

ANDAMENTO NEL TEMPO DELLA CONCENTRAZIONE DI RADON INDOOR: 14 anni di misure in 14 edifici



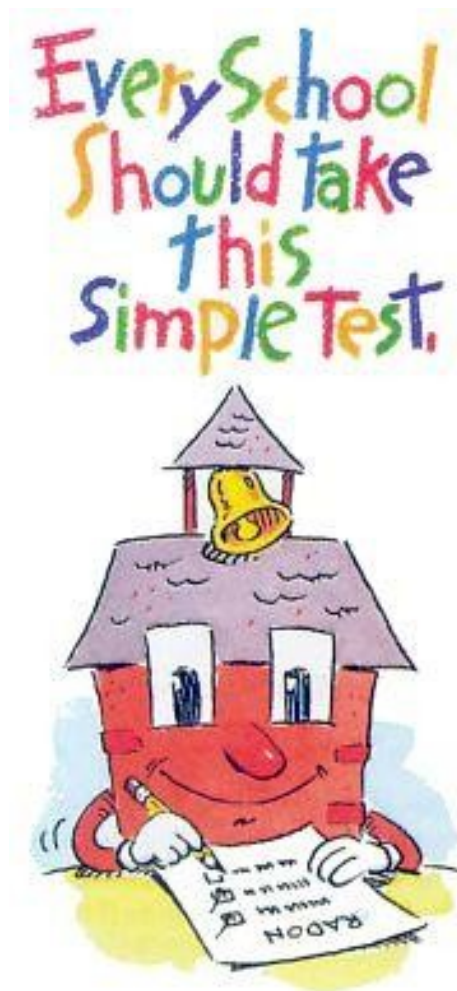
*C. Giovani, G. Candolini, S. Pividore, P. Di Marco, M. Garavaglia
SOS Centro Regionale per la Radioprotezione - ARPA FVG*



Centro Regionale per la Radioprotezione
ARPA Friuli Venezia Giulia



Obiettivi dello studio



- Valutazione degli andamenti nel tempo della concentrazione di radon indoor negli edifici scolastici;
- valutazione dell'entità della variabilità della concentrazione di radon indoor media e nei singoli locali di ogni struttura;
- valutazione della variabilità della concentrazione di radon nei diversi locali di ogni struttura nel tempo;
- valutazione dell'efficacia, nel tempo delle eventuali azioni di risanamento;
- valutazione dell'eventuale correlazione della concentrazione di radon indoor con i parametri meteorologici.



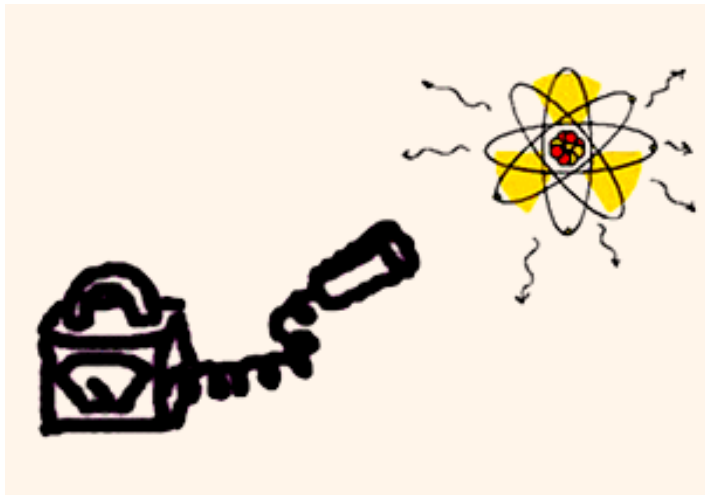
Centro Regionale per la Radioprotezione
ARPA Friuli Venezia Giulia



