



IFAE 2024

*Frontiera Energia
Frontiera Intensità
Cosmologia ed Astroparticelle
Nuove Tecnologie*

Firenze, 3-5 Aprile 2024

Istituto degli Innocenti, Piazza SS Annunziata



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE

L'esperimento CYGNO

Rita Antonietti- Università di Roma Tre & INFN Roma Tre

On behalf of the CYGNO collaboration



Founded from ERC in Horizon 2020
program (grant agreement 818744)



SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA



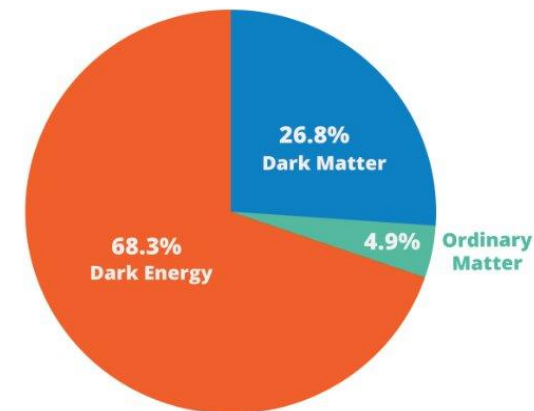
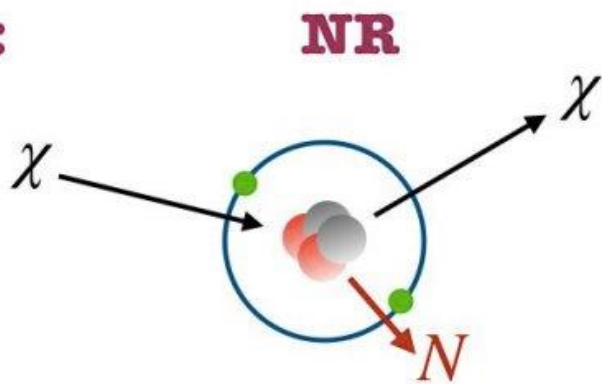
Istituto Nazionale di Fisica Nucleare

INTRODUZIONE

Uno dei più promettenti candidati di Materia Oscura (DM) sono le WIMPs (Weakly Interactive Massive Particles)

L'esperimento CYGNO mira a fare ricerca nel range di basse masse $O(\text{GeV}/c^2)$

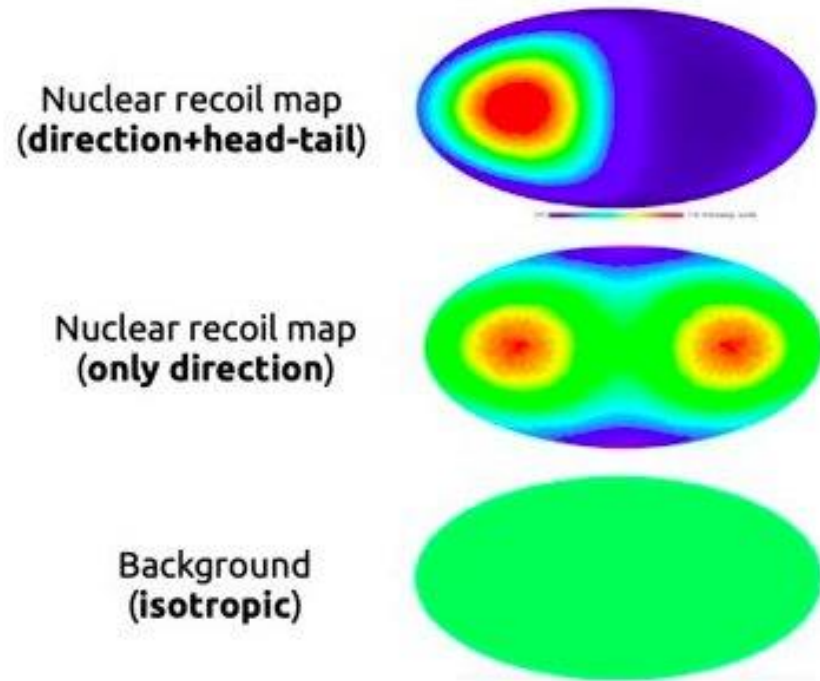
Signal:



Segnale: Data la velocità non relativistica, lo scattering elastico con la materia, è atteso essere l'evidenza dell'interazione delle particelle di DM

