

*Università degli Studi di Catania
Facoltà di Ingegneria - DIEEI*

*Istituto Nazionale di Fisica Nucleare
Laboratori Nazionali del Sud*

Corso di Laurea Specialistica in Ingegneria Informatica

Un sistema di gestione dati per il monitoraggio di depositi di scorie radioattive: Front-end, Storage e Rete

Candidato
Sergio Scirè Scappuzzo

Relatore
Chia.mo Prof. Ing. Michele Malgeri

Correlatori
Dott. Paolo Finocchiaro
Dott. Luigi Cosentino

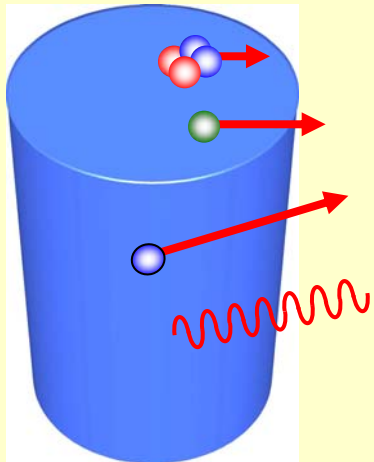
Anno accademico 2010/11

Catania, 23/01/2012



Cosa sono i rifiuti radioattivi?

“Qualsiasi sostanza derivante da pratiche o interventi umani, per la quale non sia previsto ulteriore utilizzo, che contenga o sia contaminata da radionuclidi”



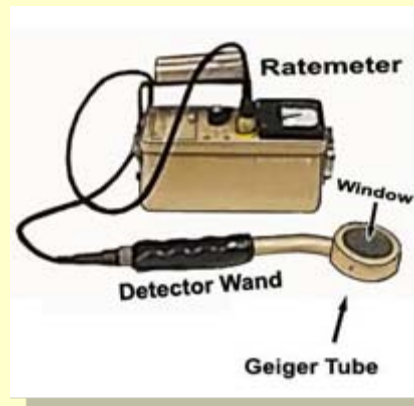
Particelle alfa e beta: arrestate nell'aria e nel materiale stesso

Neutroni: fuoriescono molto facilmente

Raggi gamma: molto penetranti, fuoriescono facilmente e in abbondanza

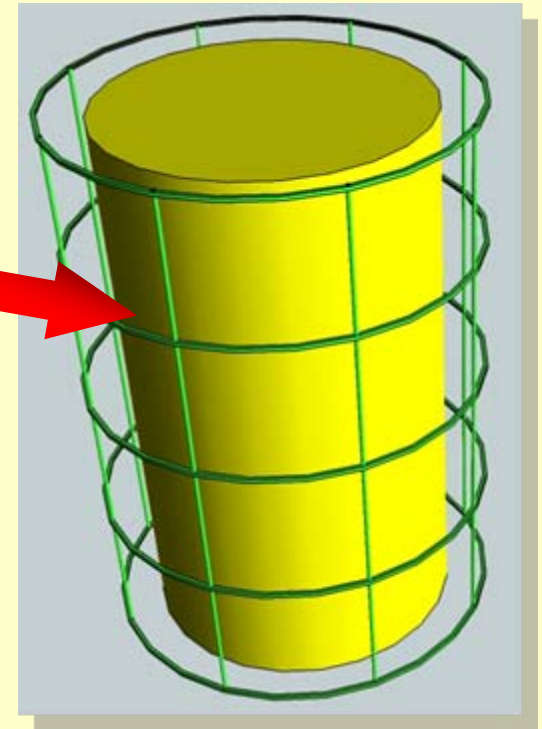
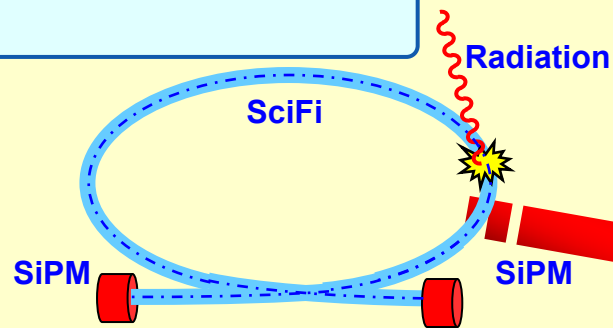


Monitoraggio fusti:
manualmente ad
opera di robot o
personale specializzato



Detector Mesh for Nuclear Repositories

- Monitoraggio on-line di depositi di rifiuti radioattivi di breve-medio termine
- Applicazione di rivelatori innovativi per il decommissioning

