

# Tesi in Fisica Biomedica



**Roberto Sacchi**

**10 marzo 2022**



# 10 marzo 2022



**10 MARCH 2022**

**Kidney Health for All**

#worldkidneyday #kidneyhealthforall  
[www.worldkidneyday.org](http://www.worldkidneyday.org)

# **Nota bene (1)**

**Tutto quello descritto di seguito vale per  
Laurea Triennale e Laurea Magistrale**

# **Nota bene (2)**

**Generalmente per  
Tesi Triennale si intende  
Stage + Tesi**

## **Nota bene (3)**

**Questa presentazione è solo una panoramica delle attività in cui c'è spazio per tesi**

- **Potete proporre altre attività**
- **Per definire i dettagli: contatto di persona (riferimenti nel seguito)**

# Prima di tutto...dove ?

- **ARPA/ENEA**
- **Azienda**
- **Ospedale**
- **Università/INFN**

**ARPA/ENEA**

**ARPA**

**Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente**

**IVREA**

**ALESSANDRIA**

**ASTI**

**CUNEO**

**TORINO**



## Temi ambientali

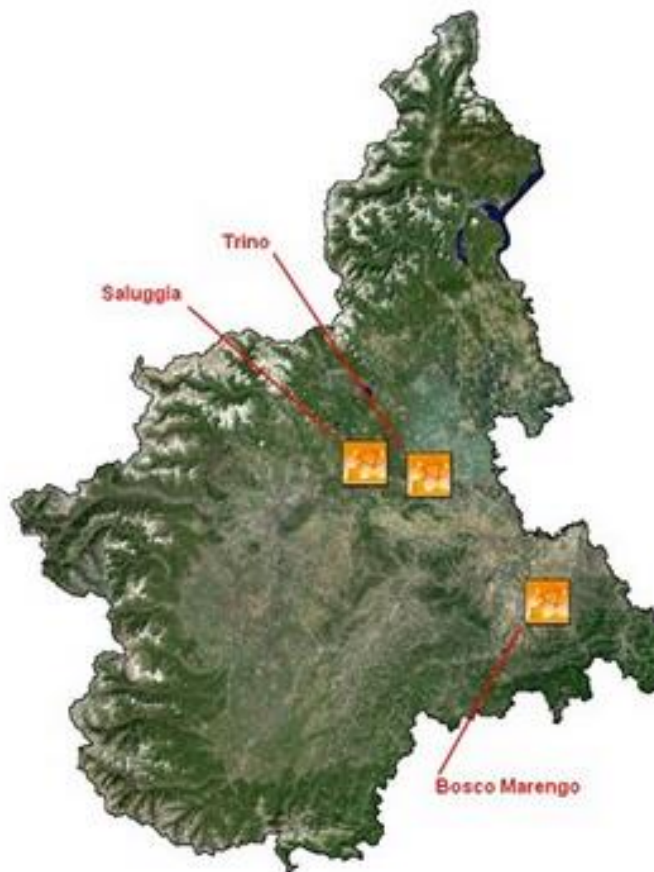
- ▶ Acqua
- ▶ AIA
- ▶ Alimenti
- ▶ Ambiente e salute
- ▶ Amianto
- ▶ Aria
- ▶ Campi elettromagnetici
- ▶ Ecogestione e sostenibilità
- ▶ Energia
- ▶ Geologia e dissesto
- ▶ Idrologia e neve
- ▶ Meteorologia e clima
- ▶ Microinquinanti
- ▶ Radioattività
- ▶ Radiazione ottica
- ▶ Rifiuti
- ▶ Rischio industriale
- ▶ Rumore e vibrazioni
- ▶ Sismologia
- ▶ Siti contaminati
- ▶ Suolo
- ▶ Valutazioni ambientali
- ▶ Verifiche impiantistiche

## Siti nucleari

### I siti nucleari della Regione Piemonte

Il Piemonte ospita sul proprio territorio tre siti nucleari presso i quali sono presenti quattro impianti rappresentativi di tutto il ciclo del combustibile nucleare: l'impianto ex FN-SO.G.I.N. di Bosco Marengo, l'impianto EUREX-Deposito Avogadro di Saluggia e la Centrale Nucleare "E. Fermi"-SO.G.I.N. di Trino.

Inoltre, presso il sito di Saluggia, ha sede il complesso industriale Sorin presso il quale sono state svolte in passato attività di produzione di radiofarmaci, di ricerca in campo nucleare e di raccolta di rifiuti radioattivi.



# ENEA

## CENTRO RICERCHE SALUGGIA

ENTE PER LE NUOVE TECNOLOGIE, L'ENERGIA E L'AMBIENTE



## Saluggia

Determinazione della radioattività ambientale naturale e artificiale

Valutazione della contaminazione interna di radionuclidi sull'uomo.

# **AZIENDA**

**Vedi di seguito  
(o, eventualmente, Aziende proposte da voi)**

## I NOSTRI SETTORI



DISPOSITIVI MEDICI



AGRO-ALIMENTARE



AMBIENTE



PRODOTTI PER L'INFANZIA



BENI CULTURALI



AUTOMOTIVE

Lungodora Voghera 36, Torino

<https://youtu.be/Z3xfiJWC5sg>



Colleretto  
Giacosa  
(Ivrea)

## **CRB (Centro Ricerche Bracco)**

*Research, Biomedical Physics and Preclinical Imaging*

Signal to noise ratio in MRI: dalla definizione all'analisi delle dipendenze dai principali parametri sperimentali (campo magnetico, scelta delle bobine, parametri di acquisizione, etc.)



Tecnologie Avanzate

EVOLUZIONE ED ESPERIENZA

TECNOLOGIE  
AVANZATE

# Lungo Dora Voghera 36 Torino



RADIOTERAPIA



MEDICINA NUCLEARE



FISICA MEDICA



# DECOMMISSIONING DI IMPIANTI NUCLEARI

Tre siti:

Bosco Marengo (Alessandria)

Saluggia

Trino Vercellese

# OSPEDALE

**TUTTI GLI OSPEDALI DEL  
PIEMONTE e VALLE D'AOSTA  
DOTATI DI UNA STRUTTURA DI  
FISICA MEDICA**





- Dosimetria al midollo rosso nell'ablazione con radioiodio del tumore tiroideo: predittività di efficacia di trattamento
- Valutazione e analisi, mediante un software di Radiation Dose Index Monitoring, della dose erogata al paziente nelle esposizioni radiologiche con pratiche speciali.
- Validazione e applicazione clinica di un nuovo software con algoritmo montecarlo per la verifica indipendente della dose al paziente in radioterapia.

# UNIVERSITÀ

# BIOFISICA/FISIOLOGIA

Dipartimento di Scienze della Vita e Biologia dei Sistemi  
(A.Fiorio Pla [alessandra.fiorio@unito.it](mailto:alessandra.fiorio@unito.it) )

# LAUREA MAGISTRALE IN FISICA

## Curr Fisica Nucleare Subnucleare e Biomedica

**Ruolo dei segnali di  $Ca^{2+}$   
intracellulari nella terapia  
fotodinamica (PDT)**

**Docente riferimento:**

Fiorio Pla alessandra (**Biofisica**)

