



# **Sviluppo e caratterizzazione di detector innovativi per esperimenti di fisica medica**

## **RAPID & 3DOSE**

**Keida Kanxheri**  
**Dipartimento di Fisica & INFN**

**Perugia 23/03/2023**



**Background...**

# FISICA MEDICA

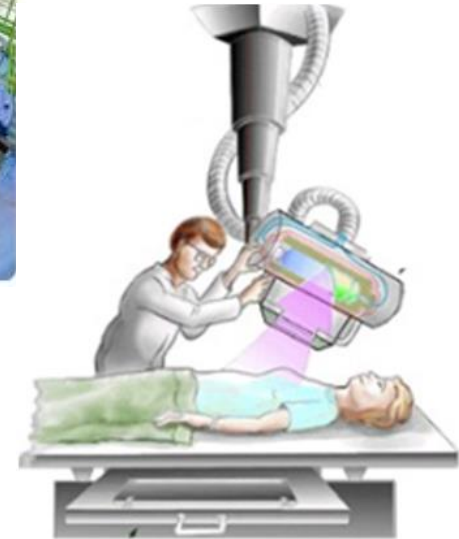
## LA FISICA CHE ESPLORA IL CORPO UMANO

La fisica medica è una disciplina che coinvolge la fisica, la medicina, la biologia e l'ingegneria. Utilizza le conoscenze della fisica per lo sviluppo di strumenti e tecniche diagnostici e terapeutici, per la comprensione dei meccanismi di interazione tra i tessuti biologici e le radiazioni, per la modellizzazione dei processi biologici e per la valutazione della sicurezza delle procedure mediche che implicano l'uso di radiazioni.

### DIAGNOSI



### TERAPIA

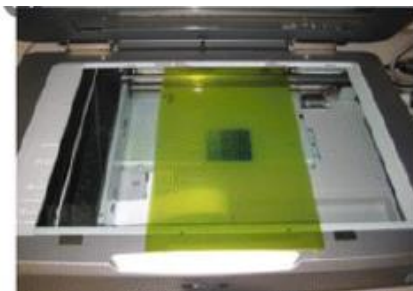
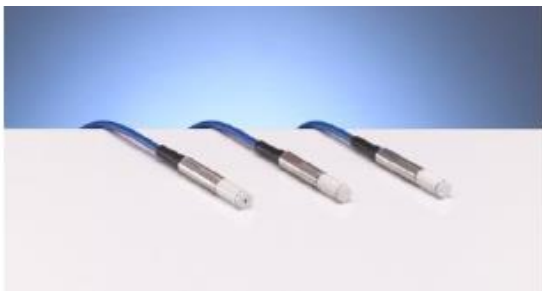


# DOSIMETRIA

## DOSIMETRI

Disciplina fisica che si occupa della misura dell'energia ceduta dalle radiazioni e assorbita dal corpo irradiato.

- Studiare la qualità del fascio terapeutico e caratterizzarlo
- Controllare che l'interazione del fascio terapeutico con il paziente sia realmente quella pianificata
- Misurare la dose assorbita dagli operatori sanitari (lavoratori)
- misurare l'esposizione alle radiazioni in un'area specifica



# ATTIVITA' SPERIMENTALI

## COME NASCONO LE ATTIVITA' SPERIMENTALI

### Sviluppo e/o uso innovativo di sensori di radiazione ionizzante

**Scopo:** fornire risposte a problemi reali di misura delle radiazioni ionizzanti (rivelatori esistenti non adeguati) soprattutto ma non esclusivamente per applicazioni mediche.

Caratteristiche comuni a tutte le attività:

1) esiste un problema spesso definito da altri;

2) gruppo di lavoro variabile ma solitamente interdisciplinare (fisici, ingegneri, medici, fisici medici, ....);

3) fondamentale l'interazione con i servizi tecnici dipartimentali.





