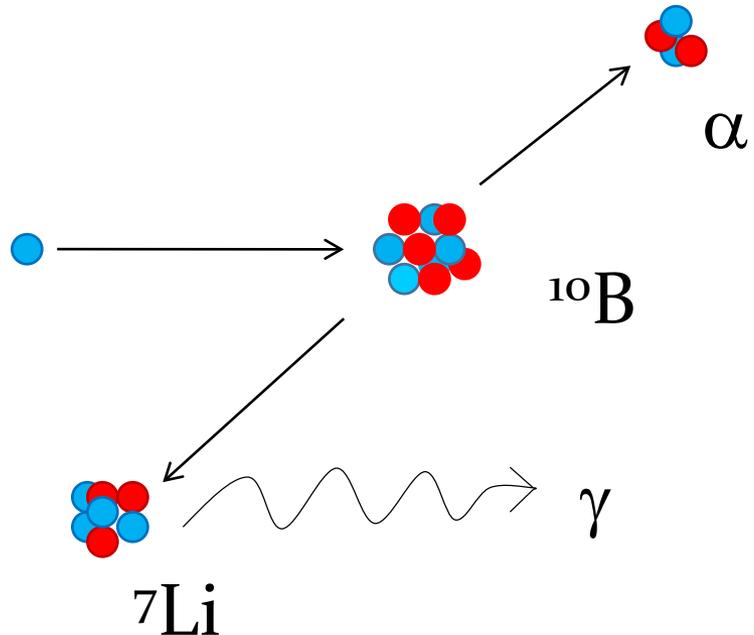
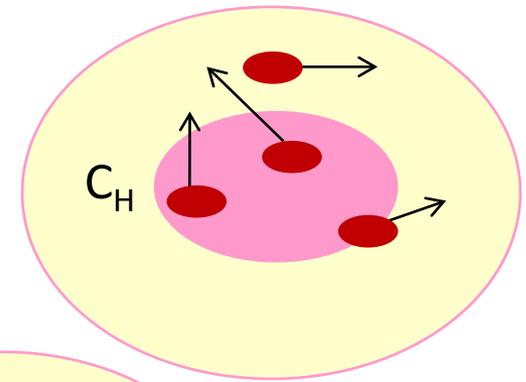


Boron Neutron Capture Therapy

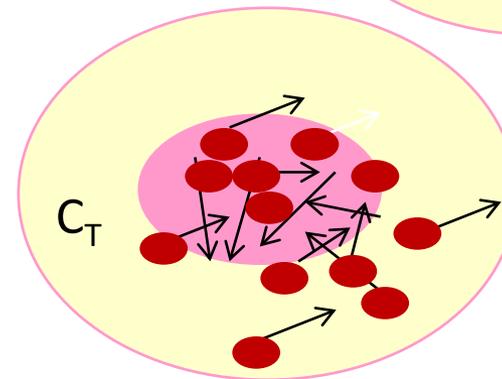
SELETTIVITA'
INDIPENDENTE DAL
FASCIO!



Cellula normale $D_H \propto C_H$

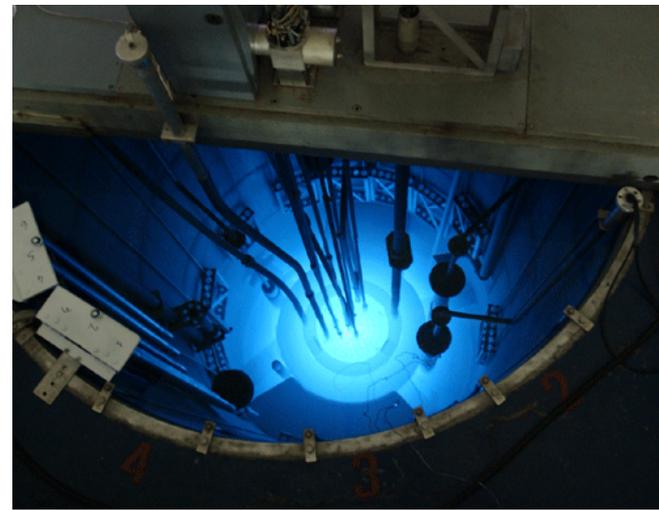


Il range delle particelle ad alto LET è più corto di un diametro cellulare, le cellule normali non vengono danneggiate dalle reazioni.