Materiali e metodi

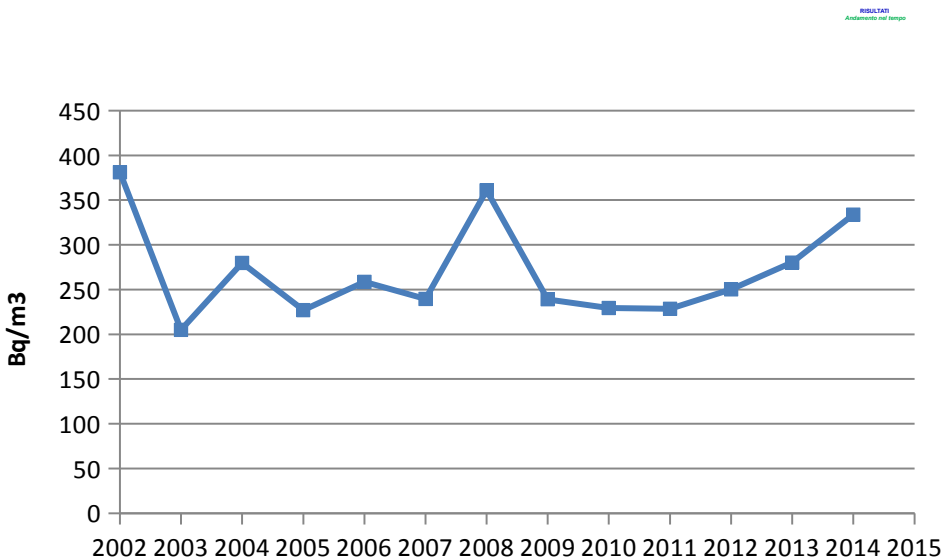


- 14 strutture scolastiche: 8 scuole materne, 5 elementari ed 1 media;
- Misure tra il 2002 ed il 2015, con dosimetri passivi (LR 115 e CR 39)
- Utilizzati i risultati di misure omogenee: in genere 3-5 aule a piano terra per edificio;
- Periodo di misura: gennaio-giugno di ogni anno scolastico (considerato equivalente alla media annua);
- Concentrazioni medie tra 30 e 1400 Bq/m³;
- Azioni di risanamento effettuate in 8 scuole su 14;
- Dati meteorologici: Osservatorio Meteorologico ARPA FVG.



Centro Regionale per la Radioprotezione
ARPA Friuli Venezia Giulia



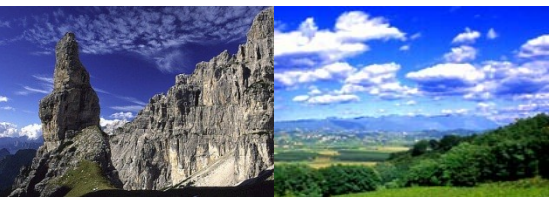


Concentrazioni medie annue di radon (Bq/m³) nelle 14 strutture scolastiche considerate e relative deviazioni standard (1σ)

- Stesse scuole e stessi locali in ogni scuola nei diversi anni;
- Variazioni massime dell'ordine del 100%;
- 8 scuole ristrutturate su 14;
- Negli ultimi anni periodi di misura leggermente più brevi (più caldo).



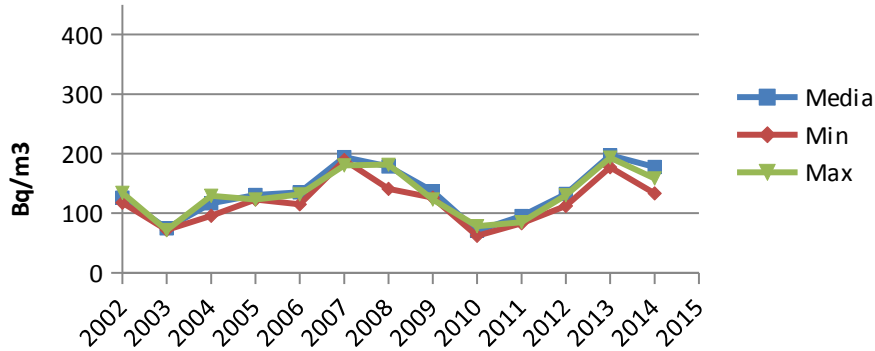
E' opportuno andare a vedere gli andamenti del singolo edificio



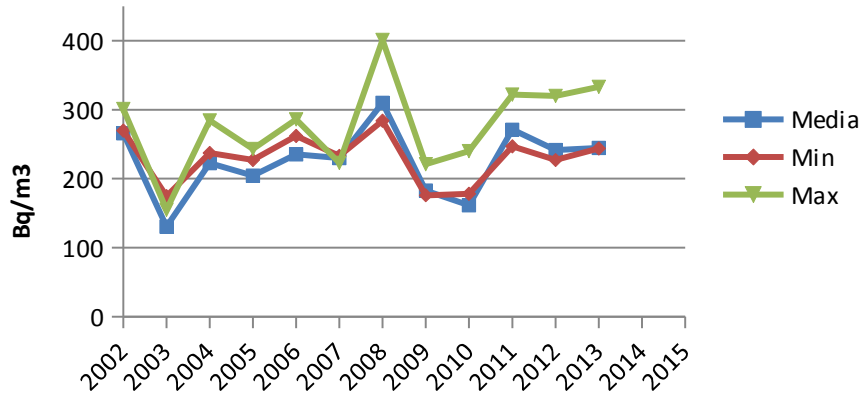
Centro Regionale per la Radioprotezione
ARPA Friuli Venezia Giulia



