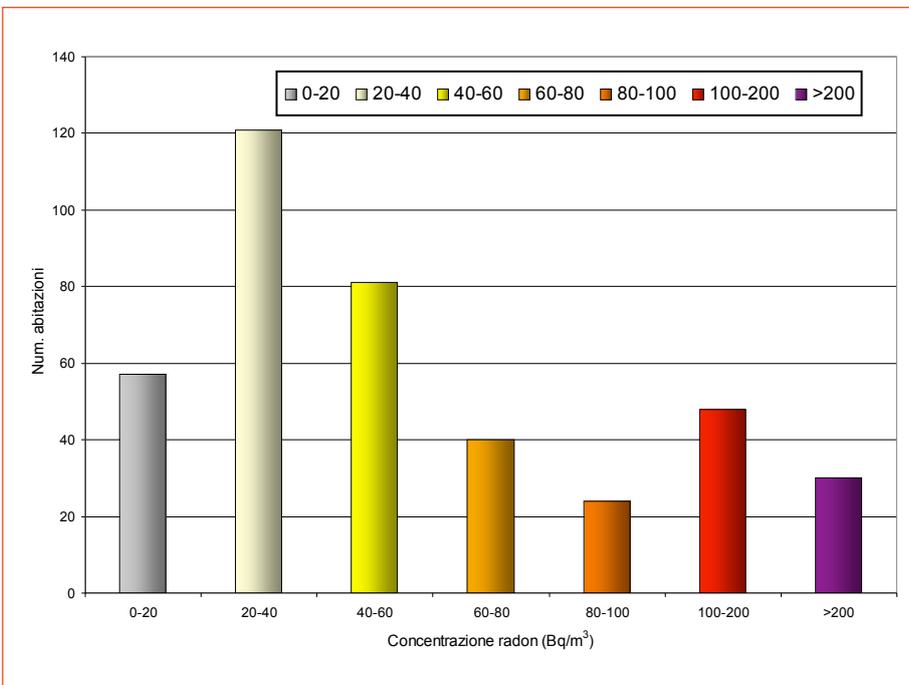
elaborazione e presentazione

► CONCENTRAZIONE DI RADON NELLE ABITAZIONI DEI COMUNI VALDOSTANI

Nella cartina sotto riportata, si evidenziano in rosa i 25 Comuni oggetto, al 31/12/2007, delle rilevazioni di radon indoor.



Si tratta di una campagna effettuata su iniziativa di ARPA: in collaborazione con i Comuni si definiscono i siti di posizionamento dei dosimetri, privilegiando le abitazioni occupate durante tutto l'arco dell'anno (fino ad oggi sono state effettuate rilevazioni in 345 abitazioni). Per la definizione del numero di dosimetri nei diversi Comuni, si tiene conto del numero di abitanti: vengono posizionati dosimetri in 1 abitazione ogni 100 abitanti, con un minimo, per i Comuni più piccoli, di 10 abitazioni, per garantire una adeguata copertura territoriale. Le misure si riferiscono alla concentrazione media annuale, risultante dalla media di due semestri: ottobre-marzo (semestre invernale) e aprile-settembre (semestre estivo).



Distribuzione dei valori di concentrazione media annua di radon nelle 345 abitazioni monitorate.

Valore medio rilevato: 69,9 Bq/m³.

Valore medio semestre invernale: 79,6 Bq/m³.
 Valore medio semestre estivo: 64,0 Bq/m³.