$D_T \propto C_T$

Cellula Tumorale



Reattore di ricerca
TRIGA Mark II
L.E.N.A. – UniPV
Unico in Italia

Applicazioni a Pavia

STUDIO DI FATTIBILITA' PER LA BNCT DI TUMORI **DIFFUSI** NON OPERABILI, QUASI SEMPRE FATALI O ALTAMENTE INVALIDANTI

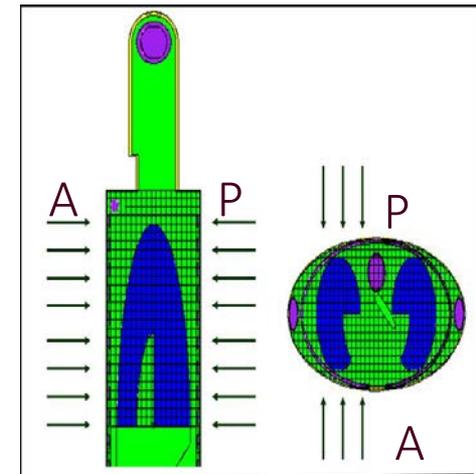
tumori polmonari

mesotelioma

osteosarcoma

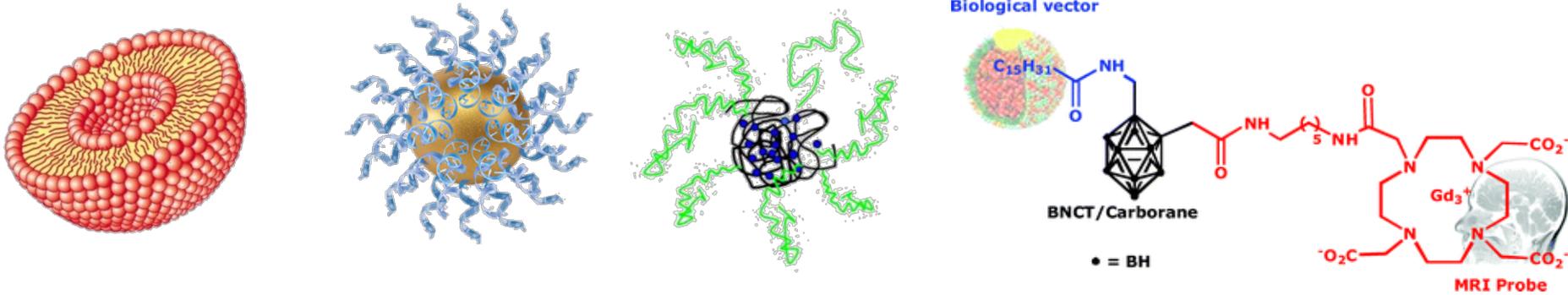


Fasci
esterni



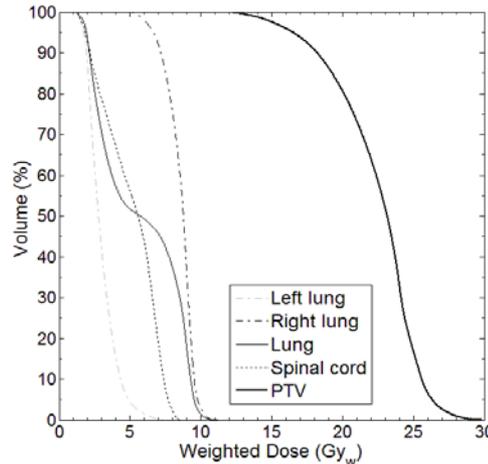
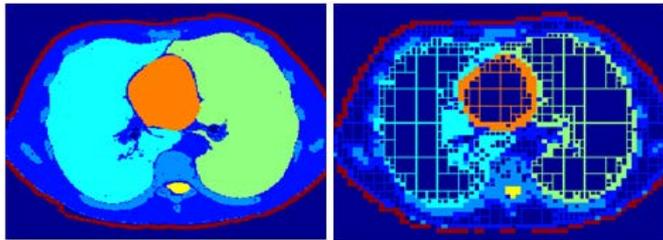
BNCT per malattia di Alzheimer

