

Introduzione

L'uso di radionuclidi per diversi scopi (diagnostica e terapia medica, attività industriali, militari e di ricerca) e l'applicazione di tecniche nucleari per la produzione di energia hanno portato alla *contaminazione di alcuni siti* e alla presenza di un certo numero di *rifiuti radioattivi* in ambiente. A causa della lunga emivita di molti radionuclidi emettitori γ , i siti contaminati rappresentano una preoccupazione ambientale a lungo termine, ed è fondamentale poter condurre in modo speditivo e in sicurezza *attività di localizzazione, monitoraggio e caratterizzazione* dei siti contaminati, anche in presenza di condizioni ambientali avverse. Un utile metodo innovativo in tale contesto è rappresentato dall'impiego di veicoli *multi-rotore UAV (droni)*, equipaggiati con opportuni *rivelatori* per la misura di radionuclidi emettitori gamma.

Scopo del lavoro

Lo scopo del lavoro è la *caratterizzazione di un particolare rivelatore a semiconduttore CdTe portatile, l'X-123 dell'Amptek*, con misure effettuate in laboratorio, e alcune misure preliminari di prova in esterno, al fine di individuarne le caratteristiche operative e le configurazioni geometriche più adeguate per l'utilizzo in campo. La scelta del particolare rivelatore è dovuta a caratteristiche quali piccole dimensioni, leggerezza, compattezza e buona risoluzione in energia, che lo rendono adeguato per la specifica applicazione.

Misure di caratterizzazione in laboratorio

Apparato e procedure Sperimentali

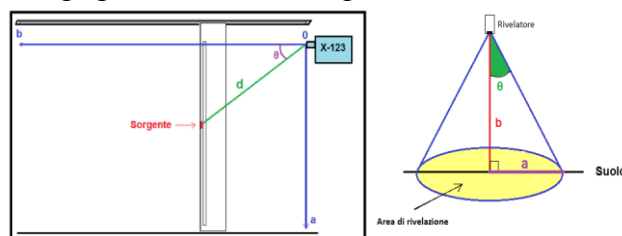
- **Rivelatore CdTe X-123:**



- **Sorgenti note:**

Nuclidi	E_γ (KeV)	p_γ (%)	Attività (Bq)
^{241}Am	59,54	77,60	34400 ± 1376
^{152}Eu	121,78	61,50	16100 ± 805
	244,70	8,37	
	344,28	27,65	
^{22}Na	511,00	181,00	5300 ± 265
^{137}Cs	661.66	85,21	27000 ± 1080

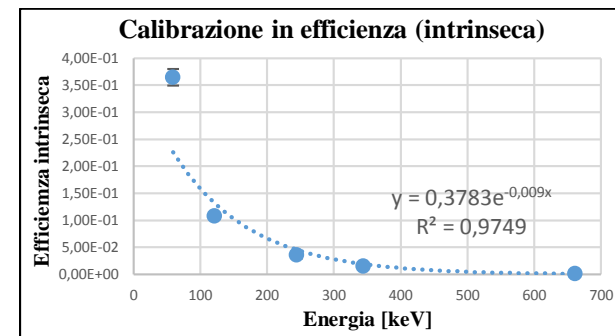
- **Set-up sperimentale** per la variazione delle configurazioni geometriche tra sorgente e rivelatore, in vista di una futura mappatura a "griglia" del suolo con passo "a":



Risultati

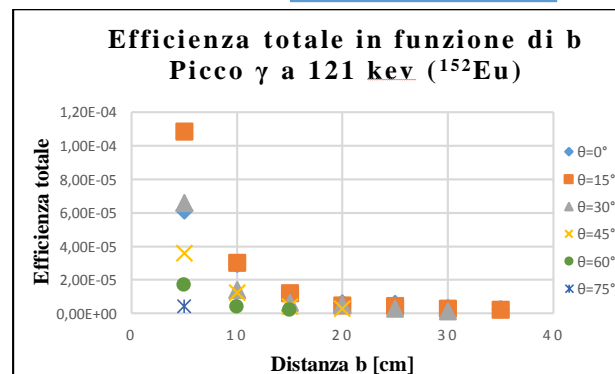
In funzione delle sorgenti a disposizione, è stato scelto un *tempo di acquisizione di riferimento di 30 minuti*, compatibile con un monitoraggio a griglia di eventuali siti contaminati.

