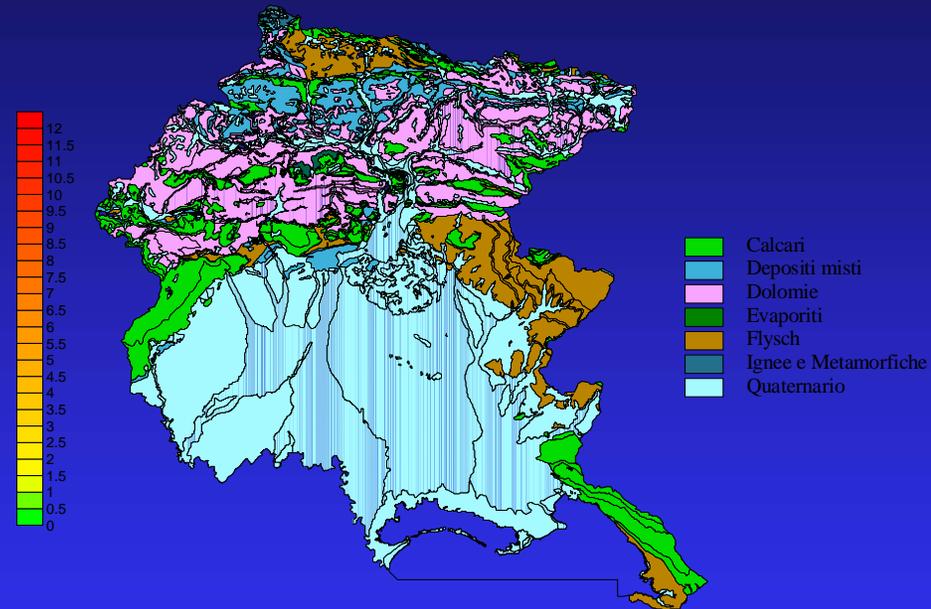
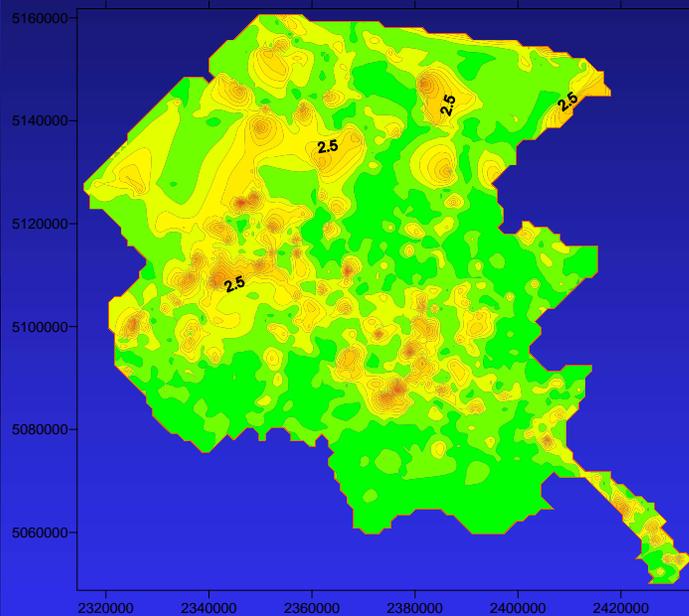




PRIMI RISULTATI DEL PROGETTO RADON PRONE AREAS IN FRIULI VENEZIA GIULIA: DISTRIBUZIONE SPAZIALE, PARAMETRI EDILIZI E ASPETTI GEOLOGICI



C. Giovani
ARPA Friuli Venezia Giulia



Progetto “Radon Prone Areas”

Fasi del progetto

1. Studio preliminare per la scelta delle modalità di definizione delle radon prone areas, di misura delle concentrazioni di radon indoor e dell'analisi dei risultati
2. Misura della concentrazione di radon indoor
3. Analisi dei risultati e definizione delle radon prone areas





Progetto “Radon Prone Areas”

Studi complementari

1. Campagna per la misura della distribuzione della concentrazione di radon nel suolo del Friuli Venezia Giulia
2. Progetto per la valutazione di eventuali effetti dei caratteri geomorfologici sulla distribuzione locale di radon indoor
3. Studio dedicato alla misura di radon indoor all'interno di abitazioni multipiano allo scopo di definir eventuali fattori di correzione per piano da applicare ai risultati della campagna regionale per una valutazione della dose da esposizione al radon alla popolazione del Friuli Venezia Giulia





Obiettivi

Definizione delle radon prone areas....

- In assenza delle indicazioni della “Commissione Tecnica”
 - ◆ effettuare una strategia di campionamento (dimensione delle maglie, numero di estrazioni per maglia, tipologia edilizia, ecc) tale da poter rielaborare i risultati della campagna senza doverla ripetere in qualsivoglia modo nel caso in cui uscissero nel frattempo precise indicazioni della commissione
 - ◆ effettuare una strategia di campionamento e di archiviazione dei dati che permetta analisi di tipo geostatistico
 - ◆ effettuare studi complementari che permettano di effettuare eventuali correzioni sui dati senza rifare la campagna (i.e.: correzione sui piani, valutazioni di dose ecc.)
- Avere a disposizione i dati geologici
 - ◆ allo scopo di effettuare mappe di rischio in assenza di misure indoor per assenza di fabbricati
 - ◆ rendere lo studio nel FVG compatibile e confrontabile con molti studi europei di settore
- Avere il maggior numero di elementi di conoscenza possibili per la valutazione dei parametri che influenzano emanazione del radon dal suolo, suo ingresso e diffusione all'interno degli edifici