Test di nuovi composti borati – *in vitro* e *in vivo*



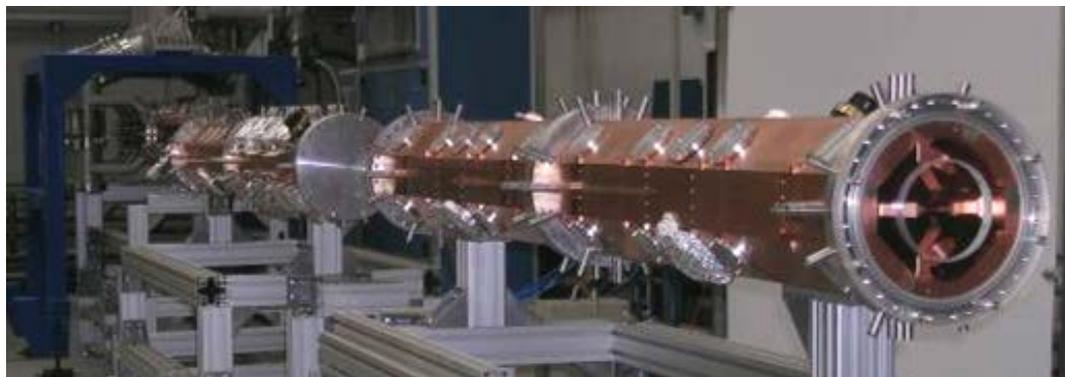
Diverse tecniche nucleari per la misura del boro e imaging della sua distribuzione

Dosimetria e Treatment Planning



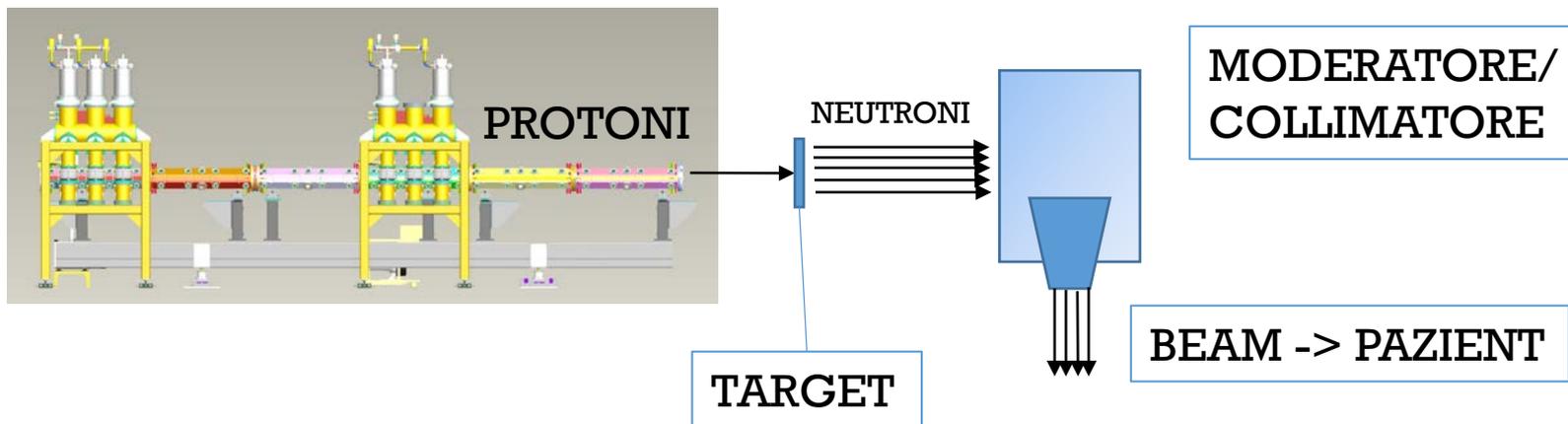
Simulazione di irraggiamento di pazienti con fasci di neutroni esterni, set-up di sistema SPECT per la misura della dose on-line

Realizzazione di facility clinica basata su acceleratore



fondazione CNAO
Centro Nazionale di Adroterapia Oncologica per il trattamento dei tumori

- Studi sul fascio
- Piani di trattamento
- Aspetti di radioprotezione
- Imaging tramite SPECT



Il gruppo

- **Saverio Altieri** (saverio.altieri@pv.infn.it)
- Silva Bortolussi (silva.bortolussi@pv.infn.it)
- Nicoletta Protti (nicoletta.protti@pv.infn.it)
- Ian Postuma (ian.postuma@pv.infn.it)
- Setareh Fatemi (setareh.fatemi@pv.infn.it)

- Laureandi
- Ospiti stranieri (dottorandi, post-doc, ricercatori)

più.... Biologi, Chimici, Medici, e molte collaborazioni italiane e internazionali.

Chi siamo



Composizione del gruppo:

- Francesca Ballarini (*Ricercatrice*)
francesca.ballarini@unipv.it
- Mario Carante (*Assegnista*)
- John Tello (*Dottorando*)
- Alessandro Cicchetti (*Dottorando*)

Collaborazioni principali:

CNAO; coll. **FLUKA**; Università di Campinas, Brasile; **IRSN-Paris**; **PTB-Braunschweig**; **ISS** (Istituto Superiore di Sanità); **ENEA**; Istituto Nazionale Tumori

Cosa facciamo...