INTRODUZIONE

A. M. Green et. al, Astropart. Phys. 27 (2007) 142

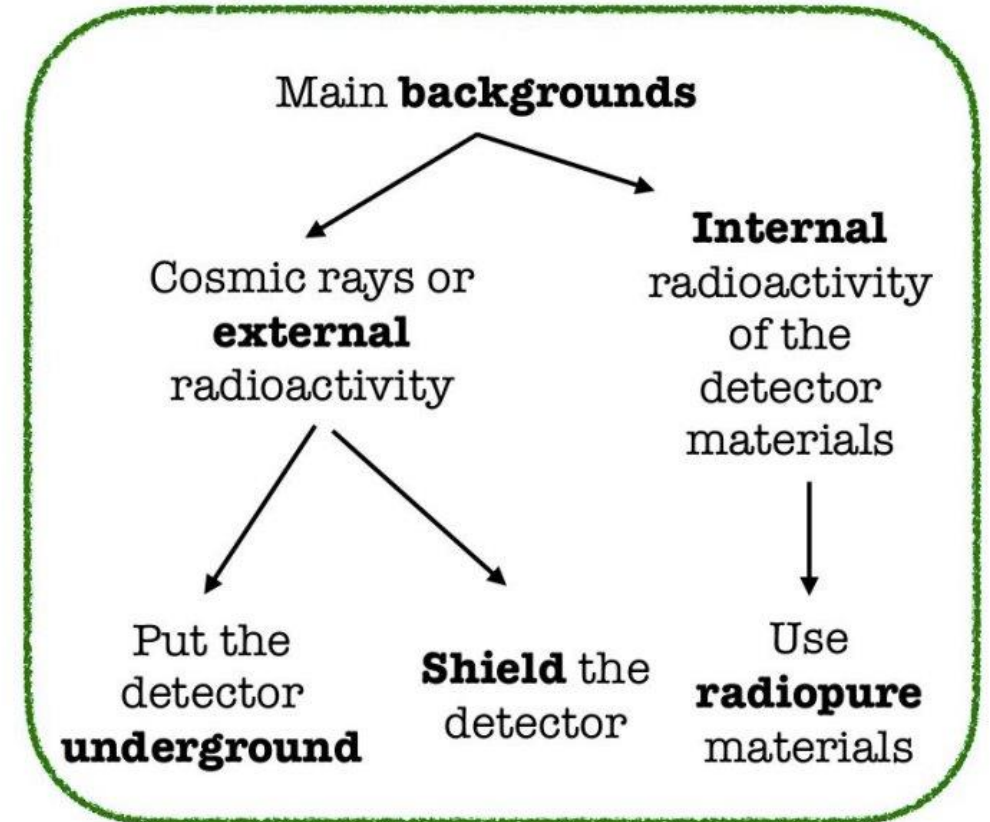
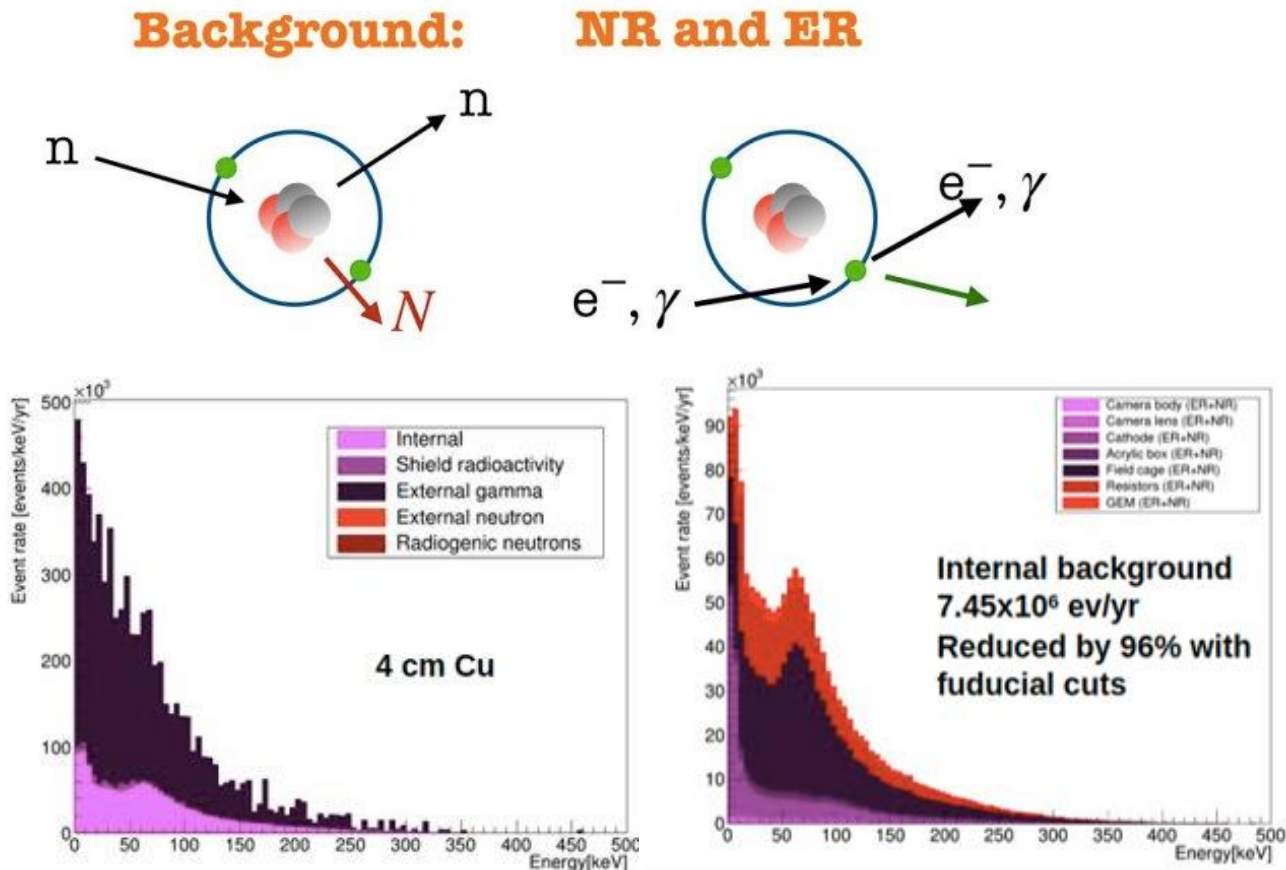


