

La Commissione Nazionale 5

La commissione in breve:

- La commissione è suddivisa in 3 sottocommissioni corrispondenti alle 3 aree tematiche principali:
 - Rivelatori & Elettronica;
 - Acceleratori;
 - Fisica Interdisciplinare.
- Ci sono 3 categorie di esperimenti:
 - Sigle Standard: progetti di 2-3 anni a budget medio-basso (l, 50-100k€/y).
 - Incubatori di attività e idee promettenti e interessanti per l'Ente.
 - Supporto ad attività di più ampio respiro di altre commissioni.
 - Possono avere livelli di rischio elevati.
 - Grant Giovani: Esperimenti (max 75k€/y) di 2 anni per giovani (PhD ≤ 4y). Viene finanziata l'attività sperimentale e l'AdR del PI.
 - Supporto per giovani ricercatori che presentino idee originali.
 - Supporto all'autonomia scientifica e alle capacità direzionali.
 - Call: Progetti ad alto budget e ampio network (l, 1M€ max su 3y da bando).
 - Supporto alla formazione di network ampi per progetti di frontiera su argomenti strategici.
 - Finanziamento di Assegni di Ricerca.

News:

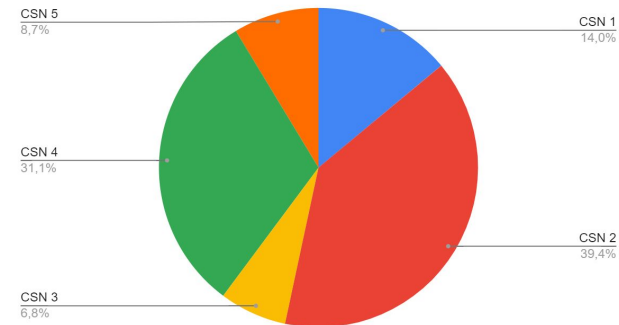
- Situazione missioni migliorata rispetto all'anno scorso, ora riusciamo a gestirle (con tagli) nelle richieste straordinarie
- Riaperto il Bando Grant Giovani con scadenza ¼
- 1 sola richiesta di Call
- DRD: sigle attuali interessate: DRD5 quantep unidet manifold, DRD7 Brainstain. Per le sigle nuove si richiede eventuale afferenza a un DRD. Si sta delineando uno schema di 1 progetto per csn (DRD_CSN1,...) per cofinanziare attività di interesse comune con un RN e referee da ogni CSN.
- Sensazioni in CSN5: "Ad oggi non esiste nessun accordo ufficiale quindi non si sgancia 1 €." cit. Quaranta
- Stiamo rinnovando il nostro presidente, Quaranta per il secondo mandato

- **Analisi dei proposal a Luglio:**
 - I coordinatori della Sezioni corrispondente ai PI presentano con 3 slides le nuove proposte a tutta la Commissione. Con i coordinatori non si discutono gli aspetti scientifici delle proposte.
 - Prima analisi delle proposte in sottocommissione con assegnazione di un ranking numerico.
- **Procedura di ranking: ranking numerico suddiviso in 3 voci:**
 - Impatto scientifico/tecnico. Chiarezza nella spiegazione della novelty e sull'incremento rispetto allo stato dell'arte. Attinenza con le mission dell'Ente. Attinenza con le tematiche della CSN5. (1-10)
 - Chiarezza nella spiegazione delle metodologie. Chiarezza nella spiegazione dei risultati attesi. Metodi di valutazione del progresso dell'esperimento. Analisi e mitigazione dei rischi. (1-10)
 - Sostenibilità dell'esperimento. Consistenza e giustificazione delle richieste finanziarie. Consistenza del personale impegnato nell'esperimento con l'attività prevista. Competenza dei proponenti riguardo l'argomento della proposta. (1-10)
- **Giudizi e selezione finale:**
 - I voti vanno accompagnati da giudizi puntuali e dettagliati dai quali si evincono le ragioni del voto.
 - Ogni sottocommissione stila i giudizi collegialmente preoccupandosi della coerenza fra termini e/o aggettivi con il risultato finale.
 - Per passare la prima fase un proposal deve totalizzare almeno 18/30 e deve aver preso un voto maggiore di 4/10 su tutte le voci.
- **Tra la riunione di luglio e quella di settembre:**
 - Ai proposal approvati a luglio verranno assegnati almeno 2 referee
 - Prima della riunione di settembre i PI devono organizzare un (unico) incontro fra il gruppo e i referee durante il quale la proposta viene discussa nel dettaglio.
- **Alla riunione di Settembre:**
 - I PI presentano la proposta in plenaria.
 - Dopo la discussione i referee propongono dei voti accompagnati da giudizi dettagliati, secondo la struttura del ranking già descritto.
 - Le sottocommissioni si riuniscono e verificano l'omogeneità fra voti e giudizi. I giudizi dei referee sono intoccabili, ma i voti possono essere rinormalizzati in base al confronto con gli altri esperimenti.
 - Eventuali obiezioni al responso dei referee da parte dei coordinatori vanno motivate in modo esaustivo.
 - Alla fine si stila una graduatoria e si può scegliere quanti e quali esperimenti finanziare in relazione ai punteggi e alle disponibilità della Commissione.

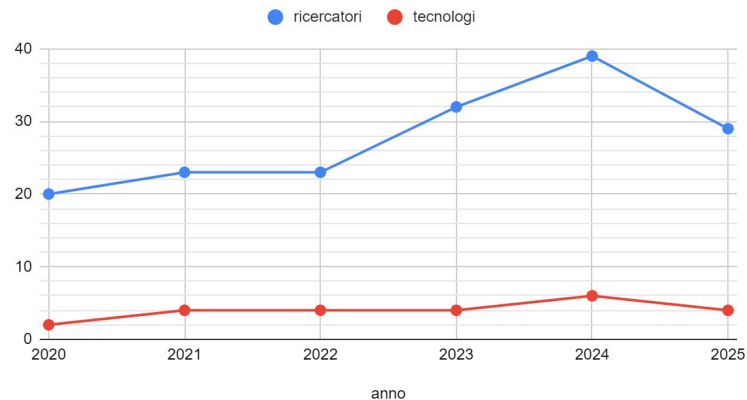
Stato progetti CSN5 di Roma Tor Vergata

- Sigle locali 2025: FUSION (Verona, Ing), UNIDET (Salamon), BRAINSTAIN (Ammendola), LITE_SLPD (Badoni), MANIFOLD (De Matteis), SL_BETATEST (Cianchi) + BIOHOT (Verona)
- Sigle in chiusura: DIODE (Verona), QUANTEP (Salamon), DIDO (Toumia, Chimica), MAG (Visco, INAF)
- Nuove richieste: IQCI (RN Salamon)
- Ricercatori: 29 (14.3 FTE - 7.6%) - Tecnologi: 4 (3 FTE - 25%)
- Totale RM2: Ricercatori: 230 (187.2 FTE) - Tecnologi: 14 (11.9 FTE)