**Chi siamo?**

# GRUPPO DI RICERCA

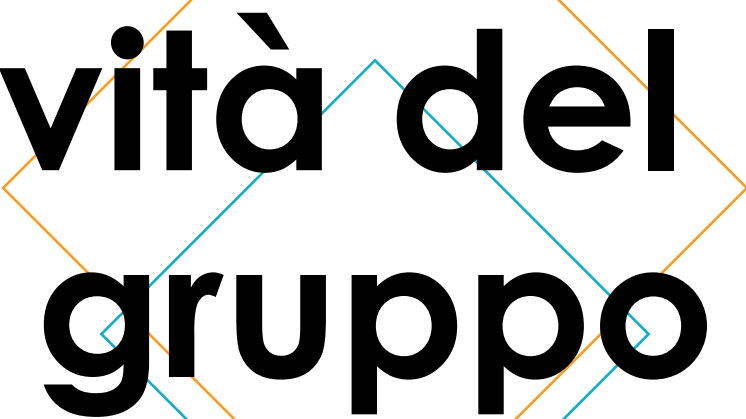
## INTERDISCIPLINARITA'

INFN	DIP. FISICA e GEOLOGIA	DIP. INGEGNERIA ELETTRONICA	IOM - CNR
<i>Servoli L., Menichelli M., Ambrosi G., Barbanera M., Alpat B., Ionica M., Caprai M.</i>	<i>Fiandrini E., Kanxheri K.</i>	<i>Passeri D., Placidi P.</i>	<i>Pedio M., Moscatelli F.</i>

FISICI MEDICI	MEDICI
<i>Paolucci M., Italiani M., Iacco M., Zucchetti C., Fabiani S., Pentiricci A., Dipilato A.C., Talamonti C.</i>	<i>Aristei C., Dipilato A.C., Maselli A., Scarpignato M.</i>

COLLABORAZIONI	
Università italiane	<i>Univ. Firenze, Univ. Lecce, Univ. Sapienza</i>
Università estere	<i>Univ. Manchester (UK), Univ. Wollongong (AU)</i>
Istituti di ricerca	<i>EPFL Neuchatel (CH), GSI Darmstadt (D), CNR, INFN, ASI</i>
Istituti clinici	<i>CNAO Pavia, Centro Adroterapia Trento</i>
Ospedali	<i>Perugia, Foligno, Città di Castello, Terni, Firenze, Viterbo...</i>

Contatti con aziende produttrici di acceleratori medici e dispositivi di protezione individuale.