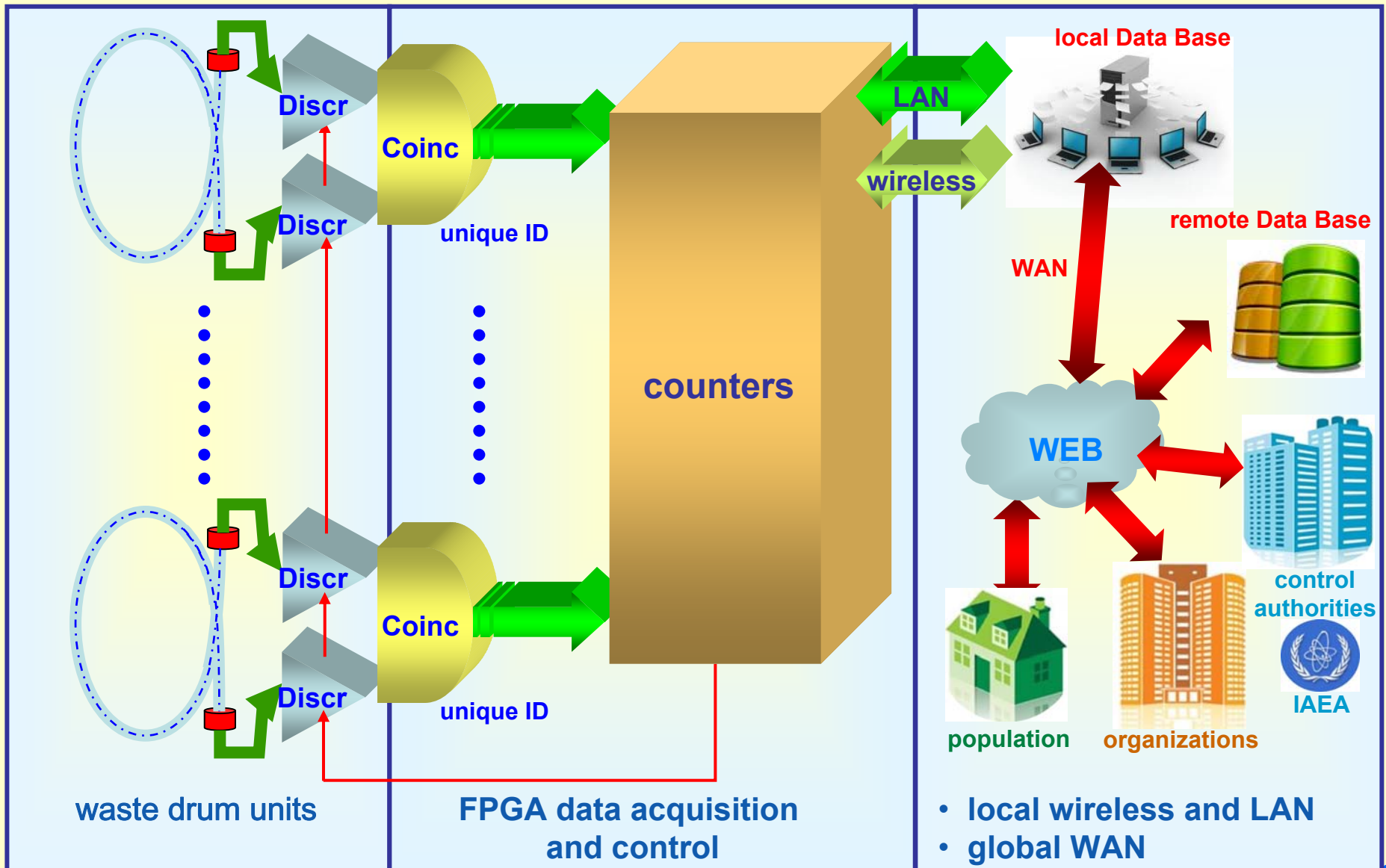


- Monitoraggio in tempo reale: attività radioattiva
- Disponibilità dati alle autorità di controllo
- Ridurre i rischi ai lavoratori locali, alla popolazione circostante, all'ambiente

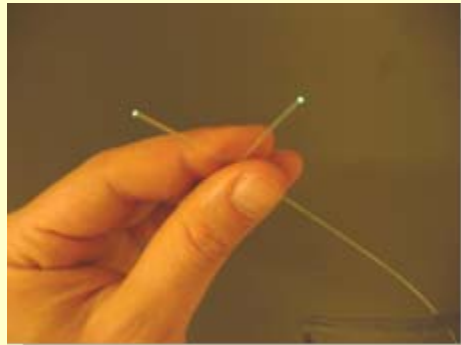
Variazione anomala attività emessa, può rappresentare un problema sul quale intervenire



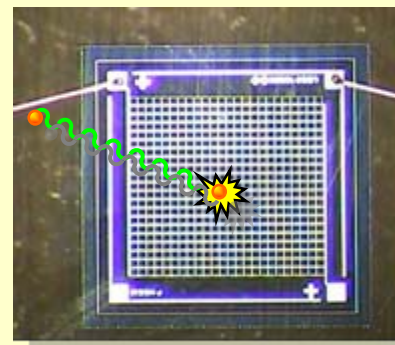
Front-end e schema di acquisizione dati



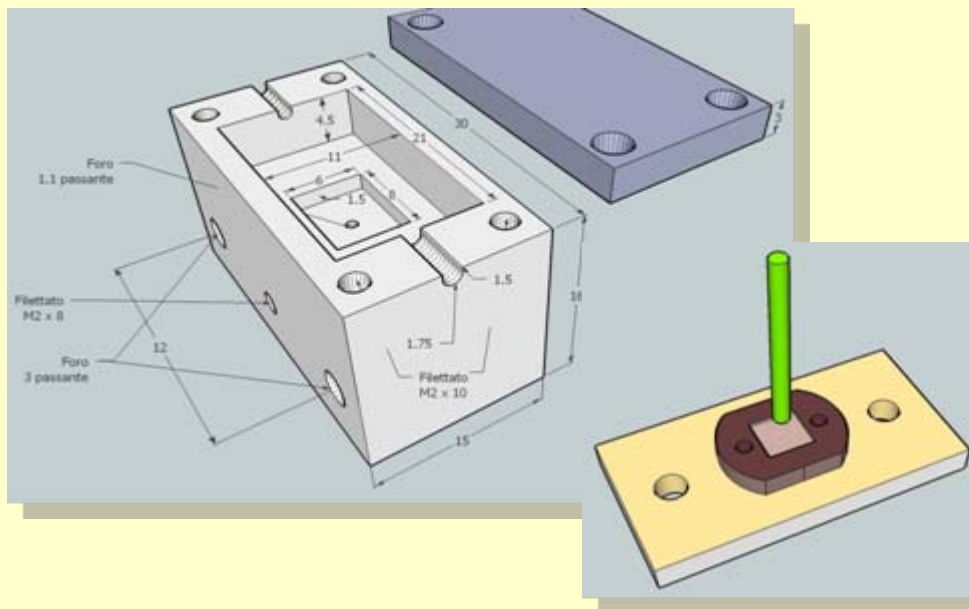
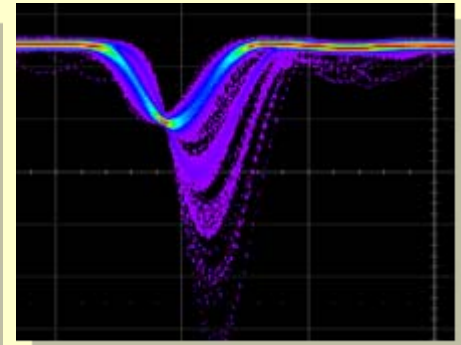
Elementi rivelatore di radiazioni ionizzanti