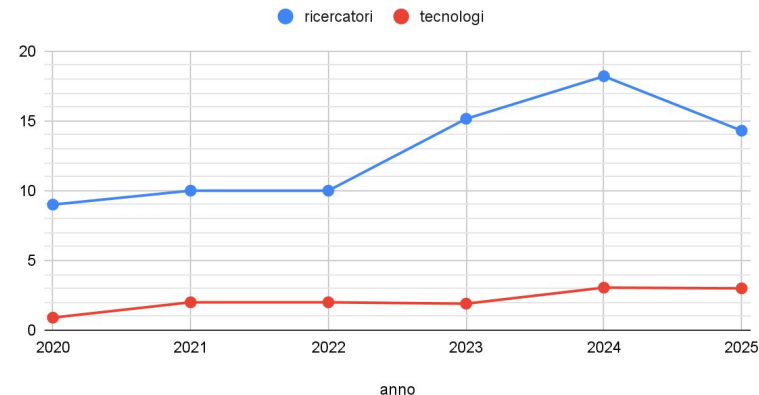
Distribuzione FTE Roma Tor Vergata 2025



Personale CSN5 RM2



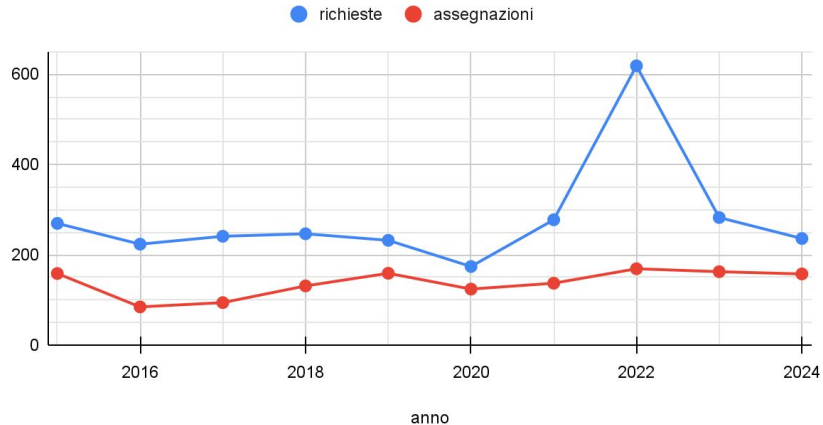
FTE CSN5 RM2



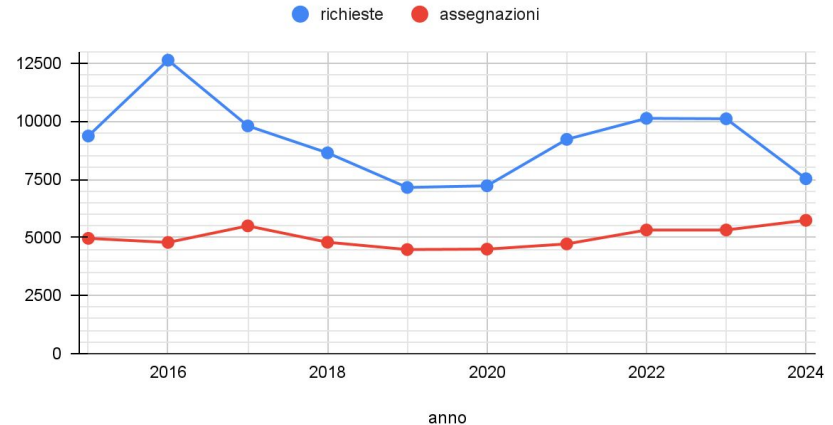
Finanziamenti assegnati dalla CSN5 in leggero aumento negli ultimi anni

A Roma Tor Vergata assegnazioni più o meno stabili

Richieste e assegnazioni CSN5 Roma Tor Vergata



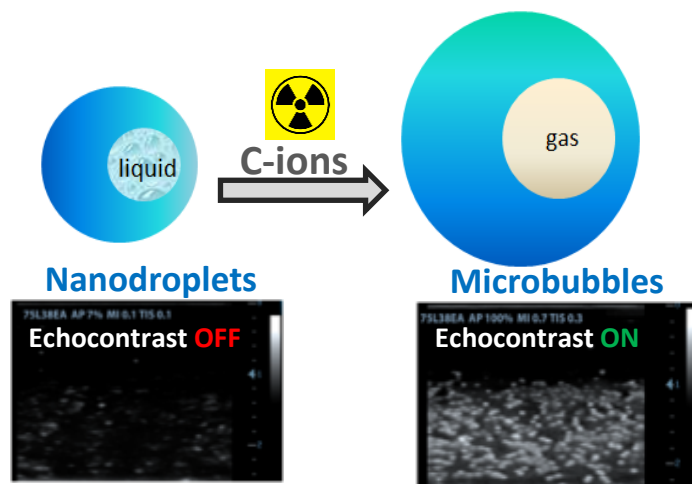
Richieste e Assegnazioni CSN5 Nazionale



Progetto **DIDO**

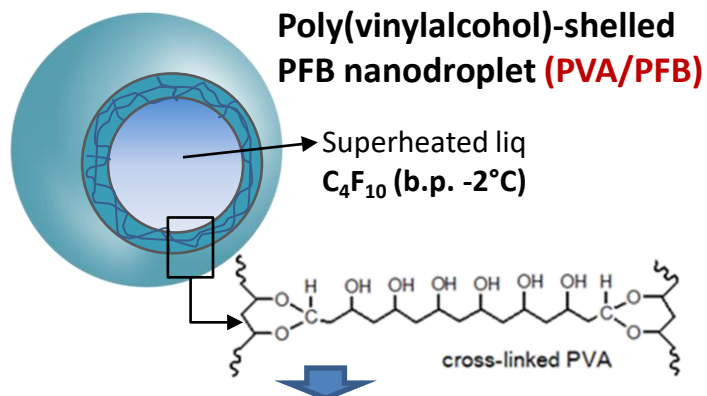
*Nano**D**roplets as **I**njectable **D**osimeters for Hadron Therapy*