Scuola 1: nessun intervento



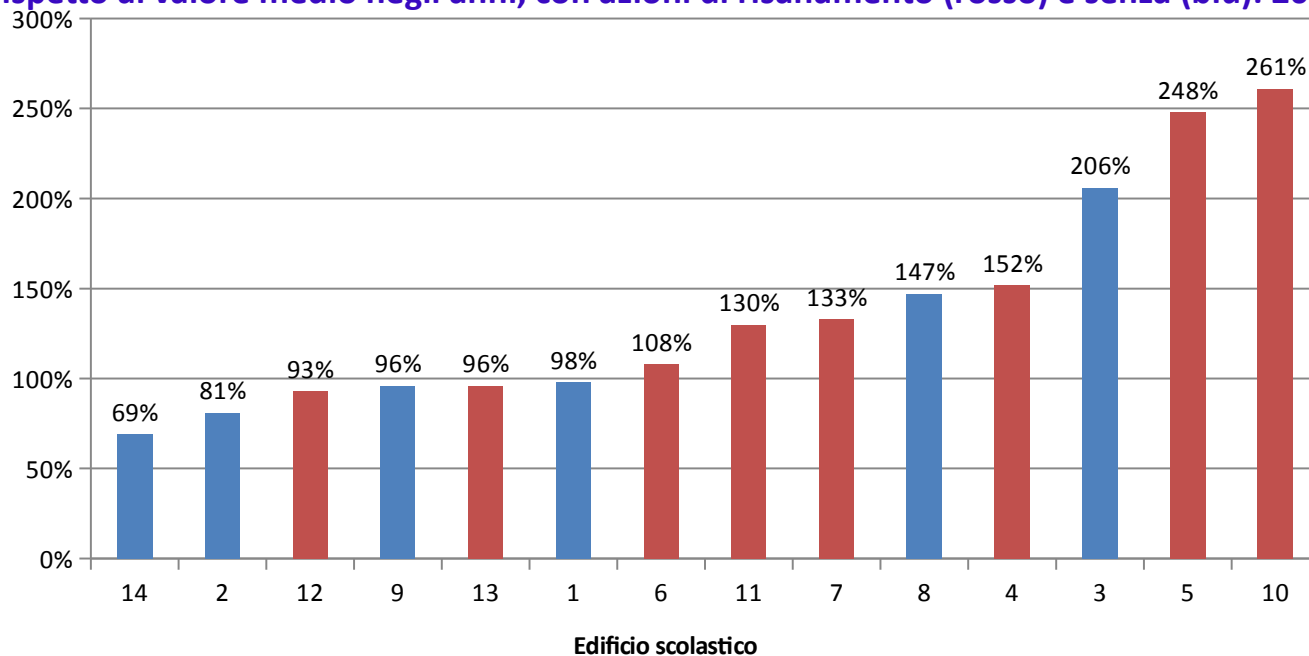
Scuola 2: nessun intervento



- *Locali che il primo anno di misura mostravano i valori min e max sono stati così etichettati;*
- *I valori medi sono su tutti i locali omogenei (aule) misurati a piano terra di ogni scuola (gli stessi nei diversi anni);*
- *Variazioni dei locali con valori minimi e massimi;*
- *Variazioni nei valori medi, min e max anche di fattori 2 o 3*
- *Variazioni elevate, anche sul singolo anno, nei diversi locali: nella scuola 2 valori massimi dell'ordine di 1.5 volte i valori minimi.*



Percentuale di variazione tra il valore medio minimo e quello massimo misurato nelle diverse scuole, rispetto al valore medio negli anni, con azioni di risanamento (rosso) e senza (blu): 2002-2015.