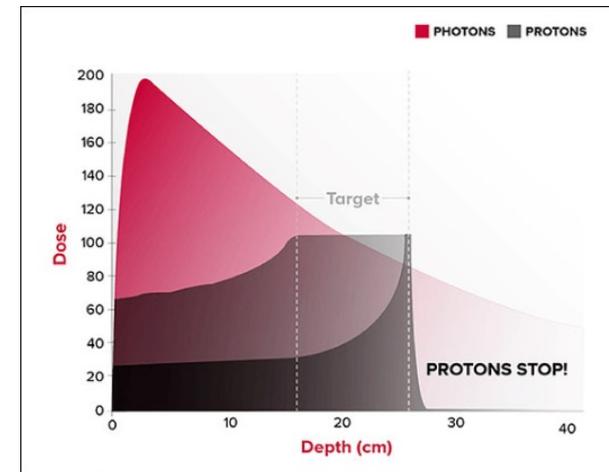
- **Computational Radiobiology**, cioè modelli biofisici e codici di simulazione degli effetti delle **radiazioni ionizzanti** in bersagli biologici (in particolare, **danno cromosomico e morte cellulare**)



.....e perché:

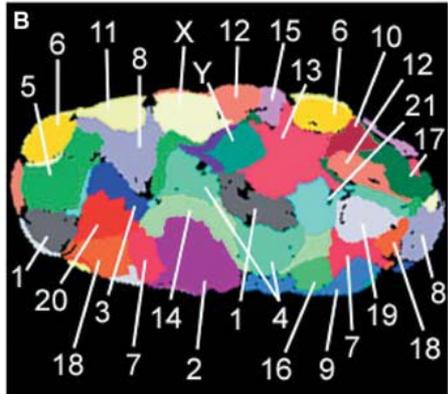
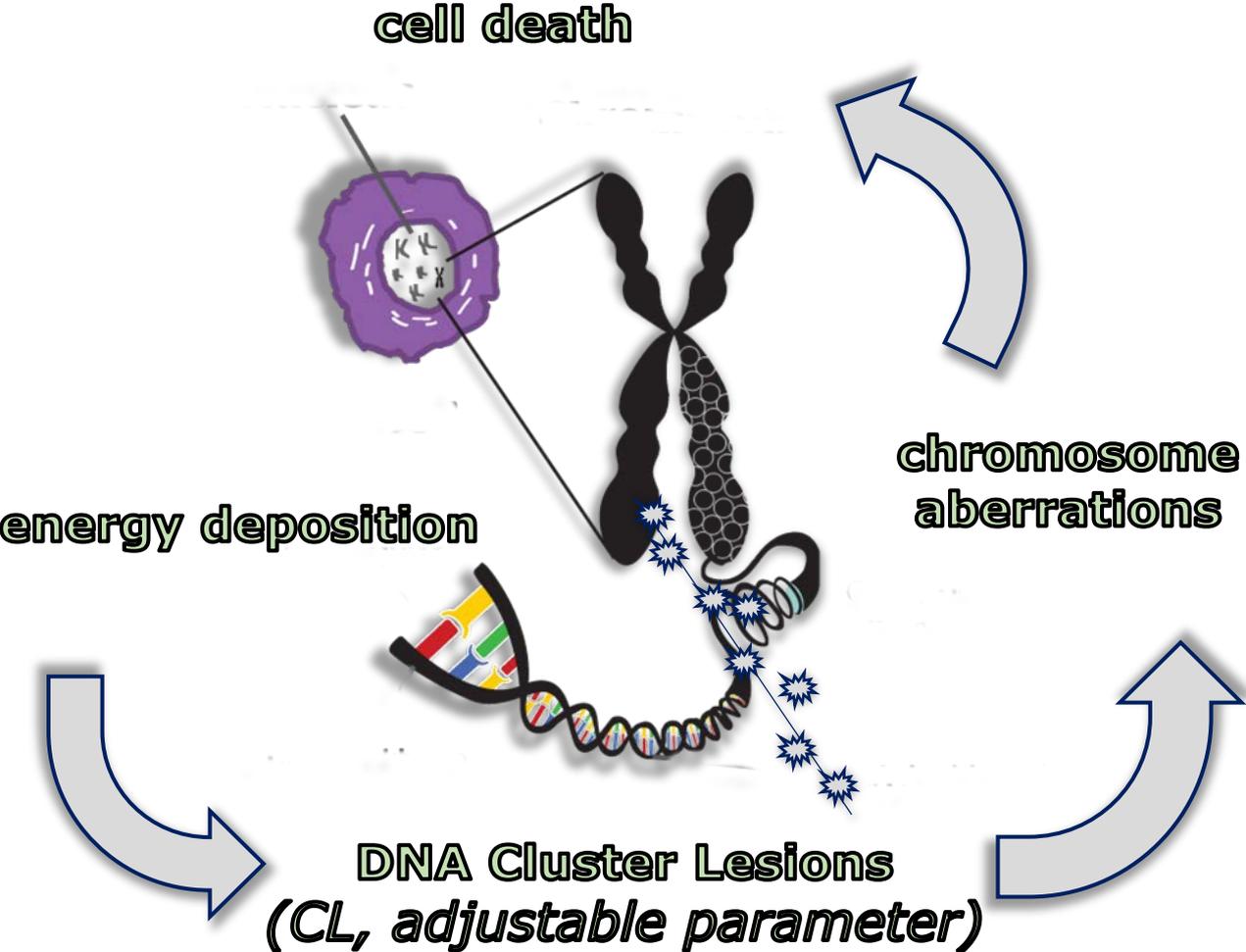