*Responsabile Locale e Nazionale:
Dott.ssa Yosra Toumia*

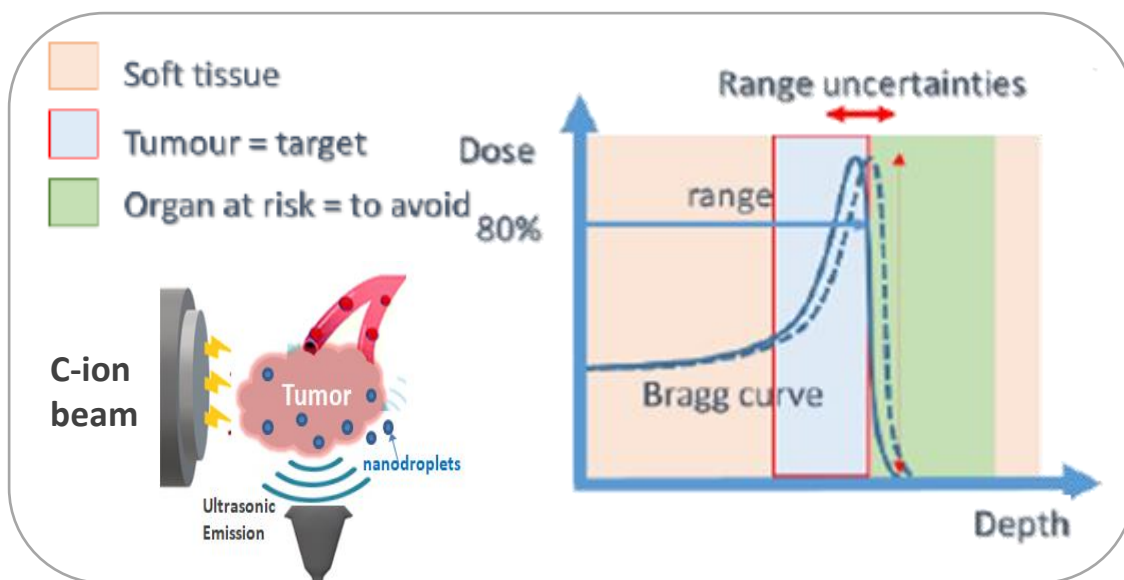


Scopo Generale

DIDo ha lo scopo di sviluppare un sistema di dosimetria e verifica di range iniettabile, non invasivo, per la terapia adronica ai ioni carbonio. Delle nanodroplets (NDs) usate come mezzi di contrasto ecografici a transizione di fase sono stati progettati per interagire con la radiazione Ioni Carbonio. Al seguito di questa interazione, generano un segnale di contrasto ecografico, le cui intensità e posizione saranno correlate al dose e il range dove accade il picco di Bragg.



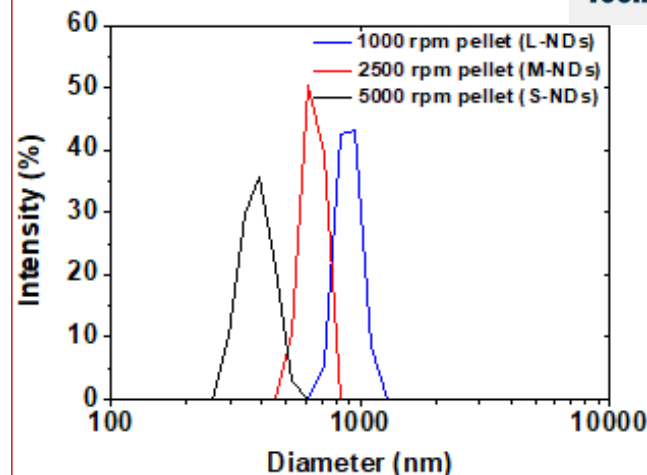
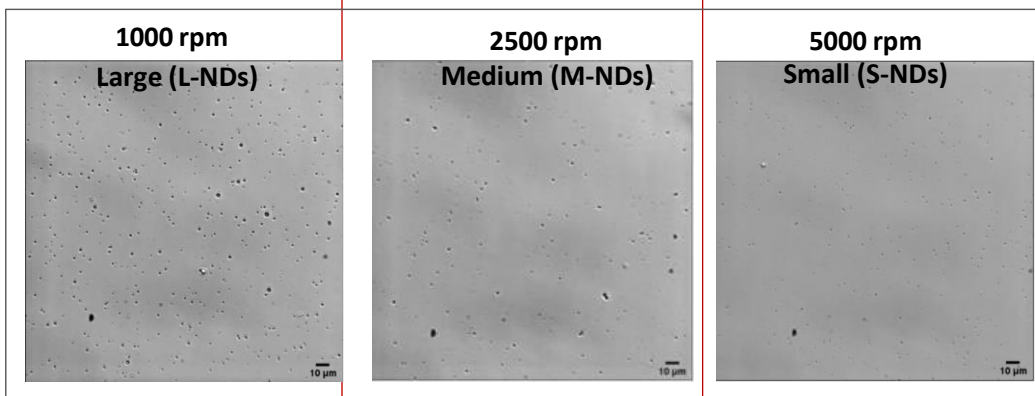
- ✓ Buona stabilità a $37^{\circ}C$
- ✓ **Verstailità chimica** del guscio dando possibilità di **funzionalizzazione** per scopi specifici aggiuntivi



