

CHEARN
**BYL**
30
ANNI DI
MONITO-
RAGGI E
STUDI IN
FRIULI
VENEZIA
GIULIA

1986
2016



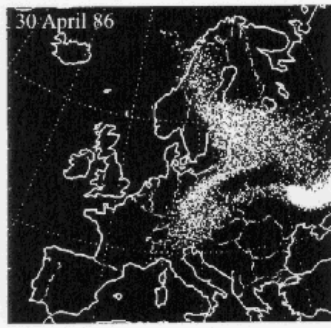
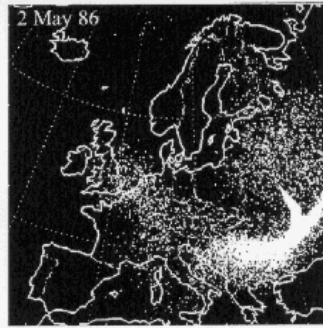
REGIONE AUTONOMA
FRIULI VENEZIA GIULIA

RISULTATI DI 30 ANNI DI STUDI RADIOECOLOGICI IN FRIULI VENEZIA GIULIA

Concettina Giovani

Centro Regionale per la Radioprotezione - ARPA FVG

La nube radioattiva



Credit: ARAC



Centro Regionale per la Radioprotezione
ARPA Friuli Venezia Giulia

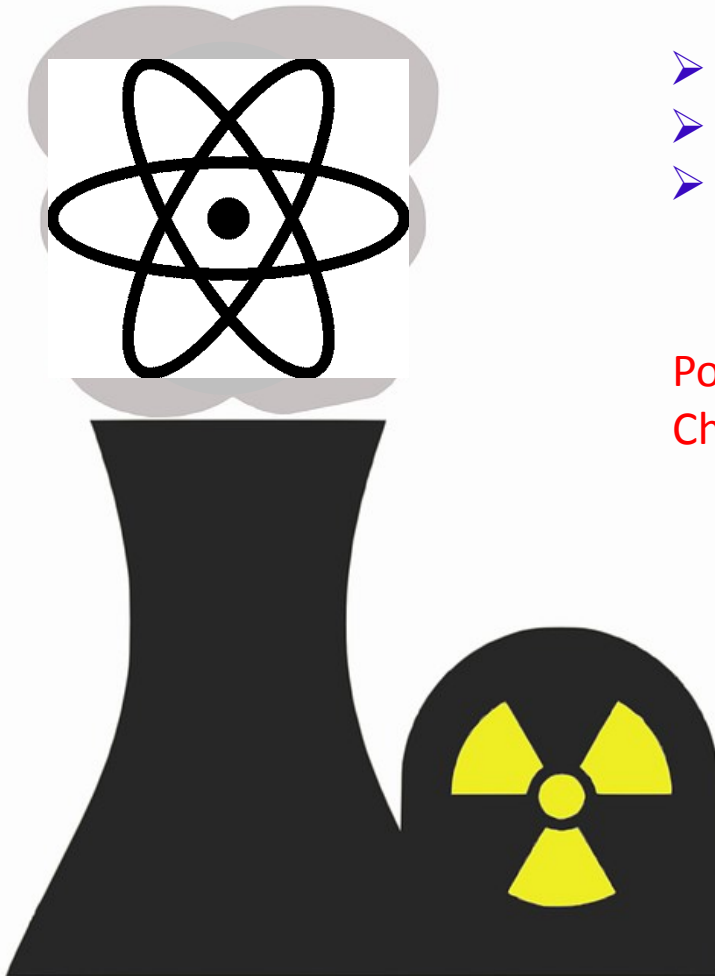


Cs-137 e Cs-134

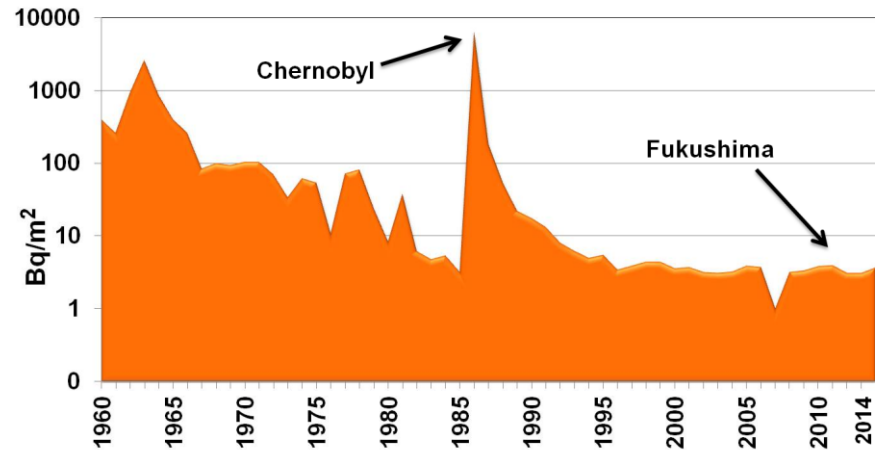
- Presenza di Cs-137 precedente all'incidente di Chernobyl
- Vita media del **Cs-137: 30,17** anni
- Vita media del **Cs-134: 2,06** anni
- **Rapporto** nella nube di Chernobyl: Cs-137/Cs-134 ~ 2



Possibilità di discriminare il Cs-137 proveniente da Chernobyl da quello già presente sui suoli della regione