La distribuzione dei rinculi delle particelle di Materia Oscura è attesa essere anisotropa grazie al moto del sole e della terra

La possibilità di misurare la direzione permette di fornire dei vincoli sulle proprietà delle particelle di DM

INTRODUZIONE

Background: discriminare i rinculi nucleari a basse energie dalle interazioni date dalle altre particelle

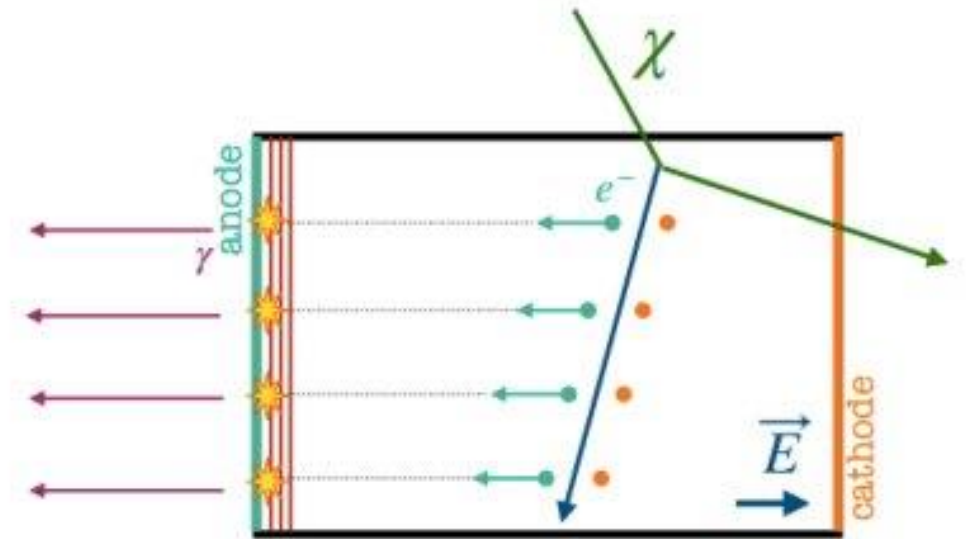


SCOPO

Lo scopo dell'esperimento CYGNO è di costruire e di installare presso i Laboratori Nazionali del Gran Sasso una Time Projection Chamber (TPC) in quanto detector direzionale per lo studio di rari eventi come la Materia Oscura.