Materiali e Metodi

Campionamento



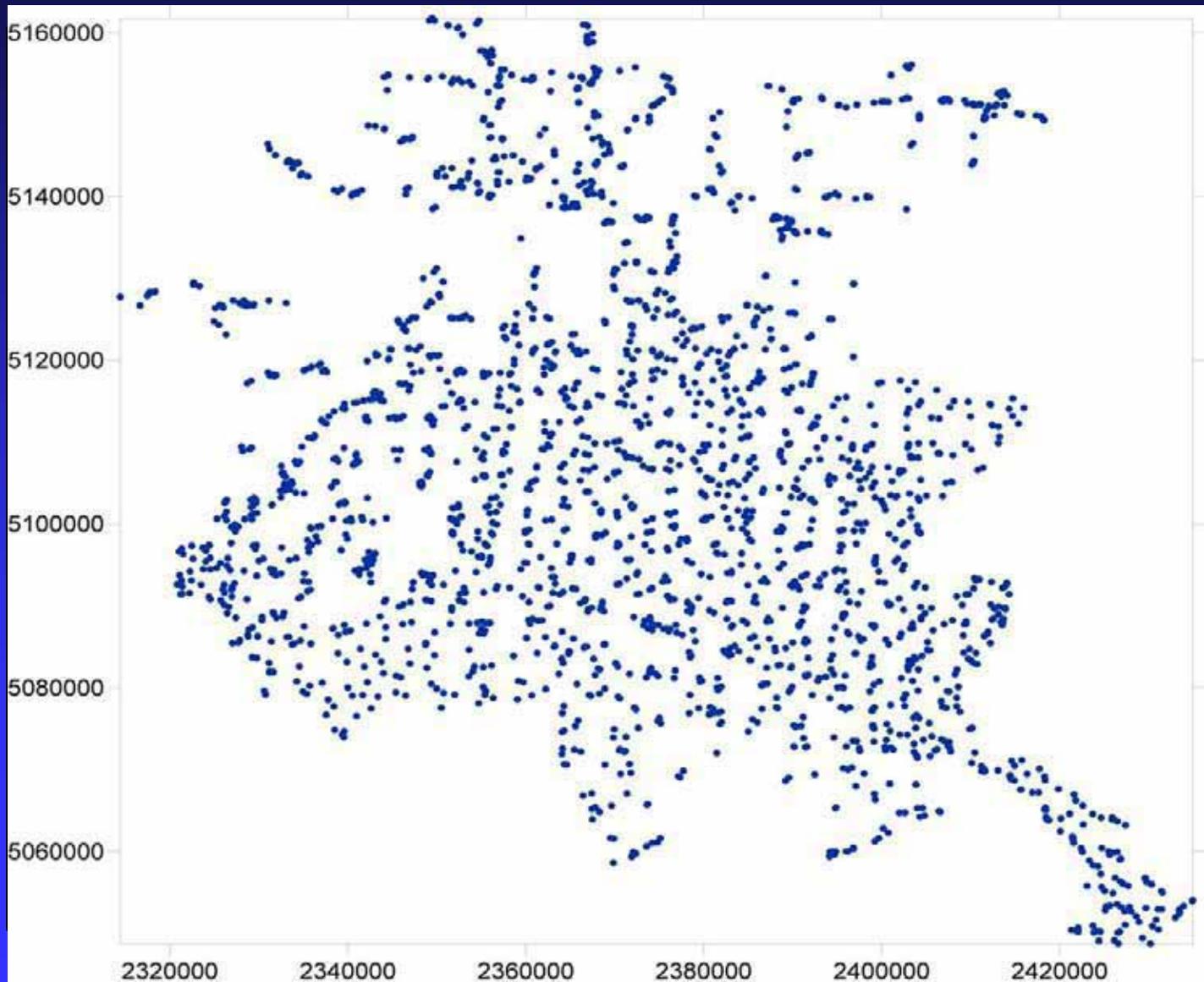
- 2458 siti
- 12000 misure circa





Materiali e Metodi

Strategia di campionamento





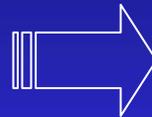
Materiali e Metodi

Misura (1)

Rivelatori passivi a tracce nucleari

Elemento sensibile = Materiale Plastico CR39

Misure a lungo periodo



Concentrazione media

Fotografia dei rivelatori utilizzati



Schema di funzionamento dei rivelatori utilizzati



Telaio per l'archiviazione e la lettura dei CR39





Materiali e Metodi

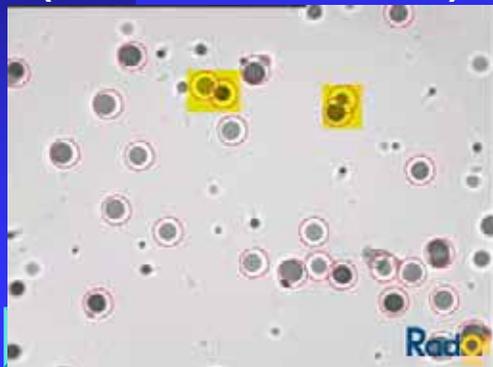
Misura (2)

Strumentazione per la lettura delle tracce



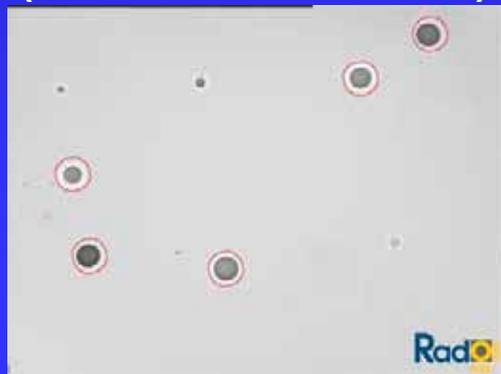
Esempio di rivelatore con tante tracce

(alta concentrazione)



Esempio di rivelatore con poche tracce

(bassa concentrazione)



Attacco Chimico
NaOH 25% - 4 ore

Tracce Tempo di esposizione



Concentrazione

(Errore 20%)

Istituto Nazionale di Metrologia
delle Radiazioni Ionizzanti

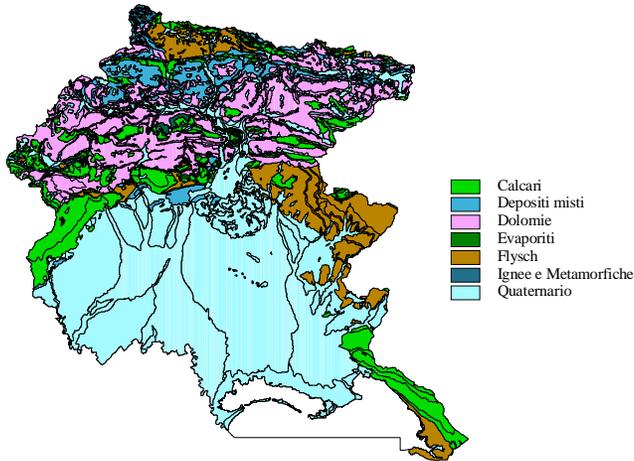
(ENEA Centro di Ricerca Casaccia di Roma)





Materiali e Metodi

Elaborazione dati



- Pacchetti Software: Access, Excell, Surfer, ArcView

- Supporti cartografici:

 - nuova Carta geologica regionale 1:150.000;

 - Carta Tecnica Regionale

- Georeferenziazione in coordinate Gauss Boaga

- Costruzione banca dati in Access





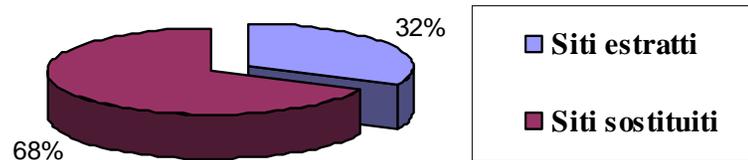
Riassunto dosimetri posizionati

- Numero siti previsti: **2492**
- Numero siti con dosimetri posizionati: **2544**
- Numero siti I semestre: **2486**
- Numero siti aggiunti nel II semestre: **58**
- Numero siti con misure nel III semestre: **91**

Totale DOSIMETRI = 10377

Il 68% dei siti è stato sostituito, rispetto all'estrazione, durante il posizionamento dei dosimetri

Siti estratti/sostituiti





Creazione del DataBase

Tutte le informazioni raccolte dalle schede sono state inserite in un apposito Data Base

CAMPAGNA REGIONALE PER L'IDENTIFICAZIONE DELLE ZONE A RISCHIO RADON

A) DATI ANAGRAFICI del proprietario o locatario

Cognome _____ Nome _____
Via _____ N. _____
C.A.P. _____ Località _____
Comune _____ Provincia _____
Recupero telefonico _____

B) DATI DELL'EDIFICIO

Posizione rispetto al terreno del locale più basso dell'edificio:

Diagrammi: sopra il terreno, al terreno, al sottoterrano, in piano

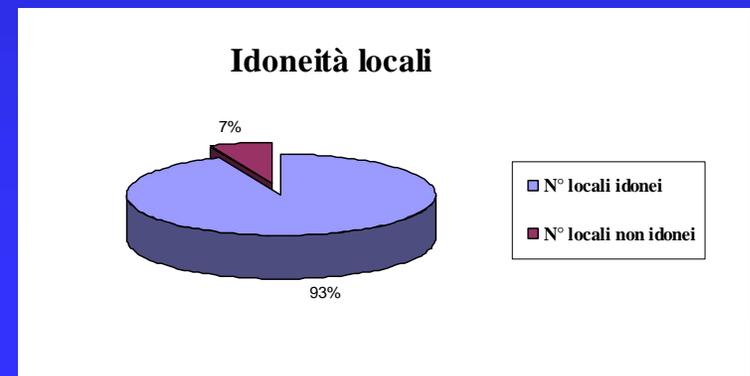
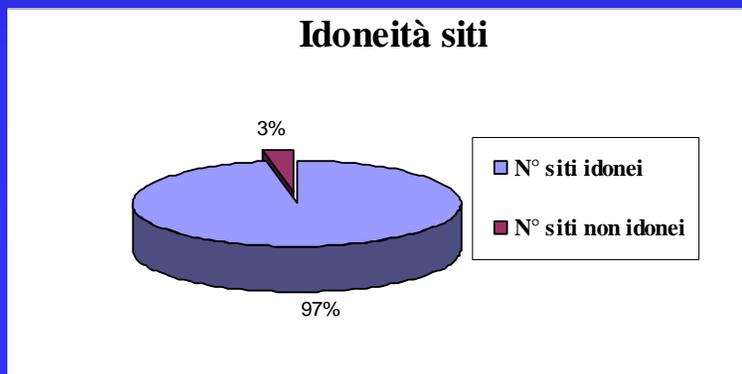
C) DATI DELL'ABITAZIONE