Cs-137 nella deposizione al suolo



<http://www.isprambiente.gov.it/images/Fig.2deposizione.png>

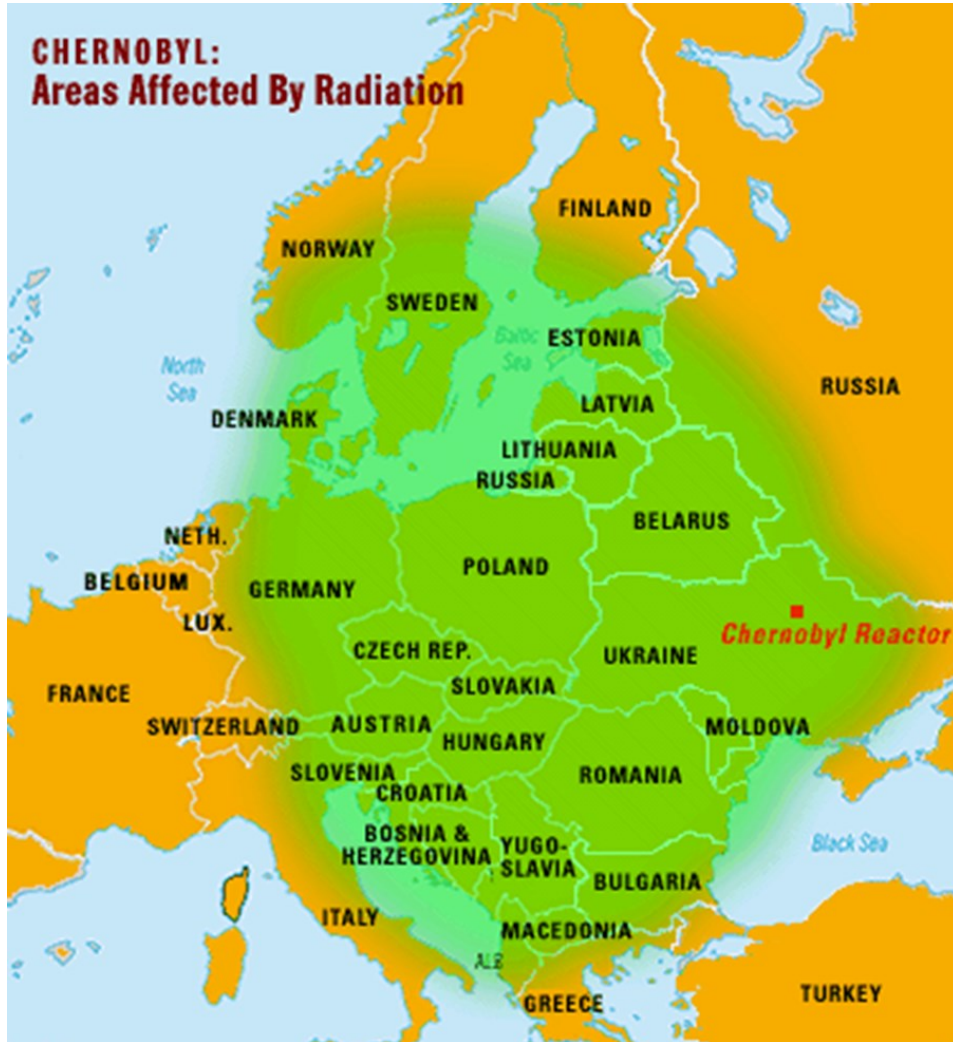


Centro Regionale per la Radioprotezione
ARPA Friuli Venezia Giulia

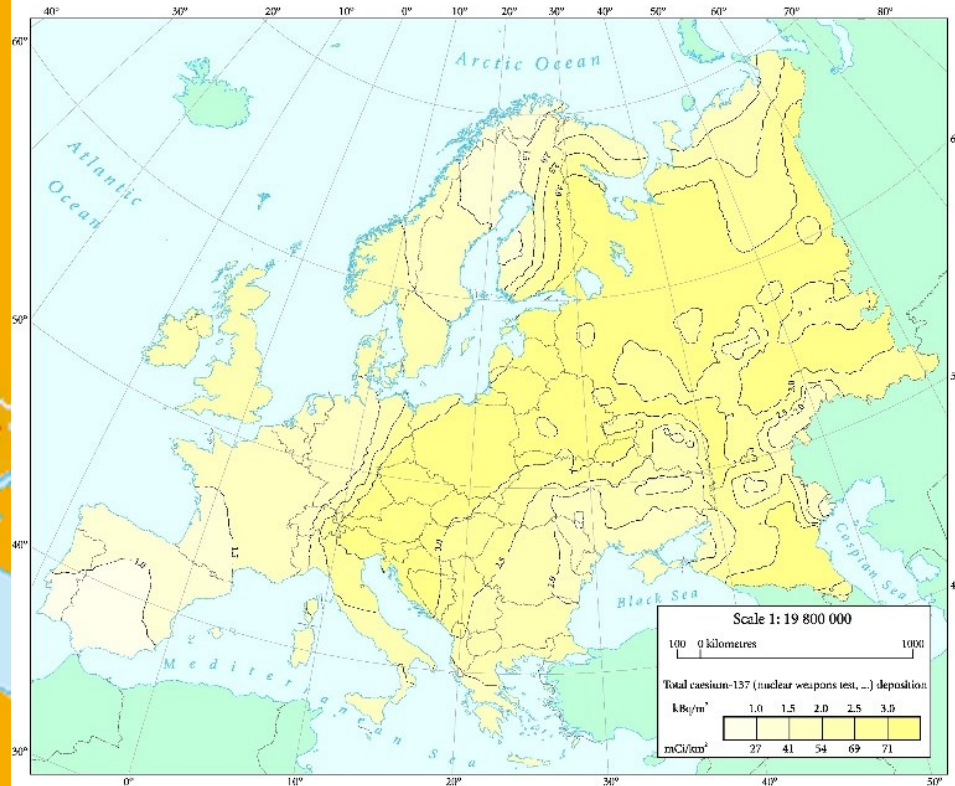


Distribuzione del Cs-137 in Europa

CHERNOBYL:
Areas Affected By Radiation



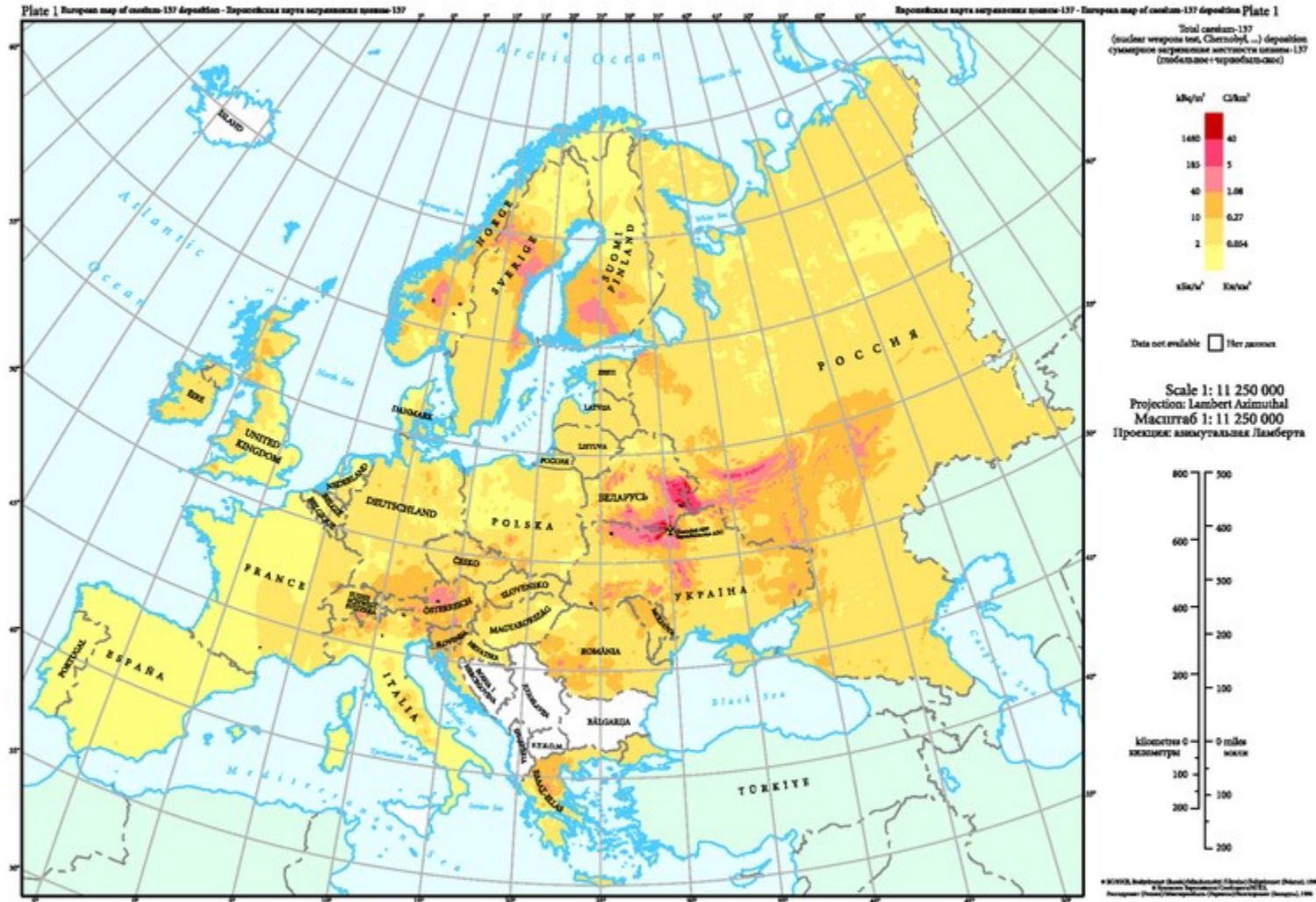
^{137}Cs pre-Chernobyl nella regione FVG:
4500Bq/m² (attività al 1986)



Centro Regionale per la Radioprotezione
ARPA Friuli Venezia Giulia



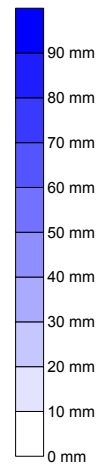
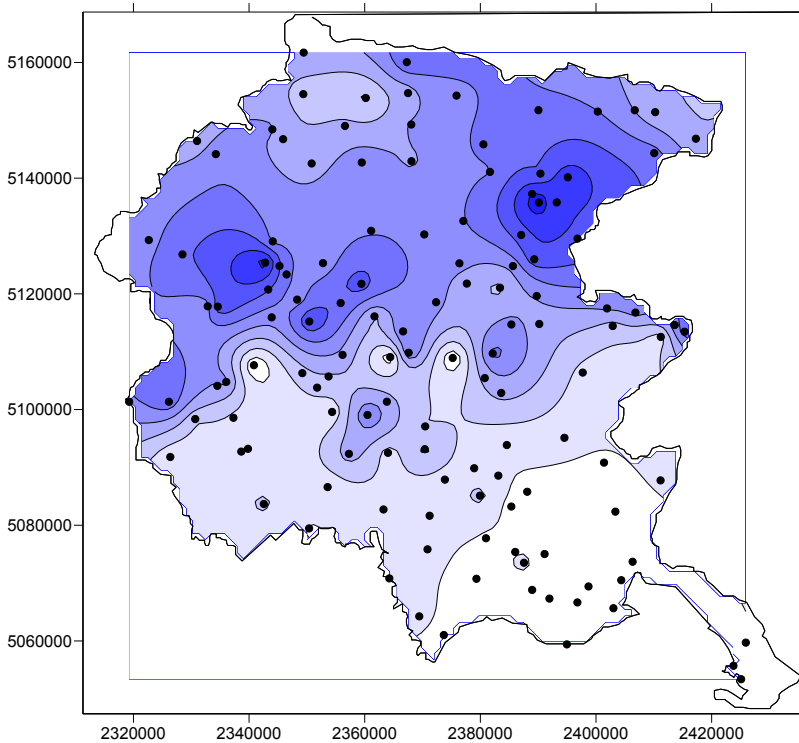
Distribuzione del Cs-137 in Europa



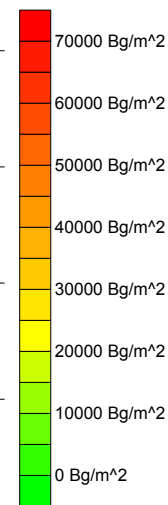
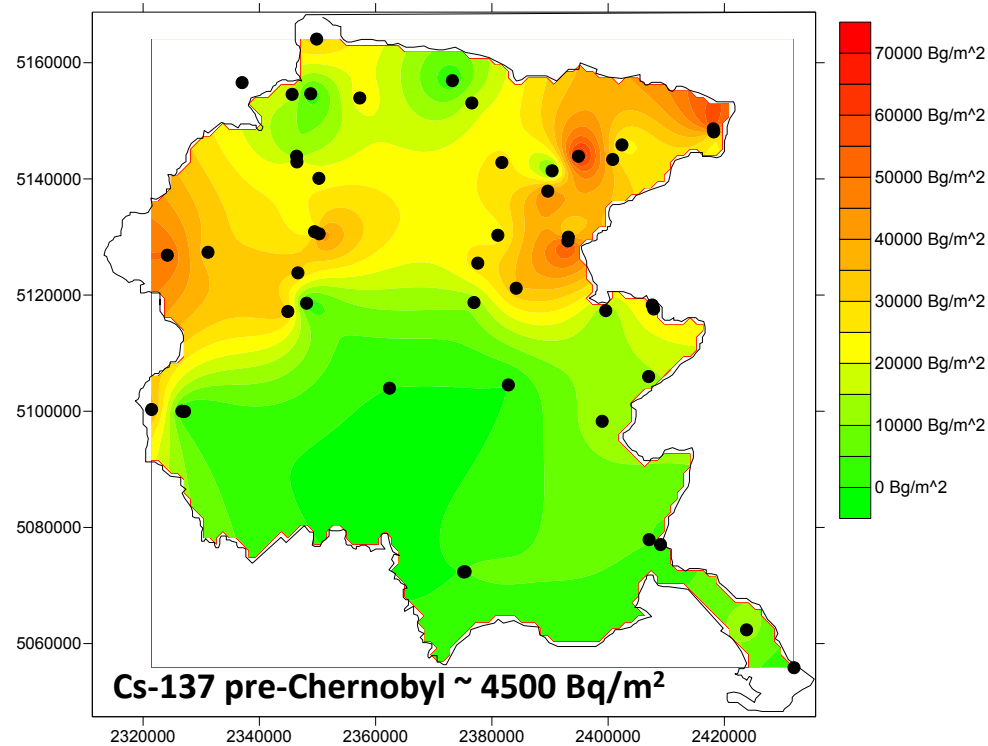
Centro Regionale per la Radioprotezione
ARPA Friuli Venezia Giulia



Situazione iniziale



Mappa della distribuzione delle precipitazioni cadute al suolo nei primi 10 giorni del maggio 1986. I punti riportati in figura indicano la posizione delle stazioni idro- meteorologiche



Mappa della concentrazione superficiale di Cs-137 (Bq/m²) relativa ai campionamenti effettuati nell'anno 1987. I punti riportati nella figura indicano il sito di campionamento dei suoli



