



# Misure con il rivelatore Gamma stream

Liceo Ginnasio Luigi Galvani, Bologna  
22/04/2026

Benedikt Dominik Bösemann, Matteo Ciccone, Giulio Poggioli



# Indice

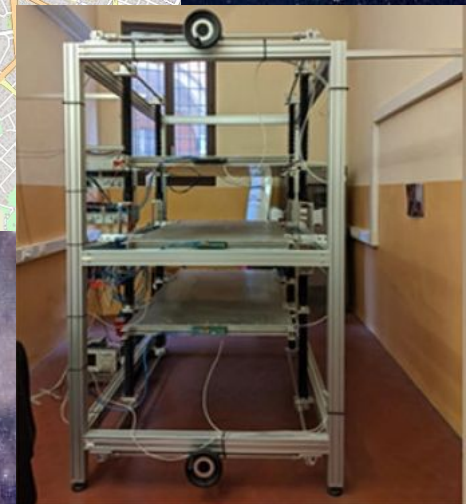
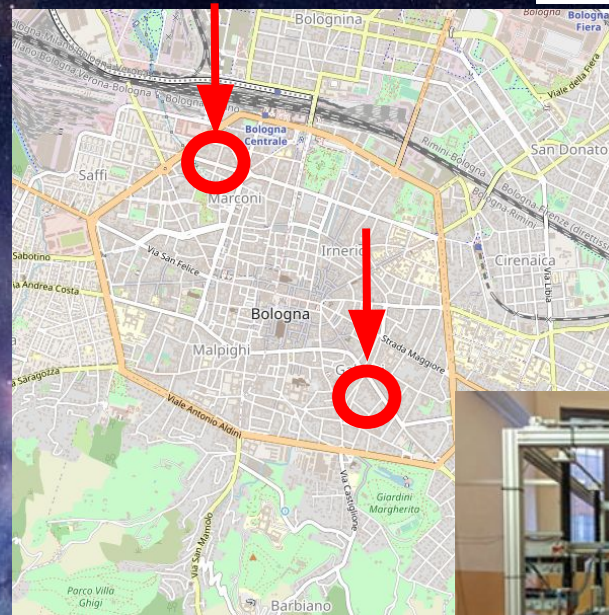
1. Chi siamo
2. Funzionamento del rivelatore Gamma Stream
3. Calibrazione in energia con Cobalto-60
4. Determinazione del coefficiente di attenuazione lineare del piombo e geometria
5. Misure spettri ambientali (piano terra, terzo piano e sotterranei) e confronto
6. Conclusioni
7. Fonti

# Chi siamo

Liceo Galvani, Bologna

Partecipiamo al progetto EEE con due rivelatori MRPC costruiti dagli studenti:

- dal 2006 (sede centrale, BOLO-03)
- dal 2018 (succursale, BOLO-05)



# Funzionamento del rivelatore Gamma Stream

Il rivelatore è composto da tre parti

- Scintillatore (ioduro di sodio drogato al tallio).
- Fotomoltiplicatore, che converte i fotoni in un segnale elettrico.
- Elettronica, che trasmette i dati al computer: attraverso un software (MC<sup>2</sup> Analyzer) è possibile visualizzare gli spettri

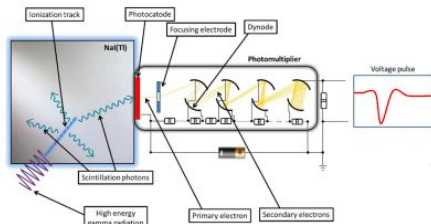
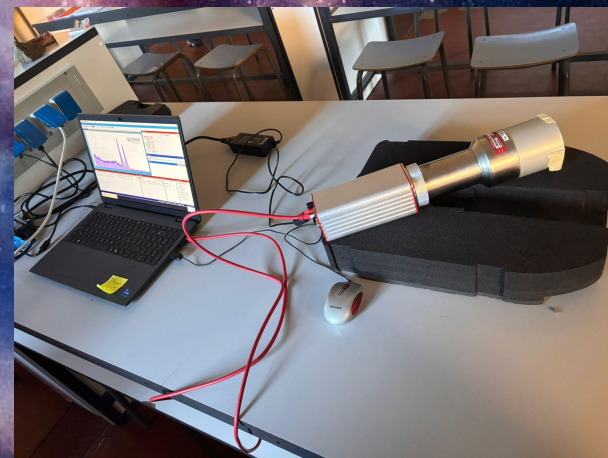