Tipologia: _____

D) DATI DEI LOCALI in cui sono posizionati i dosimetri

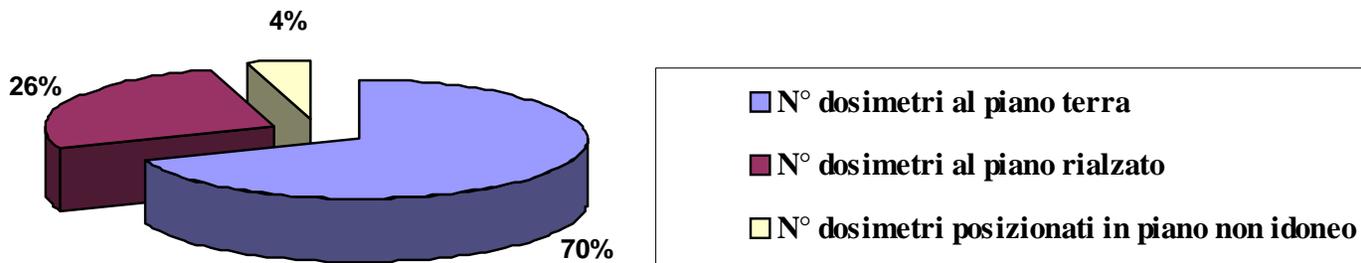
PRIMI SEMESTRE	
LOCALE 1	LOCALE 2
Colore Distintivo: _____	Colore Distintivo: _____
Tipologia Locale: _____	Tipologia Locale: _____
Descrivere brevemente la posizione del dosimetro all'interno del locale	Descrivere brevemente la posizione del dosimetro all'interno del locale

Primi risultati : idoneità dei posizionamenti

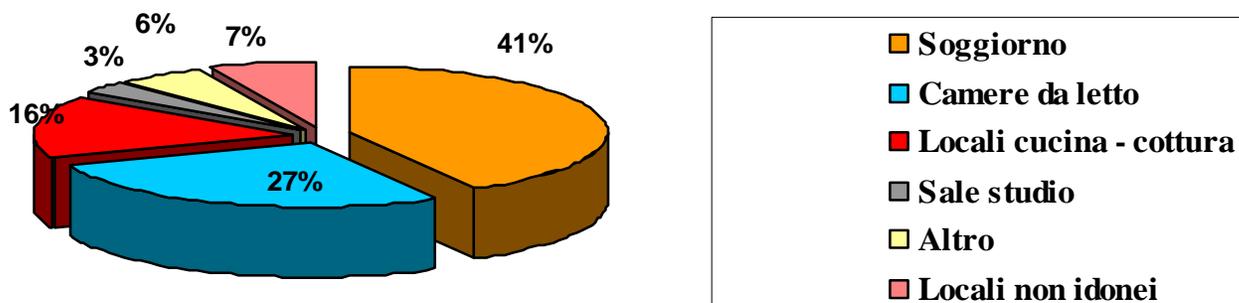


Ubicazione dei punti di misura

Piano di misura

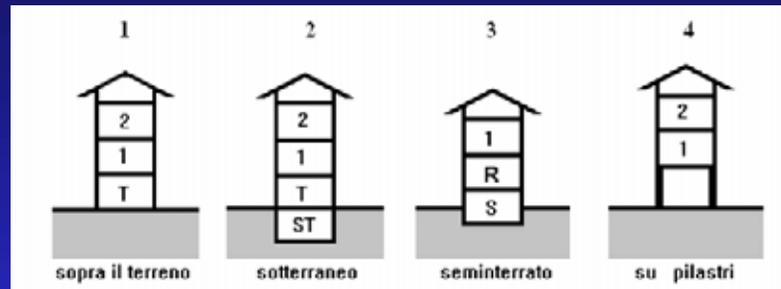
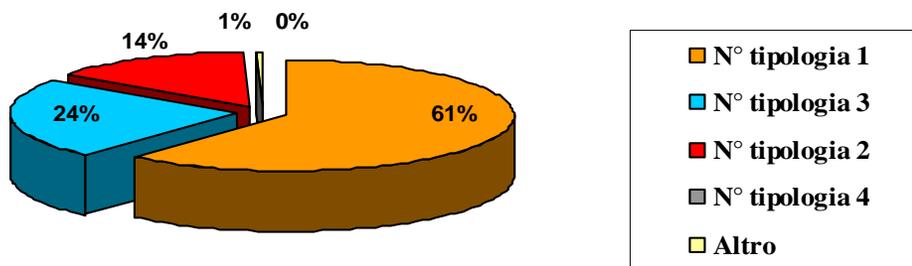


Tipologia locali

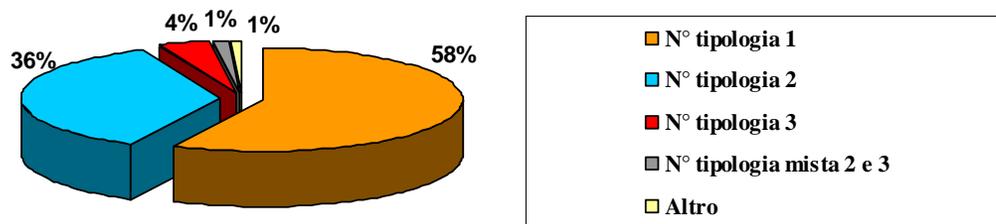


Tipologia degli edifici monitorati

Tipologia edifici



Tipologia abitazioni



1
L'abitazione è isolata

2
L'abitazione è adiacente ad altre abitazioni e/o negozi e/o uffici...

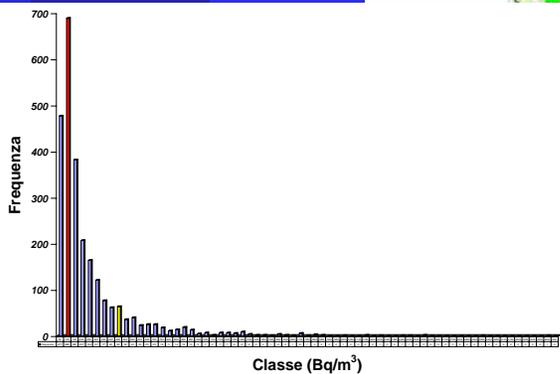
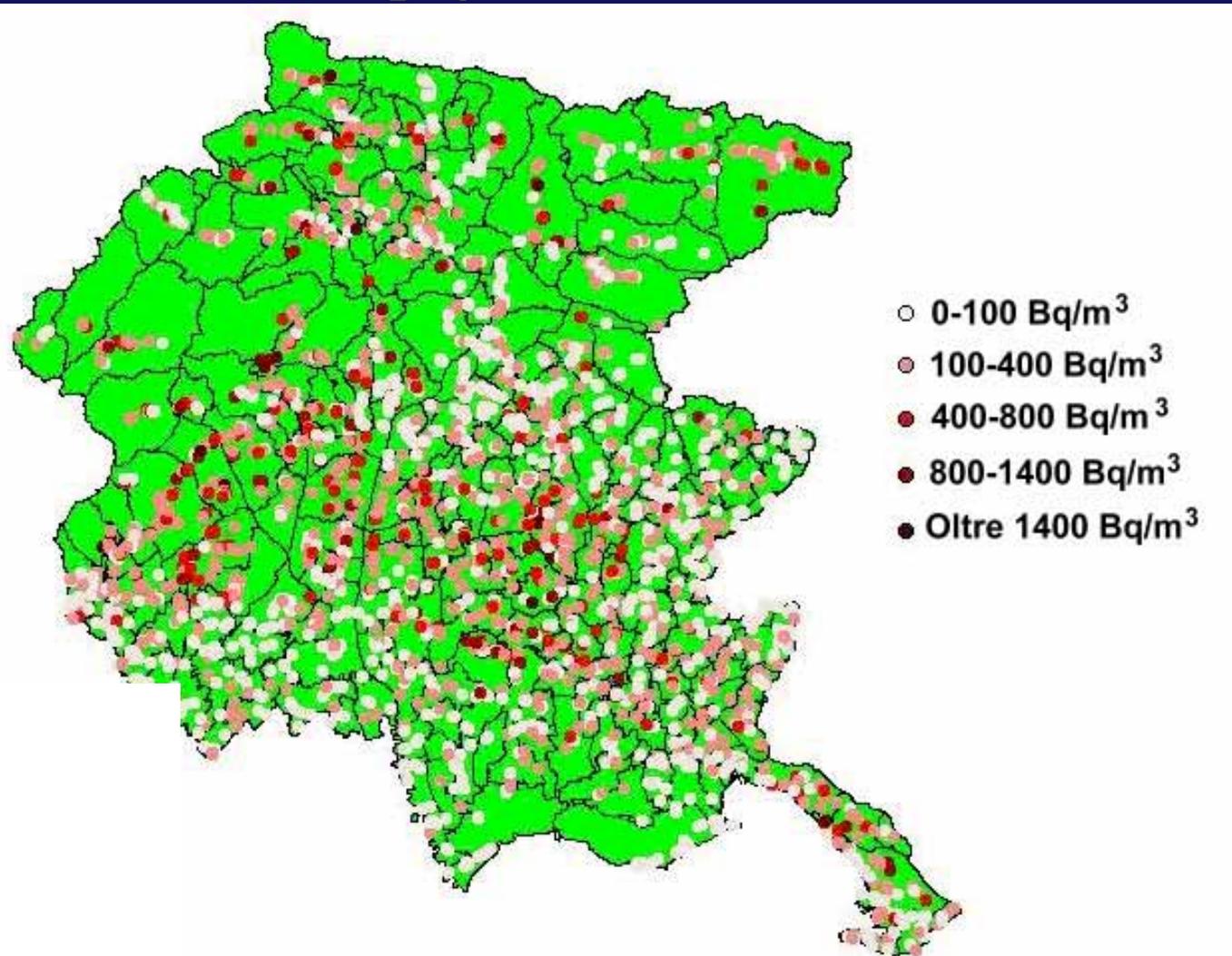
3
Al di sopra dell'abitazione sono presenti altre abitazioni e/o negozi e/o uffici....