Centro Regionale per la Radioprotezione
ARPA Friuli Venezia Giulia



Evoluzione degli studi nel tempo



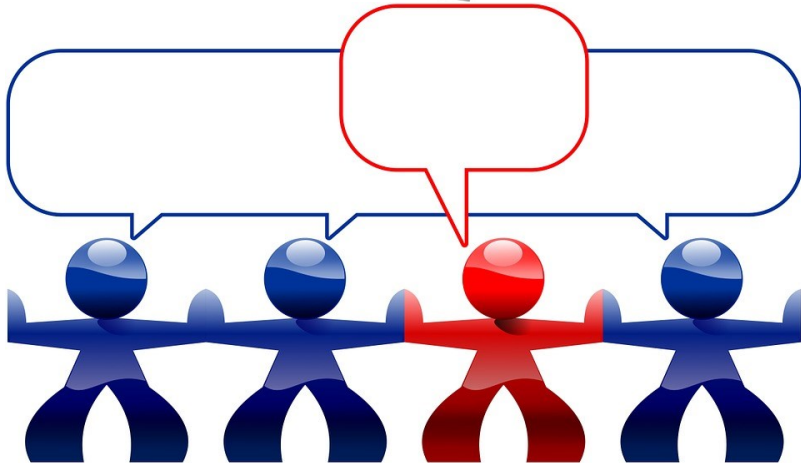
- Analisi della situazione iniziale
- Studio della letteratura esistente
- Comparazione con la situazione in Friuli Venezia Giulia
- Sviluppo di protocolli relativi agli indicatori di radioattività ambientale (suoli, muschi, funghi, mieli, alghe, ecc...)
- Studi relativi al ciclo del radiocesio negli ambienti naturali
- Studi particolari (funghi, selvaggina, prodotti del bosco)
- Andamento nel tempo della contaminazione di ambienti naturali (prati, boschi, laguna, ecc.)
- Studi di fattibilità su nuovi indicatori (licheni, lumache, felci,...)



Centro Regionale per la Radioprotezione
ARPA Friuli Venezia Giulia



Collaborazioni



- Vari dipartimenti delle Università degli Studi di Udine e Trieste
- Altre Istituzioni locali: ERSA, Aziende Sanitarie, ecc.
- Associazioni locali: Gruppo Micologico Friulano, Associazione Apicoltori, ecc.
- Enti Regionali e Provinciali
- Altre agenzie regionali per l'ambiente
- Agenzia Nazionale per l'Ambiente ed Istituto Superiore di Sanità
- Progetti di ricerca europei (Università del Belgio, Istituti di ricerca tedeschi, spagnoli, inglesi e svedesi, ecc.)
- Ecc.



Centro Regionale per la Radioprotezione
ARPA Friuli Venezia Giulia



La letteratura

- Gli studi erano stati fatti quasi tutti in ambienti di tundra artica
- Si riteneva che il Cs-137 non sarebbe penetrato nei suoli oltre i primi 5-10 cm di profondità
- Il radiocesio veniva rapidamente bloccato nelle argille e non risultava più biodisponibile per la catena alimentare
- Vi erano alcune matrici che risultavano accumulare il radiocesio più di altre (licheni, funghi, ericacee, ecc..)
- Il trasferimento dal suolo ai vegetali dipendeva dalle caratteristiche pedologiche del suolo stesso (pH, contenuto in argilla, ecc.)



Era opportuno verificare se la situazione in FVG fosse la stessa o quali fossero le eventuali differenze

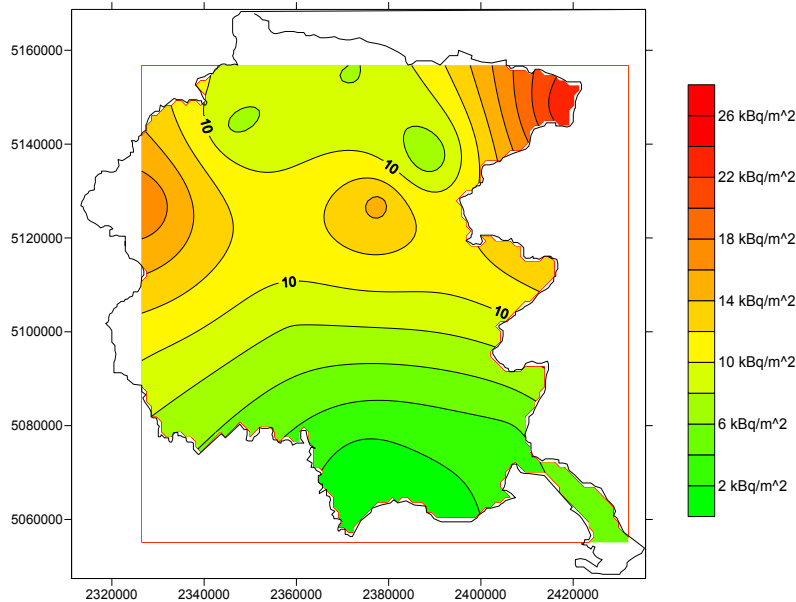


Centro Regionale per la Radioprotezione
ARPA Friuli Venezia Giulia

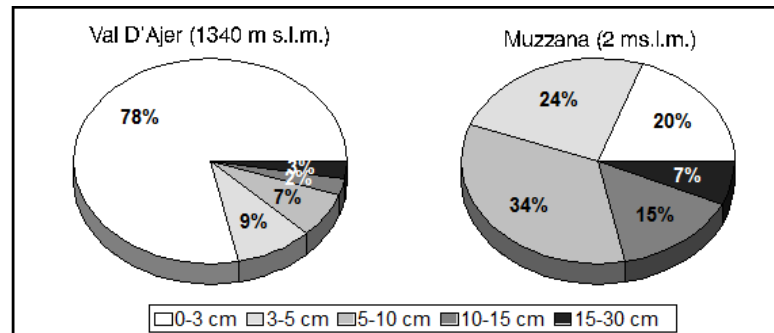


La situazione in Friuli Venezia Giulia

Suoli (1)



1. Ricaduta radioattiva sulla regione: significativa e fortemente disomogenea (2 ordini di grandezza: 1000-100000 Bq/m²)
2. Territorio con caratteristiche ambientali piuttosto varie: zona montana, zona collinare, alta e bassa pianura e zona marina con coste alte e lagune
3. Contaminazione superficiale e migrazione verticale del radiocesio nel suolo variabile nel tempo nei diversi ecosistemi



% di Cs-134 (Bq/m²) nei diversi strati: prati stabili, campionamento 1990

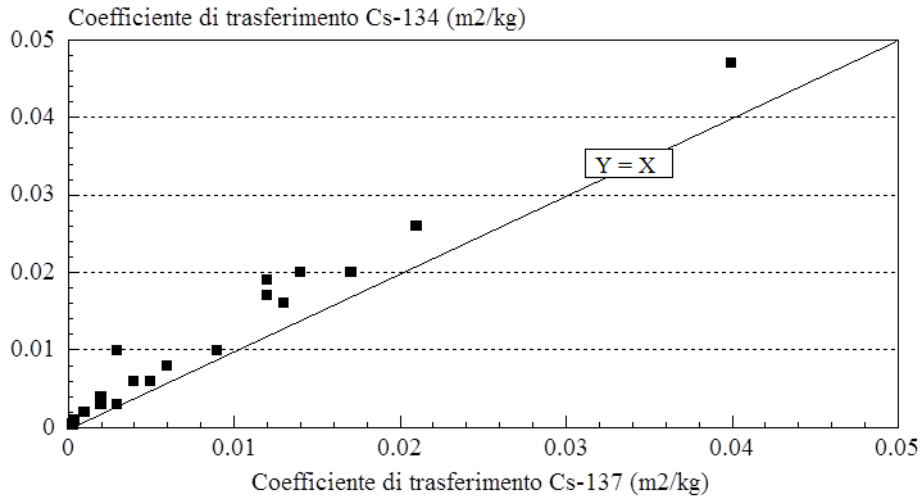


Centro Regionale per la Radioprotezione
ARPA Friuli Venezia Giulia



La situazione in Friuli Venezia Giulia

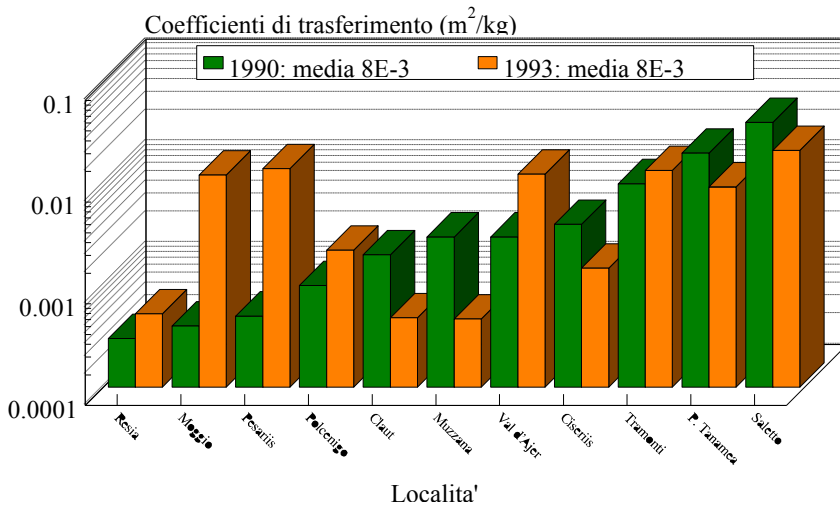
Suoli (2)



1. Cs-137 pre-Chernobyl non più biodisponibile

2. Coefficienti di trasferimento variabili di 2 ordini di grandezza (Cs-134)

3. Contaminazione dei vegetali variabili di 3-4 ordini di grandezza



Era necessario continuare le indagini per capire meglio il ciclo del radiocesio negli ambienti naturali del Friuli Venezia Giulia