- Per rispondere alle domande ancora aperte sui **meccanismi**
- Per applicazioni in **adroterapia**: ad es. i modelli di morte cellulare si usano per ottimizzare i trattamenti

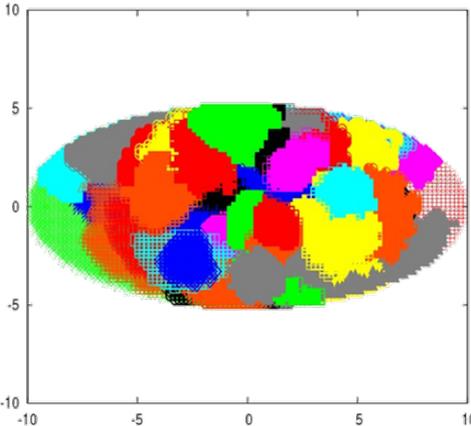


Il modello BIANCA

(Biophysical ANalysis of Cell death and chromosome Aberrations)



reale
nucleo cellulare
simulato

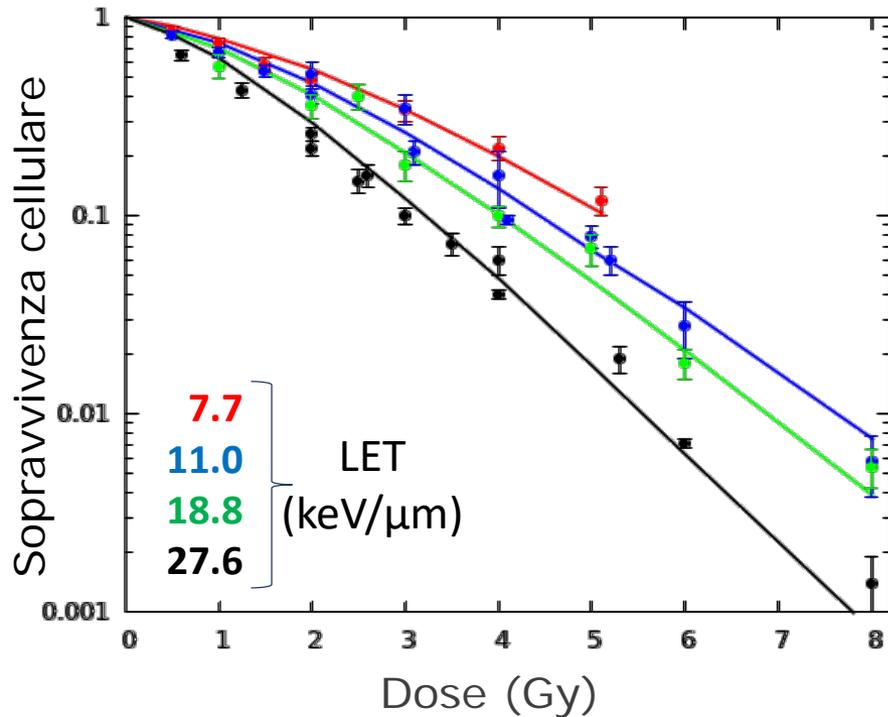


Un risultato recente

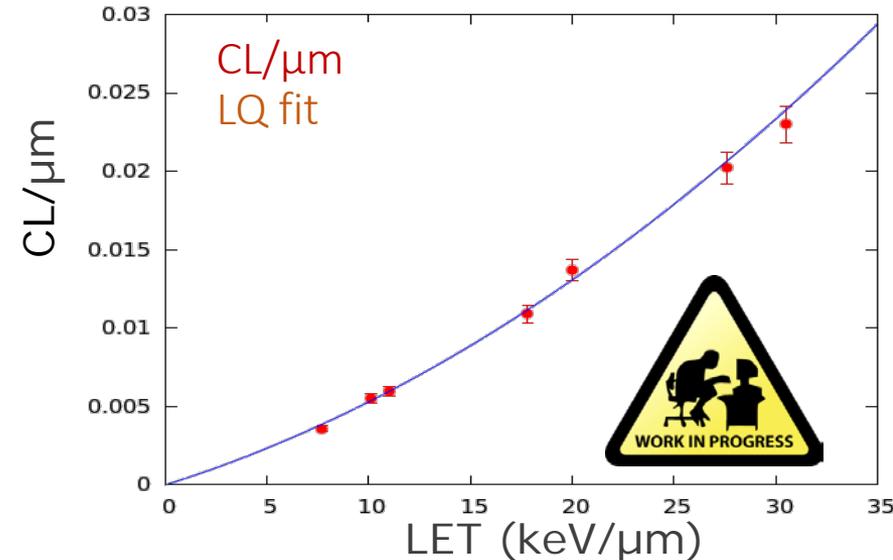
cfr. tra simulazioni (linee) e dati sp. (punti) per protoni di 4 diverse energie (quindi 4 LET) → «aggiustamento» delle CL per quelle 4 energie



database di «Cluster Lesions» del DNA, per predire morte cellulare e danno cromosomico anche a energie per cui non si hanno dati sperimentali