fibra ottica scintillante



Silicon Photomultiplier



alloggiamento opto-elettro-meccanico SiPM

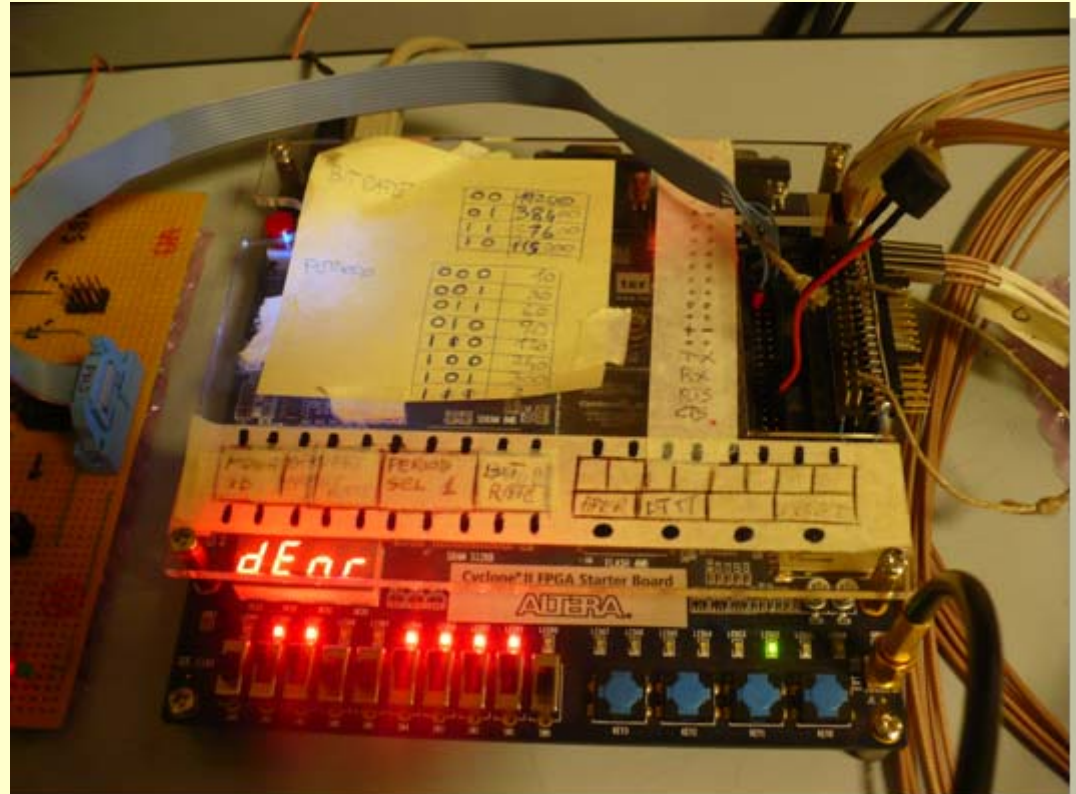


Rivelatore



Logica elettronica programmabile, FPGA: Field Programmable Gate Array

- Logica personalizzata
- Scalabilità, modularità
- Velocità prototipazione
- Basso costo
- Alte Prestazioni
- Linguaggio VHDL

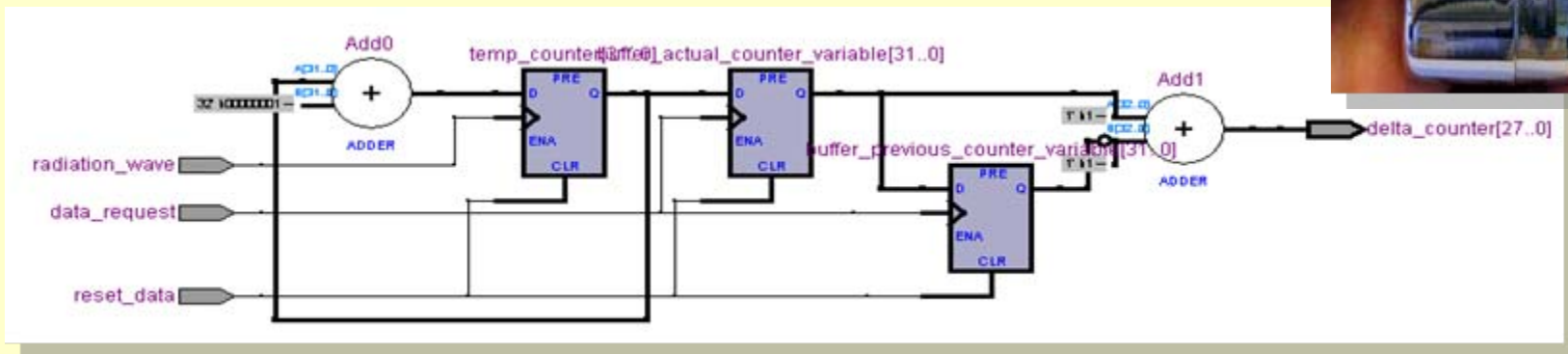


Sistema realizzato:

- Impostazione numero di canali: in fase di compilazione
- Impostazione parametri di comunicazione: a run-time
- Intervallo di invio dati: periodico (modificabile) o su richiesta dell'operatore

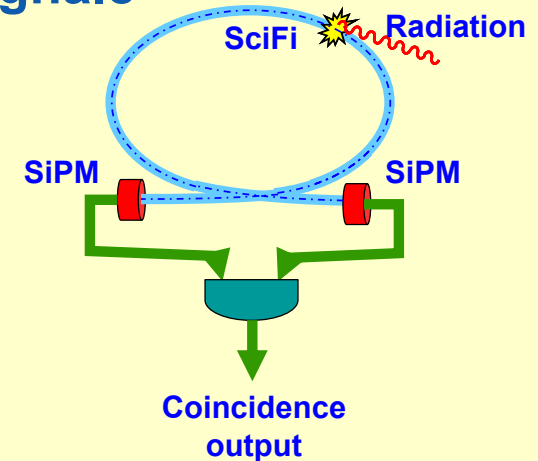
Unità di conteggio eventi di radiazione

- Conteggio eventi per ogni rivelatore
- Autonomia contatore a 32 bit: 1.2 ore a 1 MHz
- Frequenza campionamento massima: 25 MHz



