



Classe IV E

Relazione del Progetto A. S. L. 2016/18

MISURE DI CONCENTRAZIONE DI RADON NEI LUOGHI DI LAVORO E NELLE ABITAZIONI

*In previsione del recepimento della Direttiva Euratom
2013/59 che renderà obbligatorie queste analisi.*

24.04.2018



SCOPO del PROGETTO

Informare la popolazione sul radon
Valutare la sicurezza delle abitazioni e luoghi pubblici

NORMATIVA

Direttiva 2013/59/EURATOM 5.12.2013

Norme fondamentali di sicurezza sulla protezione contro i pericoli derivanti dall'esposizione a radiazioni ionizzanti.

Limite di legge Attuale: 500 Bq/m³ Tra un anno: 300 Bq/m³

PERICOLOSITÀ

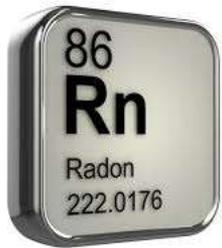
Seconda causa di tumore ai polmoni dopo il fumo.

PARTECIPANTI

Studenti, professori, parenti.
Abitazioni private e luoghi di lavoro.

FASI PROGETTO

- IL RADON
- REALIZZAZIONE DOSIMETRI
- TARATURA
- POSIZIONAMENTO DOSIMETRI
- INSERIMENTO DATI
- CORROSIONE CHIMICA
- LETTURA DOSIMETRI
- RISULTATI E CONCLUSIONI

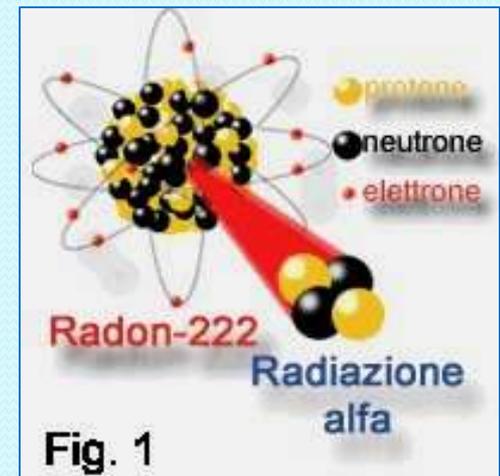
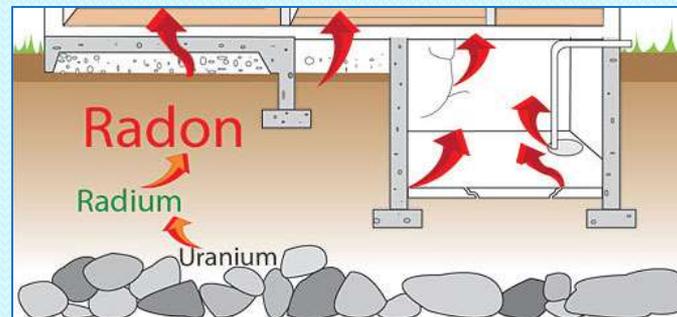
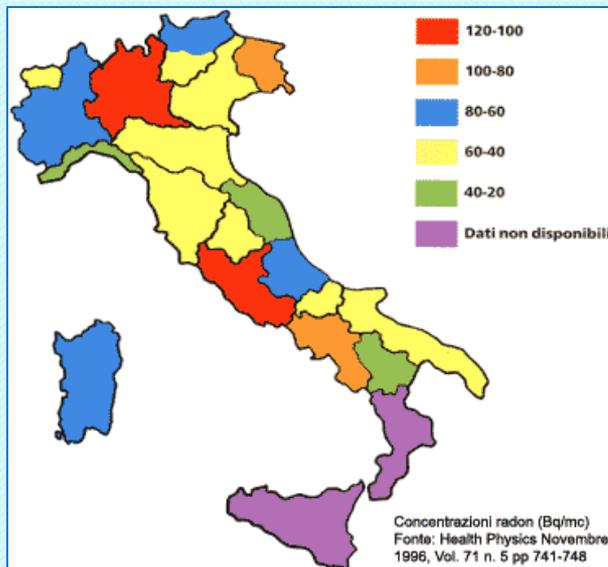