Dept. Life Sciences and System

Biology, UNITO

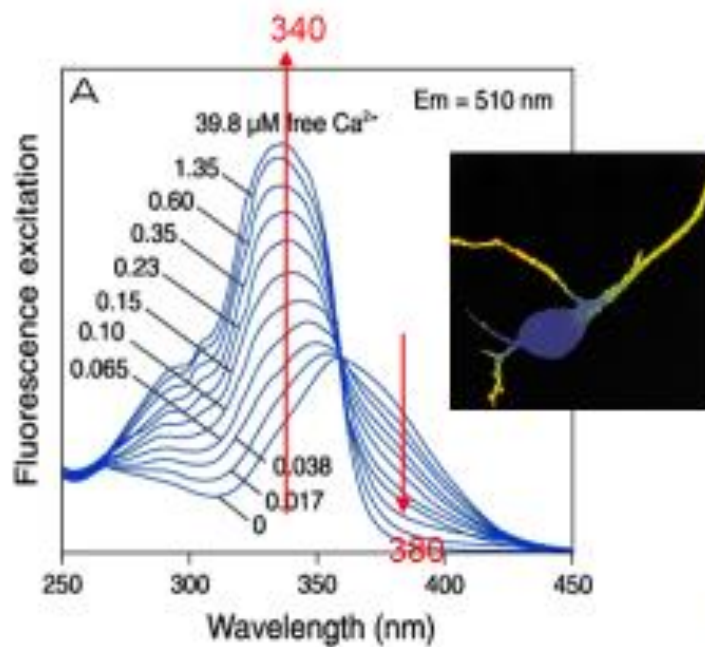
Alessandra.fiorio@unito.it

UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI TORINO  
ALMA UNIVERSITAS  
TAURINENSIS

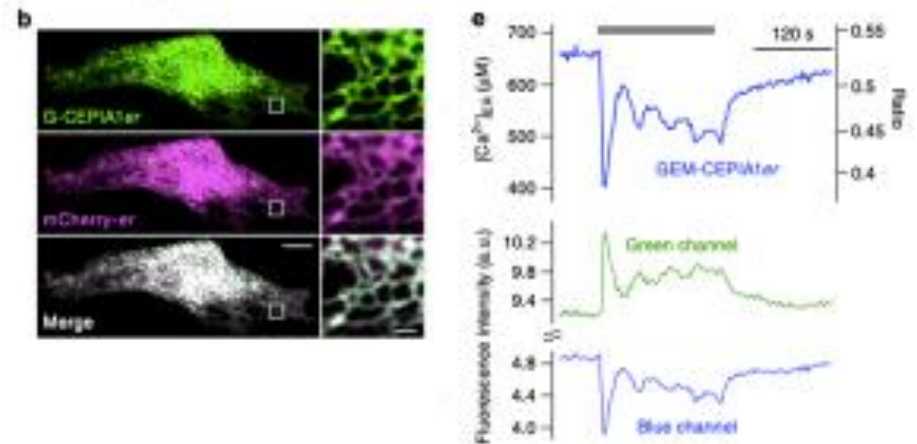


# Tecniche utilizzate: imaging del Ca<sup>2+</sup> utilizzando sonde fluorescenti specifiche per diversi compartimenti intracellulari

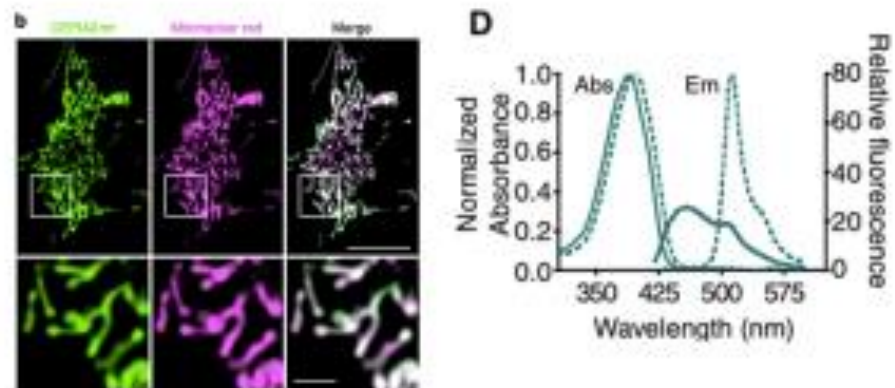
## Cytosolic Ca<sup>2+</sup>: FURA-2



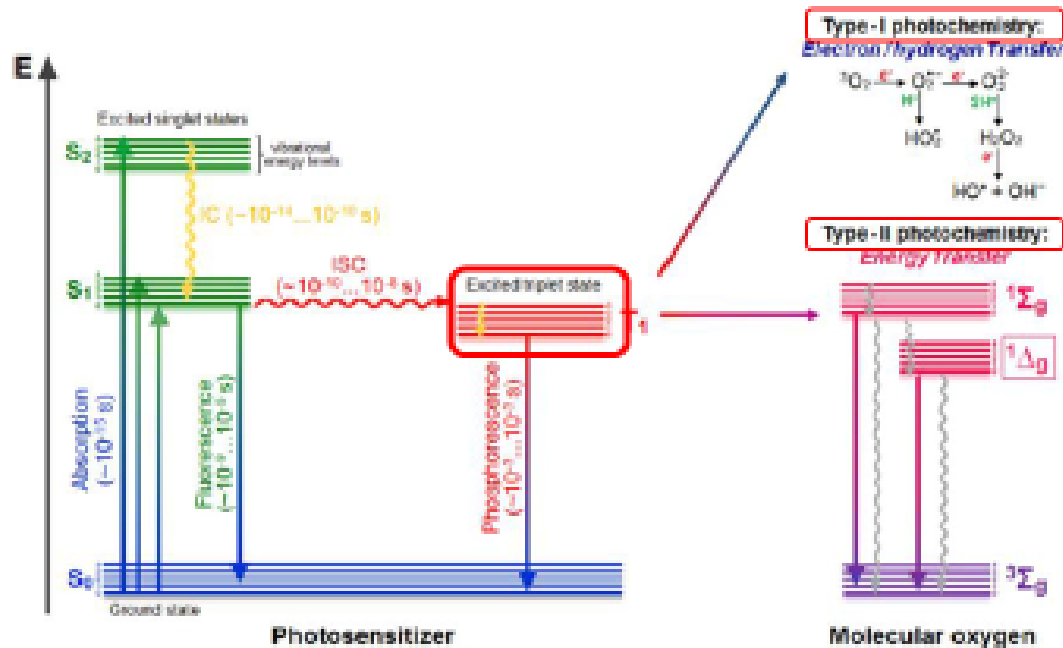
## Endoplasmic Reticulum Ca<sup>2+</sup> dynamics



## Mitochondria Ca<sup>2+</sup> dynamics



# Photophysical and photochemistry of PDT



**Type I** photochemistry generates:

1. superoxide radical anion ( $O_2^{\cdot-}$ )
2. hydroxyl radical ( $OH\cdot$ )
3. peroxide hydrogen ( $H_2O_2$ )

**Type II** photochemistry generates mainly singlet oxygen ( $^1O_2$ )

**Type-II process predominates in ROS production and cell damage**



# BIOFISICA/FISIOLOGIA

Dipartimento di Scienze della Vita e Biologia dei Sistemi  
(R. Levi [renzo.levi@unito.it](mailto:renzo.levi@unito.it) )

- modellizzazione di proteine e loro alterazioni e interazioni
- modellizzazione e stampa 3D di qualsiasi modello scientificamente interessante, da molecole a organismi a fossili.

**Per informazioni generali relative al  
curriculum in Fisica Biomedica  
e a tutto quanto descritto fin qui:**

[roberto.cirio@unito.it](mailto:roberto.cirio@unito.it)

[roberto.sacchi@unito.it](mailto:roberto.sacchi@unito.it)

[vincenzo.monaco@unito.it](mailto:vincenzo.monaco@unito.it)

[anna.vignati@unito.it](mailto:anna.vignati@unito.it)