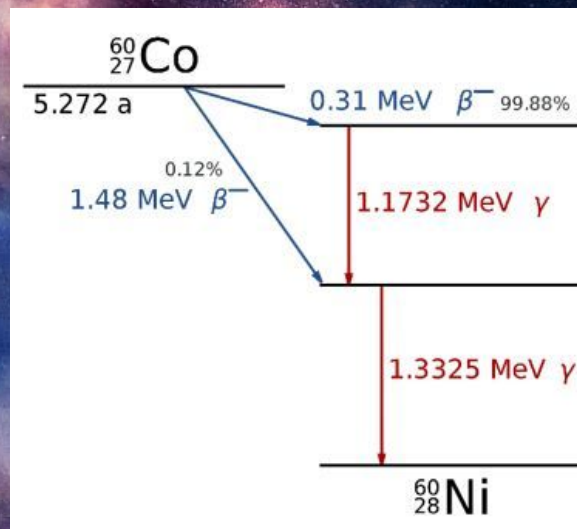
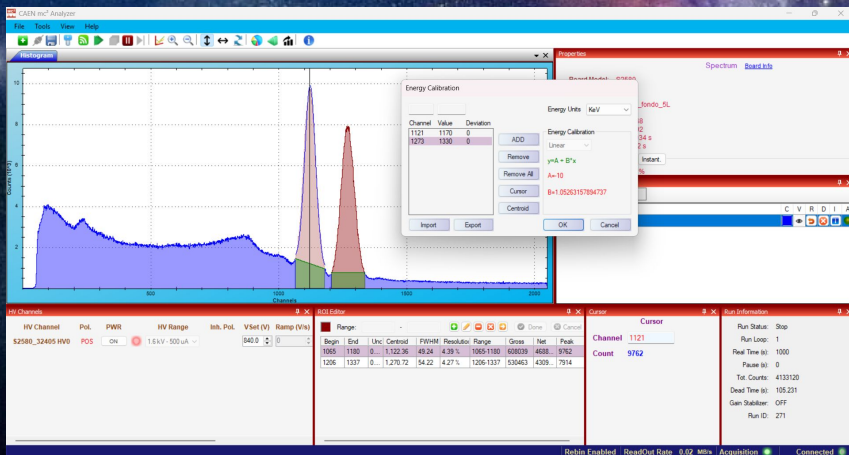
Figura 2.6: Illustrazione dello scintillatore al NaI(Tl) utilizzato, accoppiato con un tubo fotomoltiplicatore [13].