IL RADON



- Che cos' è ?
- Scopritrice:
- Sorgenti
- In Sardegna

Gas nobile inodore e incolore
 Marie Curie, 1898. Nobel 1903/11
 Suolo, rocce, diffonde in aria
 Poco presente ; più al nord
 Capoterra, Arcu Su Linnarbu



Concentrazione di Rn nell'ambiente

- **Unità di misura: Bq/m^3**

Numero di disintegrazioni nucleari emesse ogni secondo in un metro cubo di aria.

Esempio: 100 Bq/m^3

100 nuclei di radon si stanno trasformando, ogni secondo, in ogni metro cubo di aria, emettendo radiazioni.

- **Metodo di misura utilizzato della concentrazione**
Dosimetri a tracce nucleari da particelle alfa

REALIZZAZIONE DOSIMETRI

- **MATERIALI**

Economici, semplici, accessibili

Placca **CR39**

contenitore, fascette, silicone



Etichetta:

codice dosimetro

specifiche posizionamento

tempi esposizione

- **PROCEDURA**

Semplice, veloce.



TARATURA

- *Come si effettua?*

STRUMENTI:

- **Generatore di radon**
torio radioattivo
- **Cella di Lucas**
-Fotomoltiplicatore
a ZnS
- **Camera a radon**
bidone di ferro
ermetico da 30l

CIRCUITO:



TARATURA: Circuito

- **Camera a radon:**

bidone da 30l chiuso ermeticamente collegato tramite due tubi a uno strumento dotato di *cella di Lucas*, che fa circolare l'aria all'interno del *bidone*.

- **Cella di Lucas:**

cilindro vuoto con rivestimento interno di *ZnS* che al contatto con una particella di radon reagisce emettendo un lampo di luce.

- **Fotomoltiplicatore:**

conta i ampi di luce prodotti; in base al numero di flash registrati calcola la quantità di radon presente.

- **Generatore:**

- a uno dei due tubi, quello che immette l'aria nel bidone, è collegato un "contenitore" al cui interno si trova un minerale che emette radon (*torio radioattivo*)

- l'altro tubo porta l'aria *contaminata* nella cella di Lucas e grazie a un monitor è visualizzata in tempo reale la quantità di radon nel bidone.

- L'aria analizzata è pompata di nuovo nel bidone arricchendosi di radon.

TARATURA

- *Perché si fa?* *Verifica attendibilità della nostra misura*
- *Come si dimostra?*

$$\text{coeff} = \frac{\text{kBqh/m}^3}{\text{num fori / campo}}$$

$$\text{esposizione (KBqh/m}^3) = \text{n. fori/campo} \times \text{coeff.}$$

$$\text{conc.} = \frac{\text{esposizione}}{\text{h}} = [\text{Bq-m}^3]$$

- *Risultato: Corrisponde con la misura effettuata dal programma tramite i dati acquisiti al microscopio:*
 - **32 kBqh/m³ Le nostre misure sono attendibili**

TARATURA

Metodo di misura

La misurazione consiste nelle seguenti fasi:

- Realizzazione del circuito
- Esposizione dei campioni di prova per 4 giorni (96 h)
- Verifica funzionamento del circuito (lettura iniziale)
- Smontaggio della cella
- Apertura del bidone
- Inserimento di un monitor per particelle alfa

Il monitor emette un “tac” per ogni particella alfa rilevata, evidenziando la presenza di radioattività di fondo. Immesso nel bidone appena aperto, la frequenza dei suoni emessi dalle alfa aumenta.