**UNIVERSITÀ**

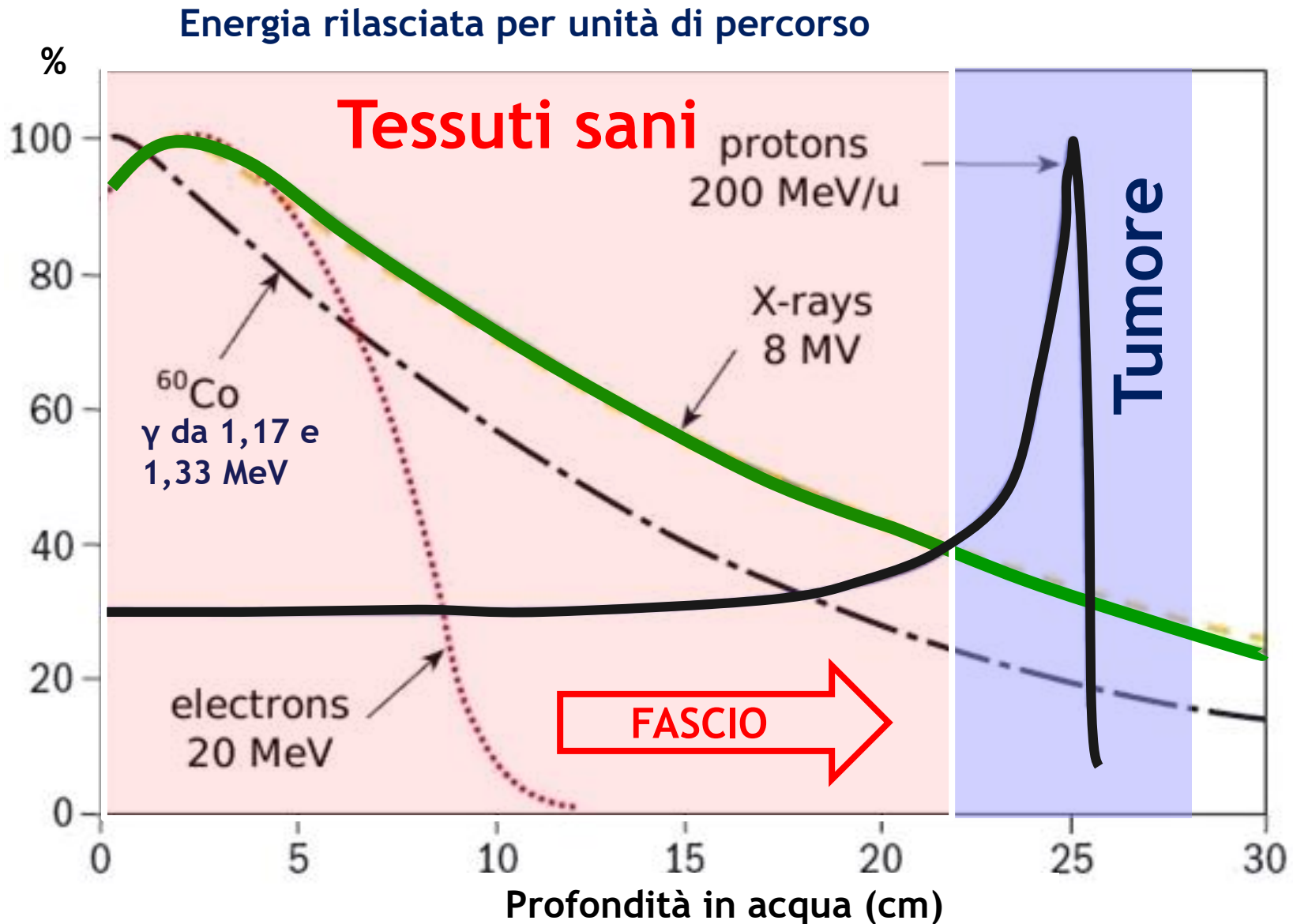
**Dipartimento di Fisica**

# Adroterapia

«radioterapia a fasci esterni che utilizza fasci di protoni, neutroni o ioni positivi per il trattamento dei tumori»  
(Wikipedia)

(rivelatori/simulazioni/analisi dati)

# Adroterapia: si parte sempre da qui ....



# C'è anche un migliore effetto biologico !



Non siamo al CERN .... ma quasi !



# Questo è il nostro bersaglio

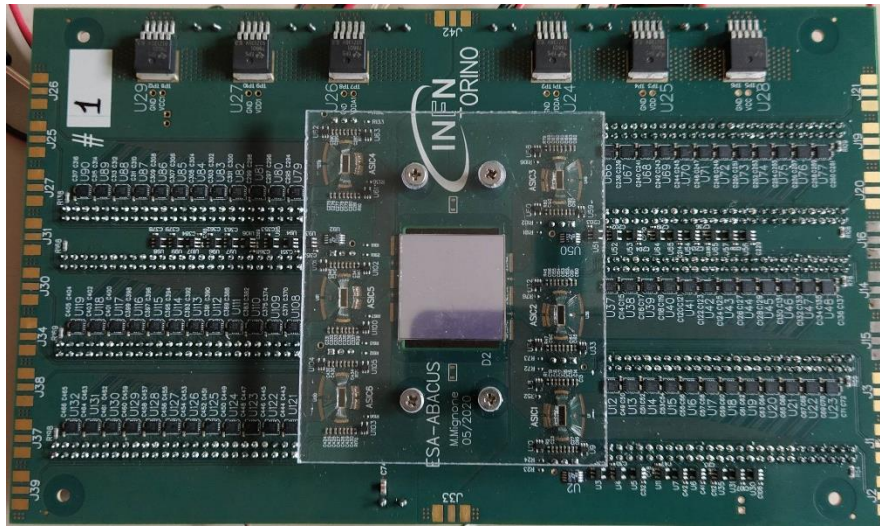


# Progetti MoveIT/SIG

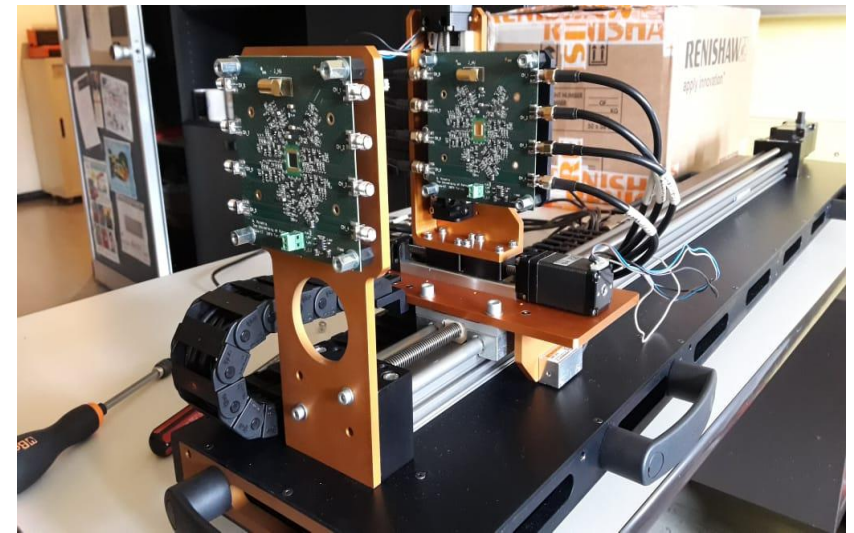
Sviluppo di rivelatori per il monitoraggio di fascio



## Contatore di protoni



## Misura di energia del fascio



## Attività

- Caratterizzazione in laboratorio di sensori al silicio
- Sviluppo e test di microelettronica di lettura
- Sviluppo di sistemi di acquisizione su FPGA
- Simulazioni
- Analisi dati acquisiti su fascio (CNAO, TIFPA, LNS, ...)

## **Contatti**

[roberto.sacchi@unito.it](mailto:roberto.sacchi@unito.it)

[vincenzo.monaco@unito.it](mailto:vincenzo.monaco@unito.it)

[anna.vignati@unito.it](mailto:anna.vignati@unito.it)

[simona.giordanengo@to.infn.it](mailto:simona.giordanengo@to.infn.it)

# Progetto INSIDE



*Monitoraggio in-vivo dei trattamenti di adroterapia.*

Collaborazione nazionale: INFN Torino, INFN Milano, Università La Sapienza di Roma, Università di Pisa, CNAO

**Il sistema INSIDE è installato al CNAO di Pavia.** E' costituito da uno scanner planare PET e da un tracciatore per particelle cariche.

**Obiettivo: verificare la qualità dei trattamenti in-vivo durante l'irraggiamento** e fornire all'equipe medica un'informazione affidabile su possibili cambiamenti morfologici del paziente durante la terapia.