Coincidenza temporale del segnale

- Riduce rumore di crosstalk SiPM
- Finestra temporale programmabile
- Assicura che il segnale generato dai SiPM sia dovuto a luce di scintillazione

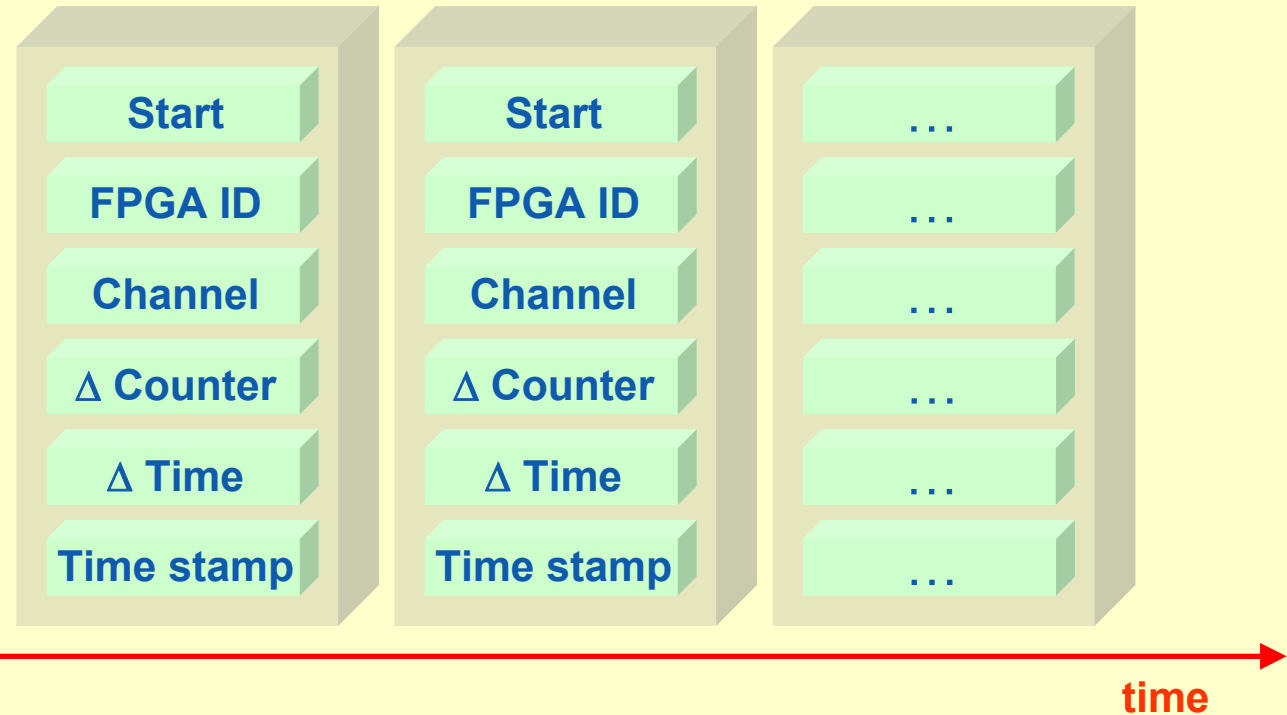




Protocollo di trasmissione

Seriale UART

- RS 232 / RS 422
- Ethernet
- ZigBee / Wireless



Tecnica di rilevazione errori sul Byte:
permette di scartare un frame con dati corrotti

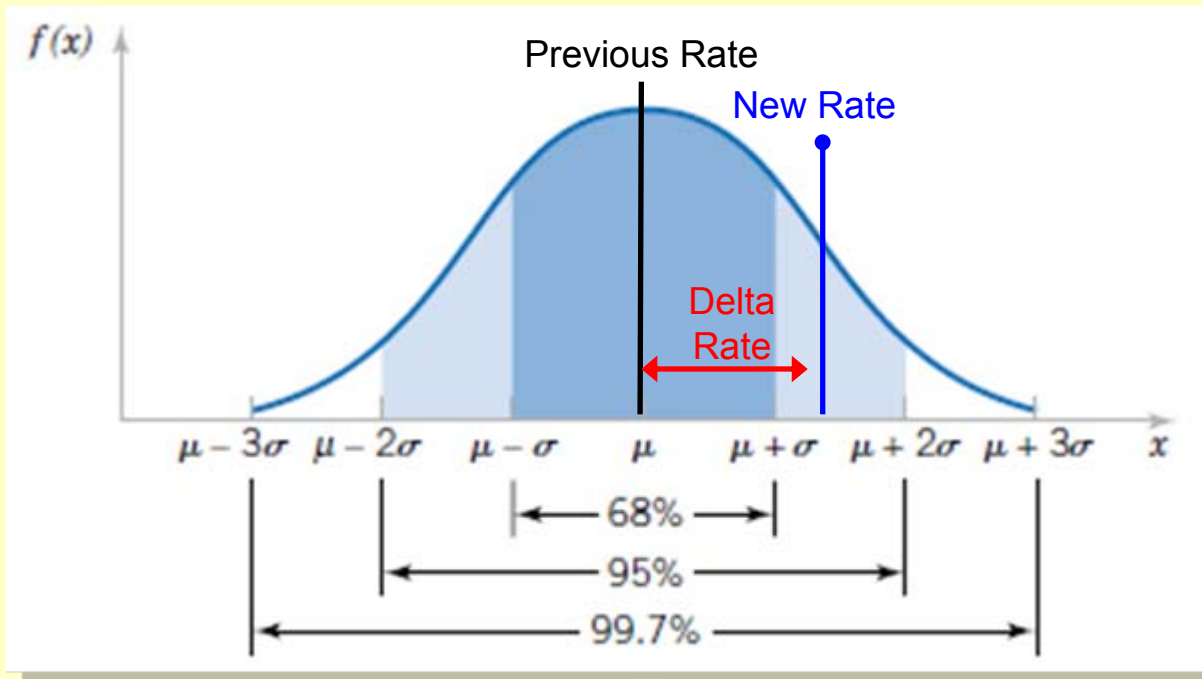


Analisi dati

- Tasso di conteggio per ogni dispositivo
- La radiazione emessa ha statistica associabile ad una distribuzione Gaussiana (Poisson)
- Deviazione standard normalizzata