Strategia:

- TPC riempita con una miscela di gas He:CF₄ (60:40) a temperatura ambiente e pressione atmosferica;
- Triplo strato di GEM per amplificare il segnale;
- Lettura ottica del segnale;
- Ricostruzione in 3D delle tracce;
- Capacità di distinguere i rinculi nucleari dai rinculi elettronici.



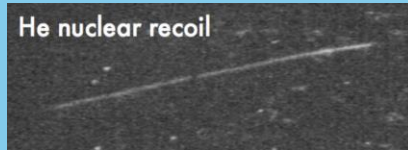
LETTURA OTTICA

Durante il processo di moltiplicazione all'interno del triplo strato di GEM vengono emessi fotoni.

Grazie all'uso combinato della **sCMOS** camera e dei **fotomoltiplicatori**, è possibile ricostruire la traccia in 3D.

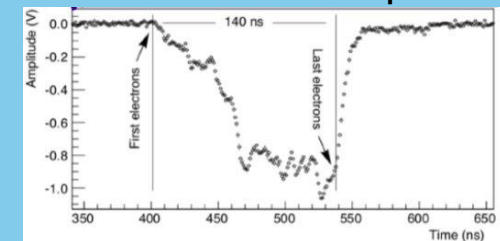
Hamamatsu Orca-Fusion camera

- Single photon sensitivity;
- High granularity;
- For x-y projection



Hamamatsu R7378 PMT

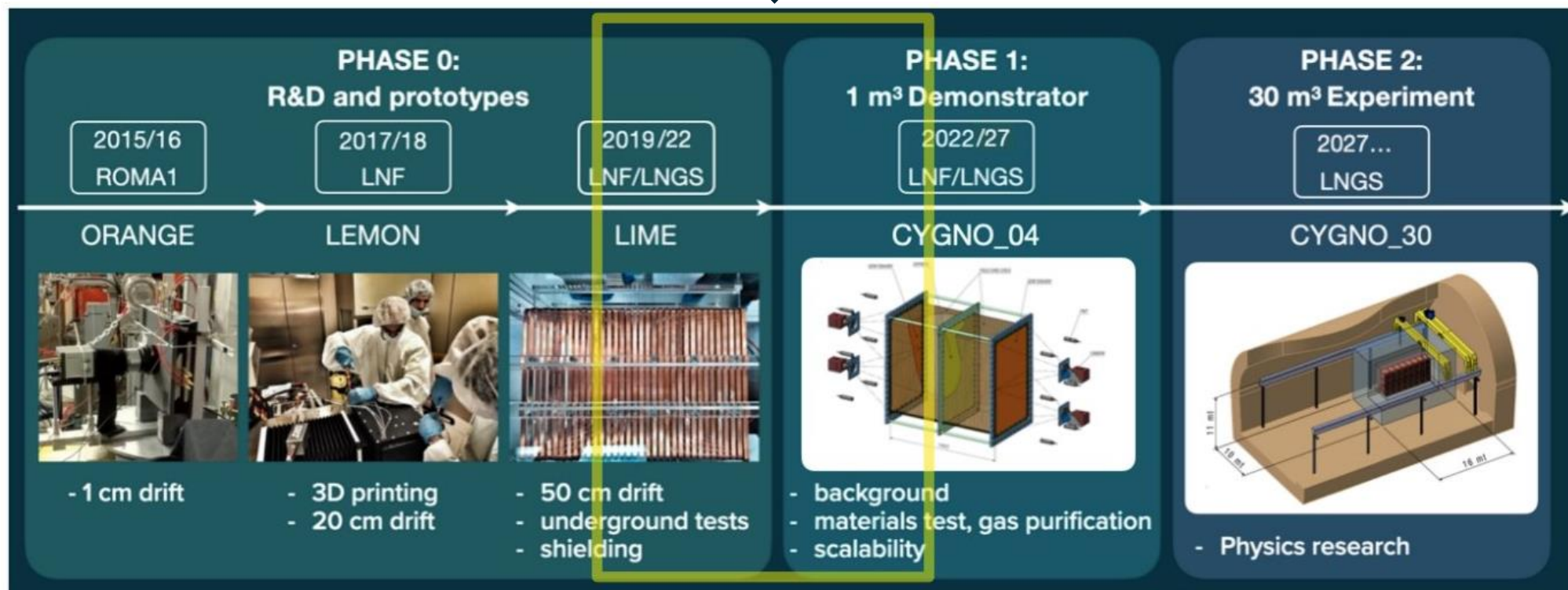
- Fast light sensor;
- For Δz component



Entrambi i fotorivelatori ci permettono di misurare l'energia della particella incidente.