# Calibrazione in energia con il Co-60

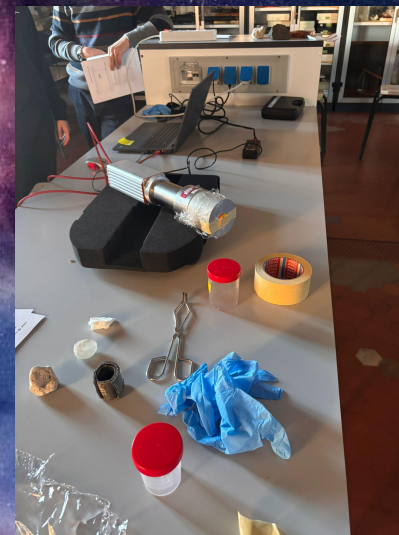
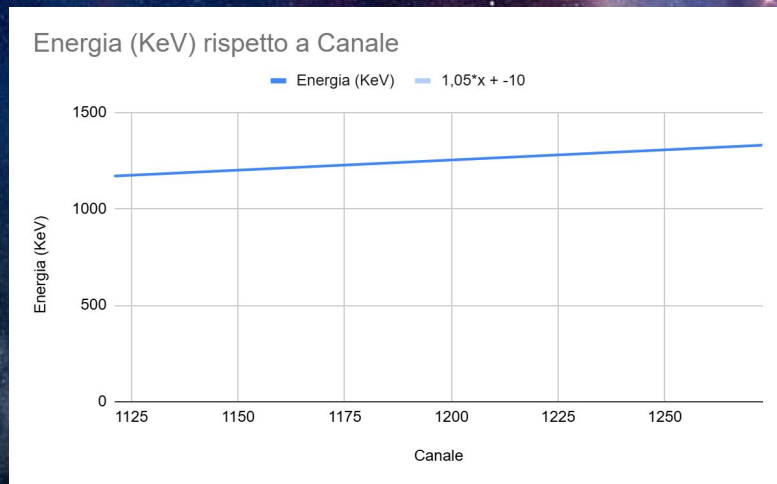
La calibrazione in energia è il processo che associa ad ogni canale l'energia corrispondente.

Il Cobalto-60 presenta due picchi di energia (1,17 MeV e 1,33 MeV),



# Calibrazione energia Co-60

Con i due picchi si trova la retta di fit, di equazione  $y=1,052631579x - 10$

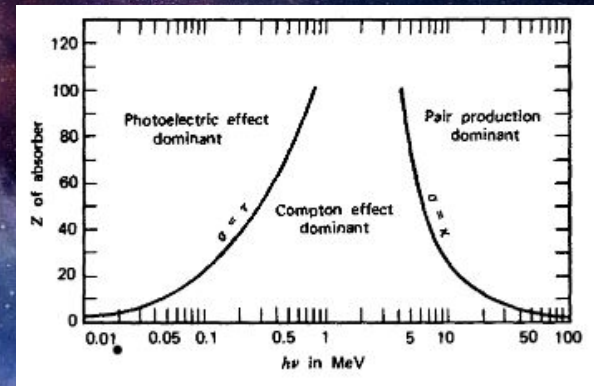


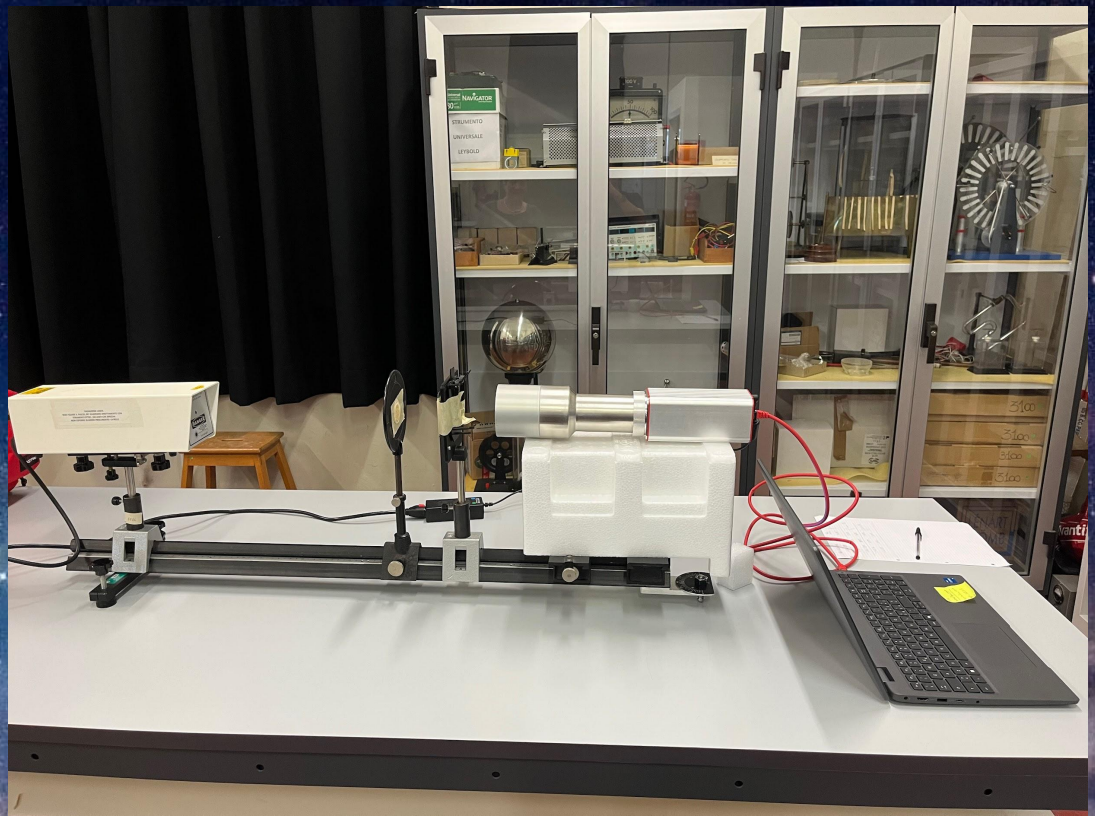
# Il coefficiente di attenuazione lineare