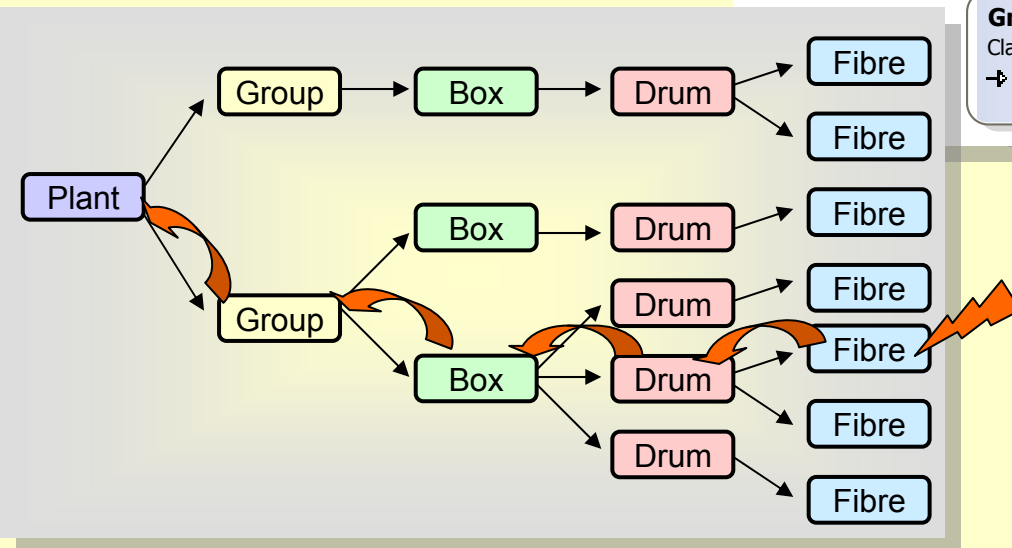
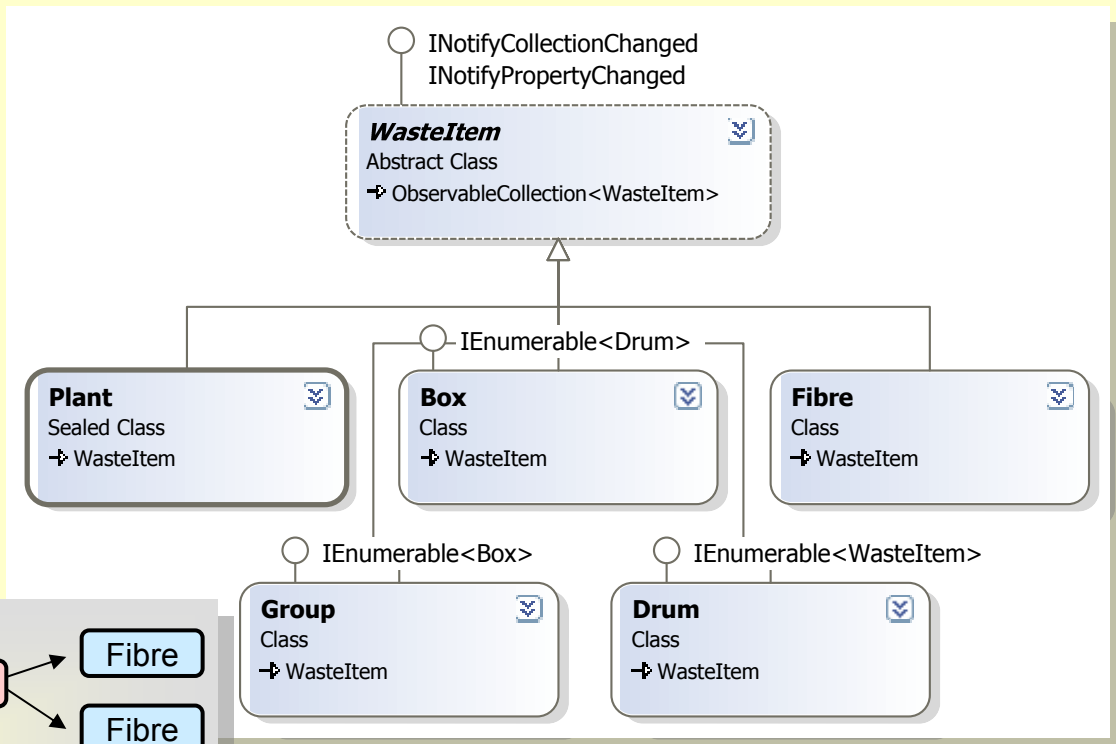
$$R = \frac{\text{DeltaCounter}}{\text{DeltaTime}}$$

$$\sigma_{\text{norm}} = \left| \frac{R_{\text{previous}} - R_{\text{new}}}{\sigma_{\text{previous}}} \right|$$