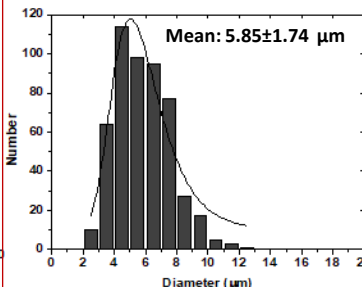
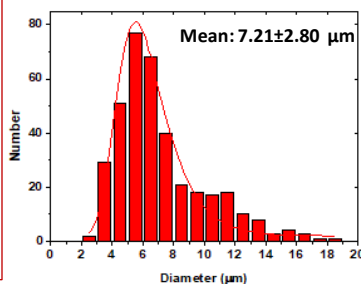
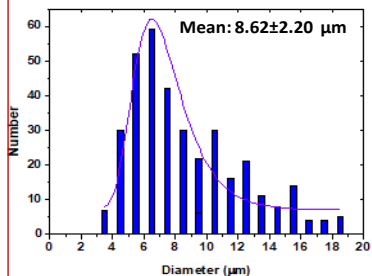
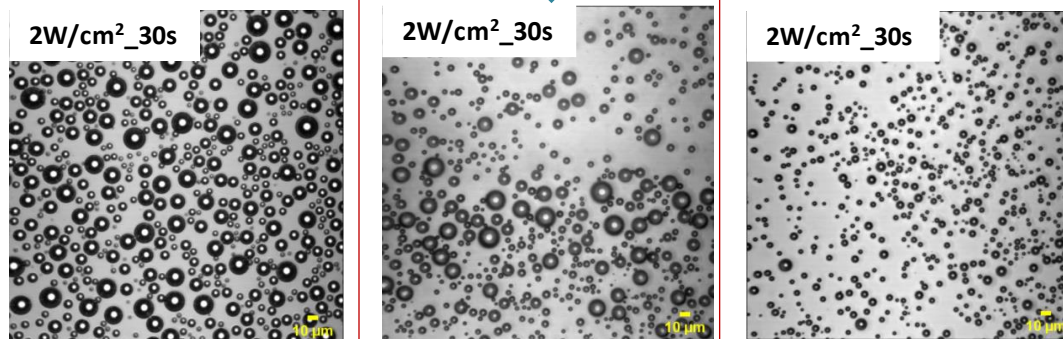
Obiettivi di DDo

- Verificare l'**influenza** delle **caratteristiche** di nanodroplets (*dimensione, concentrazione, proprietà del guscio*) sulla loro **risposta** agli ioni carbonio.
- Determinare i limiti di **rilevazione ecografica** della **transizione di fase** delle nanogocce in funzione della **dose** e l'**energia** del fascio.
- Determinare l'**accuratezza** della **verifica del range** del fascio usando nanodroplets con **varie dimensioni**.
- Combinare **radioterapia** con **chemoterapia** studiando l'**impatto** delle nanogocce (**caricate** o non con **farmaco anti-tumorale**) su **modelli cellulari** irraggiate con gli ioni carbonio.

“Highlights” di Risultati

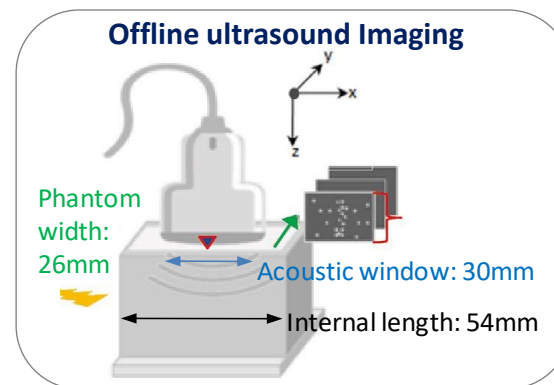
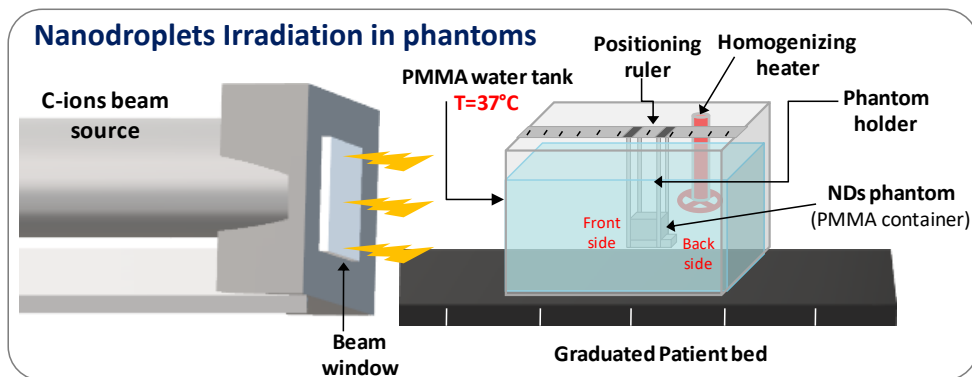


Acoustic Droplet Vaporization

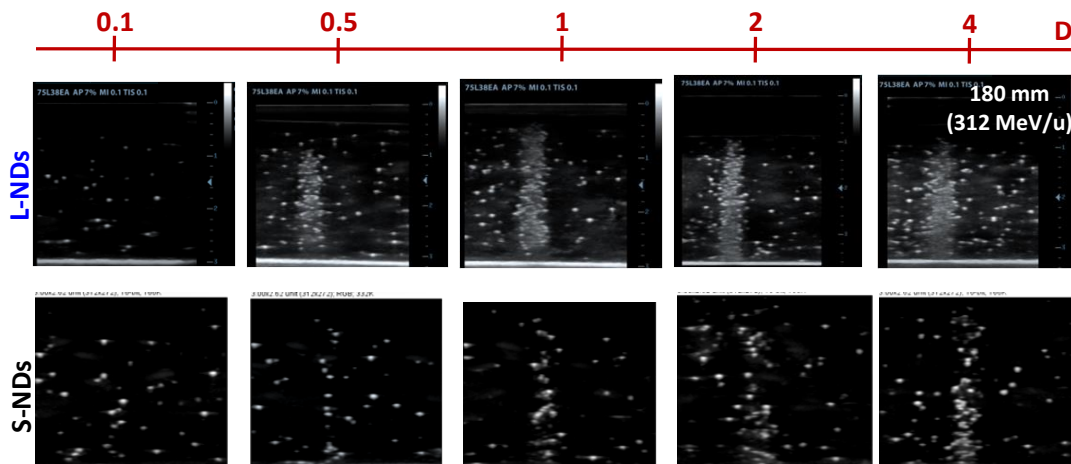


- Delle NDs large (L-NDs: 900 nm), medium (M-NDs: 700 nm) e small (S-NDs: 400 nm) sono state separate tramite centrifugazione selettiva.
- La distribuzione di dimensione della popolazione media (M-NDs) mostra un “overlap” con S-NDs e L-NDs.
- È stata confrontata soprattutto la sensibilità delle (S-NDs) e (L-NDs) ai C-ions.