Risultati

Radon indoor: distribuzione della concentrazione **Campagna Radon Prone Areas**

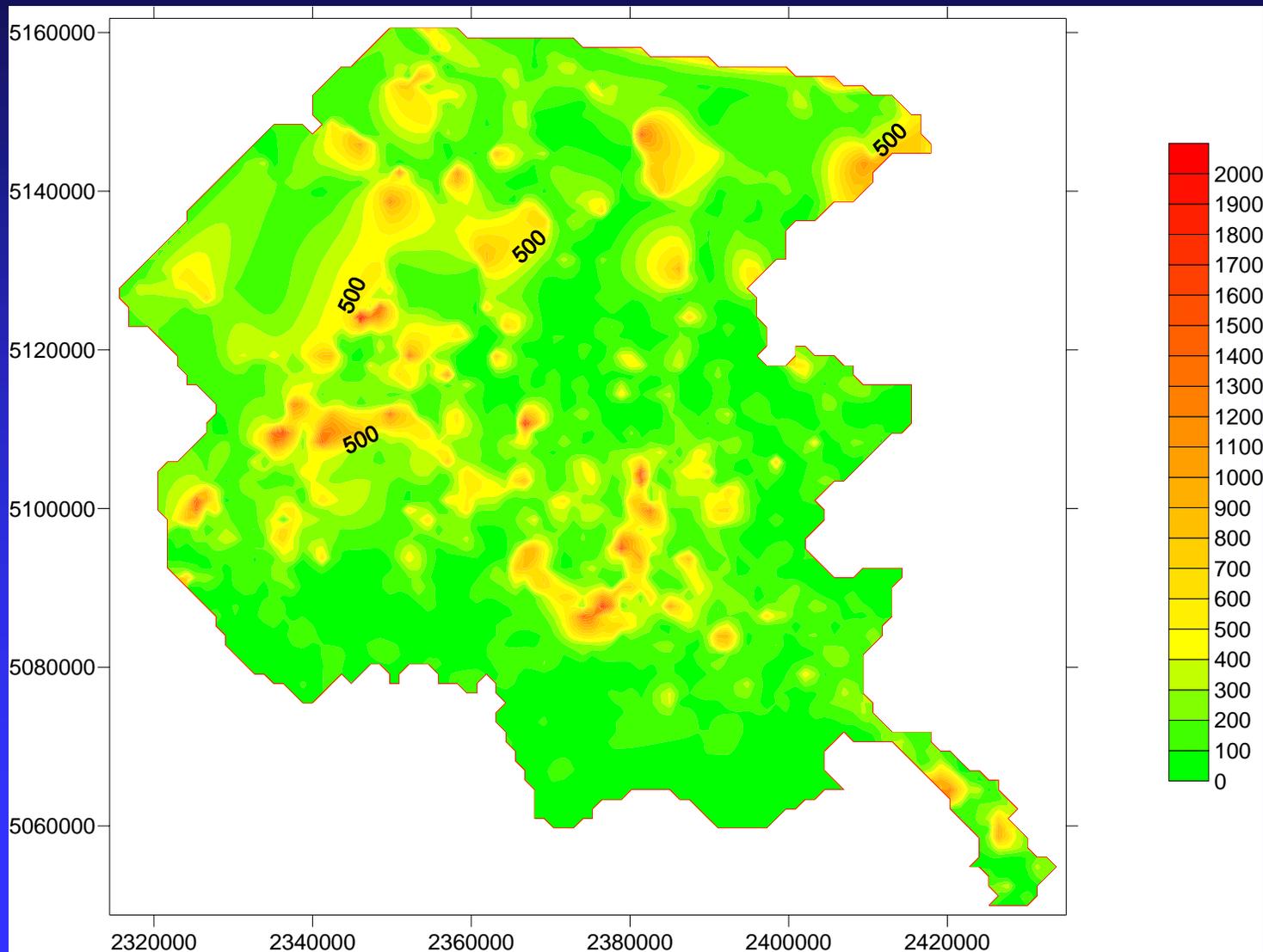




Risultati

Radon indoor: distribuzione della concentrazione

Campagna Radon Prone Areas

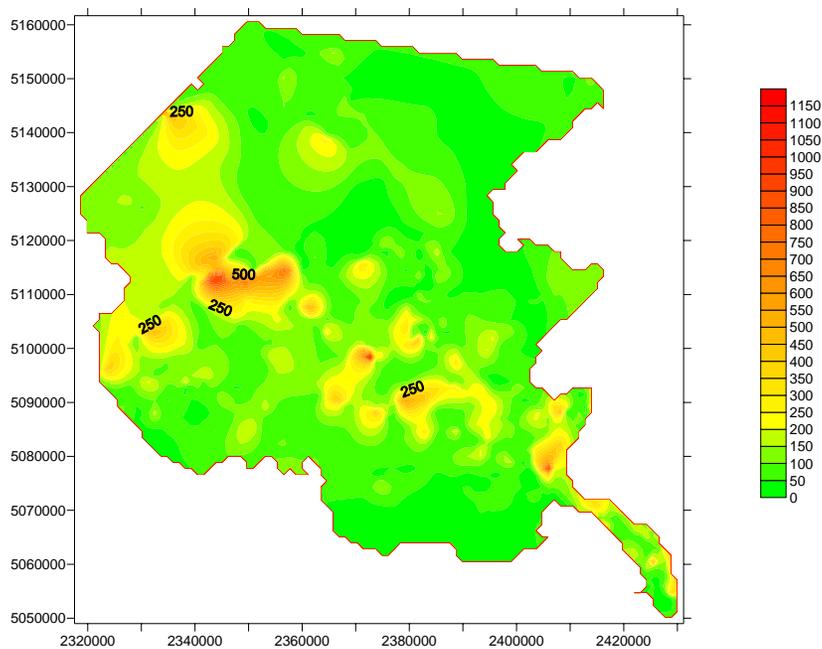




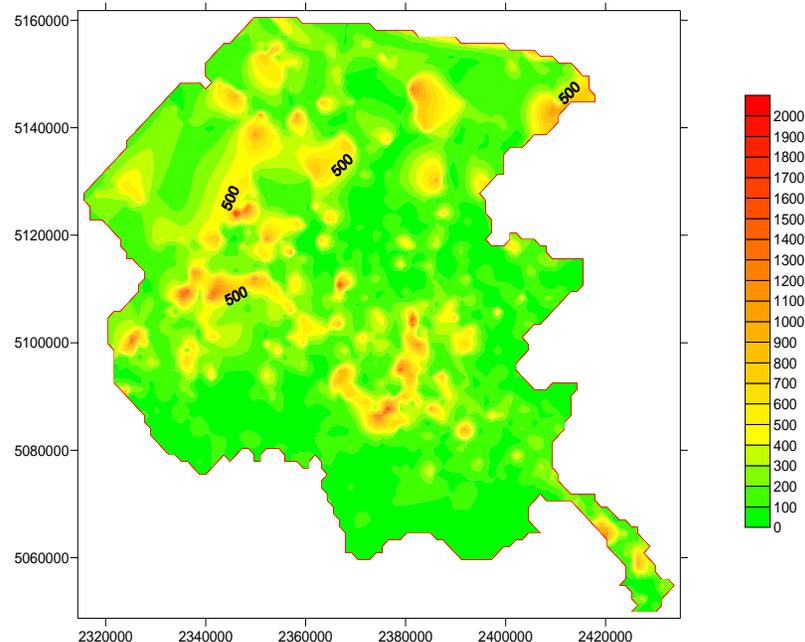
Risultati

Confronto con i risultati ottenuti dalla campagna di monitoraggio delle scuole

Scuole



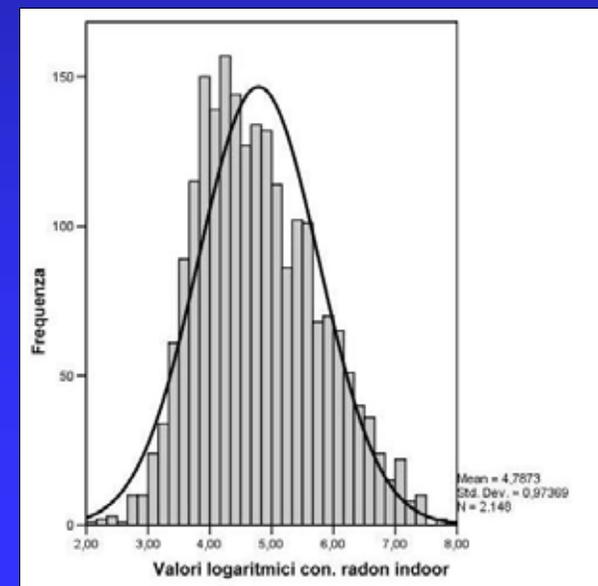
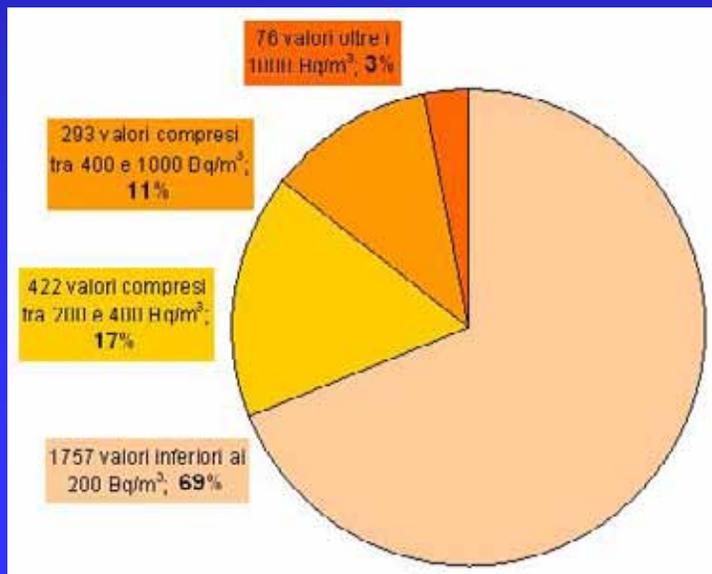
Radon Prone Areas



Risultati

Numero dosimetri	2548
Media	218 Bq/m ³
Deviazione standard	298 Bq/m ³
Mediana	111 Bq/m ³
Media geometrica	125 Bq/m ³
Massimo	3369 Bq/m ³
Minimo	20 Bq/m ³

Analisi dei risultati dei dosimetri relativi al semestre invernale





Risultati

Alcune correlazioni significative con le caratteristiche edilizie (dati relativi al semestre invernale)

Piano del Locale	Media Aritmetica (Bq/m ³)	Media Geometrica (Bq/m ³)	Numero dosimetri
Piano terra	225 ± 5	137 ± 3	1484
Piano rialzato	139 ± 5	87 ± 3	572
Primo piano	128 ± 14	86 ± 9	75

Tipo di separazione tra suolo e locale	Media Aritmetica (Bq/m ³)	Media Geometrica (Bq/m ³)	Numero dosimetri