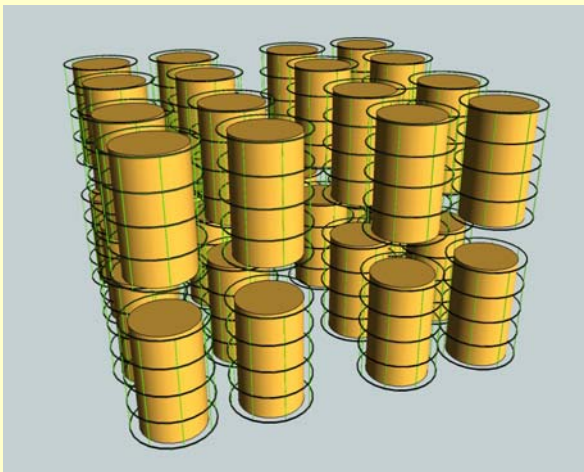
Gerarchia Elementi

- Linguaggio OOP: C#
- Ereditarietà, polimorfismo
- Oggetti contenitori
- Eventi generati da triggers

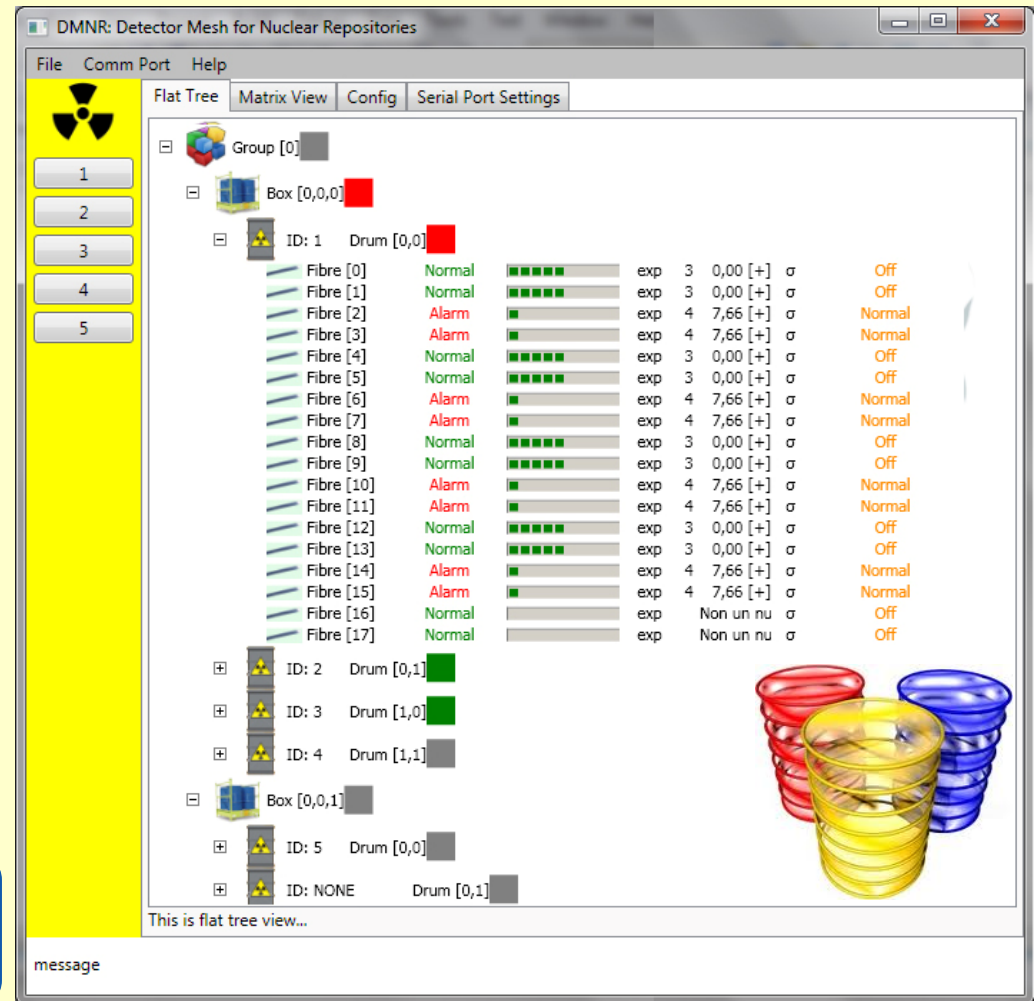


Interfaccia Grafica

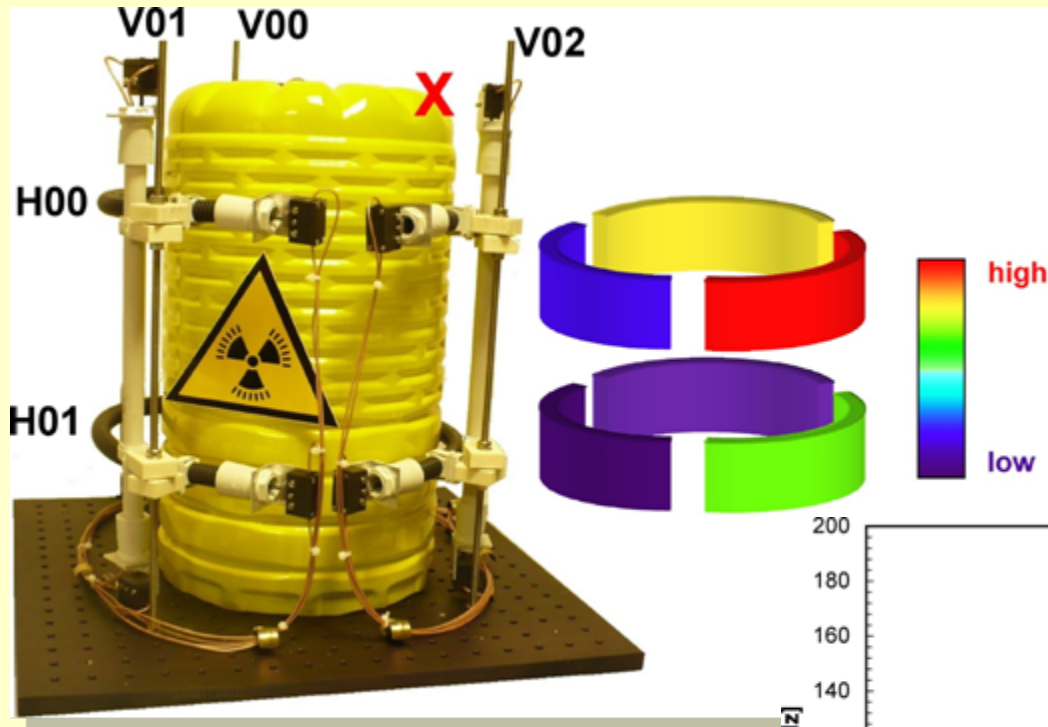
- Sviluppata in WPF
- Gerarchia degli elementi
- Stato di ogni nodo
- Real-Time
- Statistiche, allarmi