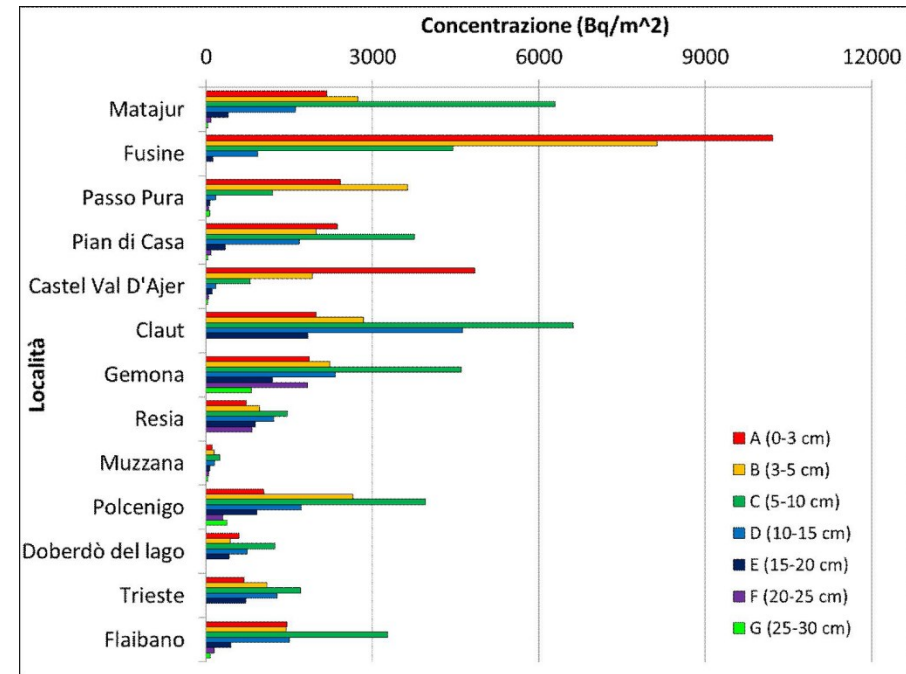
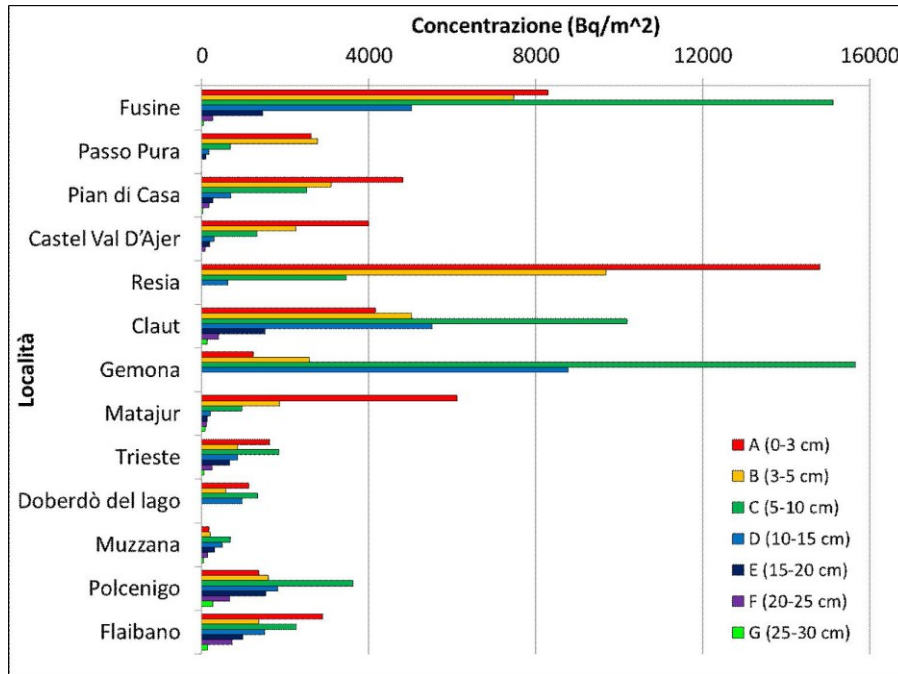


Centro Regionale per la Radioprotezione
ARPA Friuli Venezia Giulia



La situazione in Friuli Venezia Giulia

Campagna di misura 2010: suoli (1)

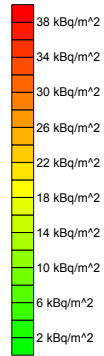
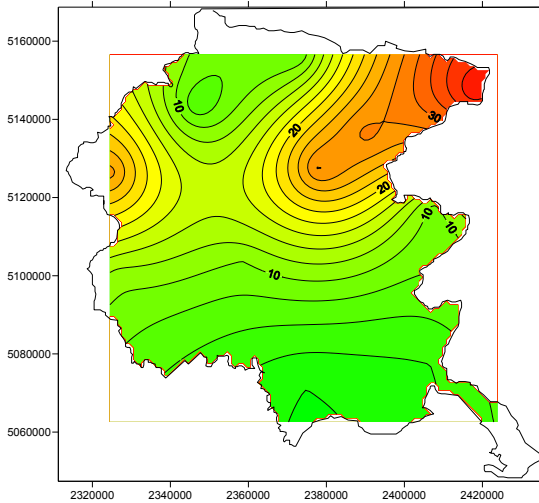


Centro Regionale per la Radioprotezione
ARPA Friuli Venezia Giulia



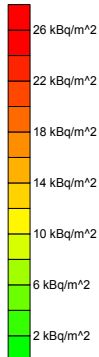
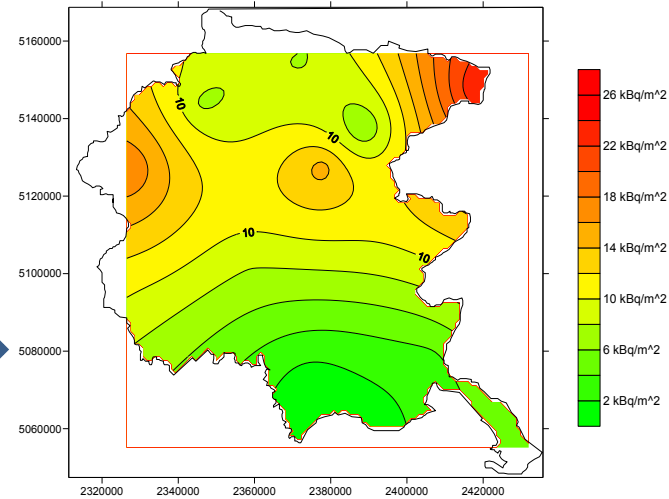
La situazione in Friuli Venezia Giulia

Campagna di misura 2010: suoli (2)

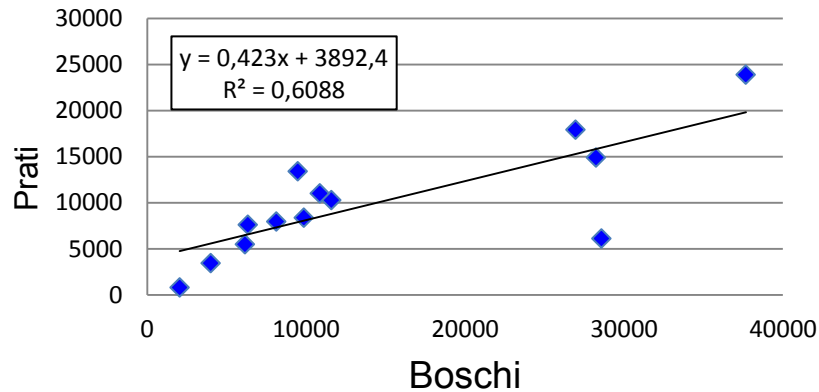


Boschi:
 $14.6 \pm 11.5 \text{ kBq/m}^2$

Prati:
 $10.1 \pm 6.2 \text{ kBq/m}^2$



Attività totale Cs-137 (Bq/m²)

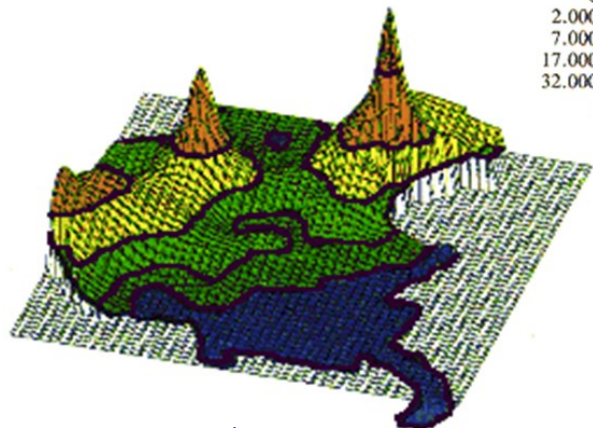
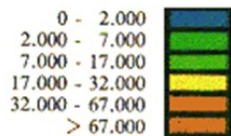


Centro Regionale per la Radioprotezione
 ARPA Friuli Venezia Giulia

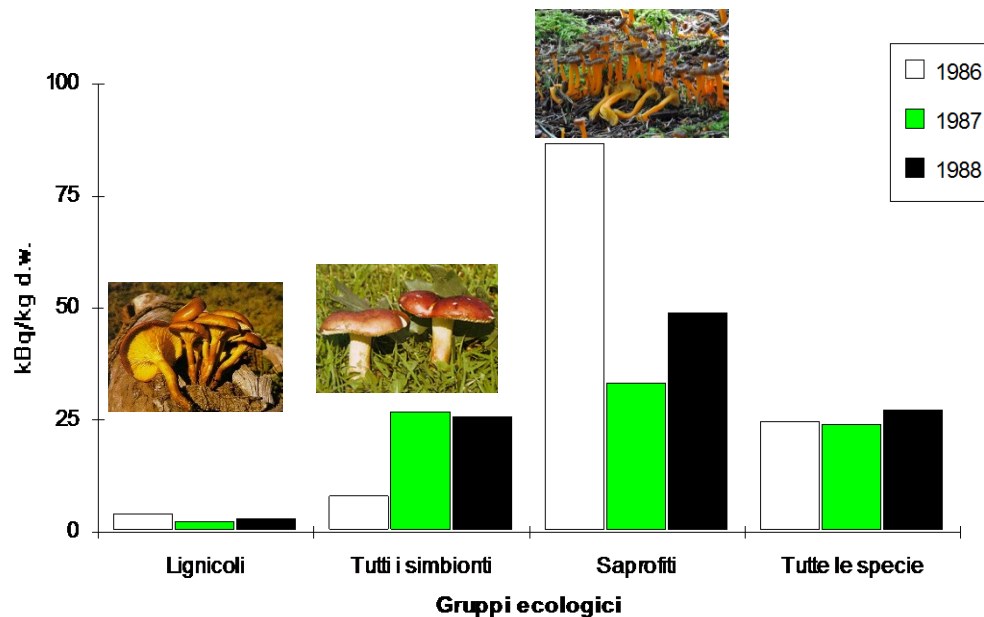


La situazione in Friuli Venezia Giulia

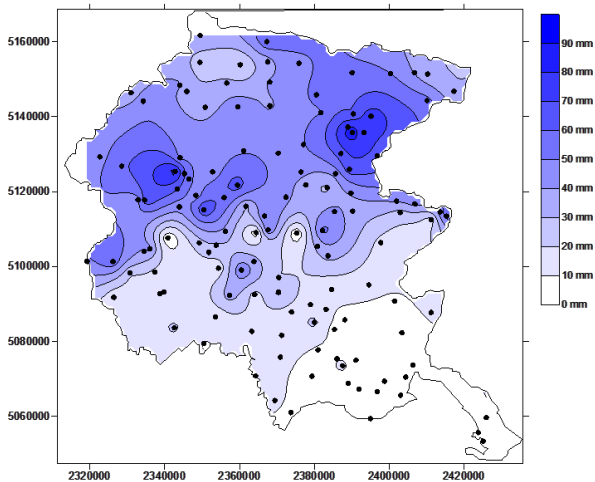
Funghi selvatici



Concentrazione di Cs-137+ Cs-134 nei funghi saprofiti nel 1986 (Bq/kg peso fresco)