$$I = I_0 e^{-\mu x}$$

Ogni materiale ha un coefficiente di attenuazione lineare che dipende da:

- N° di atomi presenti per  $\text{cm}^3$  di assorbitore;
- Il tipo di interazione che avviene nel target.





# Determinazione del coefficiente di attenuazione lineare (Pb)

Per determinare il coefficiente di attenuazione si possono utilizzare:

- Formula generale  $\mu = \frac{\ln I_0 - \ln I}{x}$
- Grafico (derivato da linearizzazione della formula)  $\ln I = -\mu x + \ln I_0$

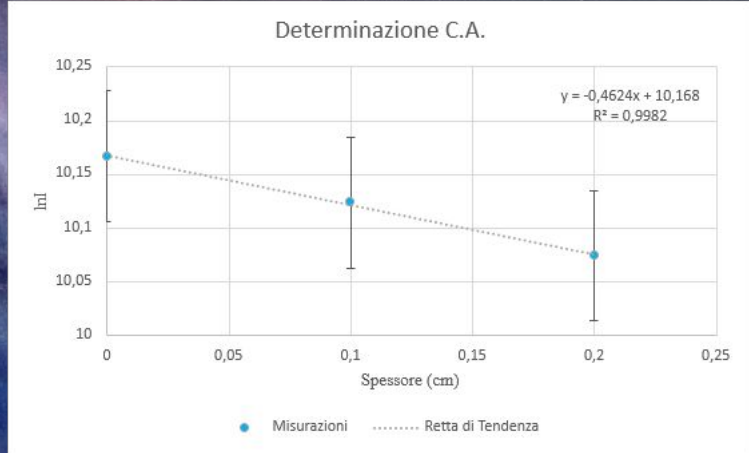
Il materiale utilizzato come schermo è il Pb.

Dagli esperimenti risulta che:

$$\mu_{Pb} = (0.46 \pm 0.10) \text{ cm}^{-1}$$

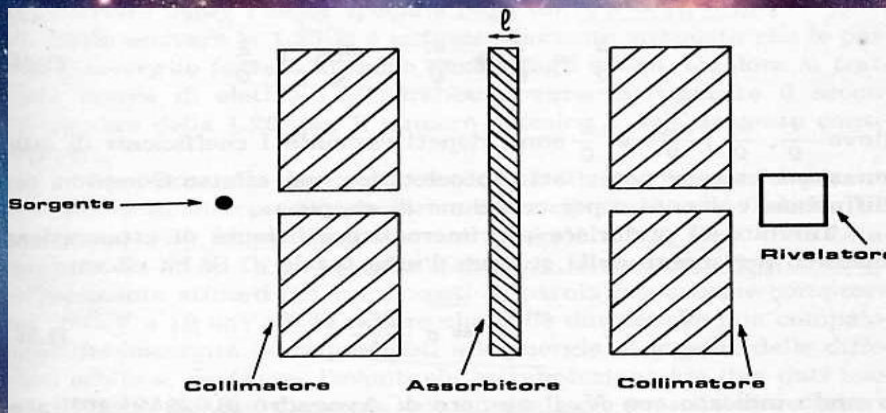
Dalla bibliografia risulta che:

$$\mu_{Pb} = 0.77 \text{ cm}^{-1}$$



# Il coefficiente di attenuazione e la geometria

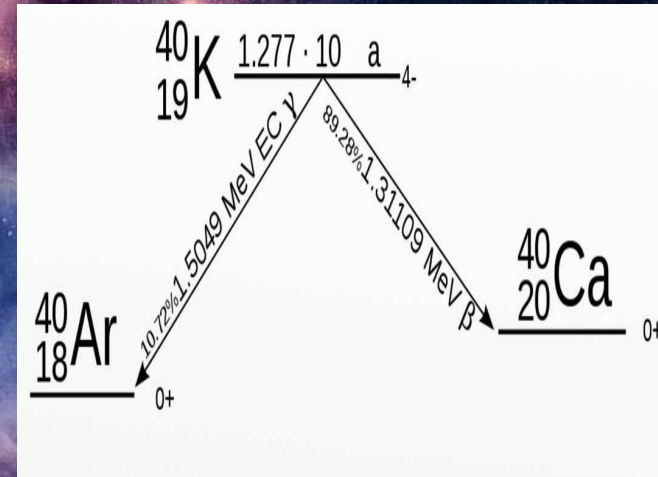
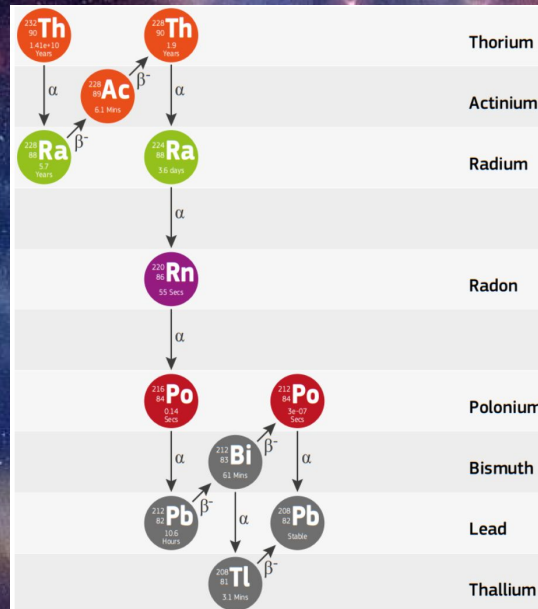
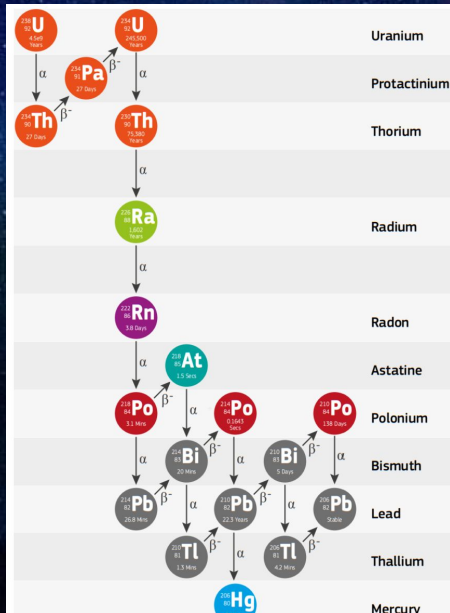
Effettuare misurazioni in condizioni di “buona geometria” significa evitare che giungano al rivelatore fotoni che hanno interagito con la materia dello schermo.