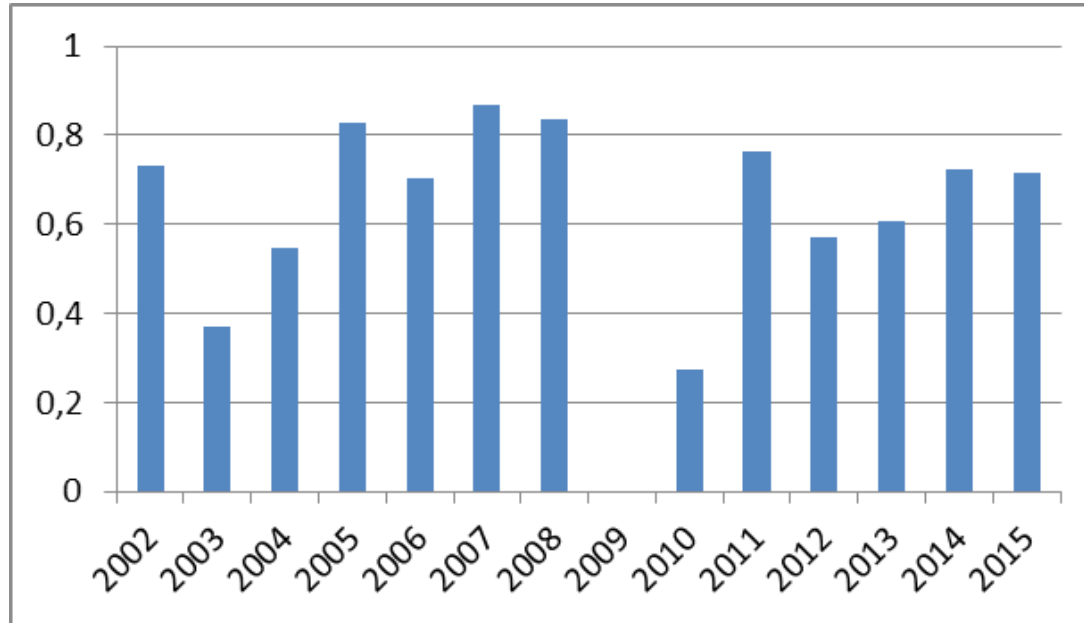
- Anche nel caso non siano state realizzate azioni di rimedio: variazioni fino al 200% (rispetto al valor medio, tra singoli locali risulterebbero ancora più elevate);
- Le misure annue potrebbero ridurre le variazioni che comunque risulterebbero senz'altro spesso superiori al 20% (Giovani *et al.*, 2004)



Centro Regionale per la Radioprotezione
 ARPA Friuli Venezia Giulia



Rapporto tra il valore minimo ed il valore massimo misurato nella scuola 3 (nessun intervento): 2002-2015