(Carante and Ballarini 2016, *Frontiers Oncology*)



Modellistica per adroterapia

Sviluppo di modelli analitici per calcolo di dose di ioni

- Modello di dose **MONET** (M_Odel of ioN dosE for Therapy)
modello basato sulla **teoria** completa di **Molière**
solo 4 parametri liberi per energia
tempi di calcolo competitivi con MC
accuratezza
- **MONET α** : ^4He extension
- Supporto a sviluppo di algoritmi per **ottimizzazione** del **Treatment Planning**
- Connessione con attività' di simulazione (progetto **MC-INFN/FLUKA**)

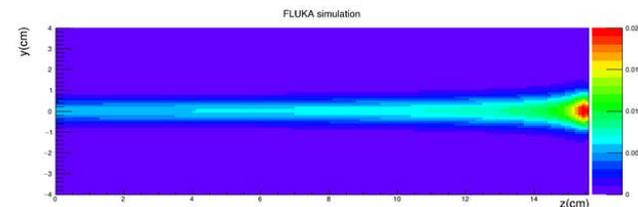
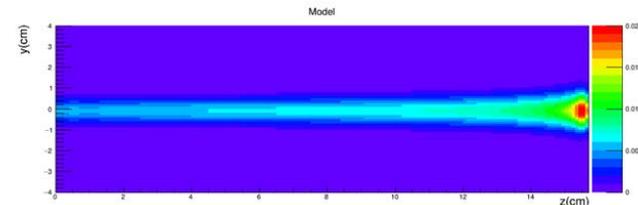
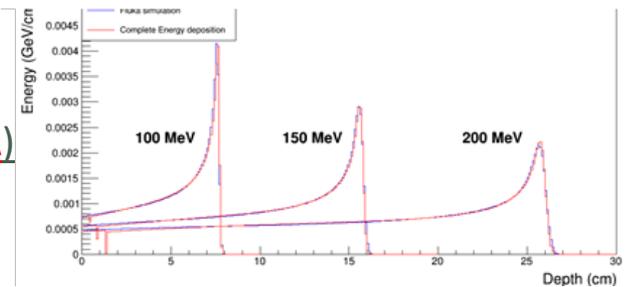
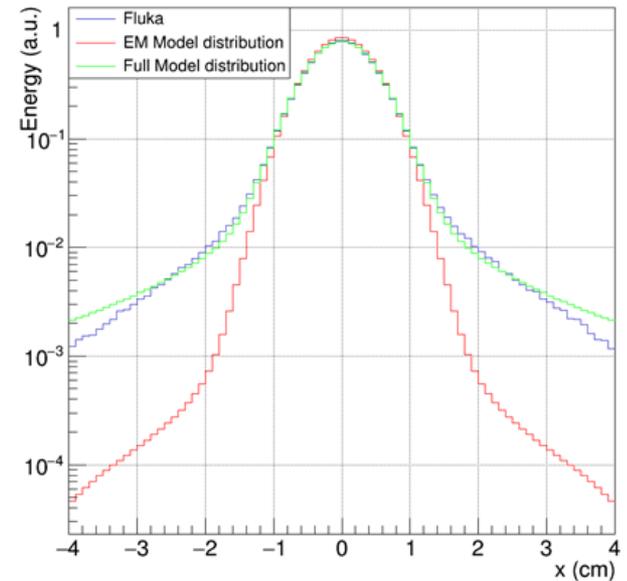
Che cosa imparo con questa tesi?