- Mappa della superficie dei bidoni
- Animazioni, grafici 3D, Silverlight



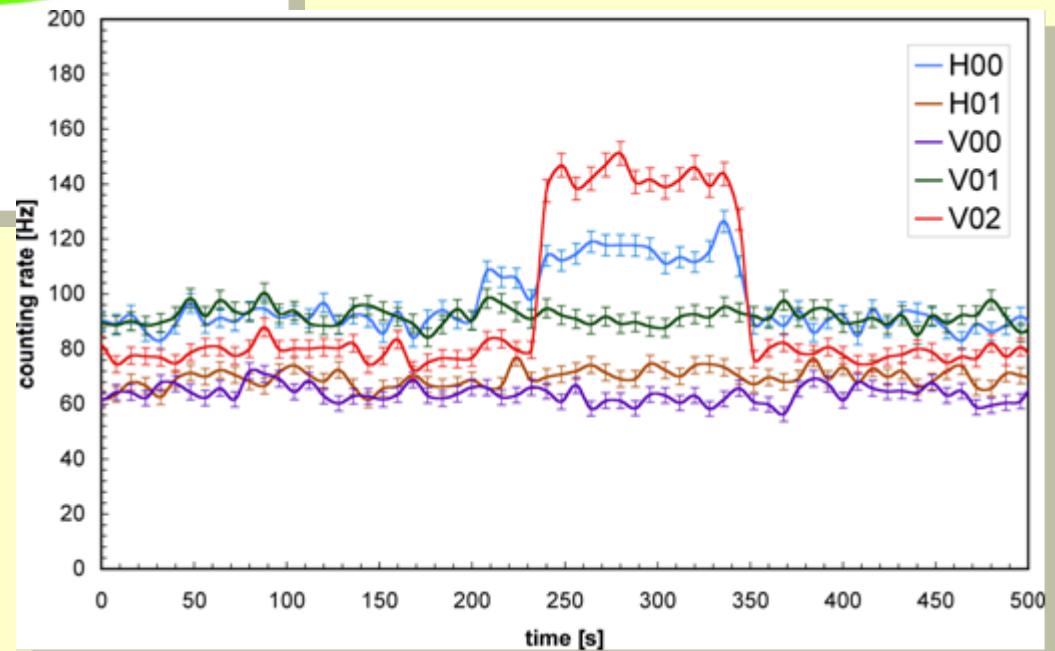
Test in laboratorio



minifusto:

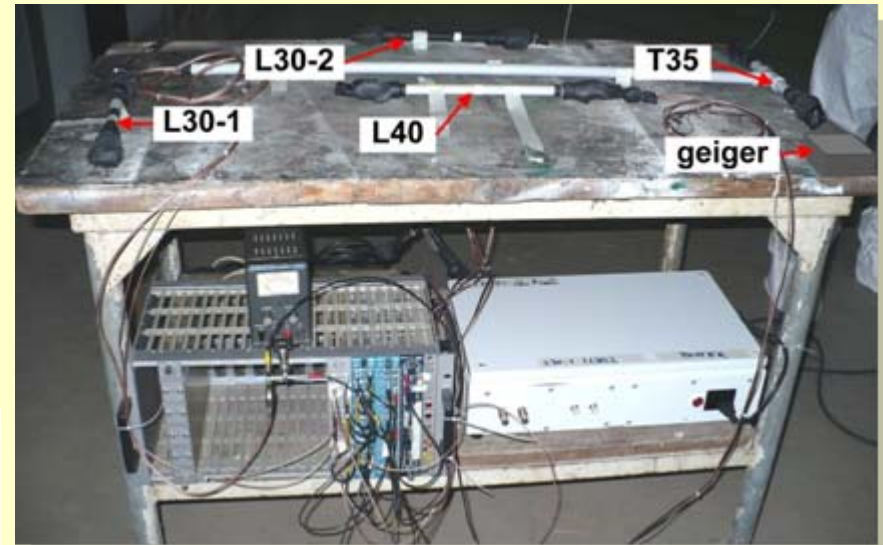
- 5 rivelatori disposti a griglia
- sorgente gamma mista 2.7MBq