# Radiazione ambientale

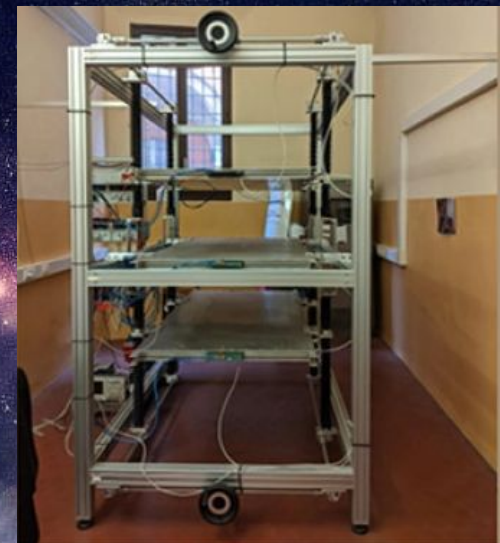
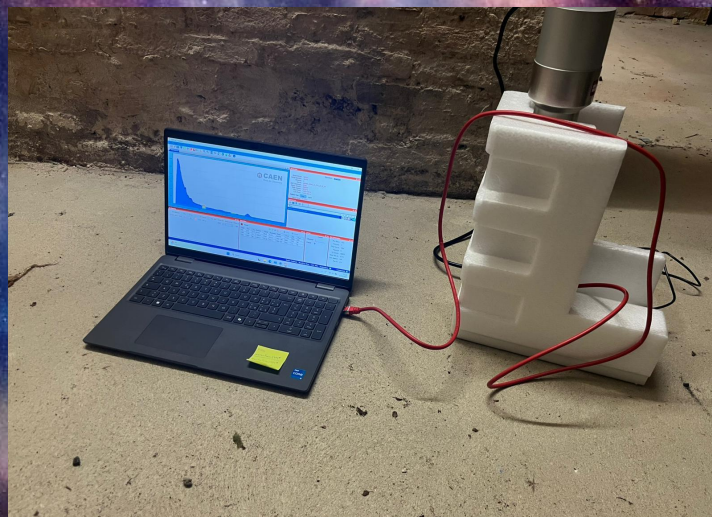
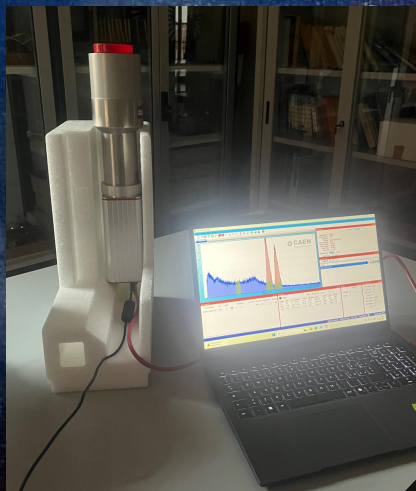
Due fattori → terra e spazio (rocce e raggi cosmici)