Il numero di fori presenti nei dosimetri dipende dal prodotto della concentrazione per il tempo (ore)

TARATURA

Verifica funzionamento circuito

- 3 letture a 10, 15, 30 min dall'inizio esposizione
- lettura dopo 30 min: **$\sim 8\text{kBq}/\text{m}^3$**

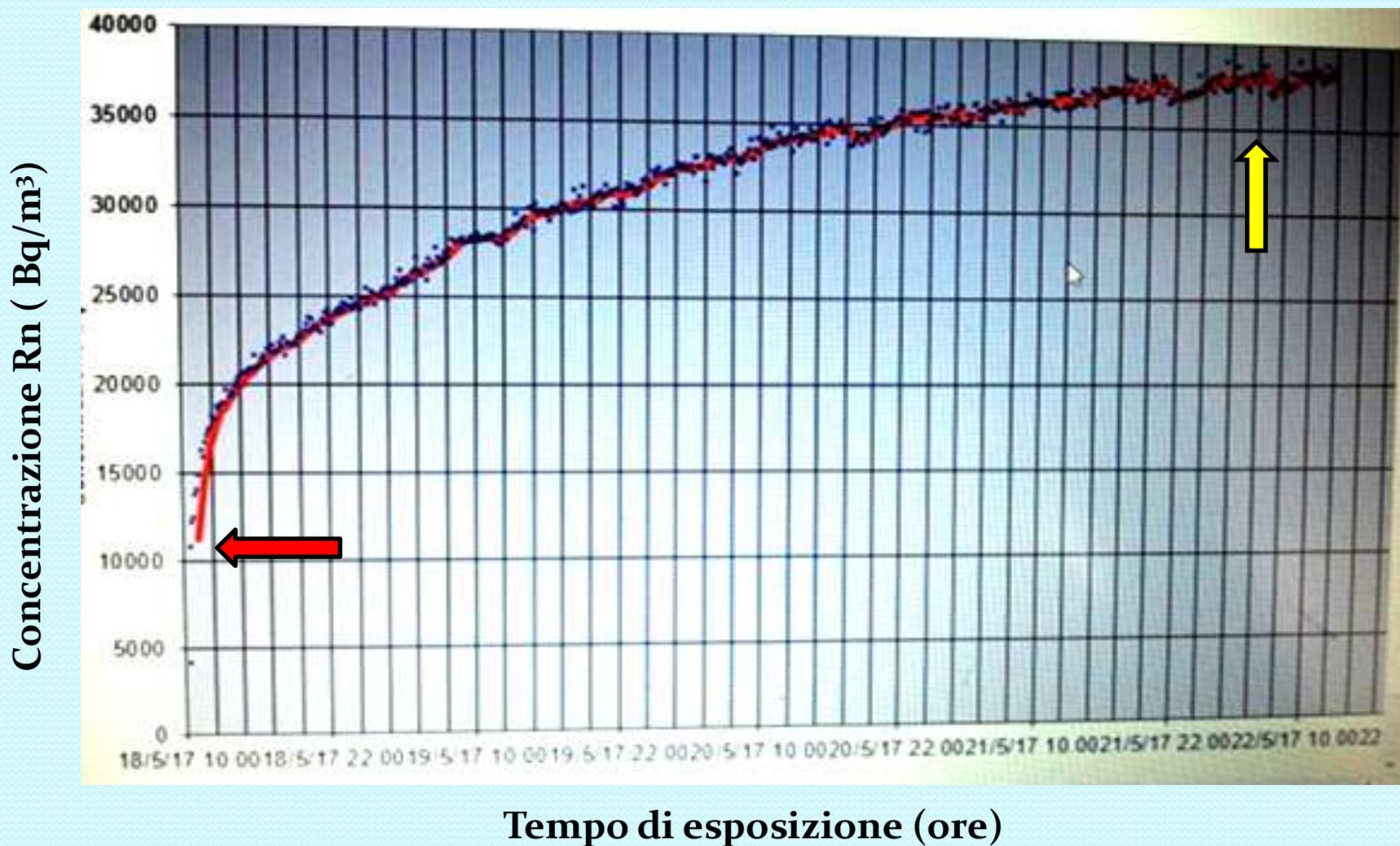
Verifica calibrazione

- lettura dopo 4 d: **$\sim 32\text{kBq}/\text{m}^3$**



CURVA di TARATURA

- Concentrazione Radon per taratura 18-22 maggio 2017



Radon al Liceo Pitagora

- Misura tramite il monitor per particelle alfa:

Dose di radiazione: 133 nSv/h

In 1 anno: $1,13 \times 10^{-3} \text{ Sv}$

infatti: $8,5 \times 10^3 = 133 \times 10^{-9} \times 8,5 \times 10^3 = 1130 \times 10^{-6} = 1,13 \times 10^3 \times 10^{-6} = 1,13 \times 10^{-3}$

- **Limite di legge: $1,10 \times 10^{-3} \text{ Sv}$**
- Il valore misurato al Pitagora supera il massimo stabilito dalla legge di $0,03 \times 10^{-3} \text{ Sv}$
- Tale eccesso non è preoccupante
- Motivo: Edificio di vecchia costruzione, radioattività naturale dei materiali da costruzione.

POSIZIONAMENTO DOSIMETRI

- **Luoghi:** abitazioni private e locali pubblici
- **Persone:** Privati cittadini, alunni, enti
- **Tempo di esposizione:** circa 6 mesi
- **Collocazione**

INSERIMENTO DATI

- **Consegna scheda dosimetro**
- **Compilazione scheda dosimetro**
 - Dati della **persona** che ha preso **in carico** il dosimetro
 - Dati della persona che **ha posizionato** il dosimetro
 - Dati dell'**edificio**:
 - Edificazione
 - Dati catastali
 - Immagini dell'edificio
 - Dati **ambiente** in cui è posizionato il dosimetro:
 - Codice dosimetro
 - Data inizio e fine lettura
 - Ambiente: superficie , livello, ricambio d'aria
- **Restituzione e caricamento dati sul sito Radon**

CORROSIONE CHIMICA

- **A cosa serve?**

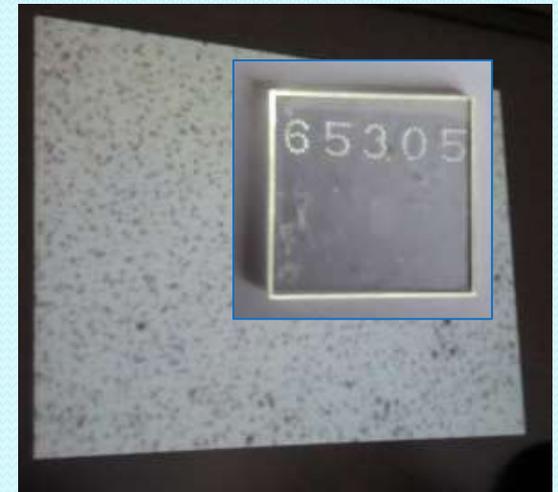
Amplia i fori causati dal radon nelle placche, altrimenti invisibili al microscopio.

I fori devono avere dimensioni dell'ordine dei $10\ \mu\text{m}$

- **Strumenti e Materiali**

- **Fasi procedura:**

- Realizzazione di soluzione NaOH 6N
- Assemblaggio del bagno termostatico
- Messa in opera
- Verifica della correttezza della procedura



Strumenti e materiali e utilizzati

- **Bilancia**
- **Bagno termostatico**
- **Friggitrice**
- **Termometro** Port. 150°, Sens. 0.1°
- **Acqua di rete**
- **Acqua distillata**
- **Due recipienti di vetro**
- **NaOH soluz. 6N**
- **Acido bórico**
- **Due rastrelliere**
- **30 placche per volta**