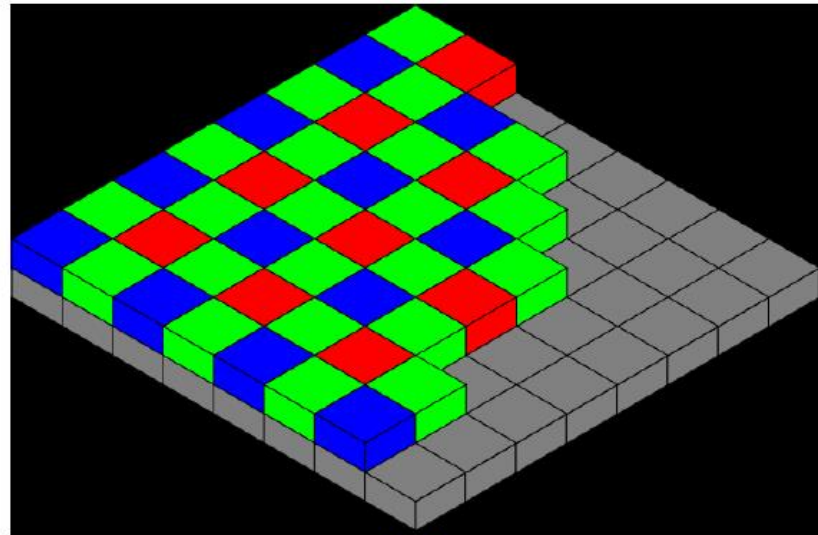
**Le attività del nostro  
gruppo**



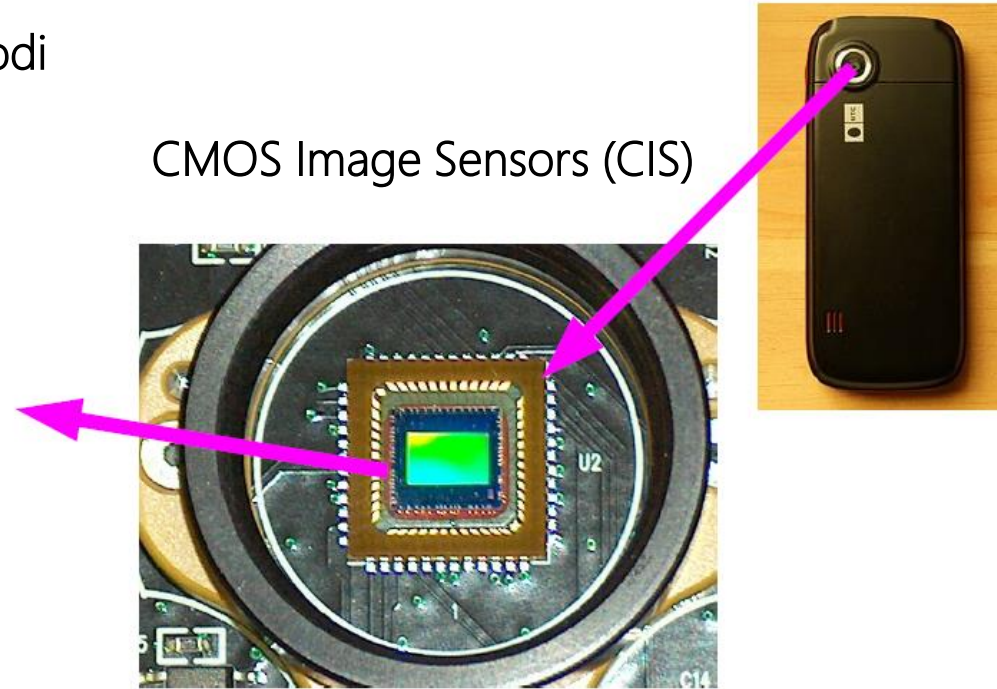
# RIVELATORI CMOS A PIXEL

## RIVELATORI A PIXEL

Segmentazione a matrice di diodi



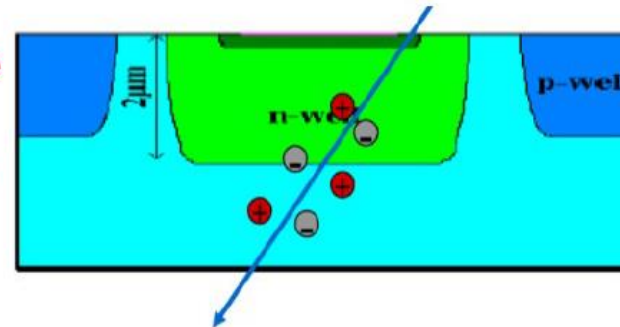
CMOS Image Sensors (CIS)



Rivelazione fotoni  
spettro visibile



Rivelazione  
radiazione  
ionizzante:  
 $\alpha, \beta, \gamma$ ,  
protoni



Rumore basso

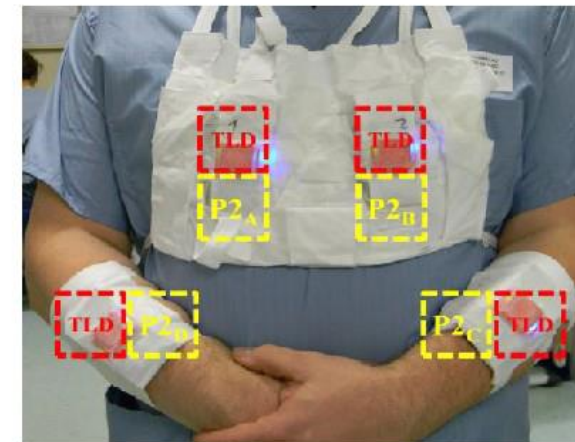
ENC ~ 10 elettroni

# DOSIMETRO WIRELESS PER MEDICI



## Problema iniziale:

Radiazione diffusa dal corpo del paziente colpisce il medico. Esistono dispositivi di protezione individuale (camice, occhiali, guanti ma presentano alcuni problemi).