ricostruzione 3D
tramite fibre
incrociate



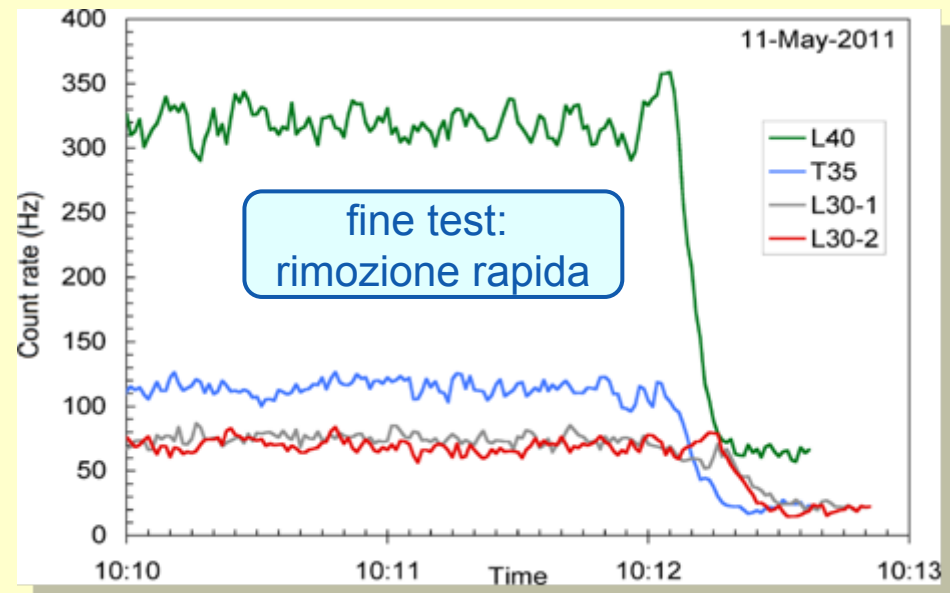
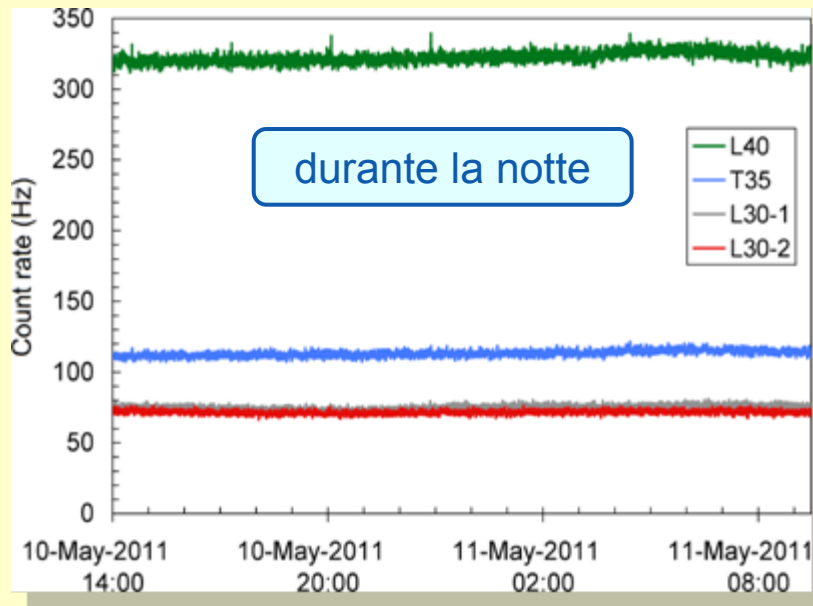
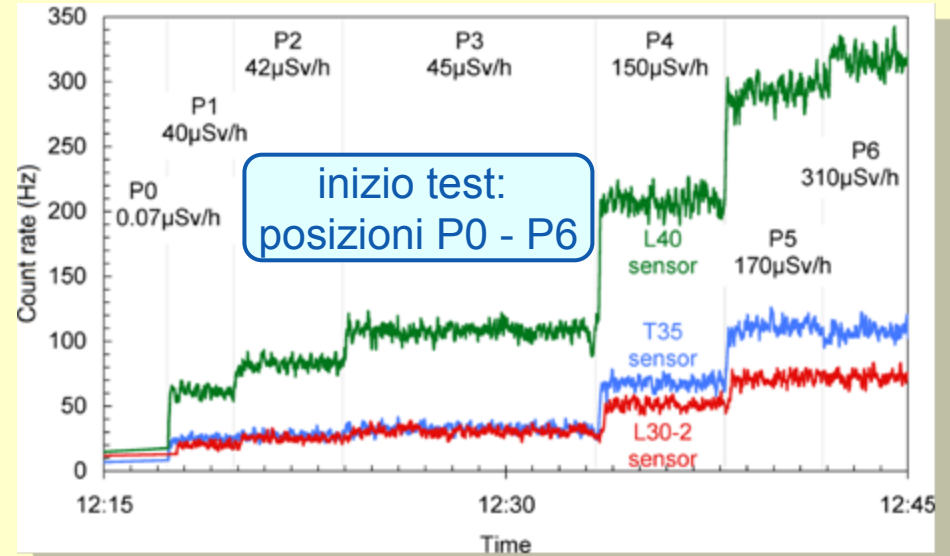
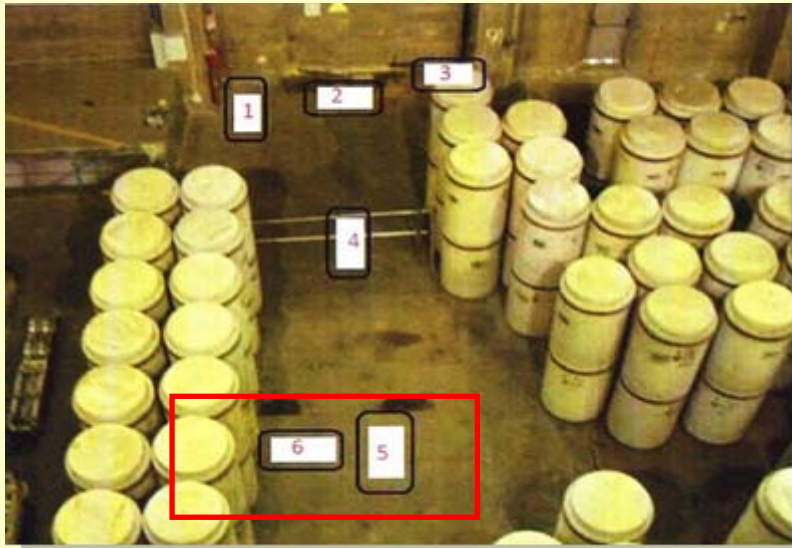
Test con fusti di scorie reali

test preliminare con fusti reali
presso un deposito all'interno
della ex centrale nucleare
del Garigliano (SOGIN S.p.a.)



- 4 sensori (+geiger) su un carrello
- Monitoraggio per una notte







Sviluppi futuri

Accordo in atto tra INFN e Sogin per l'utilizzo del
sistema DMNR presso il parco tecnologico nazionale

Ringraziamenti

Prof. Michele Malgeri
Dott. Paolo Finocchiaro
Dott. Luigi Cosentino

Ansaldo Nucleare spa
Tutto lo staff dei Laboratori Nazionali del Sud INFN