Soletta controterra	237 ± 7	139 ± 4	1102
Intercapedine	187 ± 11	114 ± 6	275
locale	138 ± 6	89 ± 3	515

Presenza pietra nei muri portanti	Media Aritmetica (Bq/m ³)	Media Geometrica (Bq/m ³)	Numero dosimetri
Sì	250 ± 8	153 ± 5	804
No	170 ± 4	102 ± 3	1256

Anno di costruzione	Media Aritmetica (Bq/m ³)	Media Geometrica (Bq/m ³)	Numero dosimetri
Prima del 1976	233 ± 6	138 ± 4	1326
Dopo il 1976	140 ± 5	90 ± 3	711

Si è evidenziata una maggiore possibilità di trovare alte concentrazioni di radon indoor in locali situati al piano terra piuttosto che ai piani superiori.

Da sottolineare inoltre i risultati dell'analisi dei dati relativi al tipo di separazione suolo-locale che individua nella presenza di soletta controterra la situazione più a rischio.

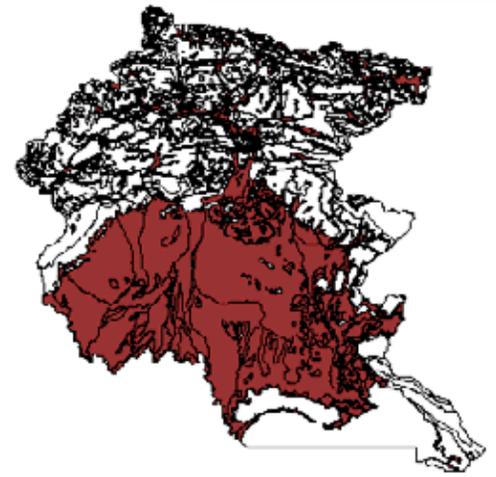
Si sono trovate inoltre medie più elevate in edifici costruiti prima del 1976 e in abitazioni con i muri portanti formati anche da pietra;



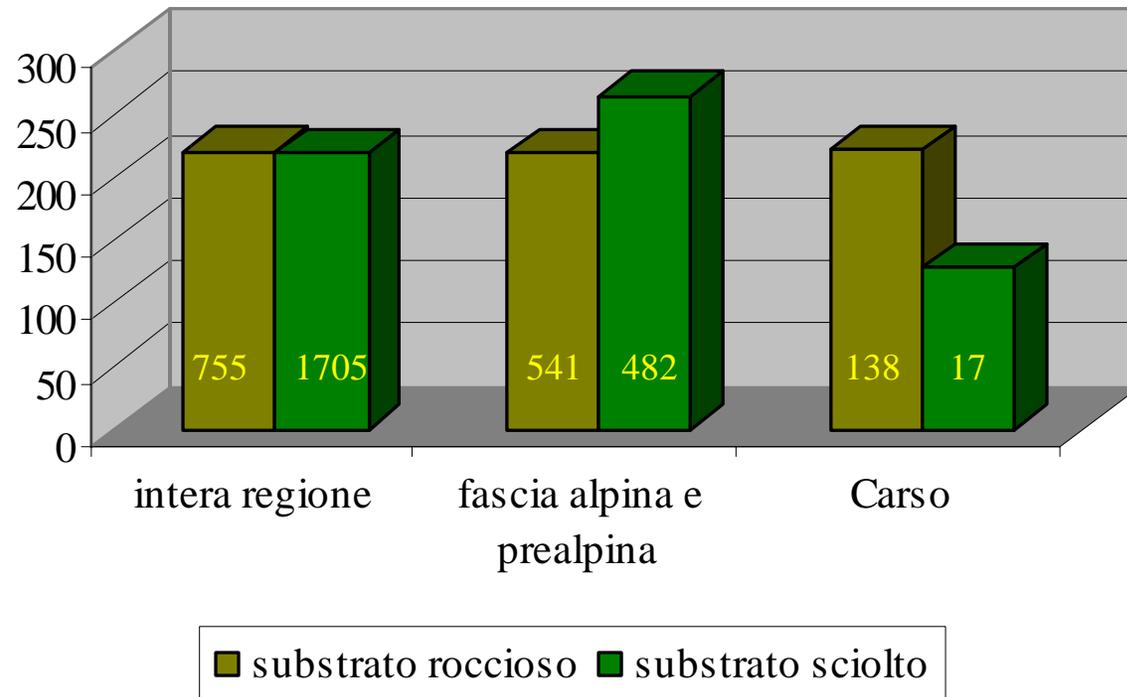
Risultati

Radon indoor e geologia

Substrato sciolto o roccioso



Concentrazione di radon indoor (Bq/m³)