TIMELINE

Dove siamo

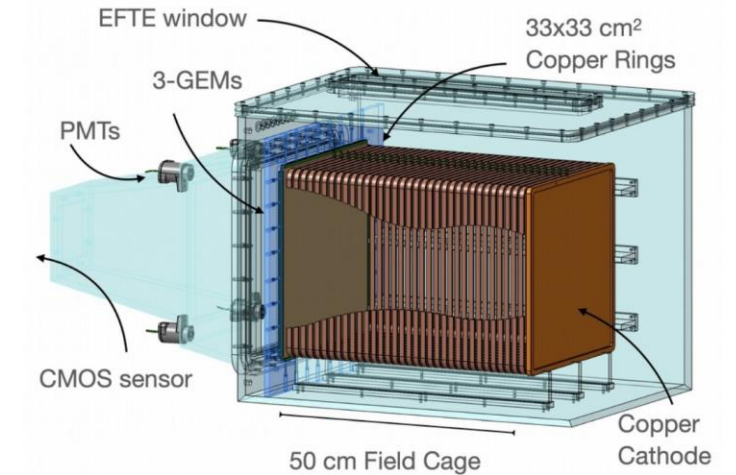


LIME @ LNF

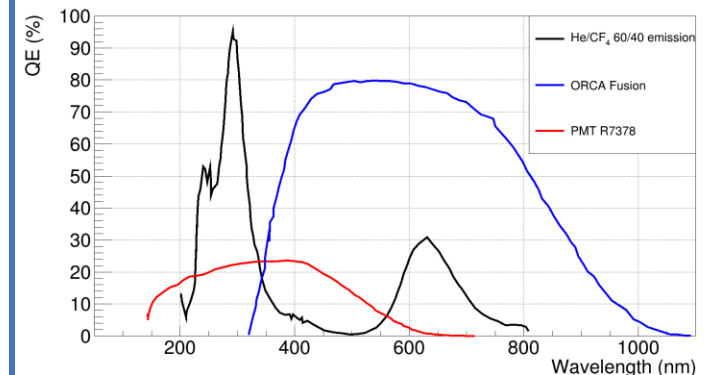
LIME @ LNGS

LIME (Long Imaging ModuleE) è il più grande prototipo che è stato costruito, attualmente è installato underground ai Laboratori Nazionali del Gran Sasso (LNGS)

- Riempito con una miscela di gas He:CF₄ (60:40)
- 50 cm di drift;
- Una tripla GEM 33x33 cm² e spessore di 50 um ;
- 1 camera sCMOS:
 - 2304 x 2304 pixel;
 - Basso rumore;
 - Alta granularità;
- 4 PMT;
- La fieldcage è composta da anelli di rame;