Valutazione della sensibilità delle nanogocce alla radiazione C-ions



Dipendenza della sensibilità della NDs per gli C-ions dalla dimensione e dose (180mm, 312 MeV/u)

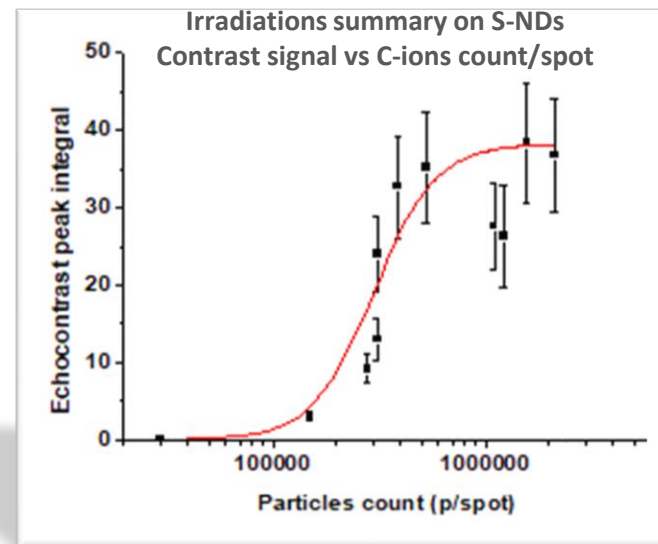
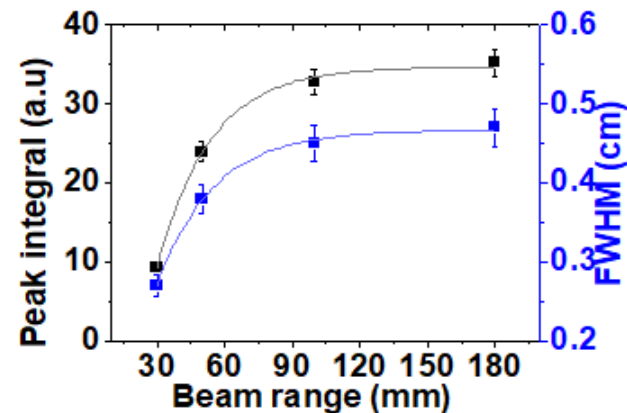
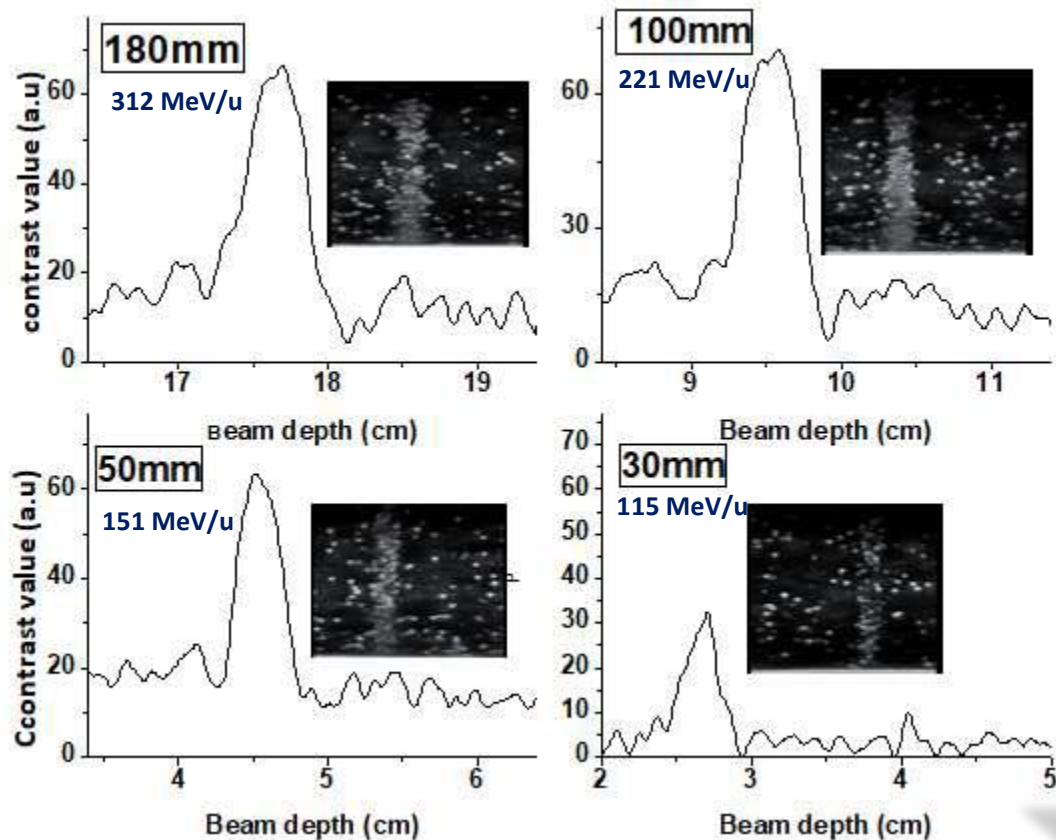


$C = 1E6$ NDs/ml

- S-NDs e L-NDs mostrano un evidente sensibilità ai C-ions. Le NDs vaporizzano specificamente dove accade il picco di Bragg.
- Il contrasto ecografico attribuito alla vaporizzazione delle NDs aumenta con la dose.
- S-NDs mostrano un'efficienza minore rispetto a L-NDs irraggiate nelle stesse condizioni. S-NDs richiedono una maggiore concentrazione per amplificare il loro segnale ecografico.
- Aumentando la concentrazione di NDs a $2E6$ /ml è stato possibile rilevare la loro risposta anche a 0.1 Gy.