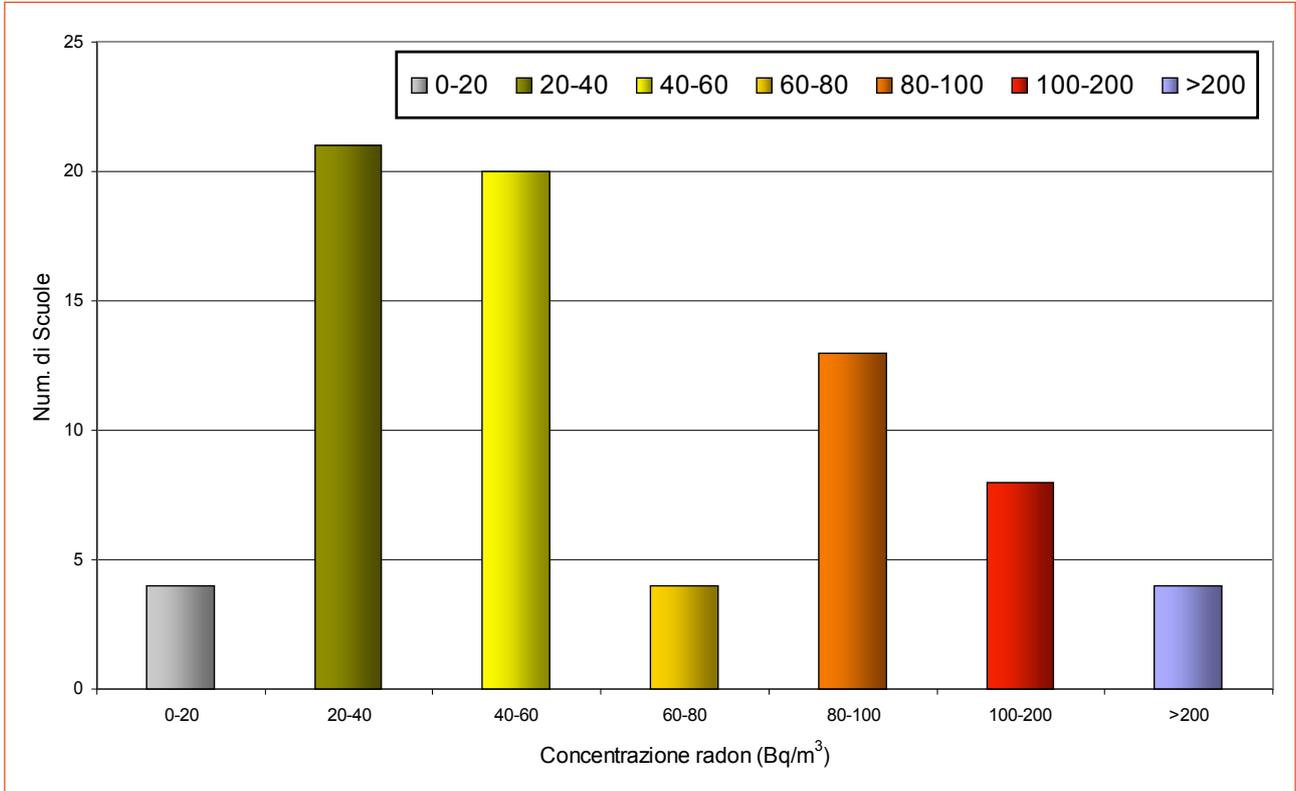
La concentrazione media nel semestre invernale è maggiore che nel semestre estivo per effetto:

- della minore aerazione dei locali d'inverno;
- della maggior temperatura interna delle abitazioni rispetto all'esterno nella stagione invernale;
- della possibilità di suolo gelato che impedisce la emanazione di radon dal suolo verso l'aria libera.

► CONCENTRAZIONE DI RADON IN EDIFICI SCOLASTICI DELLA VALLE D'AOSTA

Nell'ambito della mappatura di tutto il territorio regionale, le misure di concentrazione di radon vengono effettuate, oltre che nelle abitazioni, anche negli edifici pubblici, con particolare attenzione rivolta alle scuole.

Le misure all'interno degli edifici scolastici riguardano il solo semestre invernale, perché esso coincide con l'utilizzo effettivo delle strutture da parte di insegnanti e allievi. Il grafico sotto riportato si riferisce alla concentrazione rilevata nei 74 edifici scolastici monitorati dal 2002 ad oggi.



Il valore medio di concentrazione di radon nelle scuole oggetto di rilievo è di 55,5 Bq/m³. Per ciò che riguarda i 4 edifici che superano i 200 Bq/m³ è necessario precisare che si tratta di misure effettuate in locali posizionati al piano seminterrato o interrato, utilizzati per un tempo limitato dagli alunni (refettorio, aula ricreativa).



Courmayeur - La Palud

9.8

Radioattività naturale (radon 222) nelle acque di sorgente



La mappatura delle concentrazioni di radon nelle acque di sorgente fornisce interessanti indicazioni sul potenziale di emanazione di radon dal suolo nelle diverse aree della regione, con particolare riferimento alla loro natura geologica e litologica. Il radon è infatti solubile in acqua. Esso dunque viene trasportato dalle acque profonde fino alle risorgenze in superficie in concentrazioni diverse a seconda dell'intensità di emanazione delle rocce entro cui si svolge il circolo acquifero.

Le concentrazioni di radon in acqua sono espresse come numero di decadimenti radioattivi di nuclei di radon 222 al secondo (Becquerel – Bq) in 1 litro d'acqua.

classificazione

- ▶ **Area tematica SINAnet**
Radiazioni ionizzanti
- ▶ **Tema SINAnet**
(Radiazioni ionizzanti)
- ▶ **DPSIR**