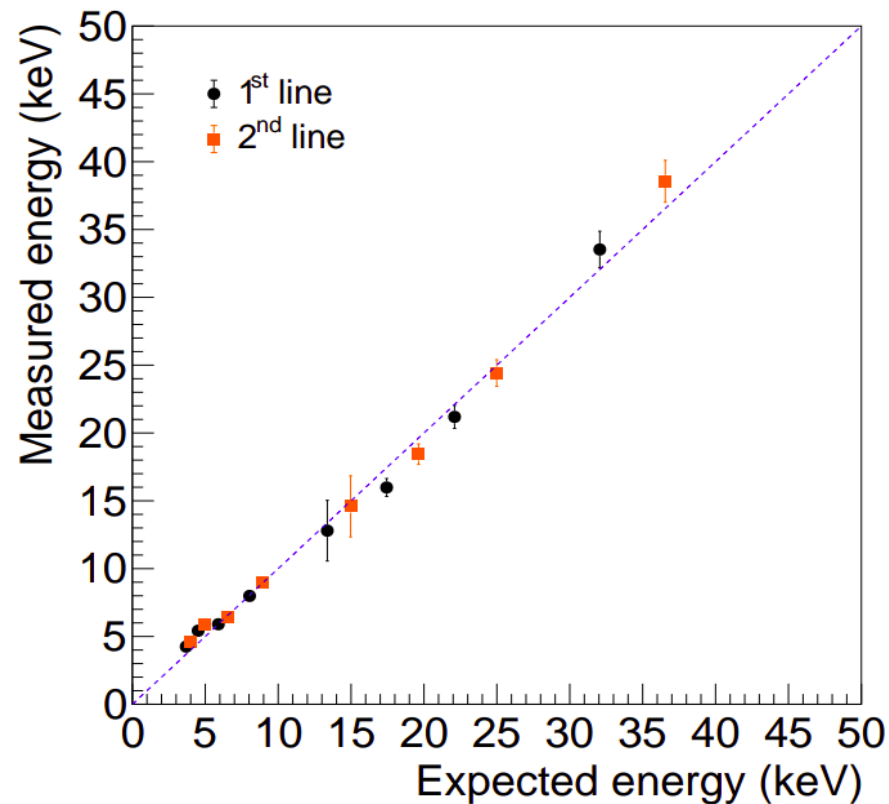
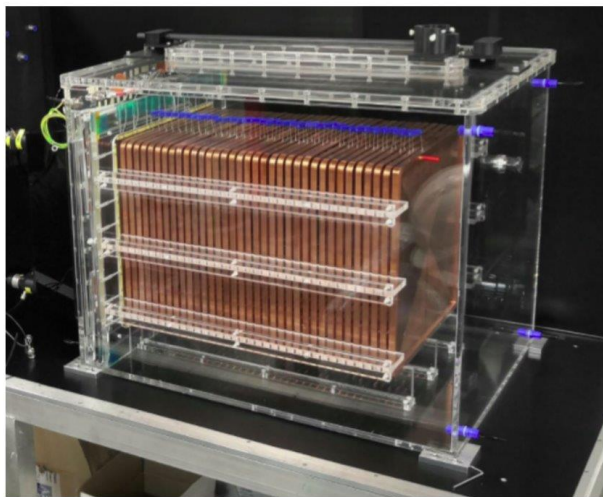


La camera Hamatsu Orca Fusion ha una QE dell' 80% alla lunghezza d'onda di 600nm

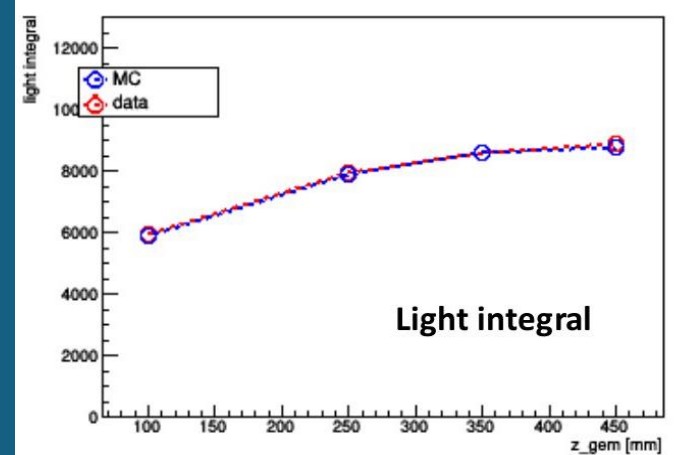
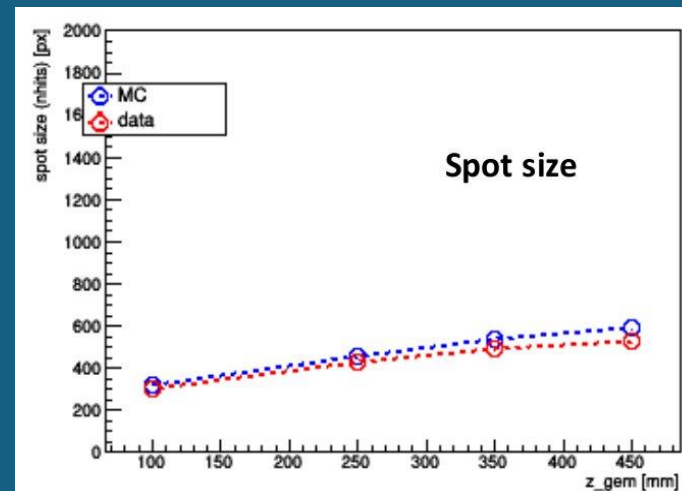