Dependenza della sensibilità delle NDs dall'energia (range) di C-ion

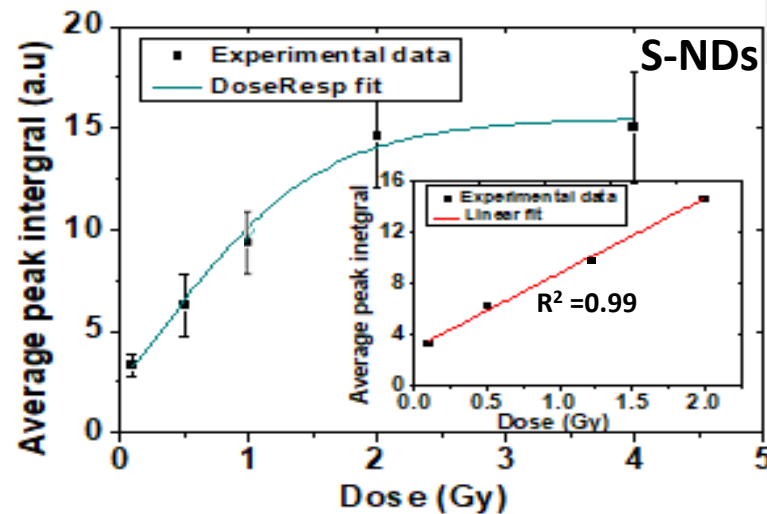
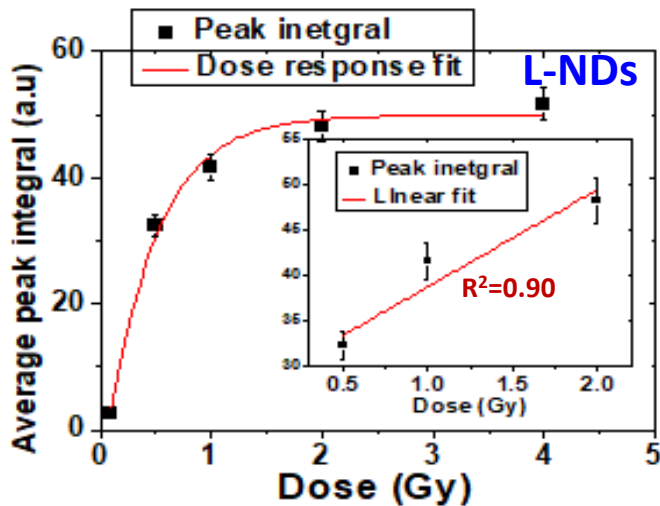
Esempio su S-NDs post -1 Gy a vari range



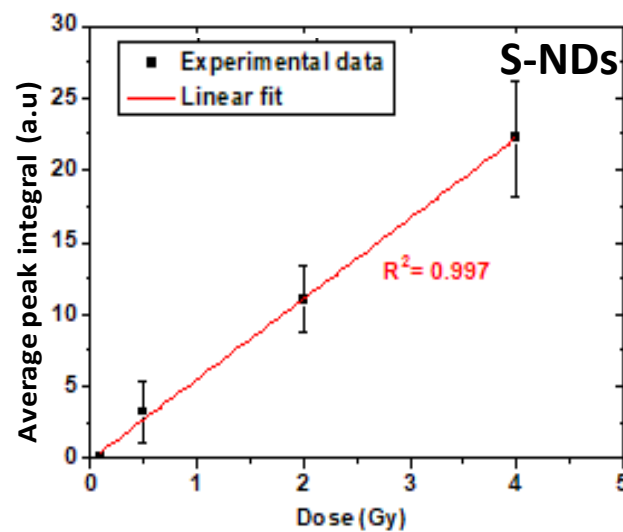
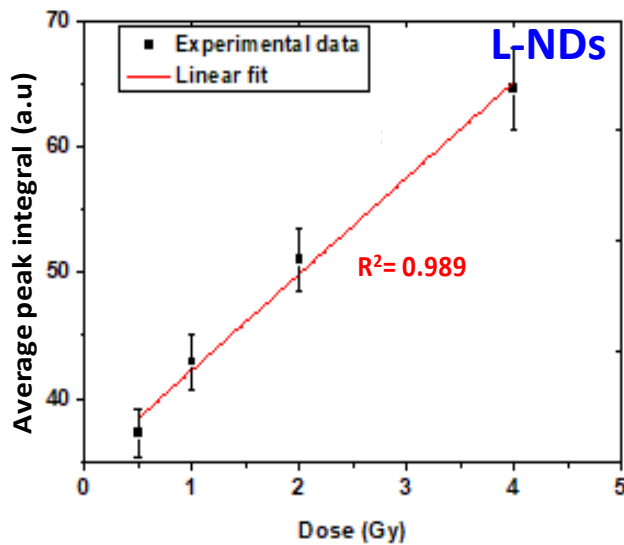
- La vaporizzazione di NDs alla stessa dose aumenta esponenzialmente col range (quindi l'energia) dei C-ions.
- L'efficienza di vaporizzazione delle NDs dipende dal numero di particelle C-ions.

Linearità del segnale di NDs vaporizzate in Funzione della dose

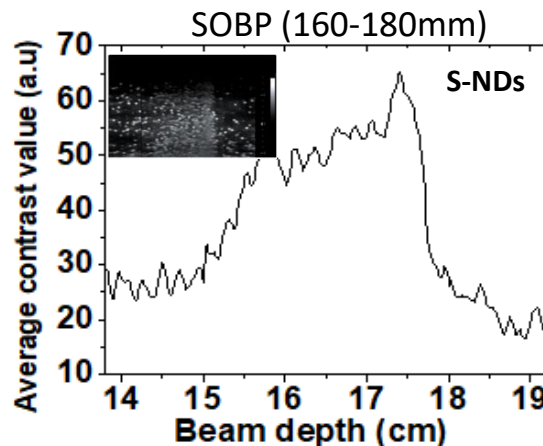
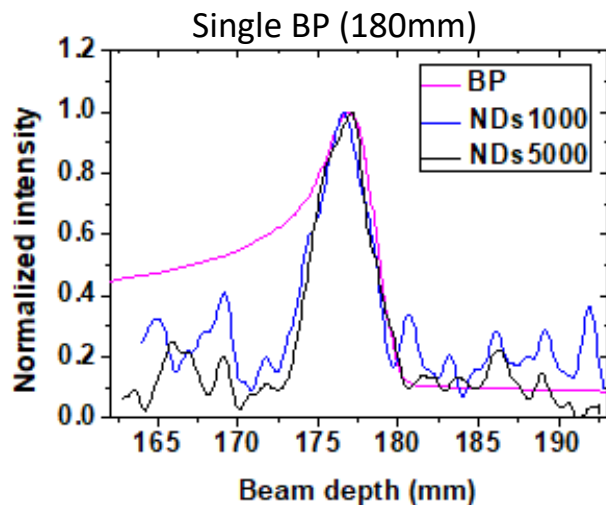
180 mm (312 MeV/u)



50 mm (151 MeV/u)