Bagno termostatico



Idrossido di sodio



Acido Borico



FASI CORROSIONE CHIMICA

- **Realizzazione di soluzione NaOH 6N:**
 - Si inseriscono di 480g d'acqua distillata in una vaschetta
 - Si calcola la quantità di soda caustica necessaria
 - Si pesa la soda caustica: 117.12g
 - Si miscela bene la soluzione
- **Assemblaggio del bagno termostatico:**
 - Posizionamento del recipiente di vetro contenente le rastrelliere con le placche esposte per circa **sei mesi** in bagno termostatico
 - Inserimento della soluzione di soda caustica
 - Riempimento del secondo recipiente con acqua di rete
 - Versamento all'esterno (bagnomaria)
 - Inserimento termometro

FASI CORROSIONE CHIMICA

- **Messa in opera:**

- Accensione della friggitrice
- Verifica e mantenimento della temperatura costante a 90°
- Verifica e mantenimento dell'omogeneità della soluzione
- Estrazione del dosimetro dopo due ore
- Risciacquo ed asciugatura dosimetri
- Neutralizzazione della soluzione di soda caustica con acido borico per smaltimento ecologico

- **Verifica della correttezza della procedura:**

- Tramite rapida misura del diametro dei pori al microscopio si verifica che essi siano stati sufficientemente allargati per essere acquisiti dal programma di lettura

Ora i dosimetri sono pronti per essere letti!

LETTURA DOSIMETRI

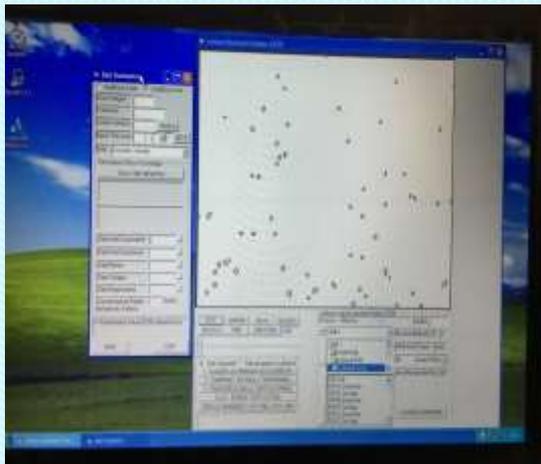
- **A cosa serve?**

- Determina la concentrazione di Radon in presente negli ambienti in cui sono stati esposti i dosimetri tramite la relazione che lega il numero dei fori presenti in ogni placchetta alla concentrazione di Radon negli ambienti stessi.
- Trasmette i dati ottenuti al sito ufficiale del Progetto www.e-Laborad.it/sitoradon/home.htm.
- Completa le schede personali degli utenti nelle cui abitazioni sono stati esposti i dosimetri.

STRUMENTI UTILIZZATI

- **Microscopio con usb e videocamera e software**
Motic DM-52 , 1800x
- **Computer con S. O. Windows XP**
- **Programma di lettura CR39**
- **Placche dosimetri**

Programma di lettura



Microscopio



Placca dosimetro



COME AVVIENE LA LETTURA

- 1) Pulizia della superficie di ogni dosimetro
 - 2) Collegamento fra computer, microscopio e rete
 - 3) Sistemazione della placca nell'alloggiamento del vetrino del microscopio
 - 4) Messa a fuoco dell'obbiettivo scelto
 - 5) Istantanea schermo dei forellini trasmessi dal microscopio al computer
 - 6) Conteggio numero fori
5 misurazioni in diverse aree del dosimetro
- 1) Calcolo della concentrazione di Radon relativa ad ogni placca
 - 2) Trasmissione dei dati ottenuti al sito ufficiale