RISULTATI – LIME @ LNF

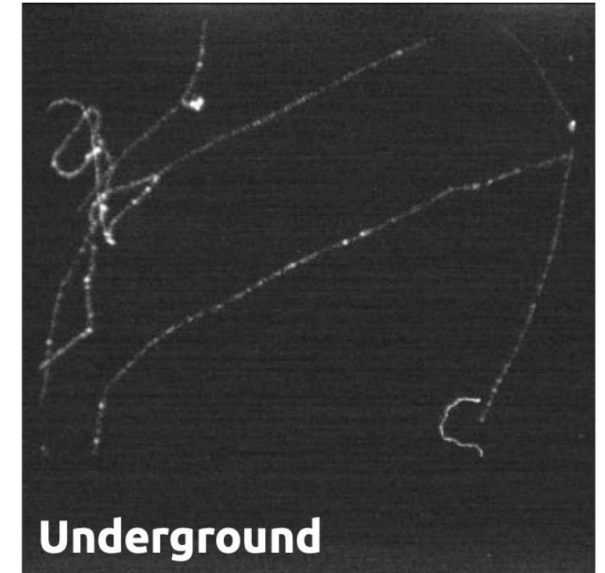
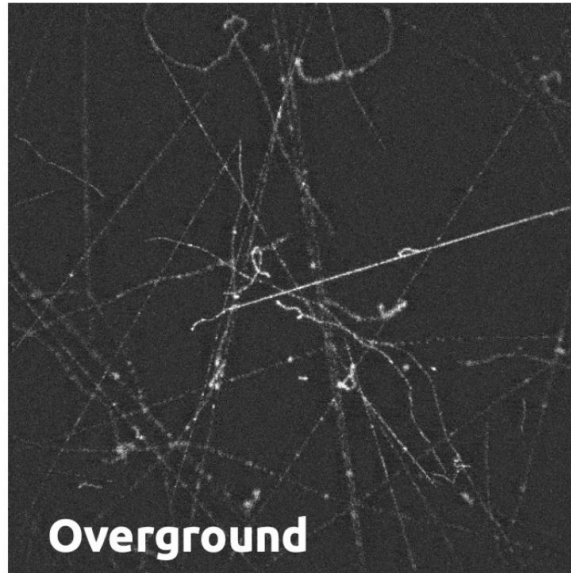
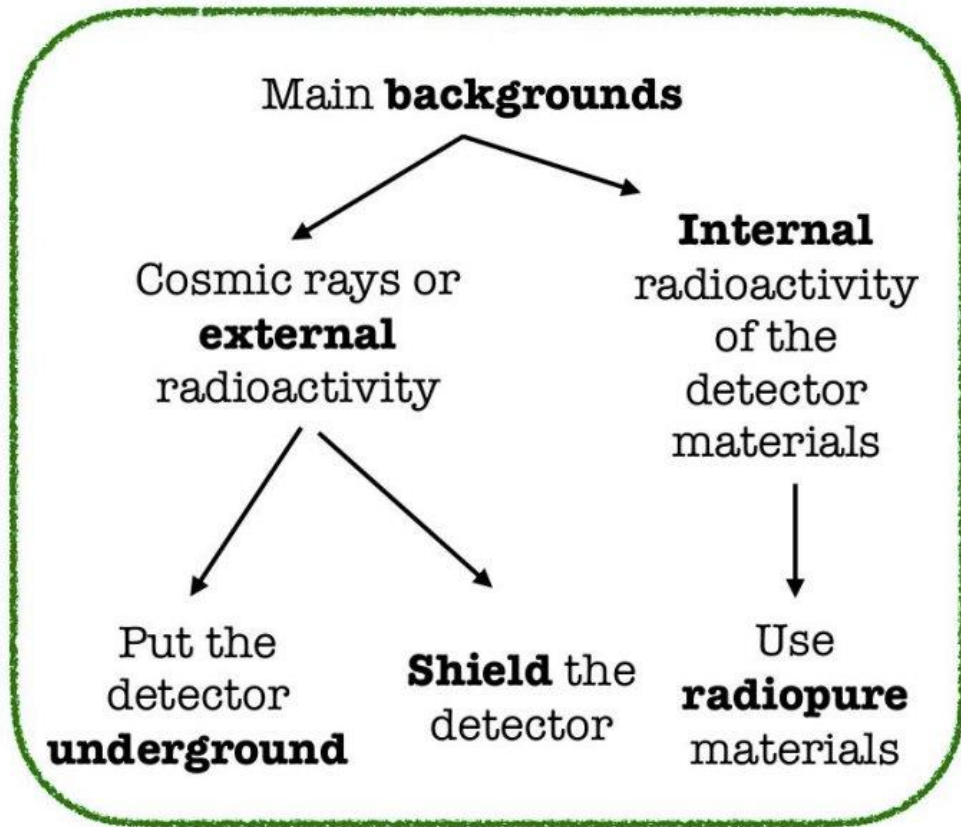
Il prototipo LIME ha preso dati per un lungo periodo presso i Laboratori Nazionali di Frascati (LNF)