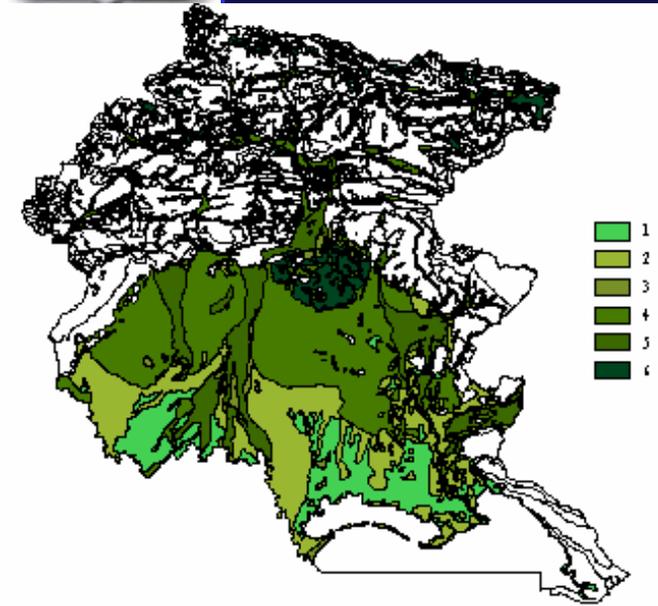




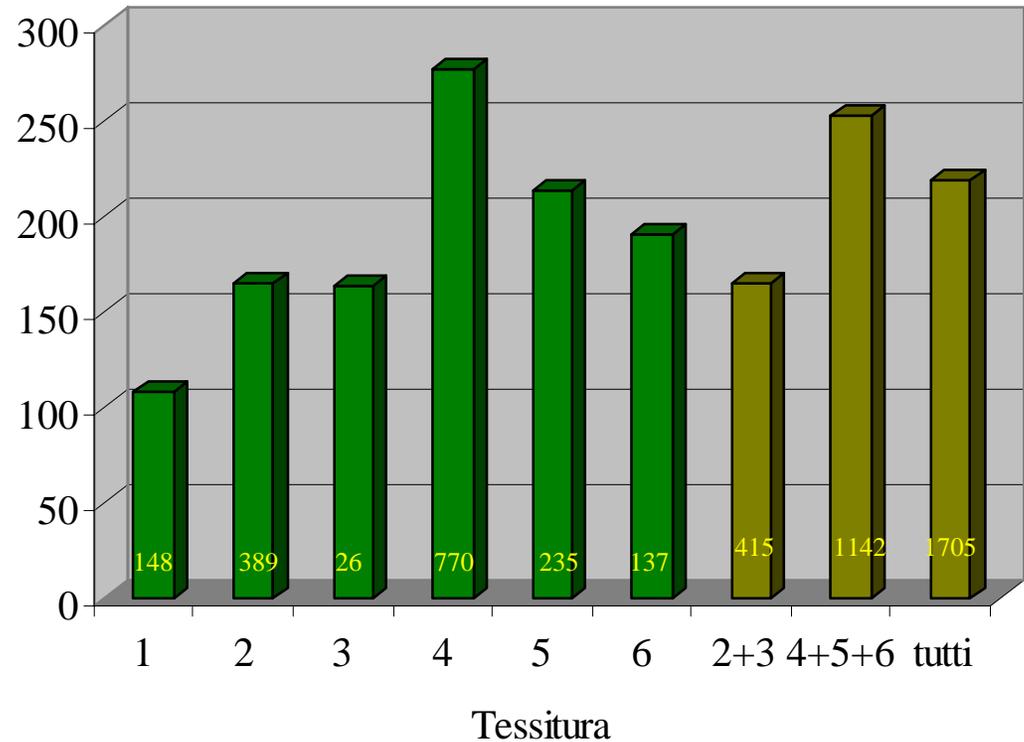
Risultati

Radon indoor e geologia

Tessitura



Concentrazione di radon indoor (Bq/m3)