CONFRONTO IMMAGINI LETTURA

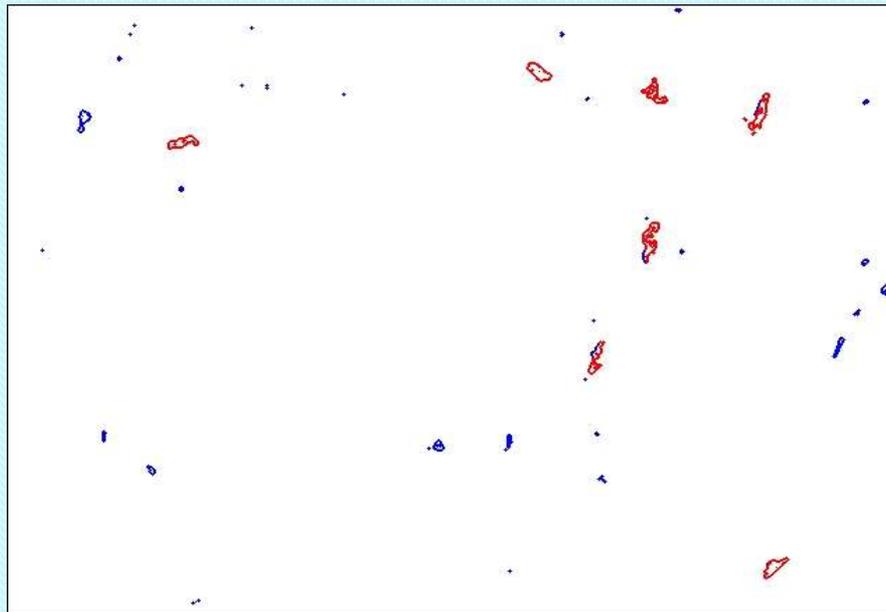
Dosimetro (C. 152Bq/m³)

Curve rosse:

Letture eliminate

Curve Blu:

Letture effettuate



Dosimetro taratura (C. 32kBq/m³)