Il rivelatore presenta un'efficienza intrinseca maggiore alle basse energie, che diminuisce esponenzialmente al crescere dell'energia.

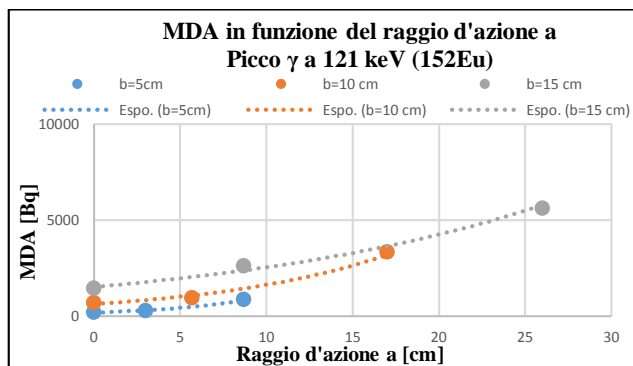


E' stata misurata sperimentalmente l'*efficienza di picco in funzione delle configurazioni geometriche (b, theta)*, ed è stato sviluppato un *codice di simulazione Monte Carlo* per il calcolo dell'efficienza geometrica.

I risultati ottenuti hanno permesso il calcolo della *Minima Attività Rivelabile (MDA)*, grandezza di interesse principale per l'attività di monitoraggio, e di individuare le configurazioni geometriche limite per le quali è possibile misurare l'attività di un eventuale contaminante in una campagna di monitoraggio: $A = \frac{N_\gamma}{t \cdot \epsilon_{\gamma tot} \cdot p_\gamma}$



Le misure di *MDA* hanno permesso di ricavare informazioni sulla possibilità di individuare un radionuclide distinguendolo dal fondo, e hanno restituito valori inferiori ai *limiti di legge* per le configurazioni geometriche considerate. Per ogni distanza è stato possibile determinare il *raggio d'azione* del rivelatore per determinati valori di attività, tramite un fit dei dati sperimentali ottenuti.



Misure di prova in esterno

Apparato sperimentale

- Rivelatore X-123;
- Sistema di protezione e supporto per il rivelatore;
- Sorgenti note.



Risultati

Confronto misure di *efficienza* e *MDA* in laboratorio e in esterno:

- Stesso andamento;
- Shift dei valori;
- Contributo maggiore del fondo in esterno;
- Necessità di ulteriori misure.

Conclusioni

Risultati

- ✓ Possibilità di rivelare un contributo al di fuori del fondo in tempi ragionevoli (≤ 30 minuti);
- ✓ Possibilità di identificare sorgenti con attività minori dei limiti di legge, per tutte le configurazioni studiate;
- ✓ Possibilità di stimare il raggio d'azione che possa permettere di individuare sorgenti con determinate energie di emissione e attività;
- ✓ Configurazioni geometriche limite compatibili con la geometria e le dimensioni di un futuro prototipo di drone.

→ *Vantaggi per l'attività di monitoraggio:*

Prospettive future

- ✓ Approfondire lo studio della risposta del rivelatore in ambiente esterno in diversi siti di campionamento e in diverse condizioni ambientali (temperatura, umidità, ecc...) e in relazione all'effettiva configurazione geometrica che si avrebbe in un definito dispositivo multi-rotore UAV;
- ✓ Studiare la risposta del rivelatore in movimento, attraverso lo sviluppo di un sistema meccanico opportuno;
- ✓ Estendere l'applicazione del rivelatore alla rivelazione di radionuclidi naturali per misure di interesse geofisico (es. monitoraggio di faglie).



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI CATANIA

Dipartimento di Fisica e Astronomia

Corso di Laurea Magistrale in Fisica

CARATTERIZZAZIONE DI UN RIVELATORE CdTe PER IL MONITORAGGIO DI CONTAMINANTI RADIOATTIVI



Biondi Lorena

Relatori: Prof. Stefano Romano

Prof.ssa Giuseppina Immè

Correlatori: Ing. Pietro Paolo Falciglia

Dott. Roberto Catalano

A.A. 2014/2015