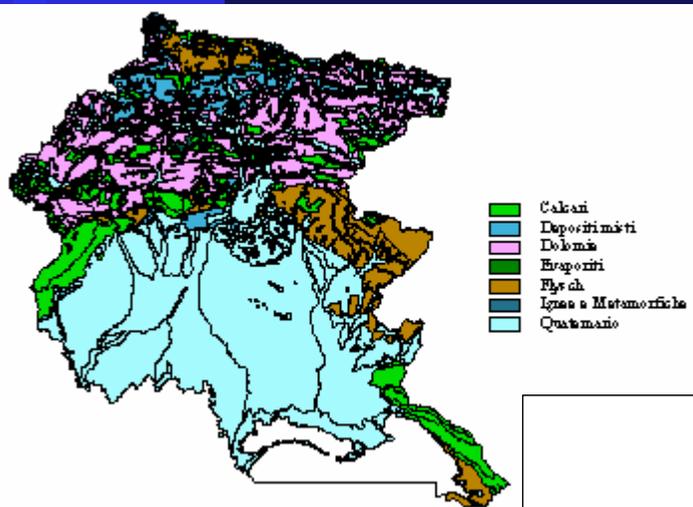


1. Limoso-argillosi
2. Sabbioso-limosi
3. Sabbiosi
4. Ghiaioso-sabbiosi
5. Ghiaiosi
6. Ghiaiosi + blocchi

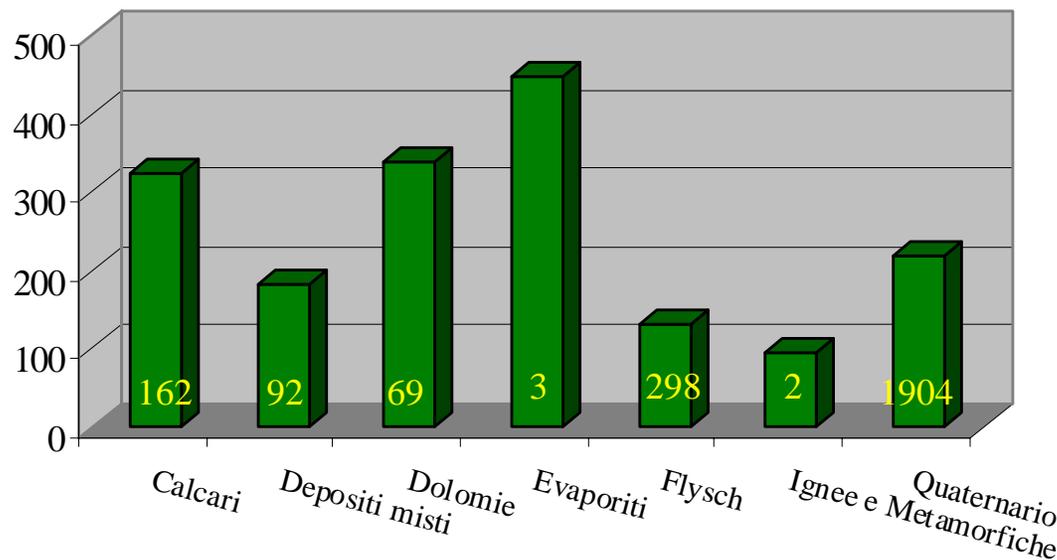


Risultati

Radon indoor e geologia Unità litostratigrafiche



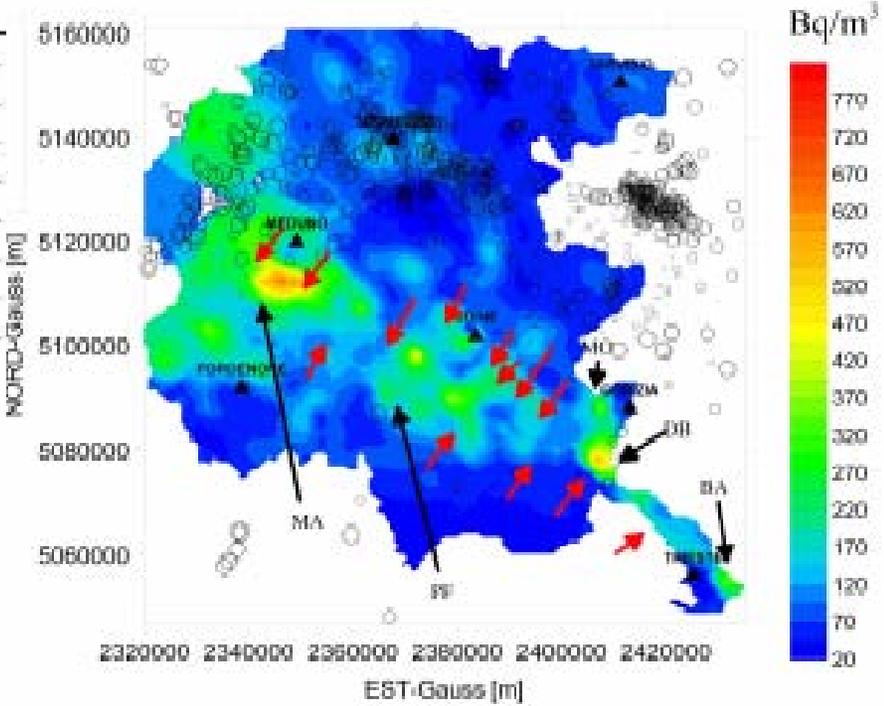
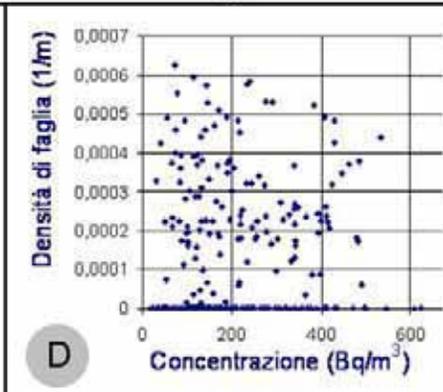
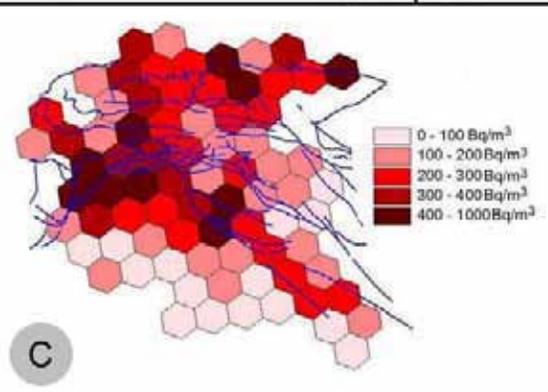
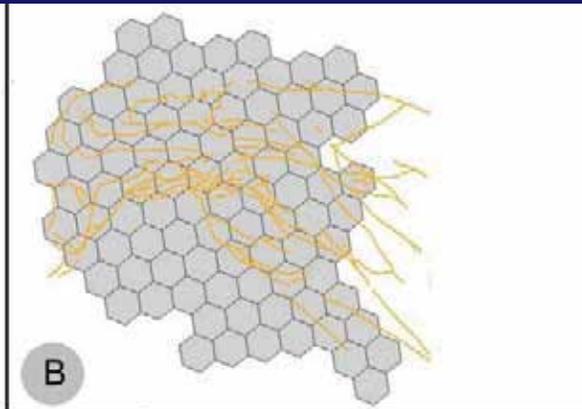
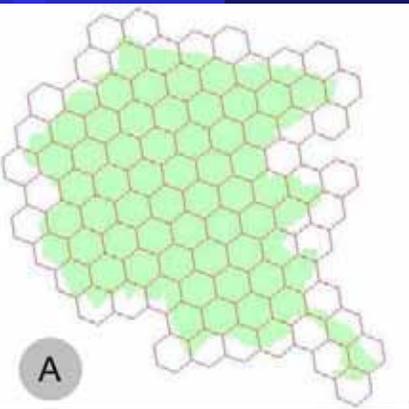
Concentrazione di radon indoor (Bq/m³)





Risultati

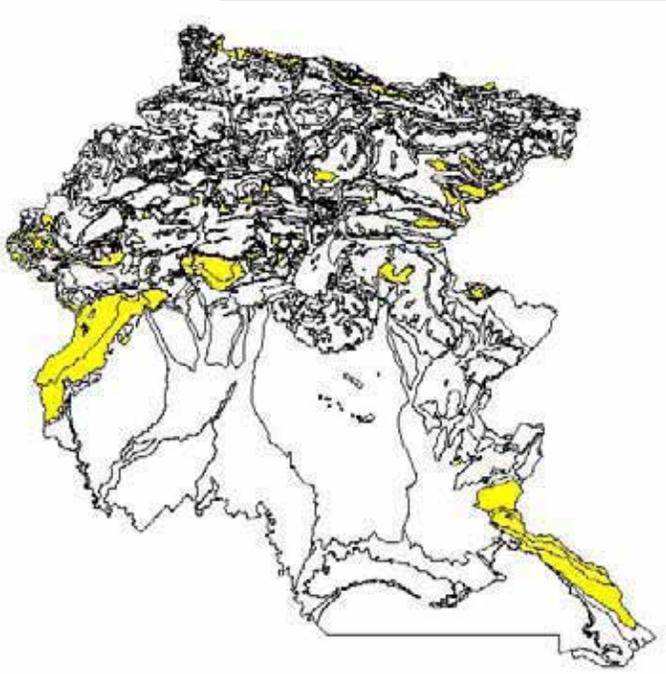
Radon indoor e geologia Lineamenti tettonici e sismicità



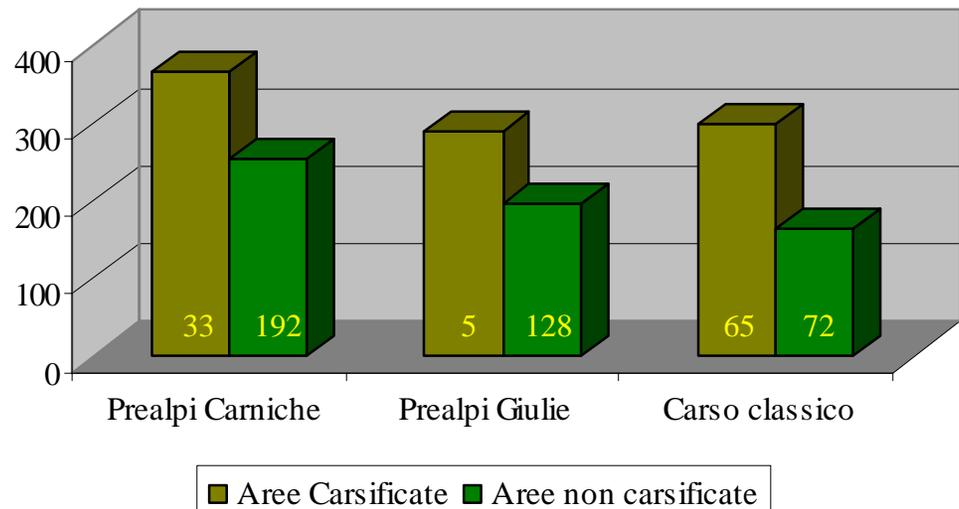


Risultati

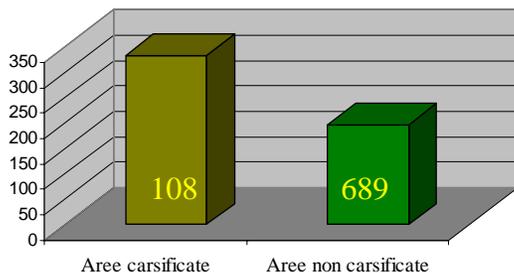
Radon indoor e geomorfologia Carsismo



Concentrazione di radon indoor (Bq/m3)