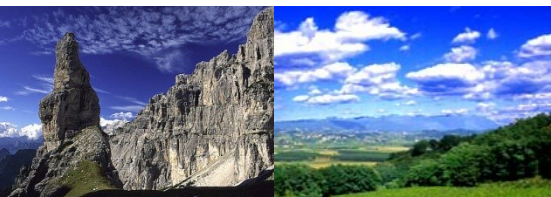
Data di riferimento: 1 maggio 1986



Piuvosità dei primi 10 giorni del maggio 1986



Anche in questo caso era necessario continuare le indagini sia per motivi di radioprotezione che radioecologici



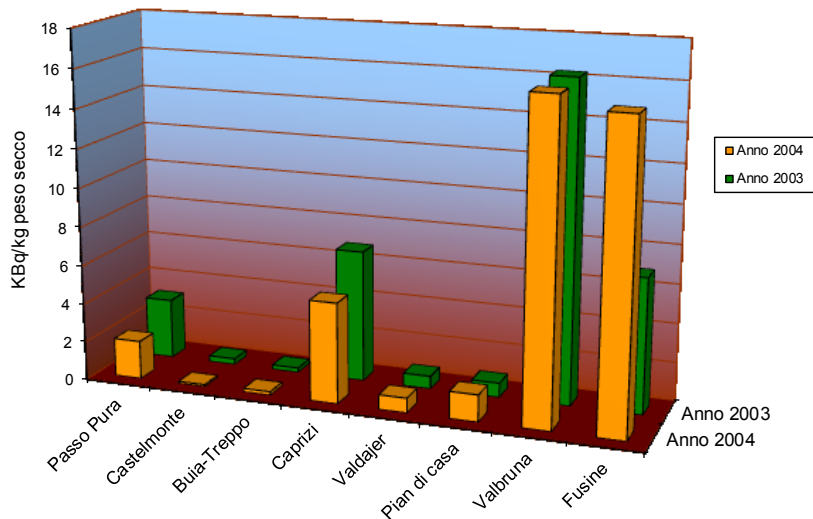
Centro Regionale per la Radioprotezione
ARPA Friuli Venezia Giulia



La situazione in Friuli Venezia Giulia

Funghi selvatici e funghi eduli

Concentrazione di Cs-137 nei funghi ambientali



Valori minimi, massimi e medi annuali della concentrazione di Cs-137 nei funghi porcini e in tutti i funghi eduli misurati nel Friuli Venezia Giulia (anni 2003-2004-2005)

Parametro	Concentrazione di Cs-137 (Bq/kg peso fresco)		
	2003	2004	2005
<i>Funghi porcini</i>			
Valore min	1,55	0,27	0,11
Valore max	15,7	9,61	13,2
Valore medio	7,58	4,23	6,31
<i>Funghi eduli</i>			
Valore min	0,11	0,08	0,04
Valore max	15,7	259	13,2
Valore medio	4,22	20,3	4,02



- 29 campagne di misura di funghi selvatici
- Oltre 5000 campioni di funghi selvatici
- Oltre 500 campioni di funghi eduli misurati (per la considerazione di radioprotezione)
- Controlli in importazione (dal 2015 più di 620 controlli)

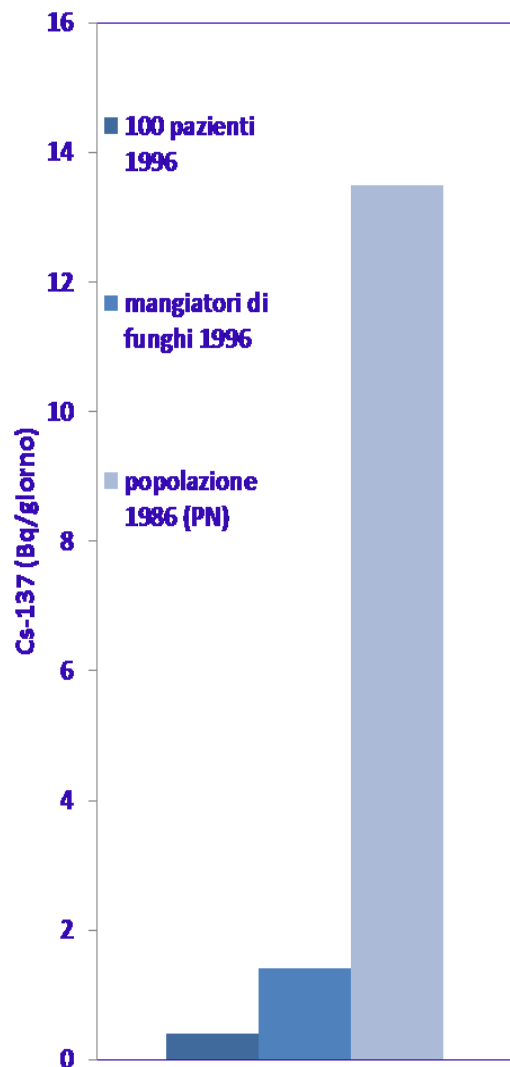


Centro Regionale per la Radioprotezione
ARPA Friuli Venezia Giulia

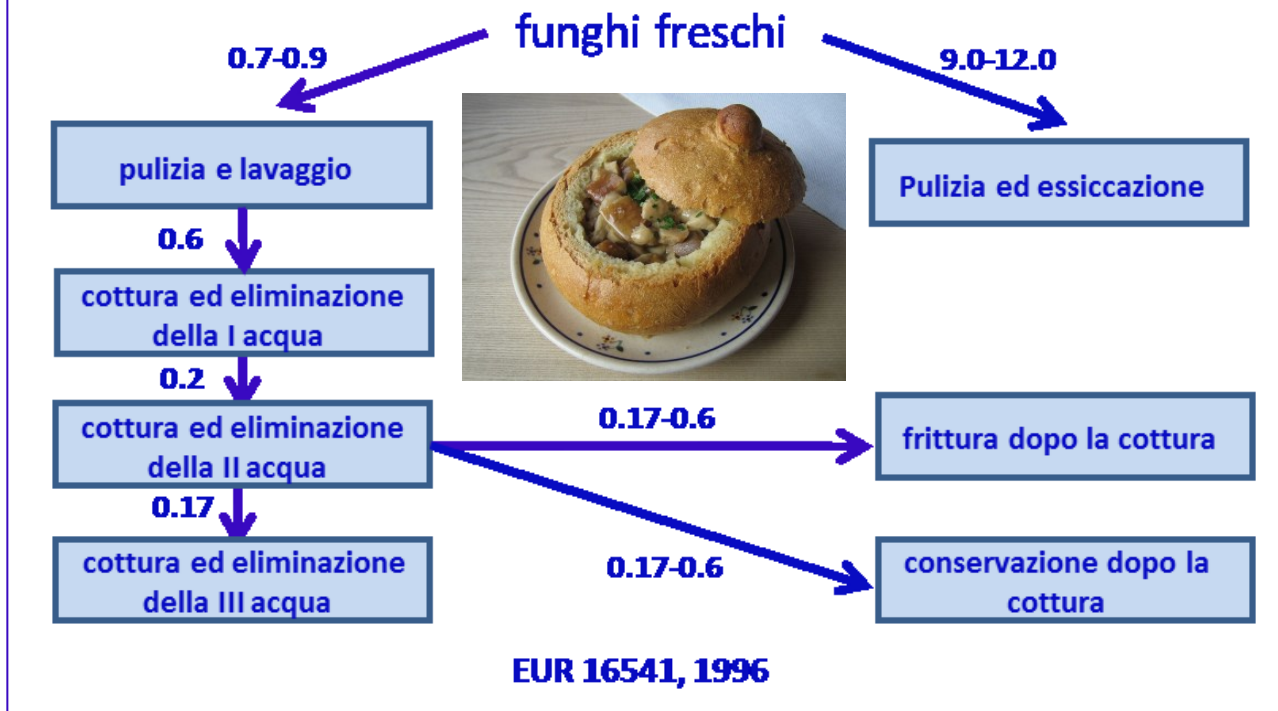


La situazione in Friuli Venezia Giulia

Funghi selvatici: considerazioni di radioprotezione



Calo della concentrazione di Cs-137 nei funghi consumati



Nessun problema per la salute anche nel caso di consumo elevato di funghi selvatici significativamente contaminati. Tuttavia dal punto di vista ambientale, con le loro micorrize, possono essere molto importanti!