DETERMINANTI – PRESSIONI – STATO – IMPATTO – RISPOSTE

Qualità dell'informazione

Giudizio stato

Tendenza

riferimenti normativi

- ▶ **Normativa di riferimento**
D.Lgs 230/95 mod. D.Lgs 241/00 capo III bis art. 10 sexies "Individuazione delle aree ad elevata probabilità di alte concentrazioni di attività di radon"
Raccomandazione CE 2001/928 Euratom sulla tutela della popolazione contro l'esposizione al radon nell'acqua potabile
- ▶ **Relazione con la normativa**
La quantificazione dell'indicatore è implicita nella posizione di livelli limite o di riferimento, quali quelli contenuti nella Raccomandazione CE 2001/928 Euratom.
È, inoltre, collegata ad adempimenti di tipo normativo o amministrativo richiesti da normative più generali, essendo un metodo di supporto per l'individuazione delle aree a rischio radon, D.Lgs 241/00 capo III bis art. 10 sexies
- ▶ **Livelli normativi di riferimento**
A livello europeo, la Raccomandazione CE 2001/928 Euratom del 20/12/2001 indica:
 - azioni correttive non richieste al di sotto di 100 Bq/l
 - azioni correttive raccomandate al di sopra di 1000 Bq/l
 La Raccomandazione CE 2001/928 non è stata ad oggi recepita in Italia

copertura temporale e spaziale

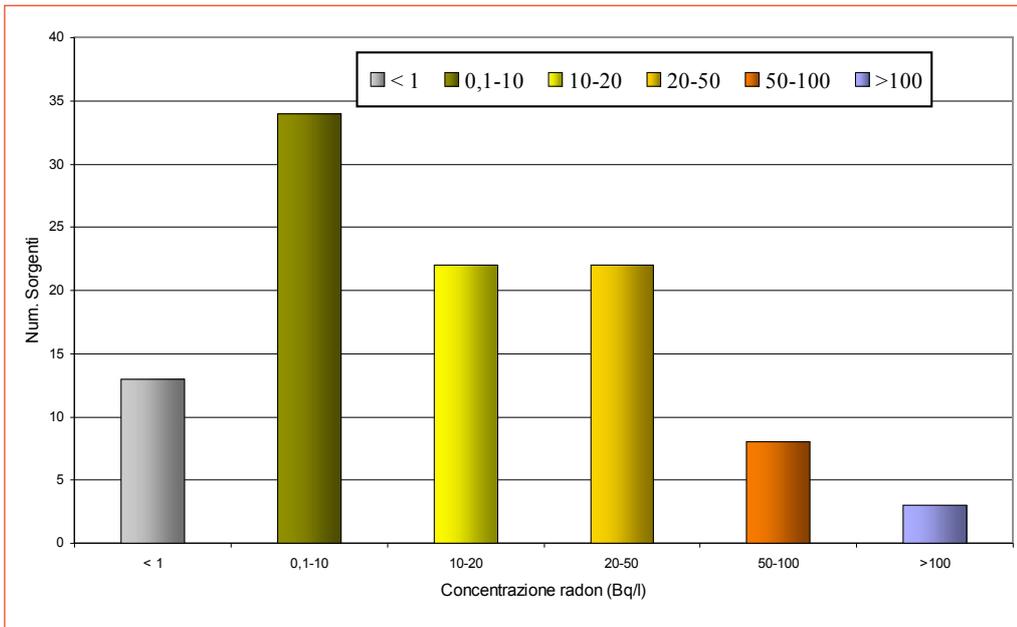
- ▶ **Aggiornamento**
31/12/2007
- ▶ **Periodicità di aggiornamento**
La concentrazione media di radon nelle acque di sorgente è considerata in generale non soggetta a variazioni significative nel corso del tempo, a meno di eventi che modifichino le caratteristiche del bacino di alimentazione della sorgente medesima.
Alcune sorgenti vengono monitorate con periodicità stagionale e/o annuale per confermare la stabilità delle concentrazioni
- ▶ **Copertura territoriale**
Misure su sorgenti e fontanili in tutta la regione. Vengono annualmente aggiunti nuovi punti di misura, per una copertura sempre più completa del territorio regionale

elaborazione e presentazione

► CONCENTRAZIONE DI RADON IN ACQUE DI SORGENTE E FONTANILE

Nella parte centrale della regione, caratterizzata da serpentiniti e calcescisti a basso tenore di radioattività naturale, le concentrazioni di radon nelle acque esaminate sono modeste. Valori più elevati si rilevano nella Valdigne e nella zona a nord di Aosta. Valori superiori a 100 Bq/l sono stati riscontrati nelle zone prossime al massiccio del Monte Bianco, in

probabile relazione con la prossimità al substrato roccioso granitico, a maggior tenore di uranio. Le concentrazioni rilevate si riferiscono prevalentemente ad acque prelevate in diretta prossimità della fonte, ove possibile. Le concentrazioni di radon nelle acque al rubinetto sono in generale molto inferiori.



Nel corso del 2008 si è intrapresa un'attività di misura di concentrazione di radon in pozzi e piezometri della rete di monitoraggio delle falde acquifere, con l'obiettivo di pervenire ad una mappatura della presenza di radon nelle acque sotterranee.

► RADON NELLE ACQUE DI SORGENTE E GEO-LITOLOGIA