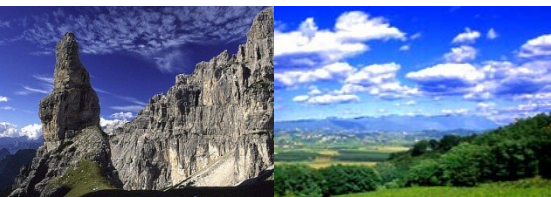
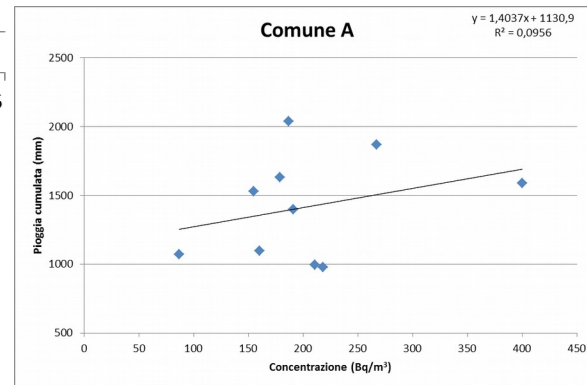
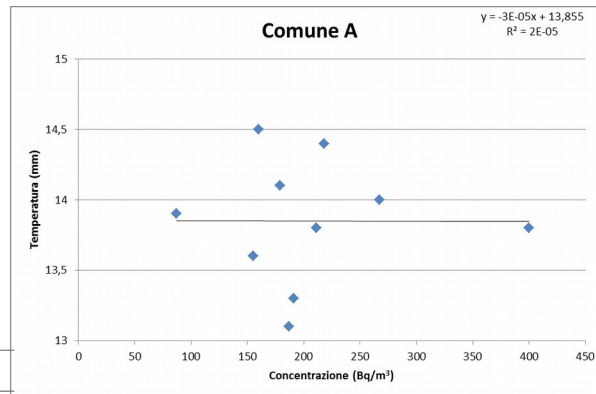
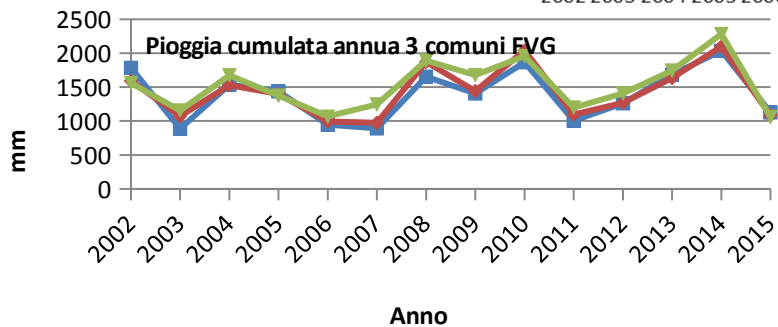
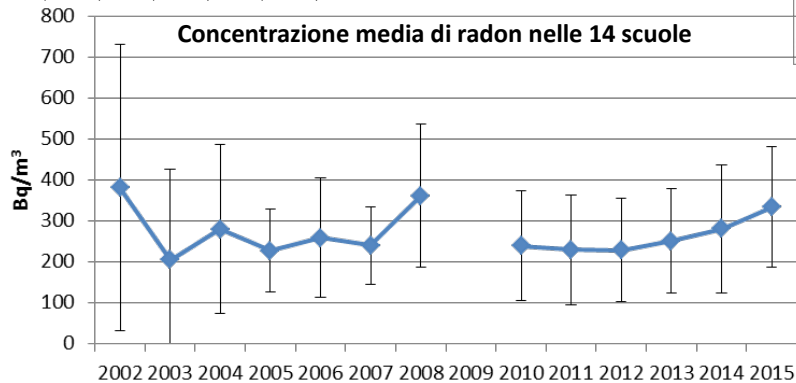
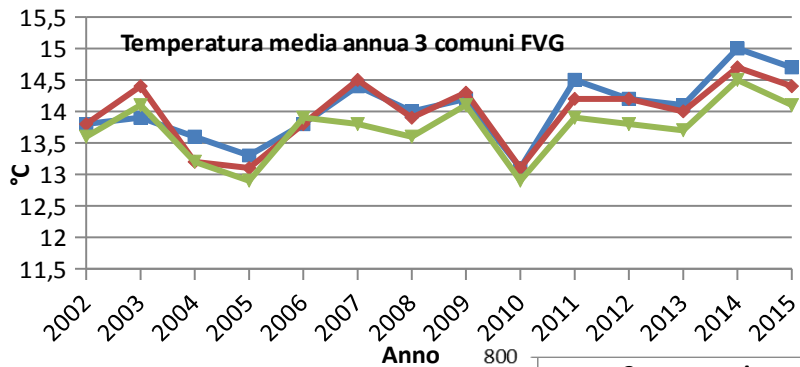
- Variazioni di concentrazione tra i diversi locali: non sono costanti nel tempo