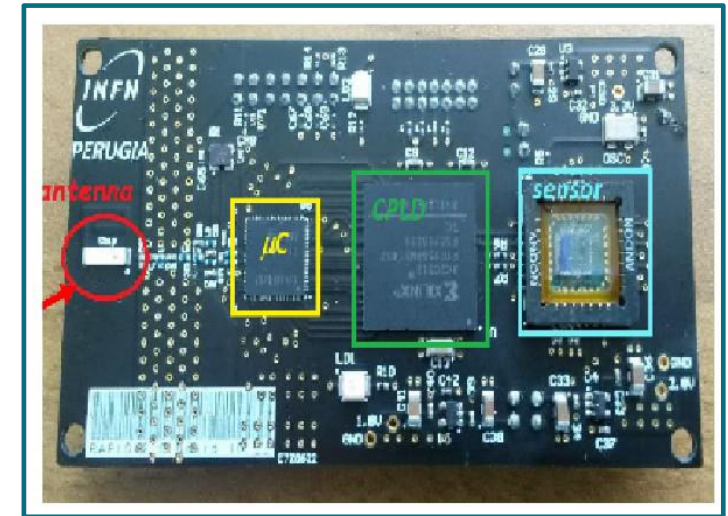
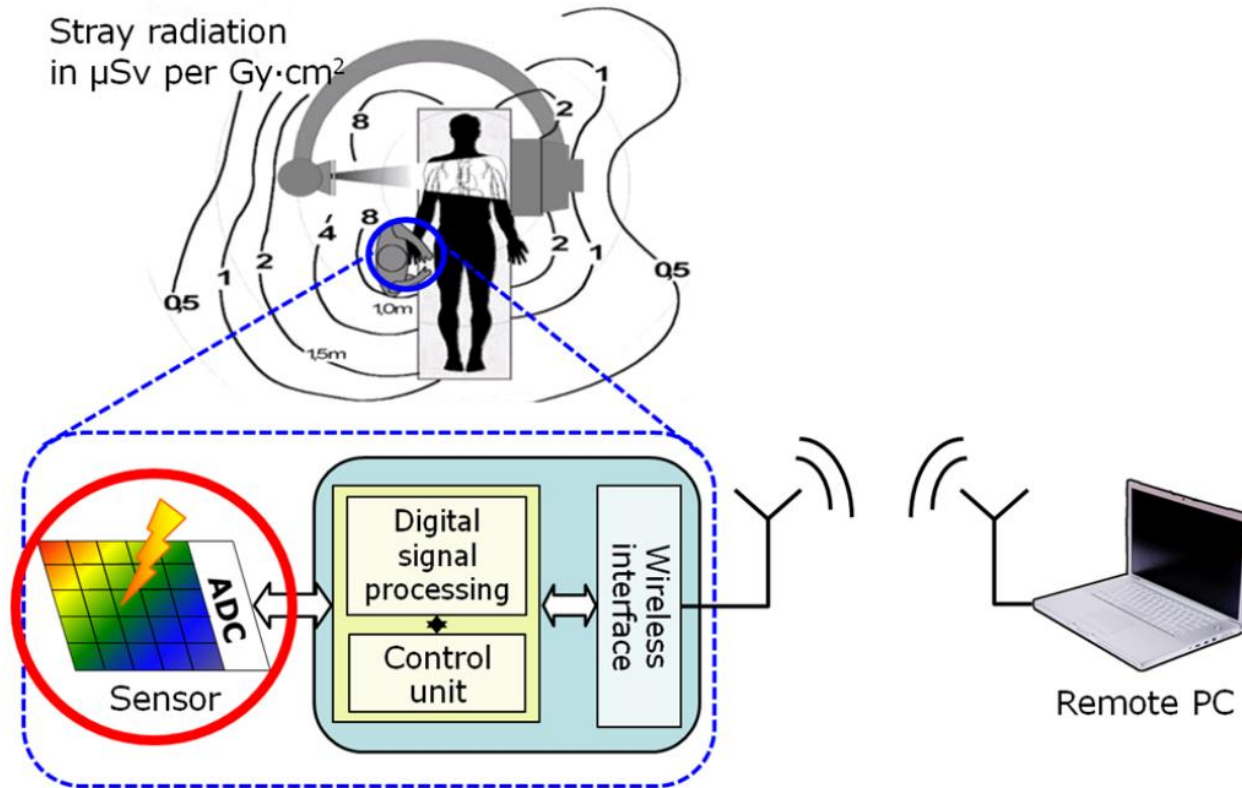
Molto importante:

Ridurre la dose assorbita mantenendo la qualità dell'intervento.