Confronto e Accordo dati/MC



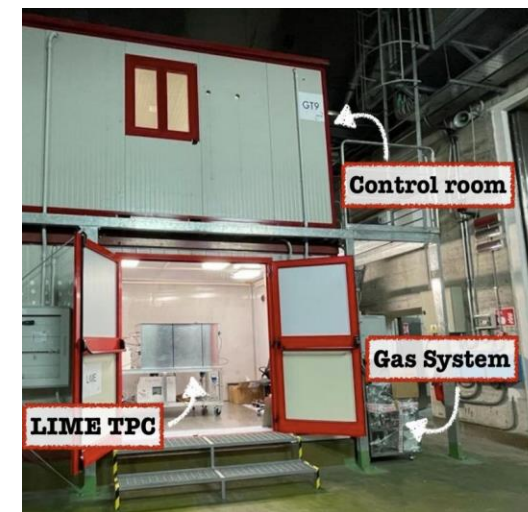
Da LNF a LNGS



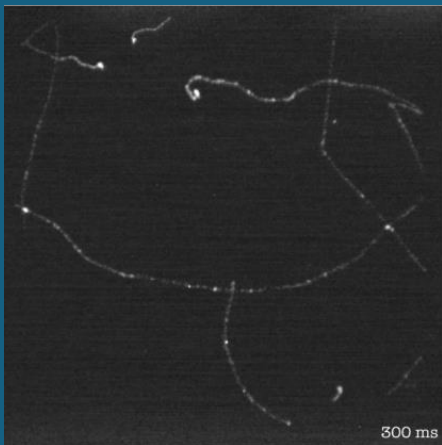
RISULTATI – LIME @ LNGS

A novembre del 2022, il prototipo LIME è stato installato presso i Laboratori sotterranei del Gran Sasso (LNGS) al fine di caratterizzarlo in un ambiente con basso background e le immagini sono state acquisite in diverse configurazioni:

	Senza shielding di rame	Con 4cm di shielding di rame	Con 10cm di shielding di rame	Con 10cm di shielding di rame e 40cm di acqua
Rate di background	~ 34 hz	~ 3.5 Hz	~ 1.5 Hz	In presa dati



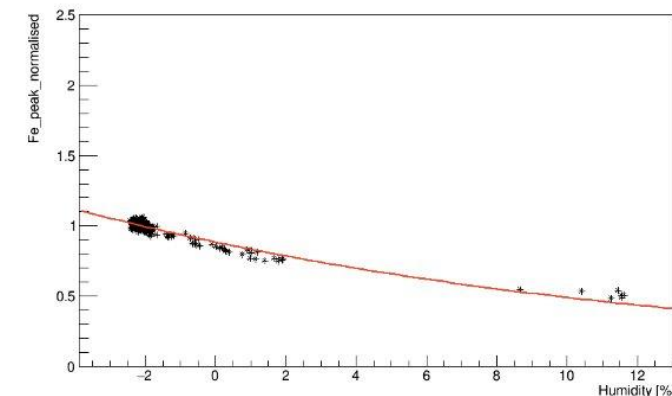
No shielding



4cm di rame



Utilizzando una sorgente di ^{55}Fe per le calibrazioni, si è notato che il numero di conteggi per ogni spot diminuisce esponenzialmente all'aumentare dell'umidità



CONCLUSIONI

- La collaborazione CYGNO sta sviluppando una TPC con lettura ottica ad alta granularità per misurare rinculi al alta definizione a bassa energia;
- Possibilità di misurare la direzionalità;
- Il prototipo LIME sta prendendo dati presso i Laboratori Nazionali del Gran Sasso e l'analisi dati è in corso;
- Le analisi su LIME aiutano nella comprensione e nella definizione del disegno e dei dettagli del detector di grandi dimensioni (costruzione nel prossimo anno del dimostratore di 0.4m^3).