Centro Regionale per la Radioprotezione
ARPA Friuli Venezia Giulia

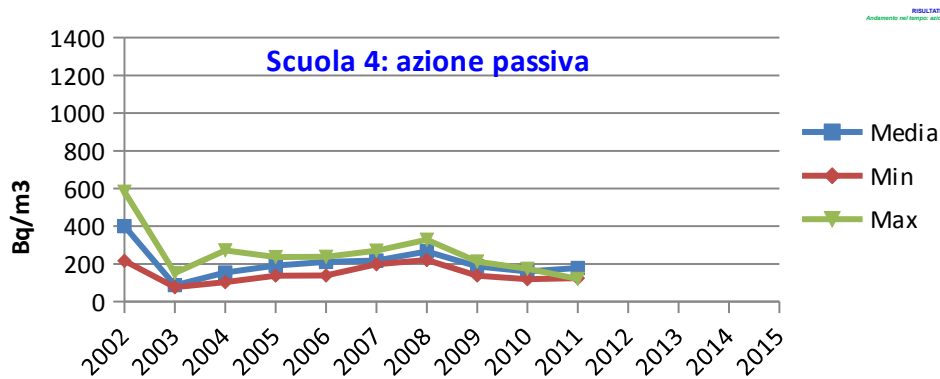


RESULTATI
Andamento nel tempo e media

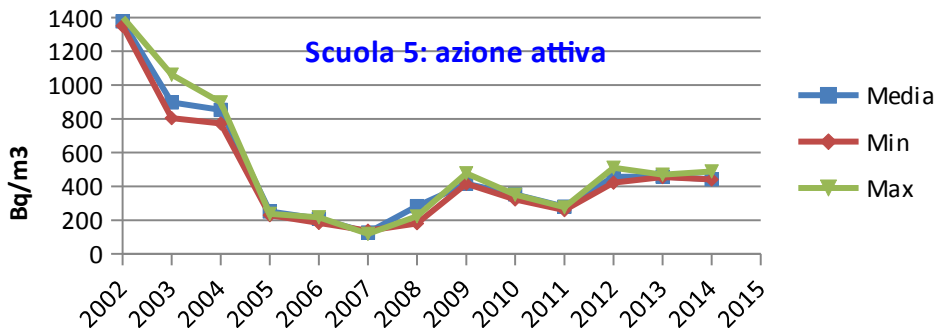


Centro Regionale per la Radioprotezione
ARPA Friuli Venezia Giulia

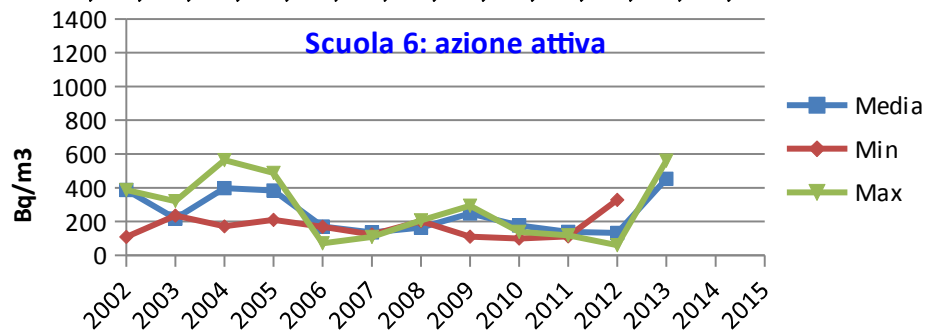




➤ *Scuola 4: azione di risanamento passiva (aerazione naturale del vespaio)*



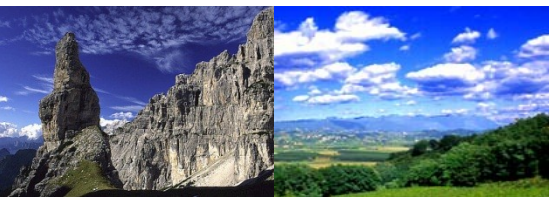
➤ *Scuole 5 e 6: azione di rimedio molto attiva molto costosa in termini di installazione, esercizio (sovrppressione dell'edificio) e che comporta grossi disagi per gli occupanti;*



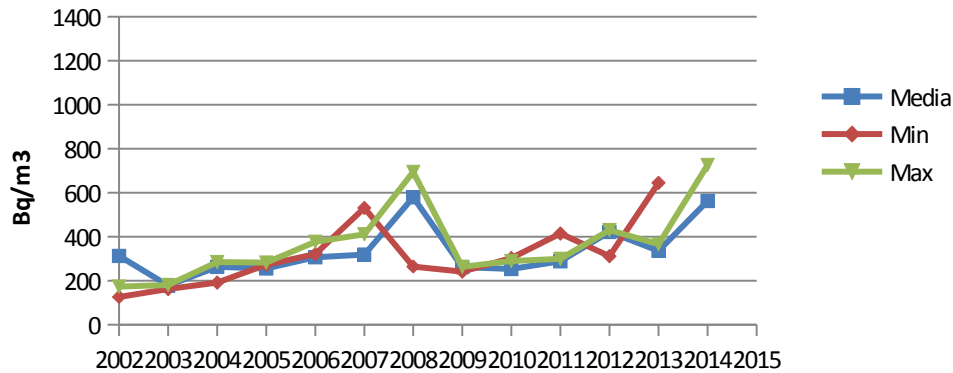
➤ *Scuola 4: mantenimento dell'efficacia;*