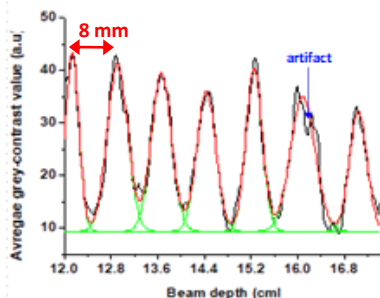
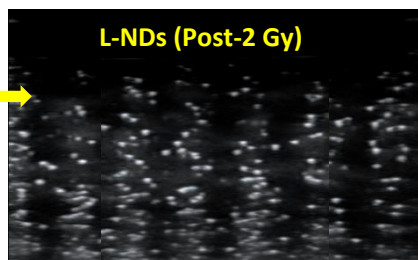


Accuratezza sulla verifica del range



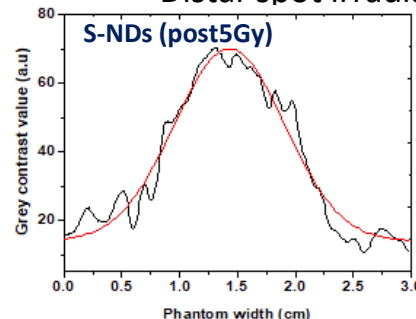
- **L-NDs e S-NDs** (ad una adeguata concentrazione) permettono entrambe la **verifica del range con accuratezza sotto-mm**.
- Il **segnale** delle NDs vaporizzate coincide perfettamente col "distal fall-off" del BP anche in irraggiamenti complessi (SOBP e mul-energia)
- Le NDs permettono una **misura precisa di spot distale** del fascio tramite una **scansione ecografica**.

Multi-energy irradiation 126-174mm ($\approx 253-306$ MeV/u)

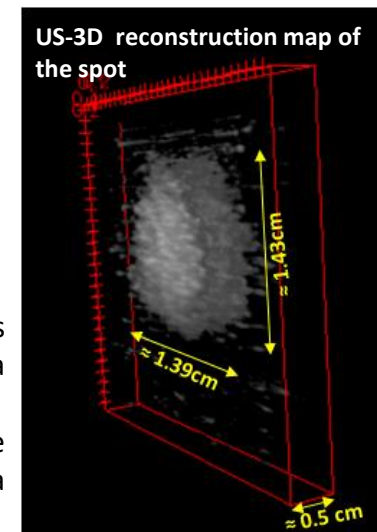


In buona correlazione con i parametri settati per l'irraggiamento, la rilevazione ecografica delle NDs vaporizzate mostra 7 picchi corrispondenti accuratamente ai range imposti, distanti ciascuno di 8 mm.

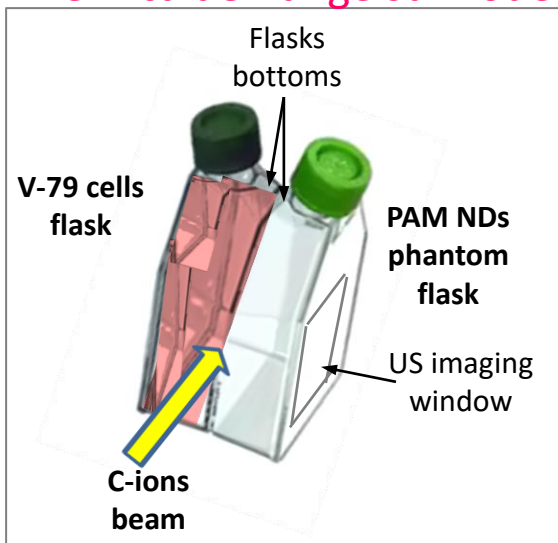
Distal-spot irradiation (400 MeV/u)



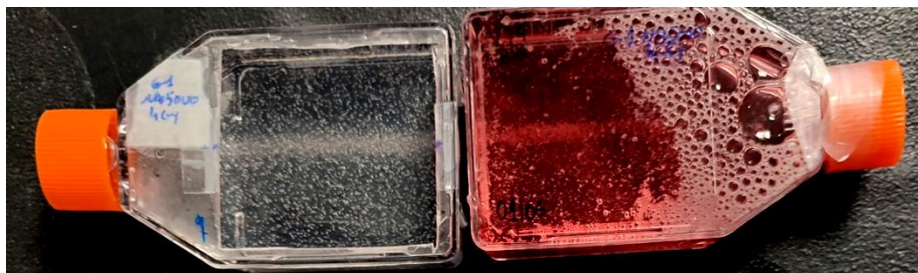
L'ecografia del profilo laterale delle NDs vaporizzate allo spot mostra una distribuzione Gaussiana. Lo stack delle immagine ecografiche delle NDs vaporizzate permette una ricostruzione di una mappa 3D dello spot.



Valutazione della biocompatibilità efficienza delle NDs come mezzo di dosimetria e verifica del range su modello cellulare radiobiologico

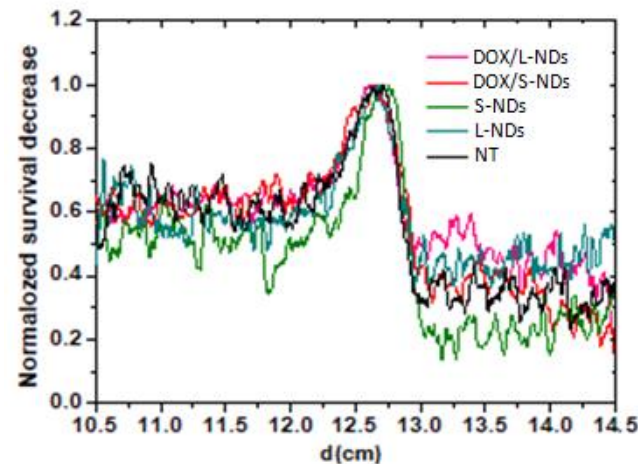
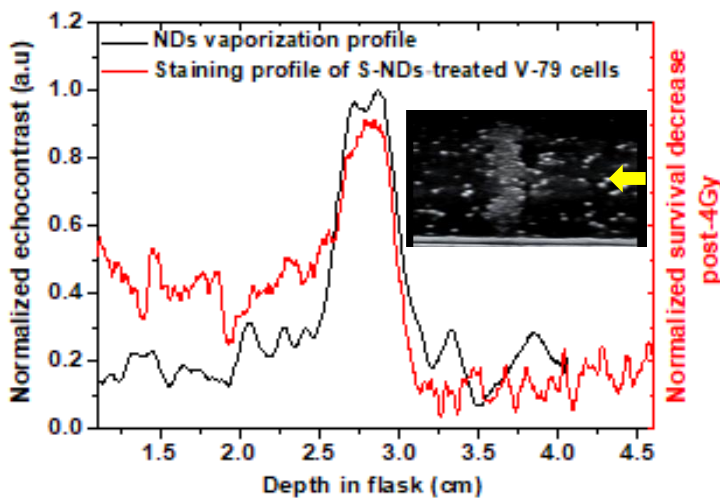
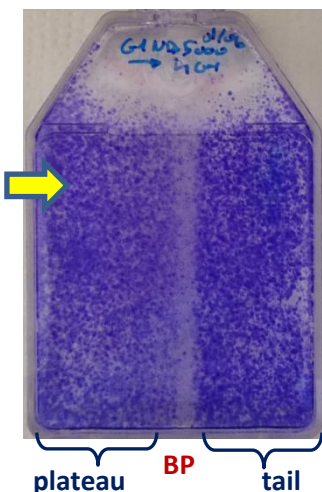