Principali radionuclidi ambientali: Uranio-238, Torio-232 e Potassio-40



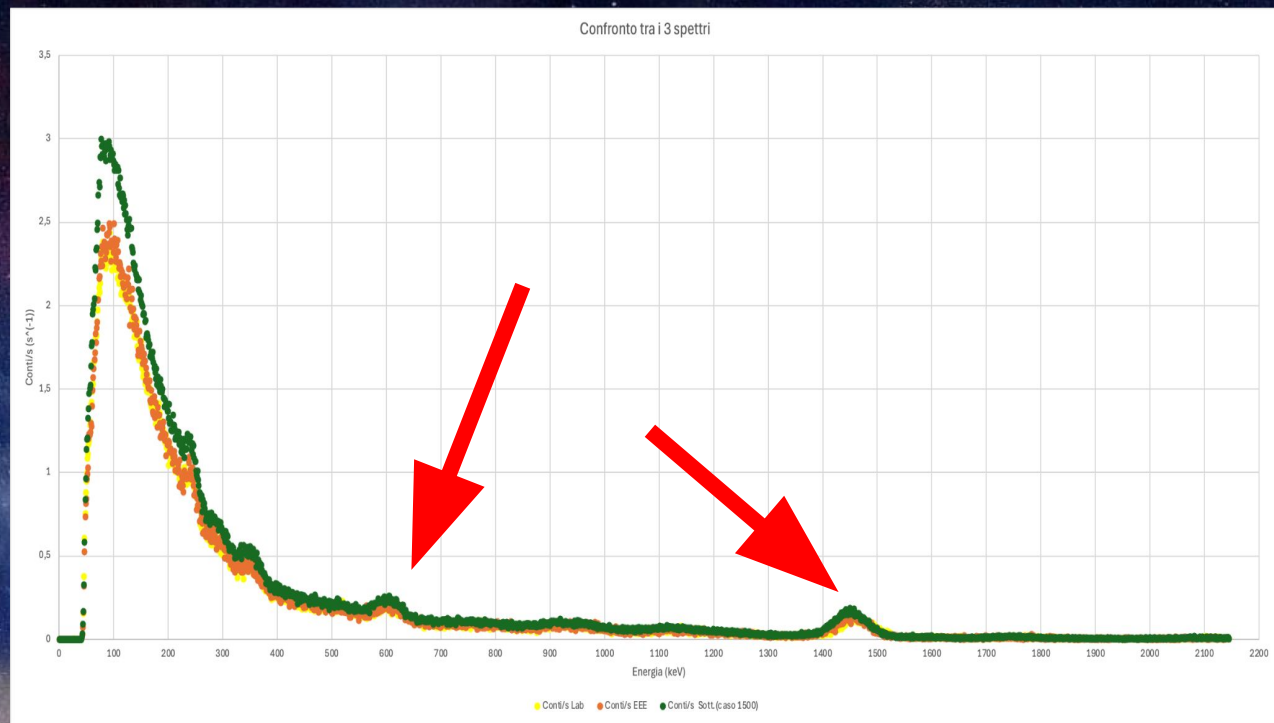
# Misure ambientali in diverse posizioni

- Piano terra (sala rivelatore), laboratorio di fisica 3° piano, sotterranei
- Valutazione qualitativa dei radionuclidi presenti
- Software per l'analisi: InterSpec e Excel



# Confronto tra le misure ambientali

- Spettri con energie tra 0 e 2150 keV
- Tutti e 3 gli spettri hanno andamenti simili, si nota che lo spettro dei sotterranei ha più conteggi/s degli altri
- Evidenti picchi energetici del Bismuto-214 a 609 keV e del Potassio-40 a 1460 keV