- conoscenza di come si riceve la dose
- misure in tempo reale

**RAPID**

# DOSIMETRO WIRELESS PER MEDICI



Prototipo esistente e calibrato;  
indossabile; > 8 ore di autonomia

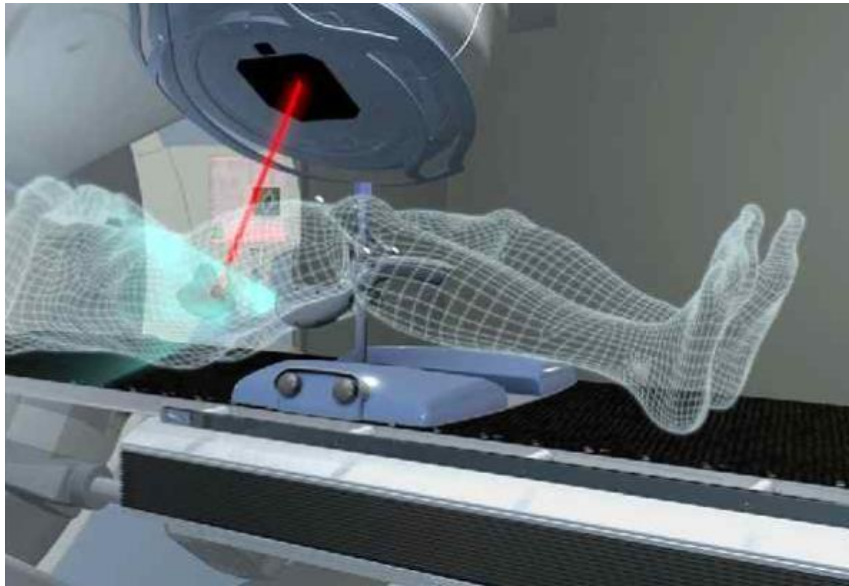
Già utilizzato in > 50  
procedure di radiologia  
interventistica (ospedale di  
Foligno)

Servoli L., K. Kanxheri, Checcuci B., Fano L., Biasini M., Placidi P.  
(Ingegneria Elettronica) Paolucci M. (Fisica Medica Foligno)

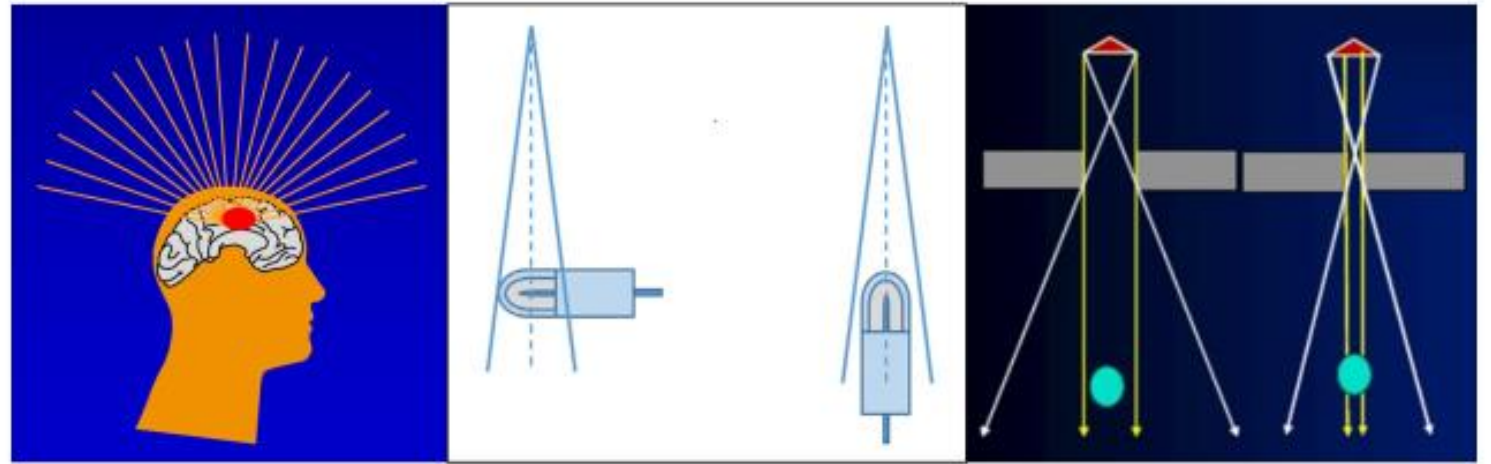
- 40 partecipanti, > 25 pubblicazioni, > 20 conferenze, 1 tesi PhD,
- > 10 tesi Fisica / Ingegneria / Informatica