**Il sistema INSIDE è oggetto di un trial clinico al CNAO** (07/2019 - 12/2021). La seconda parte del trial sarà nel 2022.

## ***Proposte di tesi triennali e magistrali:***

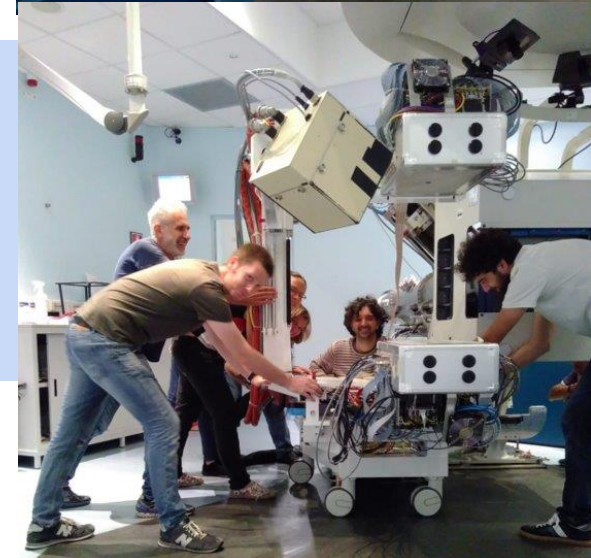
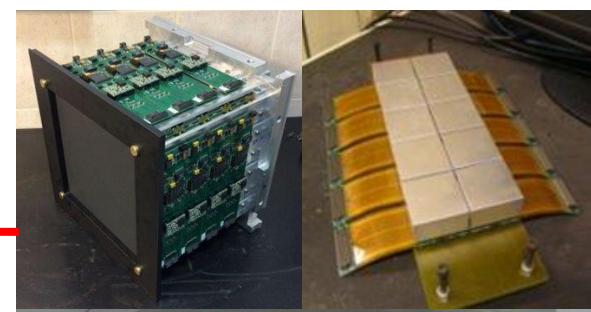
- Analisi dati del trial clinico
- Sviluppo di algoritmi di elaborazione dati e immagini
- Confronto con simulazioni Monte Carlo

## **Contatti**

[elisa.fiorina@to.infn.it](mailto:elisa.fiorina@to.infn.it)

[piergiorgio.cerello@to.infn.it](mailto:piergiorgio.cerello@to.infn.it)

The 'INSIDE' logo is located at the bottom center. The word 'INSIDE' is written in a large, light blue, sans-serif font. The letter 'S' is stylized with a red arrow pointing to the right, and a red ECG line is drawn under the letters 'I', 'S', and 'D'.





# Progetto MERLINO



Misura curva di Bragg in-vivo

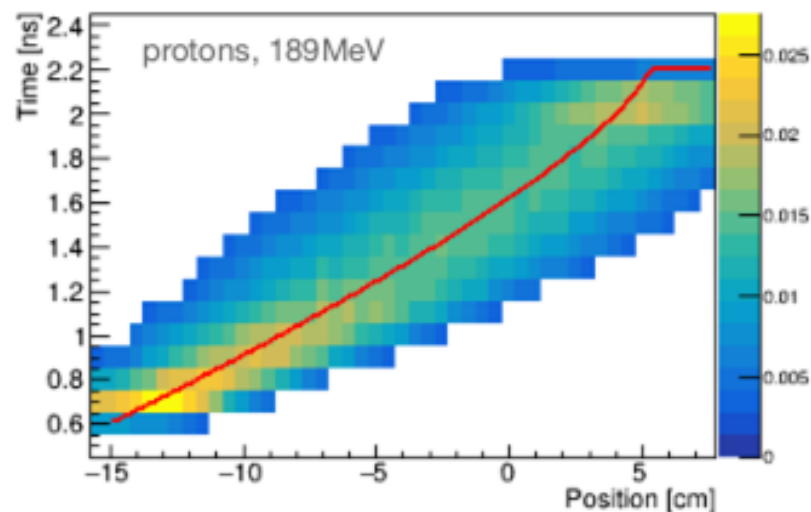
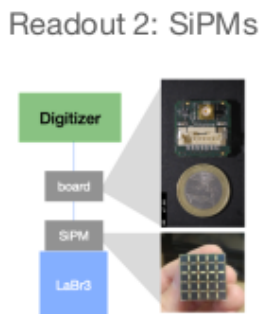
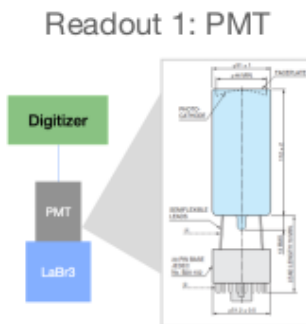
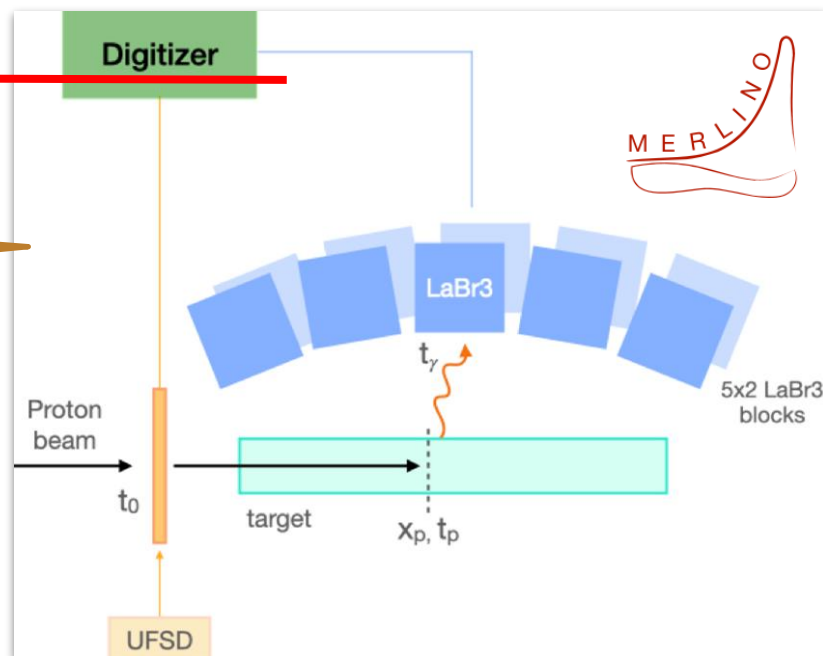
Grant Giovani INFN - Veronica Ferrero,  
collaborazione con Università di Lubecca (Germania)

Erasmus

**Obiettivo:** R&D di un detector per la rivelazione dei prompt gamma in adroterapia. Sviluppo e ottimizzazione di algoritmi di ricostruzione.

## Proposte di tesi triennali e magistrali:

- Caratterizzazione risposta detector
- Simulazioni Monte Carlo/analisi dati
- Studio di algoritmi di ricostruzione (Lubecca)



## Contatti

[veronica.ferrero@to.infn.it](mailto:veronica.ferrero@to.infn.it)

[piergiorgio.cerello@to.infn.it](mailto:piergiorgio.cerello@to.infn.it)

# Progetto SIG



*Sviluppo di un sistema di monitoraggio per gantry per ioni.*

Call gruppo V INFN: Milano, Torino, Genova, supporto di CNAO

**Il progetto SIG si propone di sviluppare la tecnologia per la costruzione di un gantry superconduttivo per ioni per adroterapia.** Si svilupperanno nuove soluzioni per magneti, Sistema di rilascio della dose e sistema di monitoraggio in vivo dei trattamenti

**Obiettivo: sviluppare un detector per il monitoraggio durante trattamenti con ioni da elio ad ossigeno sfruttando i fotoni da annichilazione o da diseccitazione nucleare.**