➤ *Scuola 5: aumento significativo della concentrazione negli ultimi anni;*

➤ *Scuola 6: Aumento fino a superare i valori iniziali.*

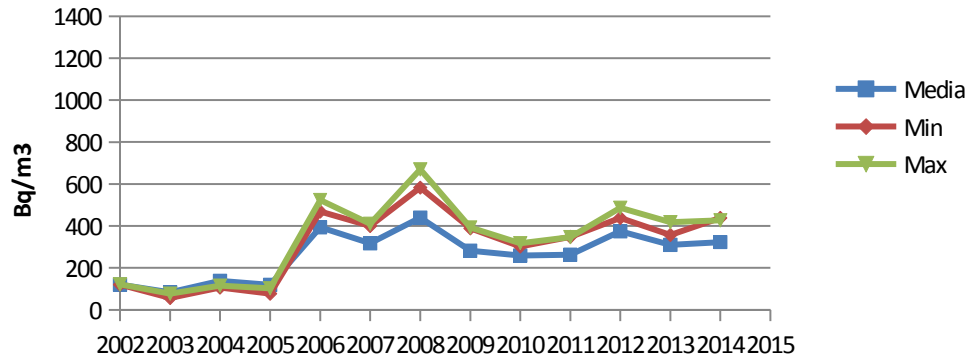


Scuola 7



- *Scuola 7: semplice azione di risanamento passiva nel 2008 ed, in seguito, indicazioni di aereazione «originali» e diverse nel tempo;*
- *Scuola 7: livelli medi nel 2015 significativamente superiori a quelli di prima dell'intervento;*

Scuola 8



- *Scuola 8: nessun intervento;*
- *Scuola 8: probabile utilizzo, e quindi riscaldamento, di locali seminterrati sottostanti i locali scolastici a partire dal 2005;*
- *Scuola 8: valori medi nel 2015 circa doppi rispetto al 2002.*



Concentrazioni medie di radon (Bq/m³) al piano terra, al 1° e 2° piano nella scuola 9: 2002-2015.



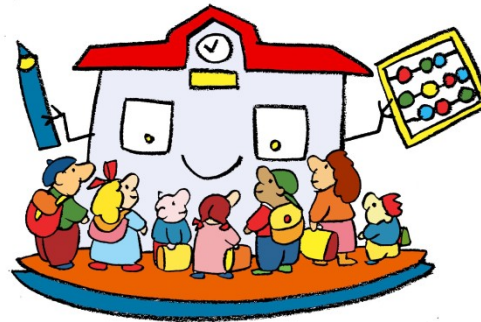
- Nessun intervento di risanamento ma:
 - ✓ Inserimento di un ascensore esterno con apposita fossa;
 - ✓ Sensibilizzazione del personale e modalità di aereazione particolare;
- Valori al primo e secondo piano particolarmente elevati rispetto a quelli a piano terra.



Centro Regionale per la Radioprotezione
ARPA Friuli Venezia Giulia



- Differenze di concentrazione di radon indoor nei singoli edifici nei diversi anni, medie che nei singoli locali, molto significative e sicuramente superiori al 20%;
- Ciò anche in assenza di interventi edilizi e senza correlazione con le condizioni meteo;
- Variazioni significative, negli anni, anche nelle concentrazioni relative nei diversi locali di ogni scuola;
- Ulteriori variazioni possono essere introdotte da differenze nei periodi di misura e da variazioni nella strategia di campionamento e nei sistemi di misura (numero di locali, di dosimetri per locale ecc.);
- Variazioni nei locali/edifici adiacenti e nelle modalità di utilizzo dei locali non sono prevedibili e possono variare significativamente la dinamica di diffusione del radon all'interno degli edifici e nei diversi piani;
- Le variazioni di efficacia delle azioni di rimedio possono essere molto importanti, in particolare per le azioni attive.



- Le scuole sono edifici molto «dinamici» dal punto di vista della concentrazione del radon indoor
- Per garantire il rispetto dei limiti di legge, e quindi la salute di lavoratori e studenti, è indispensabile ripetere le misure anche in assenza di interventi edilizi significativi
- Per lo stesso motivo va costantemente verificata l'efficacia delle azioni di risanamento sia attive che passive



Centro Regionale per la Radioprotezione
ARPA Friuli Venezia Giulia



GRAZIE PER LA VOSTRA ATTENZIONE



Centro Regionale per la Radioprotezione
ARPA Friuli Venezia Giulia