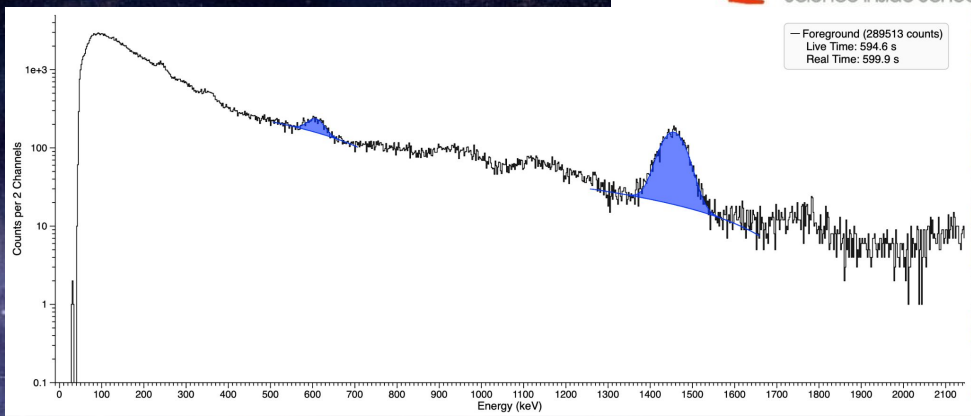


# Are di picco, cps

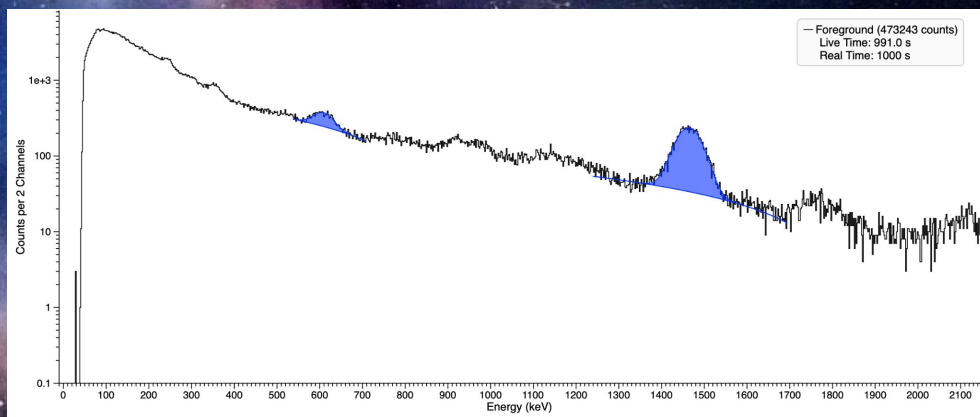
Abbiamo calcolato le aree di Picco e i cps relativi al Bi-214 e il K-40, con InterSpec

Tabella con i Cps

	$Cps\text{-}^{40}\text{K} (s^{-1})$	$Cps\text{-}^{214}\text{Bi} (s^{-1})$
3° Piano	$7,2 \pm 0,1$	$3,4 \pm 0,2$
Piano terra	$8,2 \pm 0,1$	$2,9 \pm 0,2$
Sotterranei	$10,1 \pm 0,1$	$4,7 \pm 0,1$



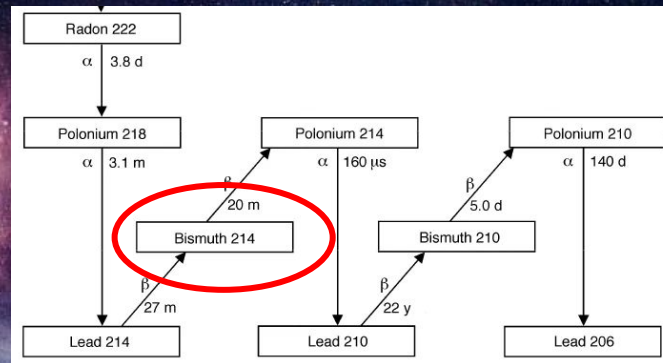
Spettri delle rivelazioni al piano terra (immagine sopra) e terzo piano (immagine sotto)



# Conclusioni

Maggiore livello di fondo radioattivo ambientale nei sotterranei:

- no schermatura muri
- maggior quantità di Radon → + Bi-214
- Maggiore K-40 rilevato anche per effetto della risoluzione dello strumento
- Effetto raggi cosmici non visibile al terzo piano (~ 20 m di altezza)



Schema del decadimento del Radon-222

## Fonti

- Camillo Foni, *“Caratterizzazione e applicazioni di un rivelatore a scintillazione NaI(Tl)”* – Tesi di Laurea (Fisica), Università di Bologna, a. a. 2024/2025
- <https://www.caen.it/products/gamma-stream/>
- Manuale di istruzioni Gamma Stream
- Programma InterSpec per analizzare gli spettri:
- <https://github.com/sandialabs/interspec/releases>
- *“European atlas of natural radiation”*, Cinelli, G.(editor), De Cort, M.(editor) and Tollefsen, T.(editor), Publications Office of the European Union, 2019, <https://data.europa.eu/doi/10.2760/46388>



# GRAZIE PER L'ATTENZIONE

Ringraziamo il Centro Fermi e CAEN Electronic Instrumentation  
per l'opportunità data