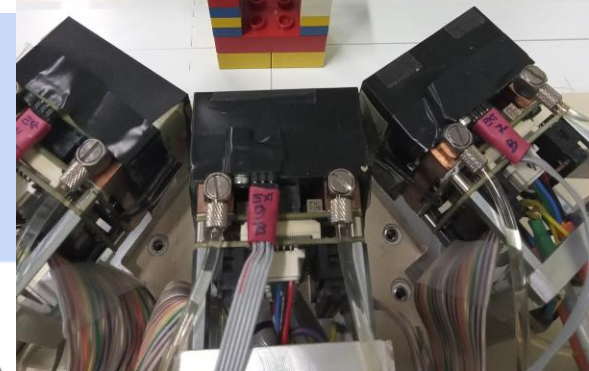
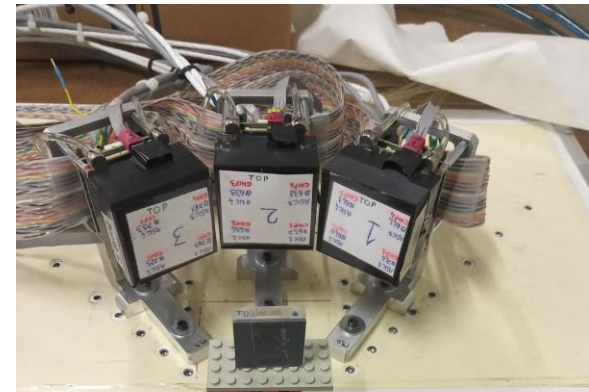
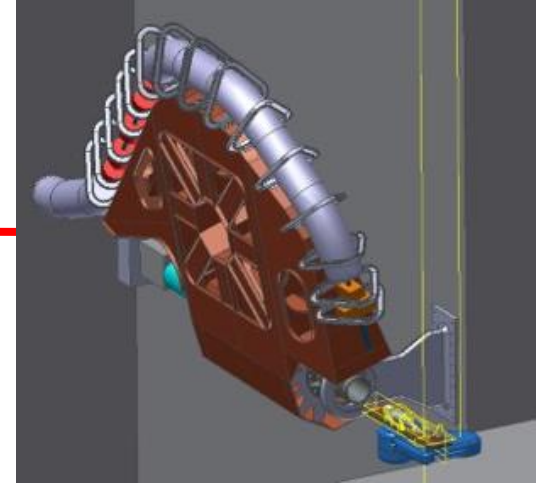
## ***Proposte di tesi triennali e magistrali:***

- Caratterizzazione in laboratorio dei detector
- Sviluppo di algoritmi per l'analisi dati

## **Contatti**

[elisa.fiorina@to.infn.it](mailto:elisa.fiorina@to.infn.it)

[piergiorgio.cerello@to.infn.it](mailto:piergiorgio.cerello@to.infn.it)



# Progetto FOOT

*Frammentazione in interazioni nucleari*



Collaborazione internazionale (Italia, Francia, Germania, Giappone)

**Obiettivo:** misurare le sezioni d'urto differenziali di produzione di frammenti secondari.

**Ambiti di interesse:** adroterapia e spazio

**INFN Torino:** Costruzione e calibrazione di un calorimetro a BGO

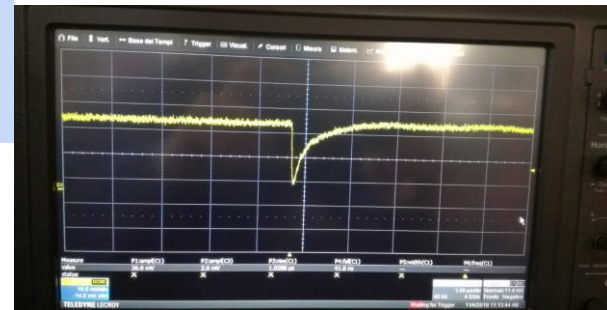
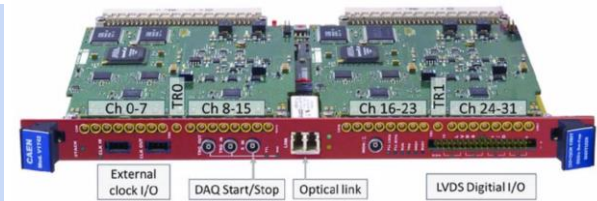
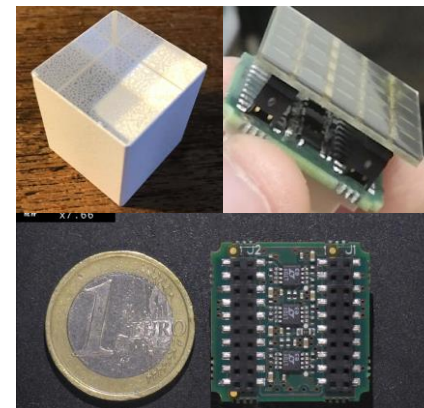
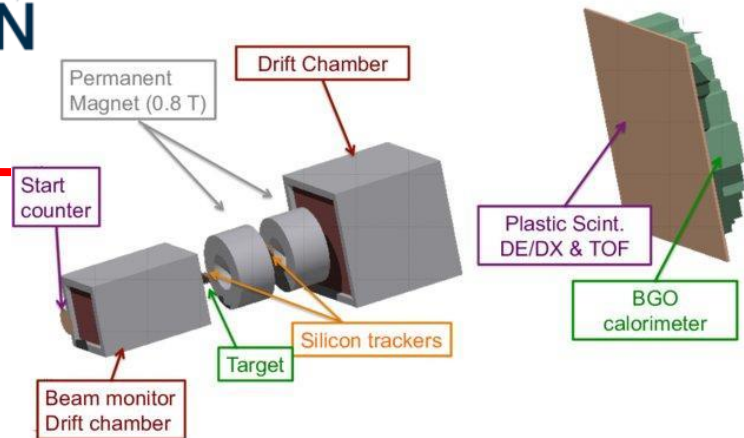
Misure presso HIT (Heidelberg), GSI (Darmstadt) e CNAO (Pavia)

## **Proposte di tesi triennali e magistrali:**

- Costruzione e commissioning del calorimetro per la misura dell'energia dei frammenti
- Analisi dei dati di frammentazione per interazioni  $^4\text{He-C}$  e  $^4\text{He-p}$

**Contatti**

[piergiorgio.cerello@to.infn.it](mailto:piergiorgio.cerello@to.infn.it)



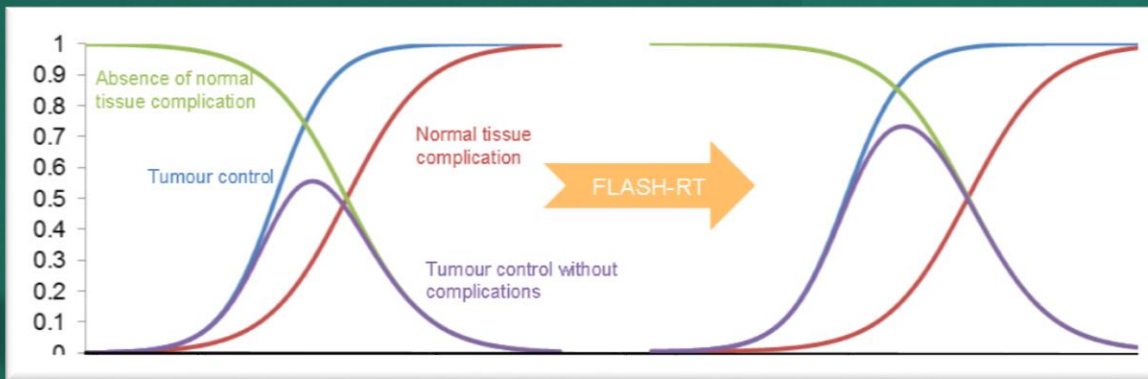
# Progetto FRIDA: rivelatori per monitoraggio di fasci di elettroni (e protoni) *FLASH*.

1. upgrade del LINAC del Dipartimento/INFN Torino (e calibrazione dosimetrica);
2. sviluppo di beam monitor.