- Fisica Nucleare in Medicina
- Uso di codici di calcolo: ROOT, Minuit, C++...
- Tecniche di simulazione e di analisi dati.

Contatti:

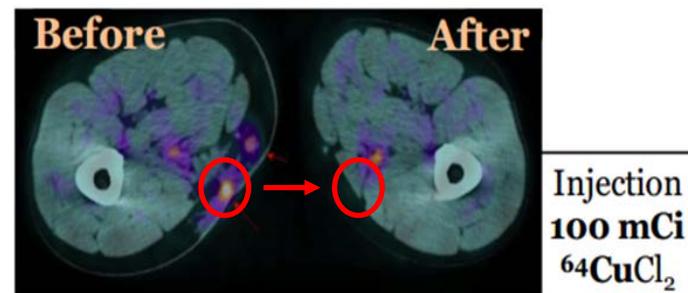
alberto.rotondi@pv.infn.it

andrea.fontana@pv.infn.it



Isotopi radioattivi: dal reattore al ciclotrone

Nuova attivita'



Worldwide production per month:
100 mCi (\approx 1 therapeutic dose)

Che cosa imparo con questa tesi?

- Fisica Nucleare in Medicina
- Possibilita' di partecipare a misure in laboratori internazionali nel periodo 2017/18
- Tecniche di analisi dati.

Contatto:

andrea.fontana@pv.infn.it

Corso di Radioattiva II

- Isotopi per diagnostica e terapia (**teranostica**): non solo ^{18}F e $^{99\text{m}}\text{Tc}$...
- Produzione di radioisotopi innovativi per uso medico: ^{67}Cu , ^{64}Cu , ^{47}Sc ... prodotti presso:

tradizionali reattori: costi elevate e ridotte abbondanze isotopiche

moderni ciclotroni: costi ridotti e nuove reazioni da studiare

- Collaborazione con Laboratori Nazionali di **Legnaro** dell' INFN e con INFN **Padova** nell' ambito del progetto **LARAMED** (Laboratorio Radioisotopi per MEDicina) dell' INFN.
- Possibilita' di partecipare a **misure** a SPES(Legnaro) e Arronax(Fr).
- Interesse per future attivita' a **Pavia**, complementari alle attivita' in corso.
- Connessione con attivita' in Fisica Nucleare (progetti **COME/PASTA**)

Geant4 simulation and measurements of the GEMPix detector as beam monitor at CNAO

A. Rimoldi , A.Tamborini, G.Scaffino, L.Cavallini

(F. Murtas, M. Silari, J. Leidner, M. Ciocca, A. Mirandola, M. Donetti, S. Gioia)



Programma di ricerca 2017

Attuazione e proseguimento di un programma di ricerca articolato per la caratterizzazione di un rivelatore a tripla GEM (GEMPix), comprendente diverse fasi:

- Allestimento di un setup elettronico in sede per consentire una presa dati sistematica del rivelatore GEMPix su fascio CNAO
- Simulazione completa GEANT4 del setup sperimentale di misura al termine della linea di fascio CNAO
- Caratterizzazione e ottimizzazione del rivelatore GEMPix mediante confronto tra risultati sperimentali, simulazione e dati CNAO

L'attività prevede la collaborazione con il CERN (Marco Silari, Fabrizio Murtas) e con il Centro CNAO (Mario Ciocca, Alfredo Mirandola)