# DOSIMETRIA DI FASCI TERAPEUTICI

3DOSE

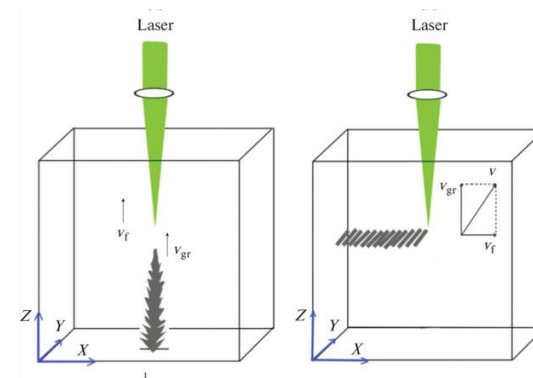


Diminuendo le dimensioni del fascio è sempre più difficile caratterizzarlo attraverso i rivelatori standard



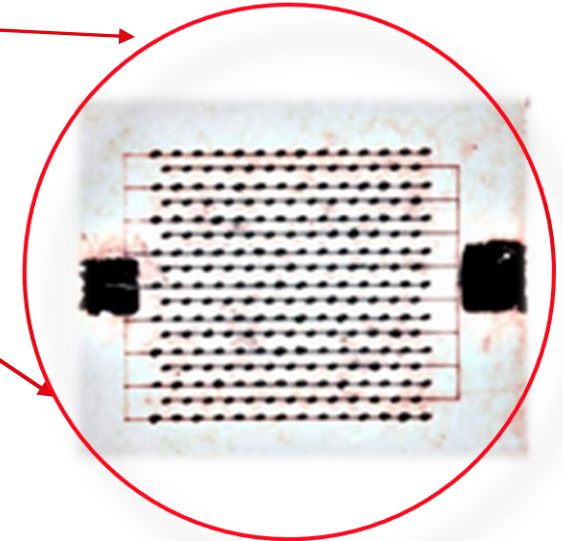
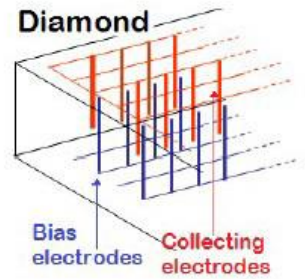
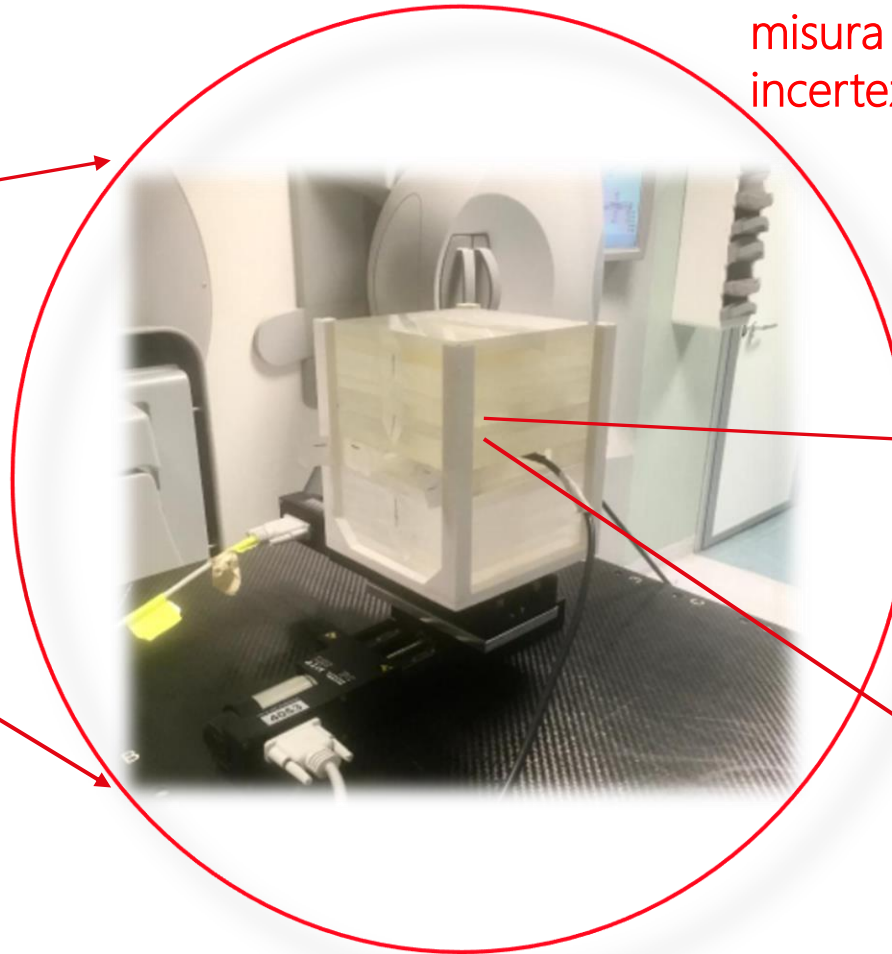
Una matrice di pixel 3D in Diamante policristallino