# FLASH therapy

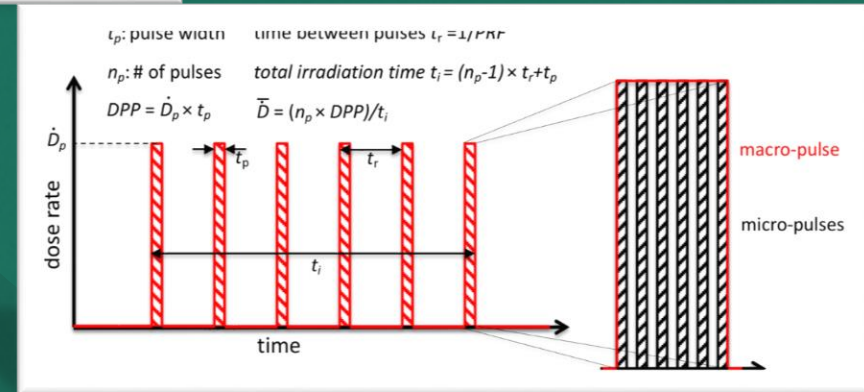
Irradiation with ultra-high dose rate  $> 40 \text{ Gy/s}$  for a total irradiation time  $< 100 \text{ ms}$

Much higher rates (up to  $10^9 \text{ Gy/s}$ ) during each pulse



dose delivery time structure

Potential for widening the therapeutic window



# 1. Upgrade del LINAC

Radiotherapy and Oncology 139 (2019) 40–45

Contents lists available at ScienceDirect

**Radiotherapy and Oncology**

journal homepage: [www.thegreenjournal.com](http://www.thegreenjournal.com)

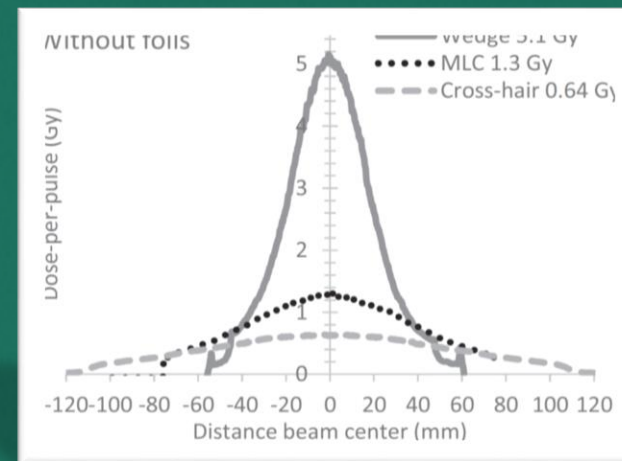
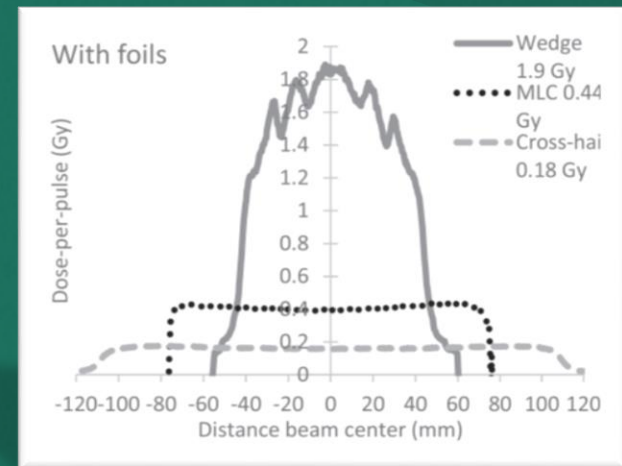
Original Article

**Modifying a clinical linear accelerator for delivery of ultra-high dose rate irradiation**

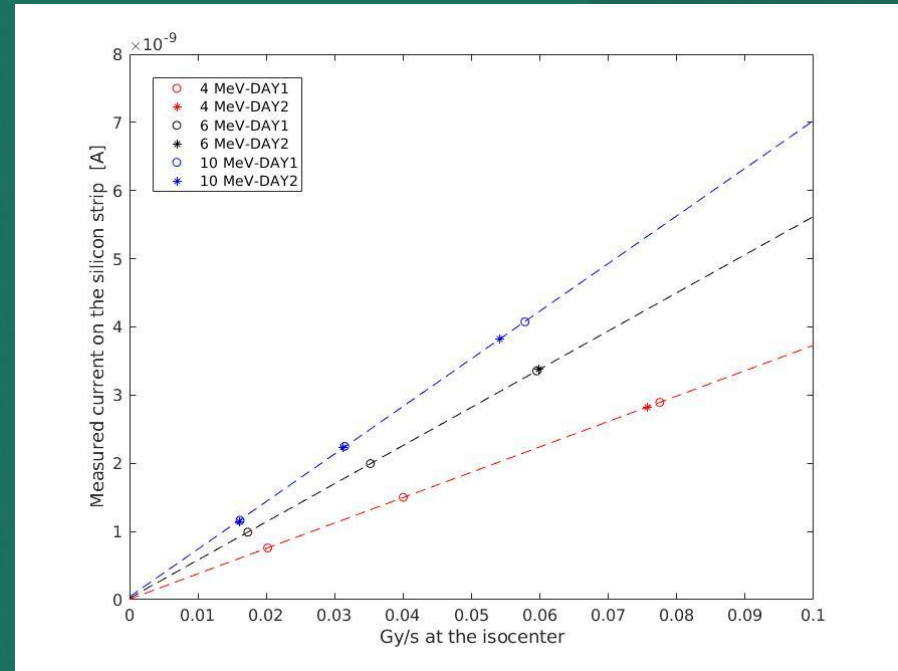
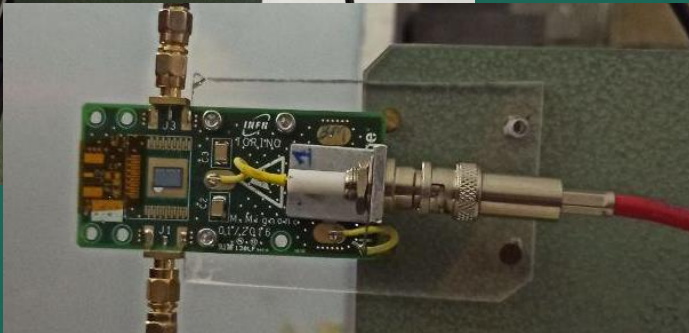
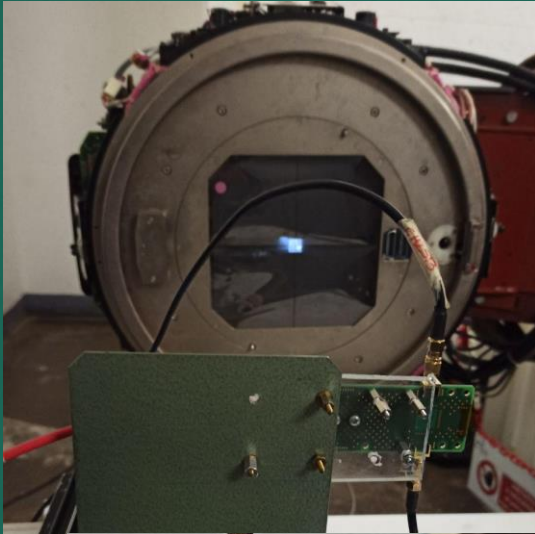
Michael Lempart<sup>a</sup>, Börje Blad<sup>a</sup>, Gabriel Adrian<sup>b</sup>, Sven Bäck<sup>a,c</sup>, Tommy Knöös<sup>a,c</sup>, Crister Ceberg<sup>c</sup>, Kristoffer Petersson<sup>a,\*</sup>

<sup>a</sup>Radiation Physics, Department of Hematology, Oncology and Radiation Physics, Skåne University Hospital; <sup>b</sup>Division of Oncology and Pathology, Clinical Sciences, Lund.

- Modifica del Linac per incrementare dose rate
- Controllo del delivery on pulse basis
- Misure di stabilità, pulse constancy
- Misure di beam flatness
- 3 posizioni: isocentro, top of MLC e posizione del wedge
- Caratterizzazione dosimetrica (dose e dose rate) alle 3 diverse posizioni.