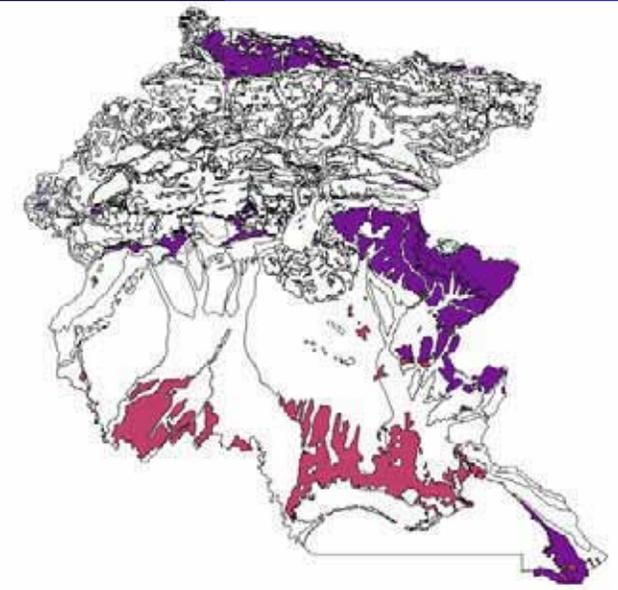
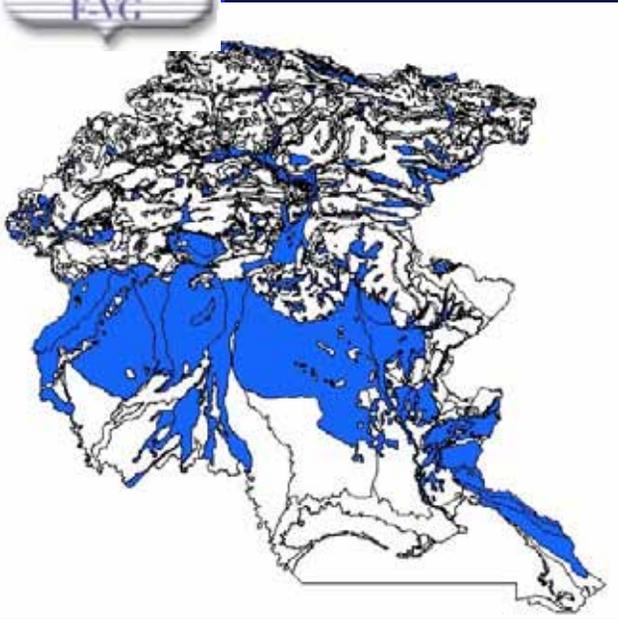
Concentrazione di radon indoor (Bq/m3)



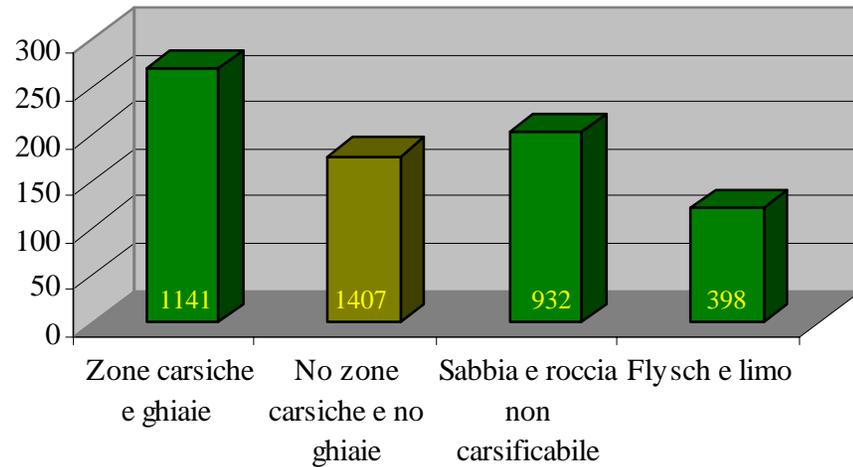


Risultati

Radon indoor e idrogeologia Permeabilità superficiale



Concentrazione di radon indoor (Bq/m³)



- Zone carsiche e ghiaie
- Flysch
- Limo

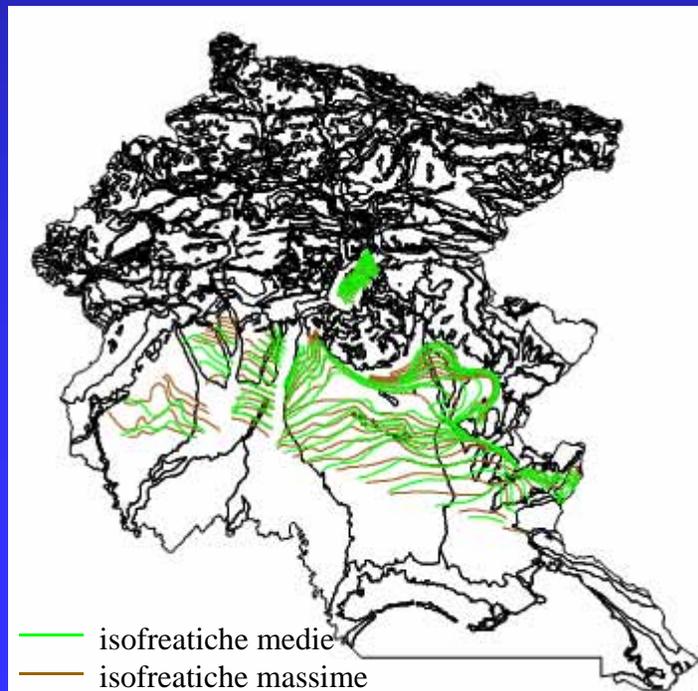
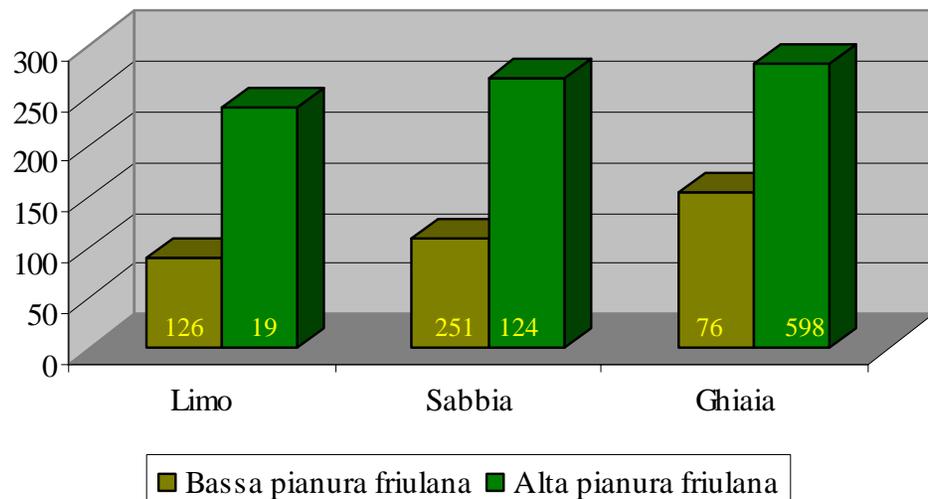




Risultati

Radon indoor e idrogeologia **Alta e Bassa Pianura e Profondità della falda**

Concentrazione di radon indoor (Bq/m³)





Conclusioni

- E' stata costruita una mappa della distribuzione della concentrazione di radon negli edifici del Friuli Venezia Giulia. Le concentrazioni risultano comprese tra 20 ed oltre 3000 Bq/m³. I valori più elevati sono stati misurati nell'Alta pianura friulana, nel Carso goriziano e triestino ed in alcune, limitate, zone montane. I valori più bassi sono stati misurati nella Bassa pianura friulana. E' stato costruito un data base normalizzato scuole-RPA
- I risultati preliminari mostrano evidenti correlazioni della concentrazione di radon indoor con alcuni parametri edilizi che però vanno ulteriormente indagate
- Le concentrazioni di radon indoor sono risultate fortemente correlate con alcuni parametri geologici e non correlate con altri
- Ci sono risultati interessanti provenienti dall'analisi geostatistica dei risultati





Considerazioni finali

- Le prime analisi effettuate confermano i risultati delle precedenti indagini ma aggiungono importanti informazioni su nuove aree potenzialmente a rischio
- Le misure del secondo e terzo semestre di esposizione dei rilevatori sono terminate, tuttavia resta da completare il data base e ripetere le analisi fin qui condotte oltre ad effettuarne di nuove
- I progetti correlati (radon nel suolo e calcolo della dose per la popolazione) sono ancora da completare
- Resta da analizzare una grande mole di dati al fine di fornire alla Regione il massimo degli strumenti per la definizione delle RPA
- La metodologia per la definizione delle radon prone areas è ancora da definire.....