- Elevata resistenza alla radiazione
- Elevata risoluzione
- Tessuto equivalente
- Basse correnti di leakage



## DOSIMETRIA DI FASCI TERAPEUTICI

Nuovo tipo di rivelatore a diamante per migliorare la misura a livello dell'1% di incertezza globale.



## DOSIMETRIA DI FASCI TERAPEUTICI

Sviluppi futuri:

Realizzazione di una grande matrice di pixel per lettura contemporanea profilo del fascio.

Sistema di lettura multicanale, che legge fino a 512 pixel in contemporanea.

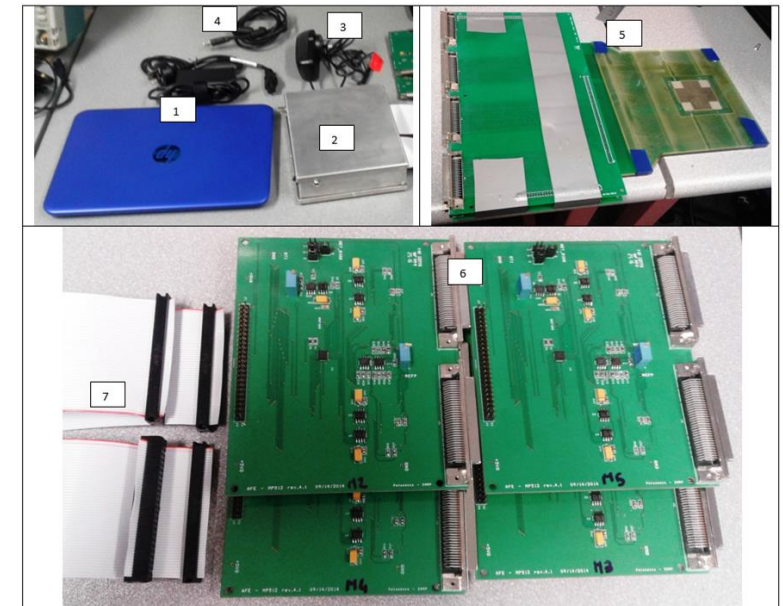
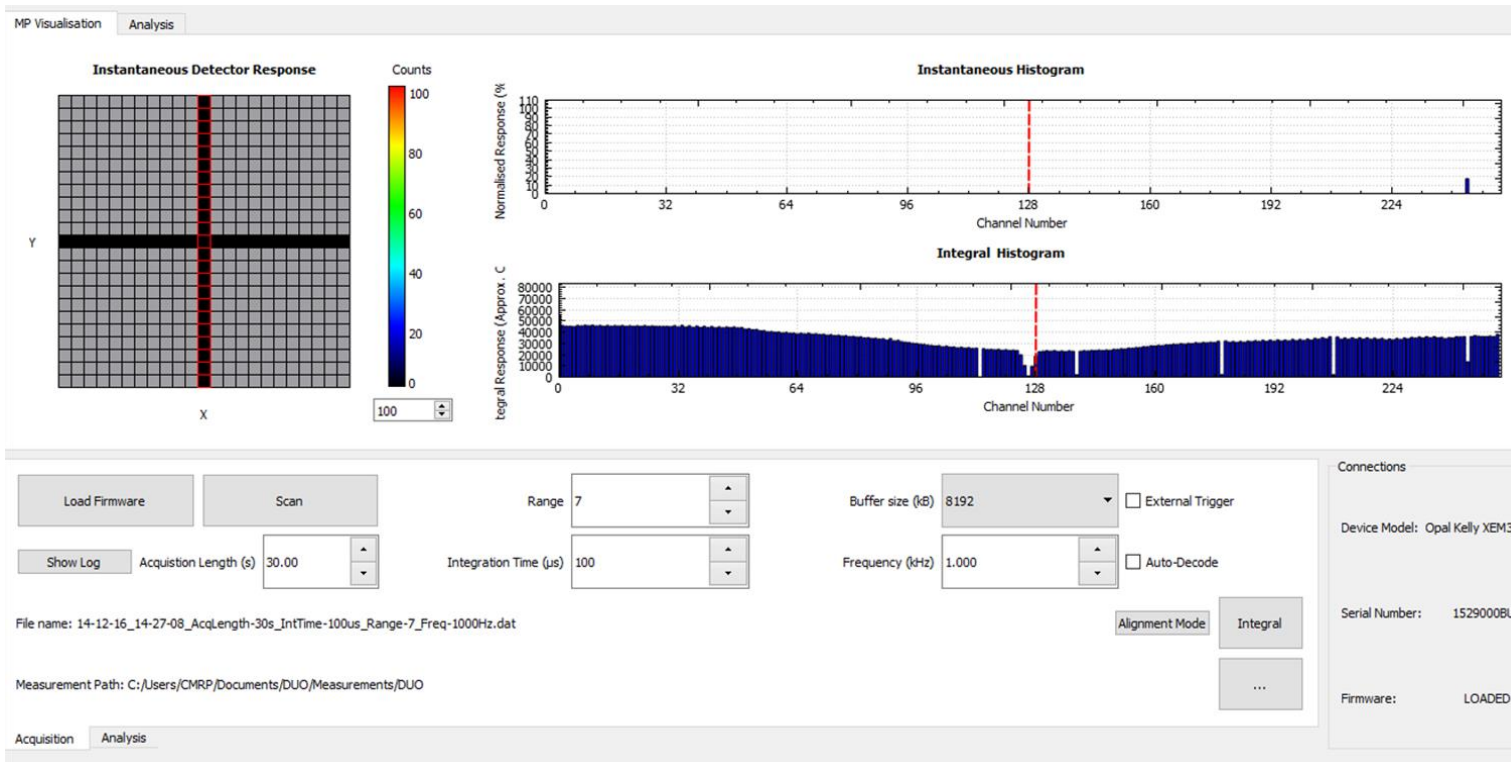