# 1. Sviluppo di beam monitor



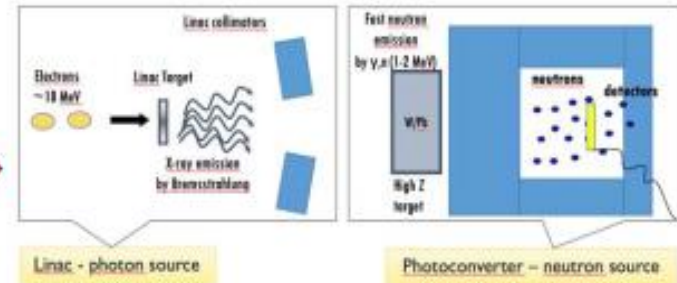
- Silicon sensor (+ diamonds)
- Readout electronics

[anna.vignati@unito.it](mailto:anna.vignati@unito.it)



Progetti per Tesi LT e LM (e stage):

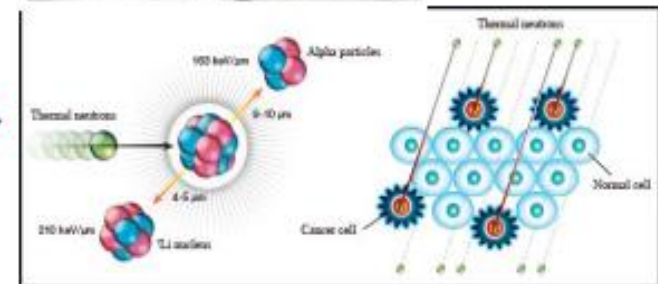
1. **e\_LiBANS:** Accelerator Based Neutron Source



2. **ANET:** Advanced Neutron imaging techniques



1. **Enter-BNCT:** Boron Neutron Capture Therapy



CONTATTI: [marco.costa@unito.it](mailto:marco.costa@unito.it) , [valeria.monti@to.infn.it](mailto:valeria.monti@to.infn.it) , [ettore.mafucci@gmail.com](mailto:ettore.mafucci@gmail.com) , [oriol.sans.planell@gmail.com](mailto:oriol.sans.planell@gmail.com)



# Progetto 4D-GraphX

*Sviluppo di un setup per 4D CT a contrasto di fase.*

**Obiettivo: Realizzare un dimostratore di una X-ray PC-CT in laboratorio basata sull'interferometria a reticoli, ottimizzata per oggetti in movimento (fantoccio dinamico del torace)**

- Implementazione e costruzione del setup sperimentale;
- Validazione delle prestazioni del sistema;
- Ottimizzazione dell'algoritmo di ricostruzione;
- Misure su fantocci statici e dinamici

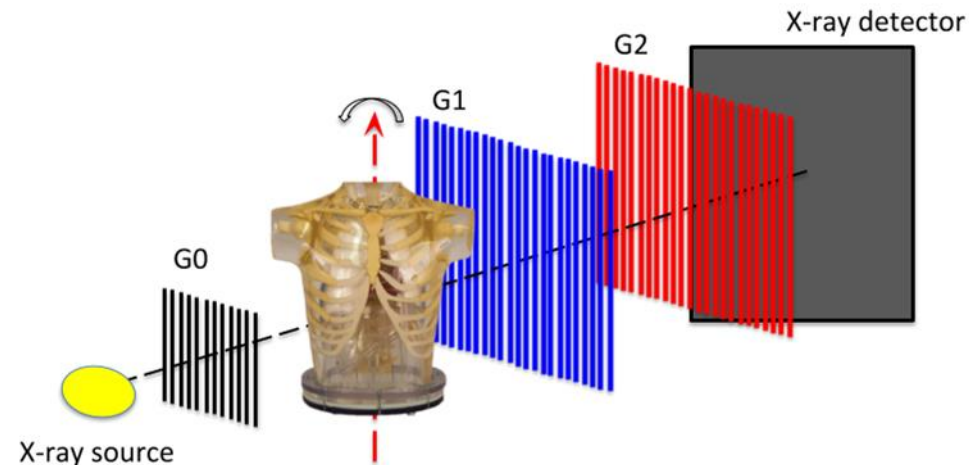
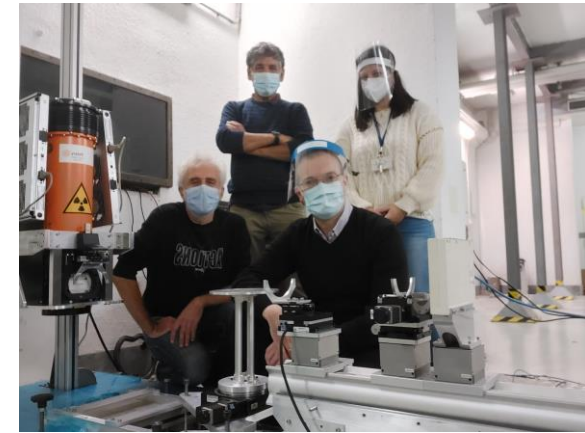
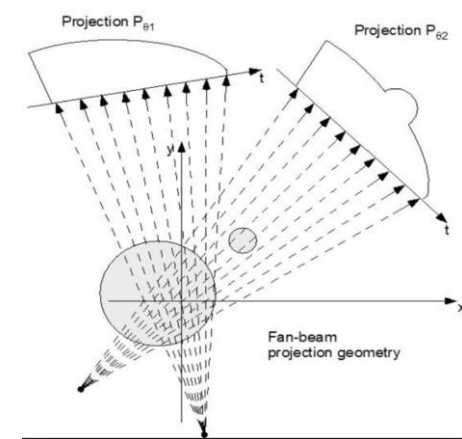
## ***Proposte di tesi triennali e magistrali:***

- Messa a punto del sistema sperimentale
- Sviluppo di algoritmi di ricostruzione
- Analisi delle immagini

## **Contatti**

[piergiorgio.cerello@to.infn.it](mailto:piergiorgio.cerello@to.infn.it),

[elisa.fiorina@to.infn.it](mailto:elisa.fiorina@to.infn.it)



# Diamante

# Bio-sensori cellulari in diamante artificiale



**Solid State Physics group**

Home | Contact

PEOPLE RESEARCH PUBLICATIONS TEACHING GRADUATES THESES SEMINARS NEWS

### Introduction

Under the guidance of Prof. Claudio Mantecotti, the Solid State Physics group of the University of Torino, Physics Department, started its activity in the early 1980s in the field of amorphous (a-Si:H) and crystalline (e.g. Si, CdTe) semiconductor materials, mainly for the fabrication of solar cells and ionization radiation detectors.

In the course of these three decades, the group has gradually extended its field of interest to the study of micro/nano-structured materials and devices and to the development of new experimental techniques for the characterization and modification of advanced materials and/or art objects. Now, the group is working on the following main research topics:

- Semiconductor materials and basic devices: functional characterization by means of MeV Ion Beam techniques
- The physics of diamond: characterization, and selective modification at the nano/micro scale; applications in biosensing and quantum optics
- Production and characterisation of high and medium critical temperature superconducting materials
- Nanostructured materials
- Physics applied to cultural heritage

### Upcoming Events

From 30 march 2020

To update the group on progress in our research lines, and to react to the possible depression induced by the forced stop of our scientific activities caused by the health emergency, the solid state physics group organizes a series of brief colloquia (30 min), given by the group members or from researchers of other institutions on topics spanning from material science, to quantum technologies, from biosensing, to cultural heritage. Seminars will be given in English and addressed to a non-specialist audience; thesis, graduate and undergraduate students are welcome. Colloquia are conducted through the Webex platform; the calendar of the seminars with the links to connect to the virtual room are available in the table herebelow.

Date Time	Speaker	Title
21.01.2021 h. 11-45 WEBEX	Prof. Diederik S. Wiersma INRIM	"Le nuove unita' fondamentali e prospettive future per la metrologia."