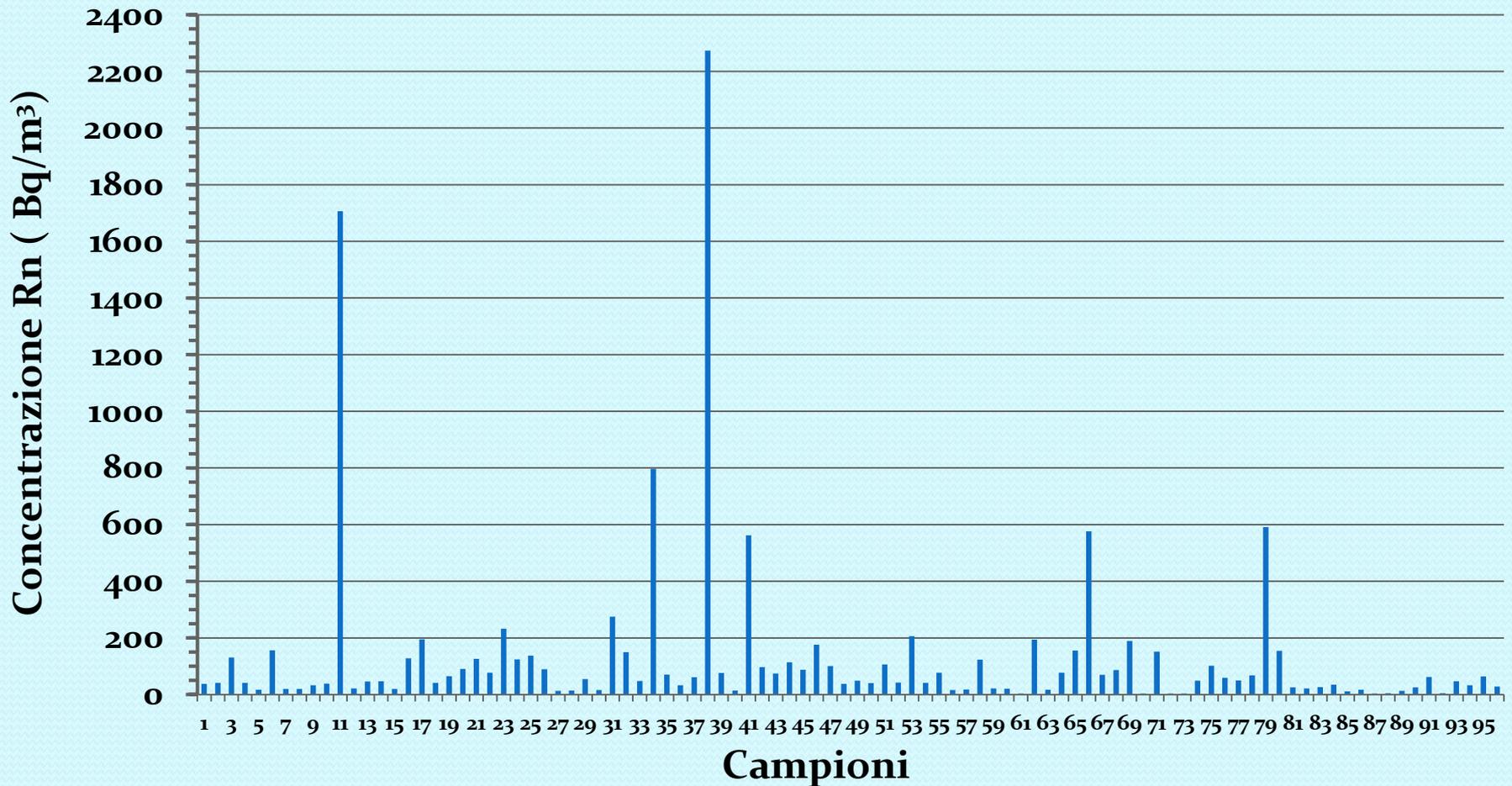


VERIFICA LETTURE ANOMALE

- **Ricerca nel sito di dosimetri con valori anomali**
- **Rilettura di tali dosimetri**
- **Analisi delle immagini acquisite**
- **Eliminazione immagini
che hanno “ingannato” il software**
- **Analisi delle cause: sporcizia di vario genere**

RISULTATI

Concentrazione Radon nei campioni analizzati



CONSIDERAZIONI SUL RISULTATO E PROSPETTIVE:

- **Concentrazioni nella norma**

Al termine del lavoro è risultato che la concentrazione di radon all'interno della maggior parte delle abitazioni esaminate è **<100 Bq/m³**

Tale valore **rientra nei parametri imposti dalla legge che entrerà in vigore dal 2019.**

A maggior ragione **rispetta la normativa attuale** che prevede una concentrazione **<500 Bq/m³** nei locali pubblici e nelle abitazioni private.

- **Censimento nella provincia di Cagliari**

Procedimento da seguire in caso di concentrazioni superiori alla norma:

- Ripetere le misurazioni con diversi strumenti
- Cercare e individuare le cause della presenza eccessiva di radon
- Eliminare, se possibile, le sorgenti
- Attuare delle modifiche per arieggiare la stanza
 - Bocchette di areazione
 - Arieggiatura frequente

PROBLEMI RILEVATI

Durante il progetto abbiamo riscontrato alcuni problemi riguardo l'elaborazione dei dati dei dosimetri:

- **Errato confezionamento dei dosimetri**
- **Errato formato data**
- **Errata rilevazione concentrazione radon**
- **Errore attacco chimico**
- **Taratura**

TARATURA

- ***Problemi:***

Durante lo sviluppo dei dosimetri di prova si è riscontrato che la quantità di radon registrata sui dosimetri non era “adeguata” rispetto al tempo di esposizione.

- **Causa:** durante la taratura è saltata la corrente nella scuola e per questo i valori erano sfalsati.
- **Soluzione:** ripetizione taratura, verifica correttezza.

CONCLUSIONI

Grazie a questo percorso abbiamo potuto misurare la concentrazione di radon presente nelle nostre abitazioni e nella scuola.

L'esperienza è stata molto costruttiva in quanto prima di questo progetto eravamo ignari di cosa fosse il radon e dei suoi effetti sulla salute dell'uomo.

Ringraziamenti