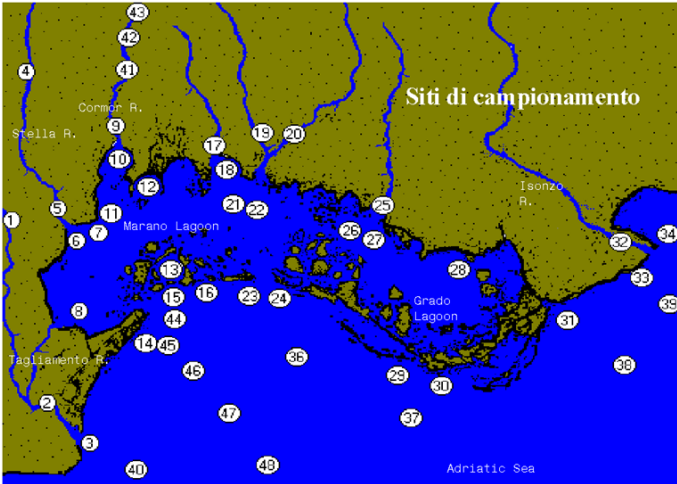


Centro Regionale per la Radioprotezione
ARPA Friuli Venezia Giulia

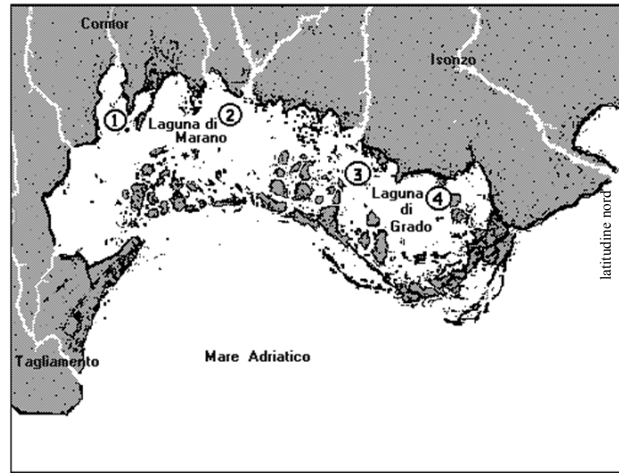


La situazione in Friuli Venezia Giulia

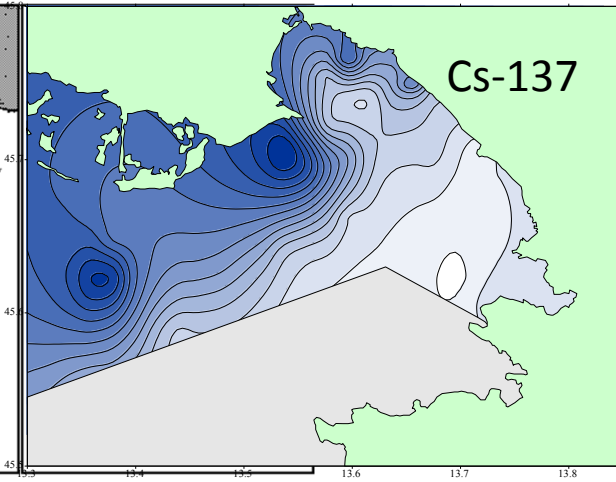
Sedimenti ed alghe



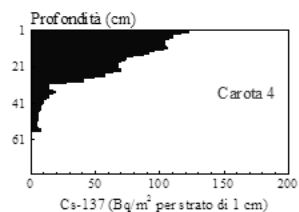
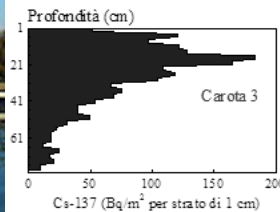
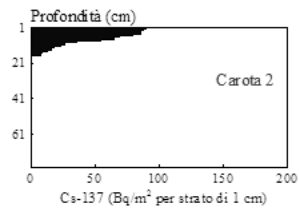
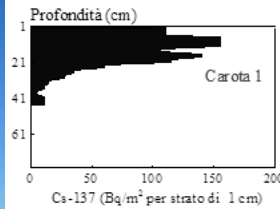
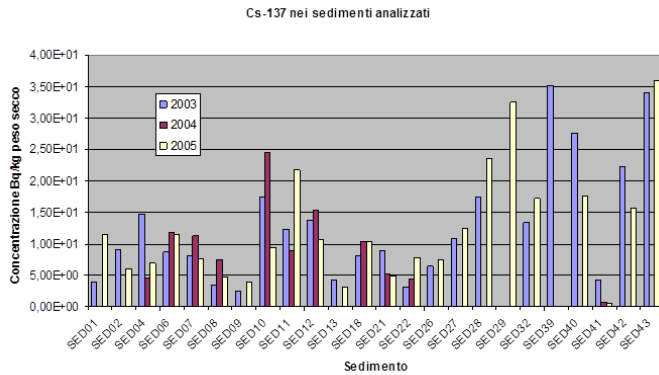
Sedimento superficiale



carote



Data di riferimento longitudine est
dati normalizzati alla granulometria

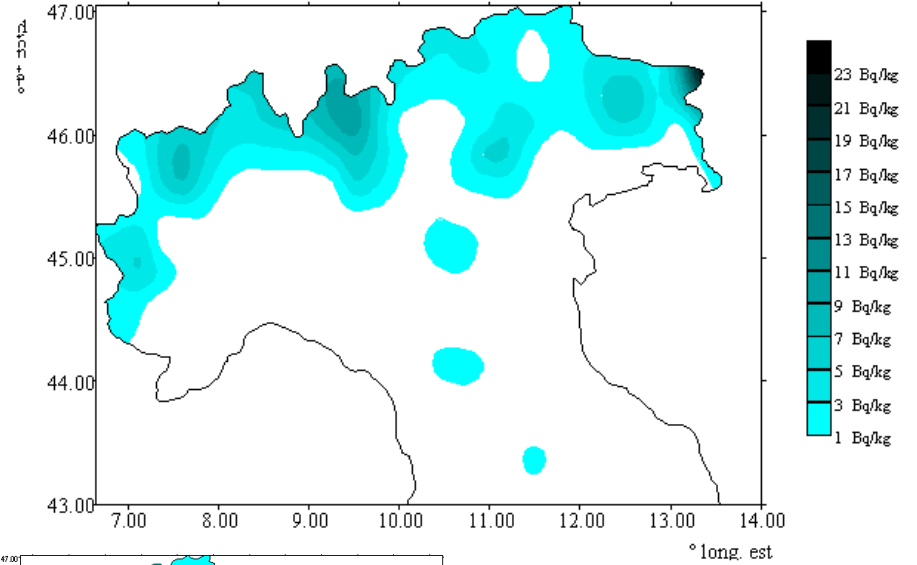
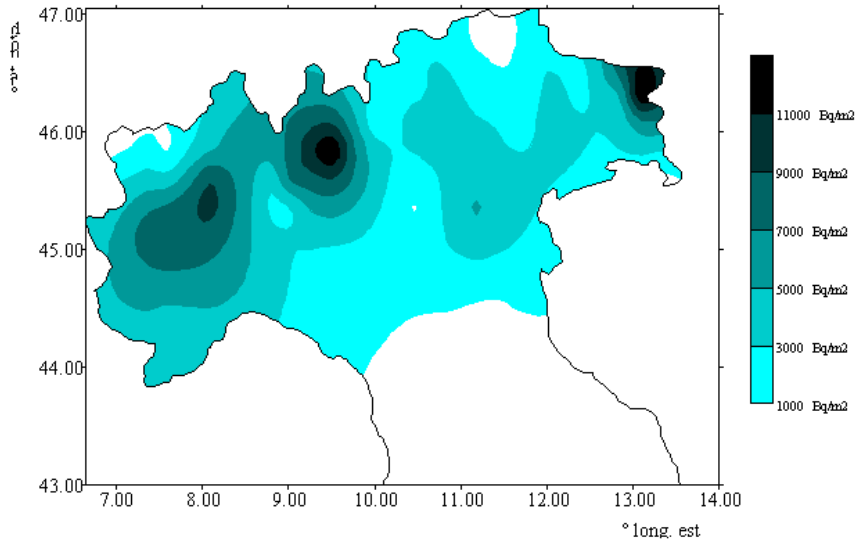


Centro Regionale per la Radioprotezione
ARPA Friuli Venezia Giulia

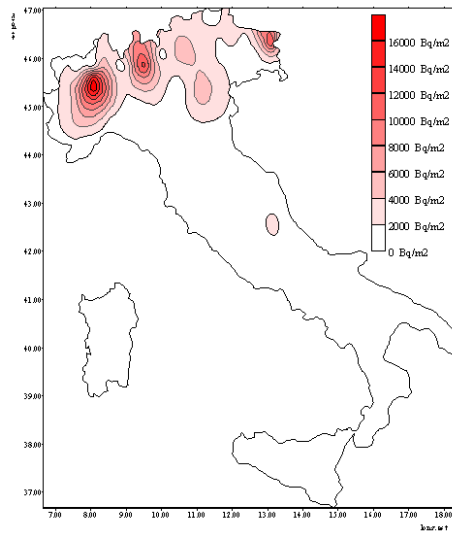


Sviluppo di protocolli di campionamento e misura

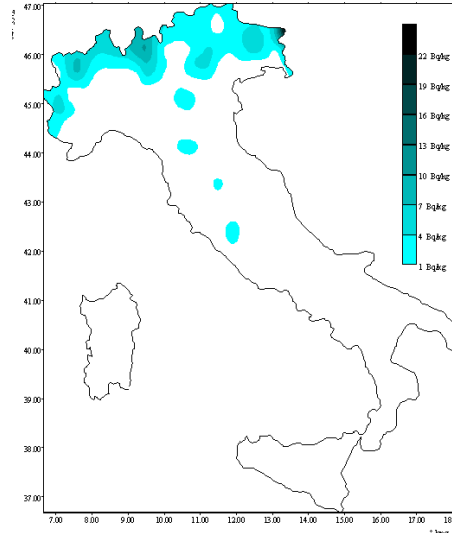
Muschi e mieli



Muschi



Mieli

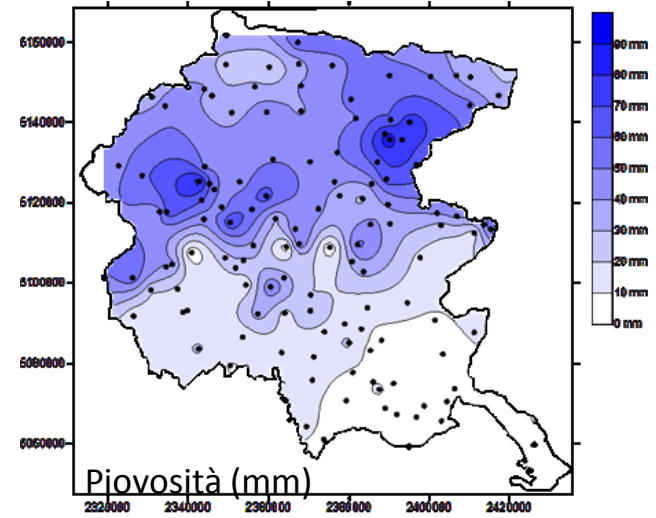
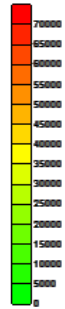
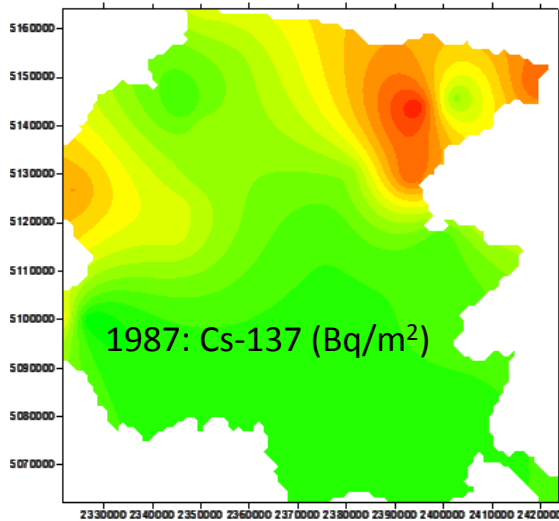