Figure 1: DUO System parts

Servoli L. Kanxheri K. Talamonti C. Sciortino S. (Univ. Firenze) Zucchetti C. (Ospedale PG) Oh A. (Univ. Manchester)



# **Proposte tesi di laurea e tirocinio**

# TESI DI LAUREA

Le attività proposte saranno parte dei nostri progetti di ricerca; gli argomenti specifici saranno pertanto individuati nel periodo in cui lo studente sarà disponibile.

## Esempi di competenze acquisite:

- Conoscenza dei meccanismi di interazione radiazione - materia/tessuti viventi
- Studio e **caratterizzazione** di nuovi prototipi utilizzati negli esperimenti descritti (**set up di misura**)
- **Calibrazione** di rivelatori in laboratorio e in condizioni cliniche
- Sviluppo di algoritmi per la lettura ed **elaborazione di segnali** provenienti da i rivelatori (Python, C++...)
- Gestione e analisi dei dati
- Sviluppo di **sistemi di misura** automatizzati/sviluppo interfacce grafiche

Possibili tesi triennali, magistrali e tirocini per quasi tutte le tematiche



# TESI DI LAUREA

Le attività proposte saranno parte dei nostri progetti di ricerca; gli argomenti specifici saranno pertanto individuati nel periodo in cui lo studente sarà disponibile.

Le competenze acquisite forniscono un ottimo curriculum:

- per **continuare nel campo della ricerca accademica**
- per **inserirsi in realtà produttive** e/o di ricerca industriale

Inseriti in collaborazioni nazionali e internazionali:

- esperienze formative presso istituti clinici e di ricerca
- lavoro in team

Possibili tesi triennali, magistrali e tirocini per quasi tutte le tematiche



**Dipartimento di Fisica & INFN**

**[keida.kanxheri@unipg.it](mailto:keida.kanxheri@unipg.it)**