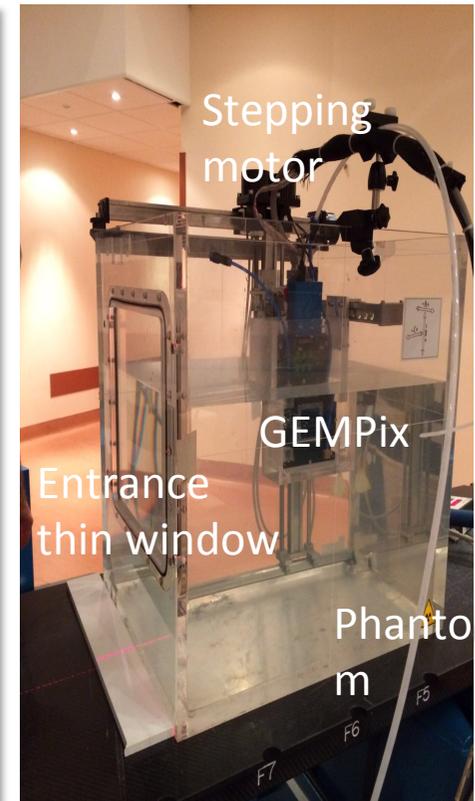
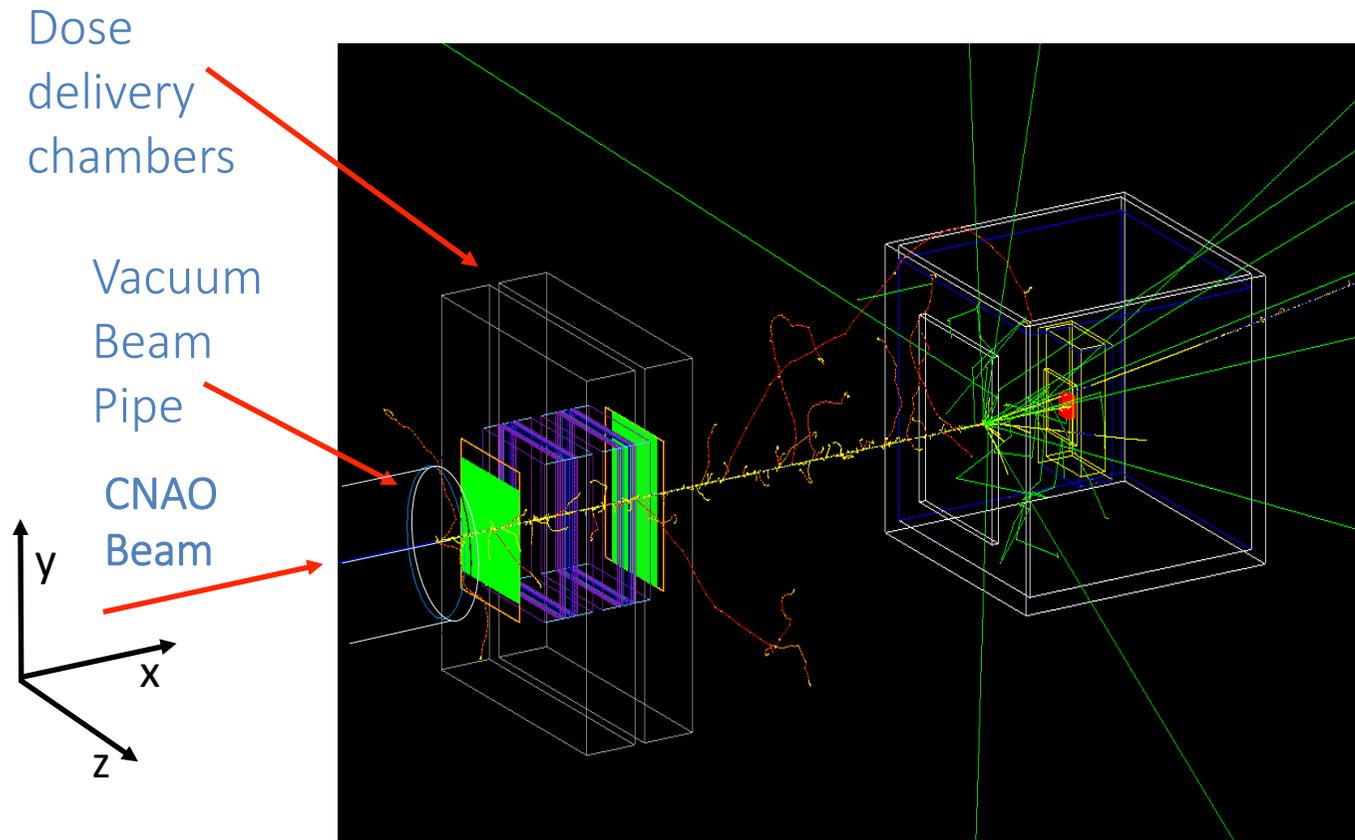
Attività' di simulazione

Nell'ambito del programma pluriennale di simulazione GEANT4:

- Studio delle particelle secondarie prodotte lungo la linea di fascio del CNAO.
- Studio della distribuzione di secondari nelle code di frammentazione del carbonio.
- Ottimizzazione del codice di simulazione della linea di fascio CNAO per una sua eventuale predisposizione come nuovo esempio di Geant4.

Geant4 simulation

The CNAO extraction beamline and the experimental setup are fully simulated



The GEMPix – Bragg Peak

3D reconstruction 3.9 GeV carbon ions Bragg peak in water