Centro Regionale per la Radioprotezione
ARPA Friuli Venezia Giulia



Indicatori di radioattività ambientale

Muschi (indicatore di deposizione al suolo)



- Scelta della/e specie da campionare sulla base della frequenza di distribuzione e di studi relativi a: correlazione con la contaminazione dei suoli, capacità di assorbimento, ecc.
- Scelta delle strategie e modalità di campionamento (spessore, inclinazione, ecc.)
- Modalità di preparazione campione e misura

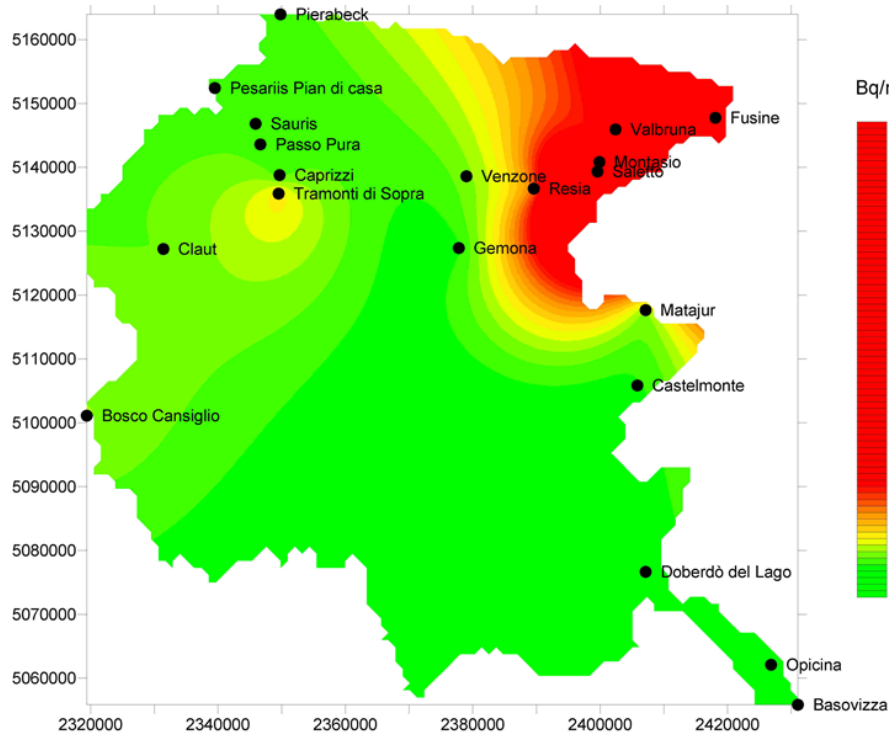


Centro Regionale per la Radioprotezione
ARPA Friuli Venezia Giulia

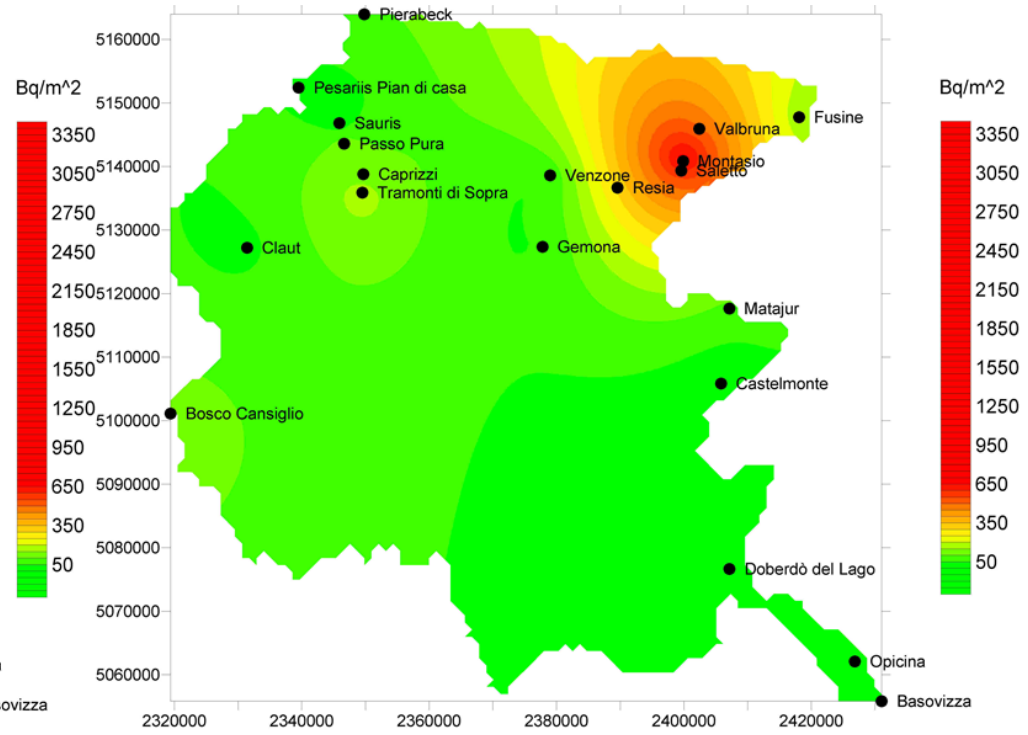


Esempio di utilizzo di indicatori

Muschi (Krsko)



**Campionamento estate
2005**



**Campionamento giugno
2008**

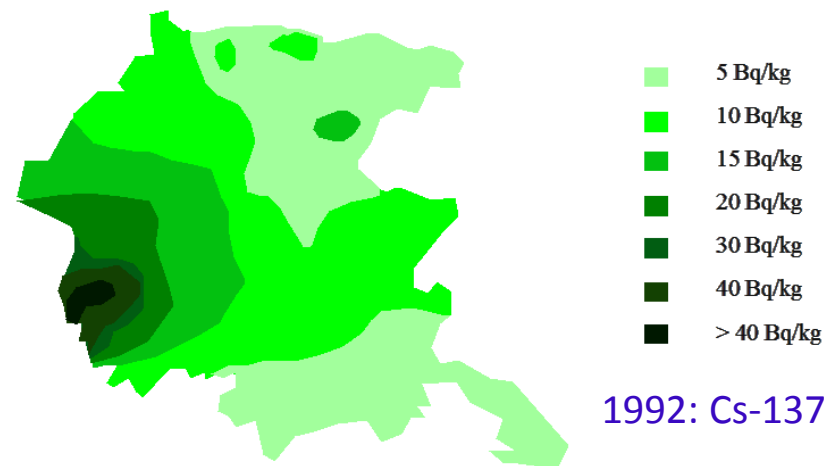
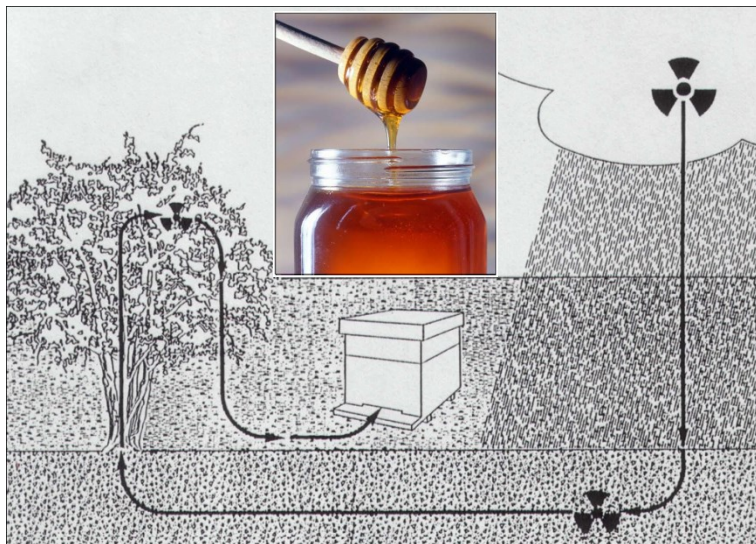


Centro Regionale per la Radioprotezione
ARPA Friuli Venezia Giulia



Indicatori di radioattività ambientale

Mieli (indicatori di deposizione e trasferimento)



1992: Cs-137

- Scelta della/e tipologie di miele da campionare (millefiori ed acacia)
- Scelta della strategia di campionamento
- Modalità di preparazione del campione e misura

Nessun problema per la salute
anche nel caso di grande consumo
del miele più contaminato
(castagno o miele di ericacee)



Centro Regionale per la Radioprotezione
ARPA Friuli Venezia Giulia



Ciclo del radiocesio negli ecosistemi naturali

Esempio 1: cinghiali



n.	Località	Cs-137 (Bq/kg)	Errore (Bq/kg)
1	Andreis	344.8	16
2	Morsano al Tagliamento	1.8	MDA
3	Sacile	2.2	0.17
4	Barcis	716	40
5	Cimolais	2200	92
6	Frisanco	1.9	0.3
7	Pinzano al Tagliamento	2.3	0.4
8	Polcenigo	1.04	MDA
9	Travesio	6.5	0.8
10	Arba	42.4	3
11	Spilimbergo	7.8	0.5
12	Vivaro	1.18	MDA

Nota bene: misurate diverse parti del cinghiale per ogni campione



Centro Regionale per la Radioprotezione
ARPA Friuli Venezia Giulia



Ciclo del radiocesio negli ecosistemi naturali



- Campionamento di tutte le specie presenti o di specie indicatrici
- Campionamento e misura di tutte le parti della pianta: radici, fusto, foglie, fiore
- Campionamenti nelle diverse fasi della stagione vegetativa
- Espressione della contaminazioni anche in termini di parte viva della pianta (Bq/l)
- Campionamenti stratificati di suolo
- Andamenti nel tempo
- Differenza prati-boschi
- Differenza conifere-latifoglie
- Rapporto tra le diverse componenti dell'ecosistema
- Ecc.