### Highlights

### Links

University of Torino  
Physics Department  
Natural Sciences School  
NIS Interdepartmental Centre  
Solid State Physics Laboratory  
UniTo Phonebook  
Room Booking

### Open Positions

Two "Marie Curie" PhD positions are available at our research group, in the framework of the LasicosDef project. The application deadline is 07/02/2021. More information is available at this EURAXESS post and in this position description. For more information, please contact Paolo Olivero

Company	Position	Contact
Prima Electro - Torino	Stage	Marco Truccato
Convergent Photonics - Torino	Master Thesis	Paolo Olivero
Ricerche FIAT (CRF) - Torino	Master Thesis	Ettore Vittone
ITT Motion Technologies - Barge (CN)	Master Thesis	Ettore Vittone

### Latest publications

Gozzelino L.; Gerbaldo R.; Ghigo G.; Torsello D.; Bonino V.; Truccato M.; Grigorovacuta M.A.; Barduzzi M.; Aldica G.V.; Sandu V.; Pasuk I.; Badica P. "High magnetic shielding properties of an MgB2 cup obtained by machining a spark-

Contatto: **Federico Picollo**  
[federico.picollo@unito.it](mailto:federico.picollo@unito.it)  
011 670 7879  
<https://unito.webex.com/meet/federico.picollo>

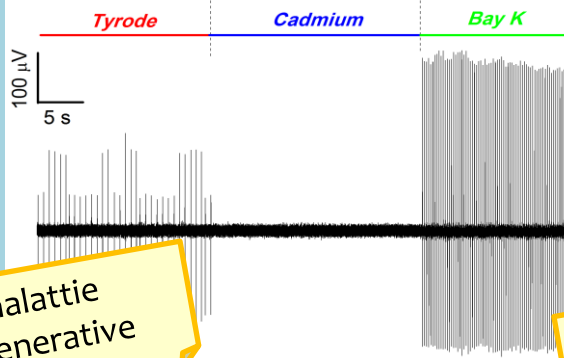
<https://goo.gl/1x6sJ6>  
<https://goo.gl/xDVHqn>



In collaborazione con il dip. di Scienza e Tecnologia del Farmaco e Neuroscienze

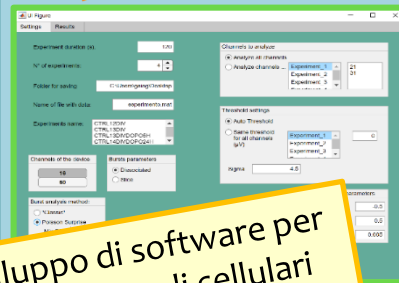
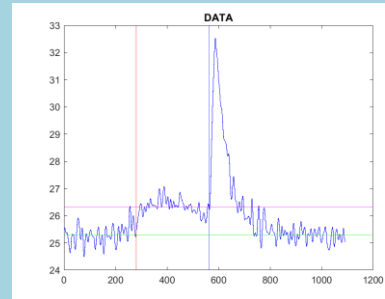
# Biosensori a Multielettrodo in diamante

Rivelazione attività elettrica e secretoria da cellule neuronali e neuroendocrine



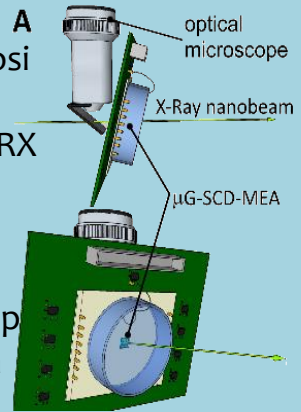
Studio malattie neurodegenerative

Sviluppo di codici per studiare segnali cellulari da reti neurali

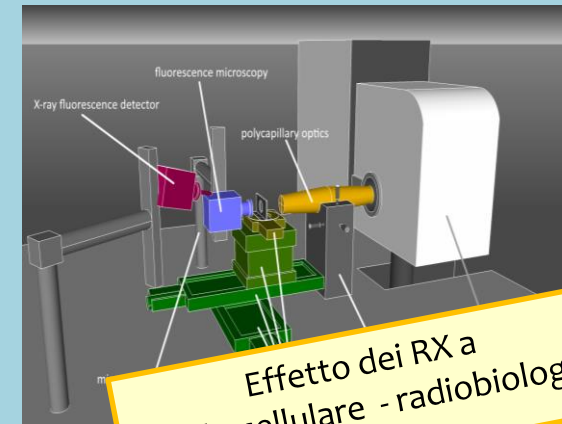


Sviluppo di software per analisi segnali cellulari

Rivelazione esocitosi durante irraggiamento con RX

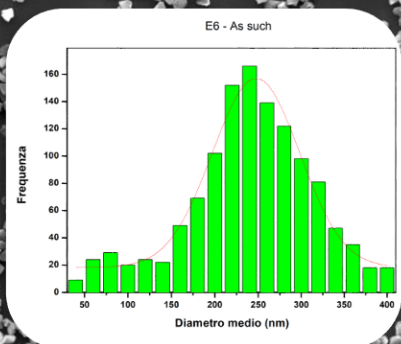


Allestimento set-up per radiobiologia

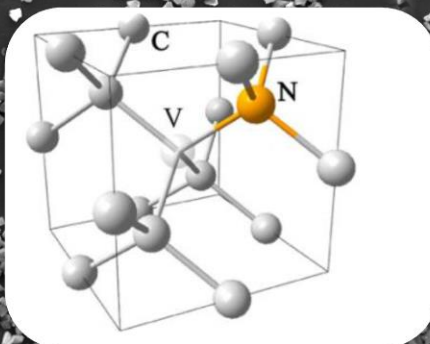


Effetto dei RX a livello cellulare - radiobiologia

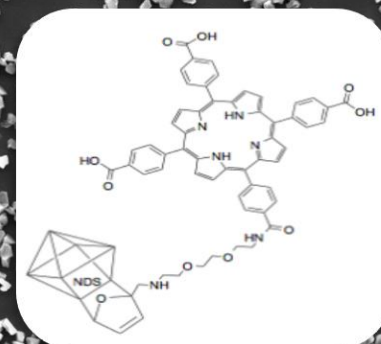
# Applicazione dei NanoDiamanti



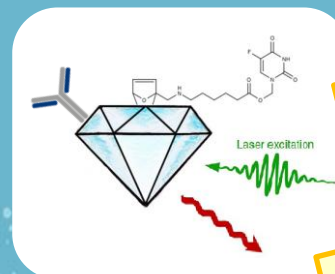
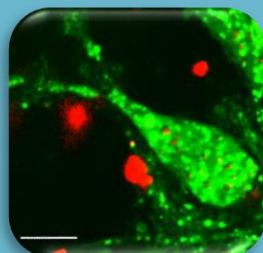
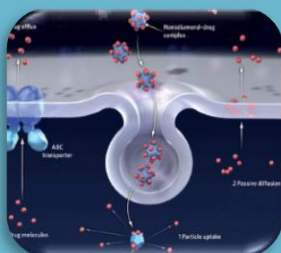
Dimensioni nanometriche



Fluorescenza



Funzionalizzazione superficiale



Veicolazione selettiva farmaci

Radiosensibilizzanti

# Il Fisico Medico

[http://www.df.unito.it/do/gruppi.pl/Show?\\_id=bc90](http://www.df.unito.it/do/gruppi.pl/Show?_id=bc90)

# Il Fisico Medico

**Lo Specializzando:** [https://www.youtube.com/watch?v=fd3U\\_FNMrKc](https://www.youtube.com/watch?v=fd3U_FNMrKc)

**Radiazioni non ionizzanti e Ricerca:** <https://www.youtube.com/watch?v=aSXHz9X9pXk>

**Radiologia:** <https://www.youtube.com/watch?v=fAWnctwVQKI>

**Radioterapia:** <https://www.youtube.com/watch?v=9BoH4DtLCzl>

**Medicina Nucleare:** <https://www.youtube.com/watch?v=2bC5250GKT8>

**Radioprotezione:** <https://www.youtube.com/watch?v=JqcFTHBm4ww>