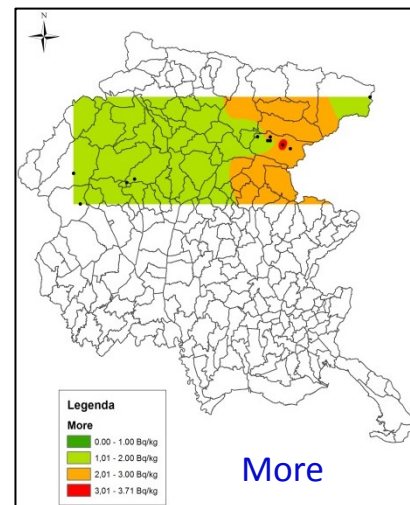
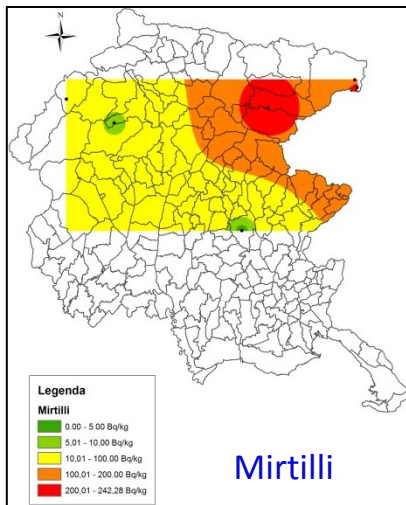
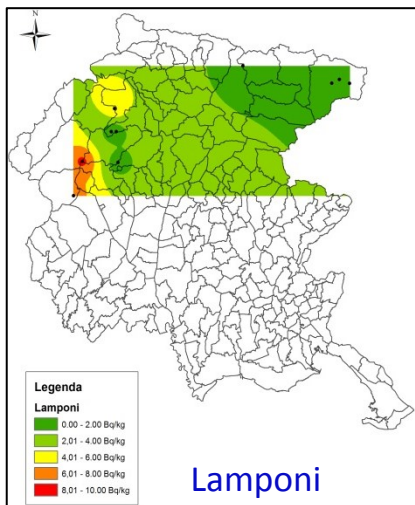


Centro Regionale per la Radioprotezione
ARPA Friuli Venezia Giulia



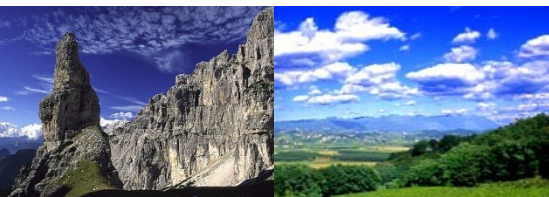
Studi ed applicazioni pratiche

Frutti di bosco



MIRTILLO	Numero campioni	Cs-137 (Bq/kg) Max	Cs-137 (Bq/kg) Mean
CONFETTURA	19	148,80±4,05	40,44±50,69
NETTARE	14	69,40±2,19	17,75±24,02
SUCCO	2	7,75±0,22	4,05±5,23

Mirtillo	Dose Efficace (Concentrazione mean Cs-137) (µSv/anno)	Dose Efficace (Concentrazione max Cs-137) (µSv/anno)
Mirtilli tal quali	1,40	3,15
Confettura	0,53	1,93
Succo (popolazione)	0,05	0,10
Nettare (popolazione)	0,23	0,90
Succo (donne in gravidanza)	2,00	4,00
Nettare (donne in gravidanza)	9,20	36,00



Centro Regionale per la Radioprotezione
ARPA Friuli Venezia Giulia



Studi ed applicazioni pratiche

Castagno e tiglio



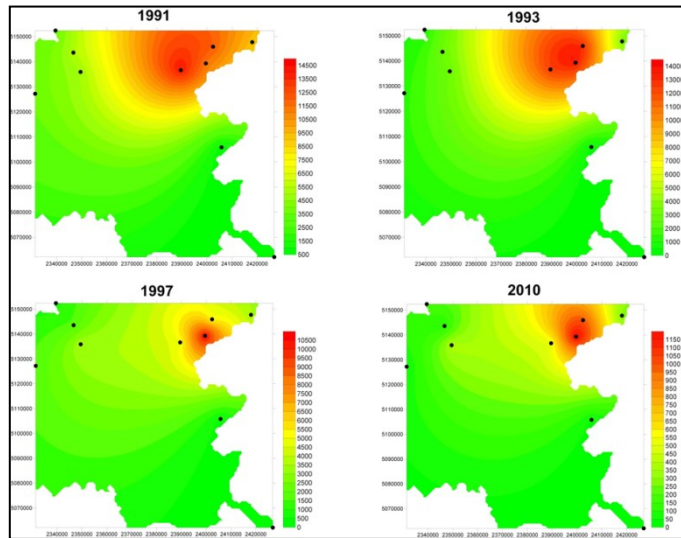
Il miele di Castagno è da 10 a 100 volte più contaminato del miele di tiglio e, in ogni caso, non è in alcun modo pericoloso per la salute



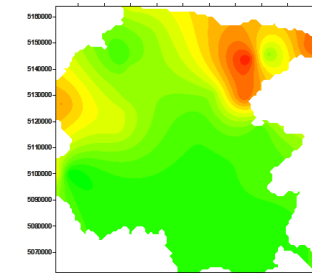
Centro Regionale per la Radioprotezione
ARPA Friuli Venezia Giulia



Andamento della contaminazione nel tempo



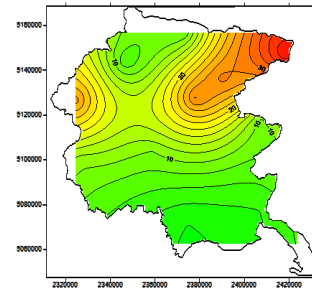
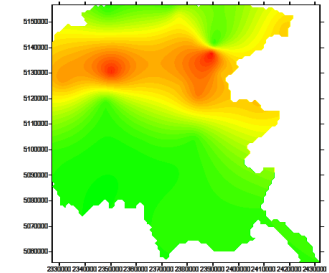
Muschi: Cs-137 (Bq/m²)



1987

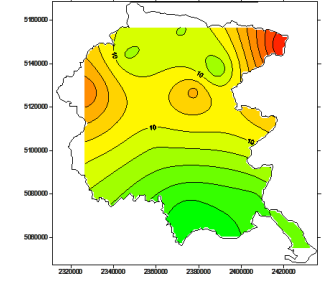
Boschi:
26.6 ± 17.1 kBq/m²
Prati:
31.9 ± 16.6 kBq/m²

Cs-137 pre-Chernobyl:
~ 5.0 kBq/m²



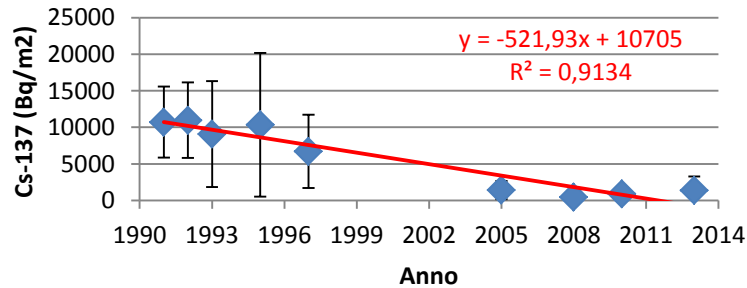
2010

Boschi:
14.6 ± 11.5 kBq/m²
Prati:
10.1 ± 6.2 kBq/m²

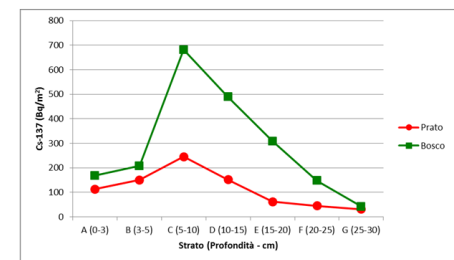
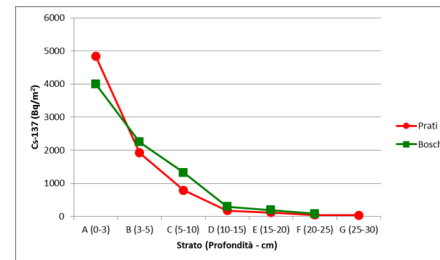


Mappe della concentrazione superficiale di Cs-137 (Bq/m²) in prati e boschi. Campagne di misura 1987 e 2010.

Data di riferimento = data di campionamento



Distribuzione verticale del ¹³⁷Cs nei suoli nei prati e nei boschi misurato nella campagna 2010 (data di riferimento 01/06/2010)



Centro Regionale per la Radioprotezione
ARPA Friuli Venezia Giulia



Studio di fattibilità per nuovi indicatori di radioattività ambientale



Centro Regionale per la Radioprotezione
ARPA Friuli Venezia Giulia



Ciclo del radiocesio negli ecosistemi naturali

Collaborazioni: cinghiali e prodotti del bosco

CINGHIALI MAX



FRUTTI DI BOSCO MAX



FUNGI MAX



CINGHIALI MEDIE



FRUTTI DI BOSCO MEDIE



FUNGI MEDIE



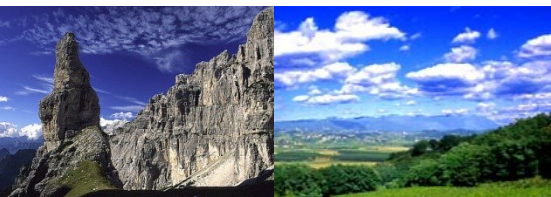
Centro Regionale per la Radioprotezione
ARPA Friuli Venezia Giulia



CONSIDERAZIONI FINALI



- Il territorio del Friuli Venezia Giulia è stato contaminato in maniera significativa dai radionuclidi provenienti dalla nube radioattiva a seguito dell'incidente di Chernobyl 1986
- In nessun caso ci sono stati pericoli per la salute umana e per l'ambiente
- Tuttavia, anche dopo un tempo di dimezzamento, il Cs-137 è ancora presente sul territorio regionale e la sua presenza permette lo studio dei suoi movimenti all'interno degli ecosistemi
- Ciò ha permesso, tra l'altro, lo sviluppo di protocolli di campionamento e misura di numerose matrici ed indicatori di radioattività ambientale
- E' stato inoltre possibile, grazie anche alle numerose collaborazioni, eseguire molti studi di dettaglio che hanno portato ad un notevole incremento delle conoscenze nel campo della radioecologia
- Tali conoscenze possono risultare molto utili anche nel campo della radioprotezione



Centro Regionale per la Radioprotezione
ARPA Friuli Venezia Giulia



**GRAZIE
PER LA VOSTRA
ATTENZIONE**



Centro Regionale per la Radioprotezione
ARPA Friuli Venezia Giulia