Top view PAM phantom with NDs (left) and NDs-treated cells flask (right)
Post 4-Gy C-ions (130 mm)



- Le NDs hanno mostrato un adesione aspecifica sulle cellule dopo 2 ore di incubazione
- Il profilo di vaporizzazione delle NDs coincide perfettamente con la mortalità cellulare al BP
- Le NDs non causano danni aggiuntivi alle cellule esposte alla radiazione.
- Le S-NDs caricate col farmaco antitumorale (doxorubicina) mostrano citotossicità maggiore del farmaco libero per tempi di incubazioni > 24 ore

Crystal violet stained cells
(Irradiation dose: 4Gy)



Conclusioni

- La **dimensione** delle NDs e il grado di **reticolazione del guscio** influenzano l'efficienza della loro vaporizzazione indotta dai C-ion.
- Alla **concentrazione adeguata** le NDs **larghe e piccole** mostrano una **risposta selettiva** alla posizione del **picco di Bragg** con **alta precisione**.
- Ci vuole una **concentrazione più alta di S-NDs** per dare un segnale ecografico simile alle L-NDs.
- L'**efficienza** di vaporizzazione delle NDs **dipende dalla fluenza** di C-ions.
- **Tutte le concentrazioni** (fino a $4E6$ NDs/ml) di NDs dando **una buona rilevazione ecografica** del picco di Bragg hanno mostrato **buona biocompatibilità** con cellule sane HACAT.
- Il **potenziale dosimetrico delle NDs** per gli ioni carbonio **è stato confermato** sulla linea cellulare V-79, usata come modello radiobiologico.
- Ulteriori esperimenti saranno necessari per valutare l'effetto delle NDs caricate col farmaco antitumorale su cellule irraggiate.

Disseminazioni

Conferenze:

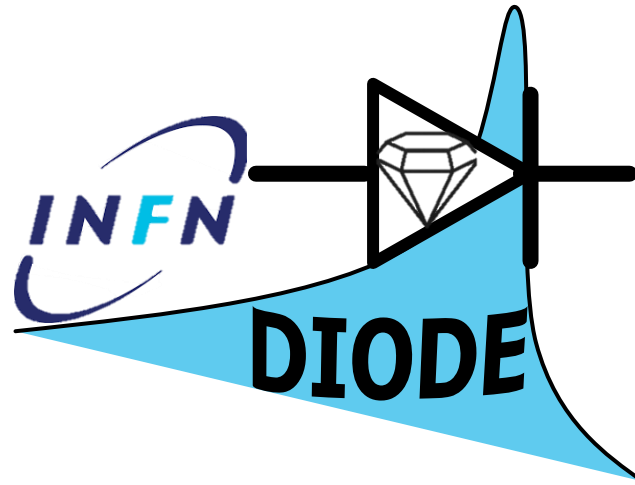
- Oral Contribution at Nanoscience&Nanotechnology (May 29-June 1st 2023, Frascati, Italy): Toumia Y et al. “Radiation Sensitive Nanodroplets for Hadron Therapy Dosimetry and Range Verification Assessed by Ultrasound Imaging.
- Short Oral Poster Contribution at PTCOG 2024 (Singapore): Toumia Y, et al. Versatile Superheated Phase-change ultrasound contrast agents for hadron therapy dosimetry and BNCT boosting.

Pubblicazioni:

- Toumia Y.; Lunetta E.; Carr, M.; Borgia, S.; Tortorella, E.; Domenici, F.; d’Agostino, E.; Telling, M. T. F. Di Fulvio, A.; Paradossi, G. Potential of BPA Functionalized Poly(vinylalcohol)-Shelled Perfluorobutane Nanodroplets Towards Enhanced Boron Neutron Capture Therapy and in-situ Dosimetry. *Applied Materials Today* **2024**, *36*, 102052.
- Toumia Y.; Pullia M.; Domenci F.; Megheretti A.; Savazzi S.; Ferrarini M.; Facchetti A.; Paradossi, G. Size-Sorted Superheated Phase-Change Ultrasound Contrast Agents for Carbon-ions Radiation Detection and Range Verification (*draft prepared*)
- Toumia Y.; Charalampopoulou A.; Pullia M.; Vitaliti A.; Domenici F.; Ferrarini M.; Facchetti A.; Paradossi G. Carbon ion range verification and dosimetry on V-79 cells treated with polymer-shelled perfluorobutane nanodroplets (*in preparation*)

Anagrafica

Nome&Cognome	Affiliazione	% di partecipazione
Fabio Domenici	1- Dip. Science e Tecnologie Chimiche/Uniroma2 2- INFN. Sez. Roma Tor Vergata	20%
Gaio Paradossi	1- Dip. Science e Tecnologie Chimiche/Uniroma2 2- INFN. Sez. Roma Tor Vergata	20%
Marco Pullia	1- CNAO 2- NFN sez.Pavia	10%
Angelica Facoetti	1- CNAO 2- NFN sez.Pavia	10%
Michele Ferrarini	CNAO	5%
Yosra Toumia (PI)	INFN sez. Roma Tor Vergata	100%



DIODE Project

2022-2024

Responsabile Nazionale: Prof. Claudio Verona

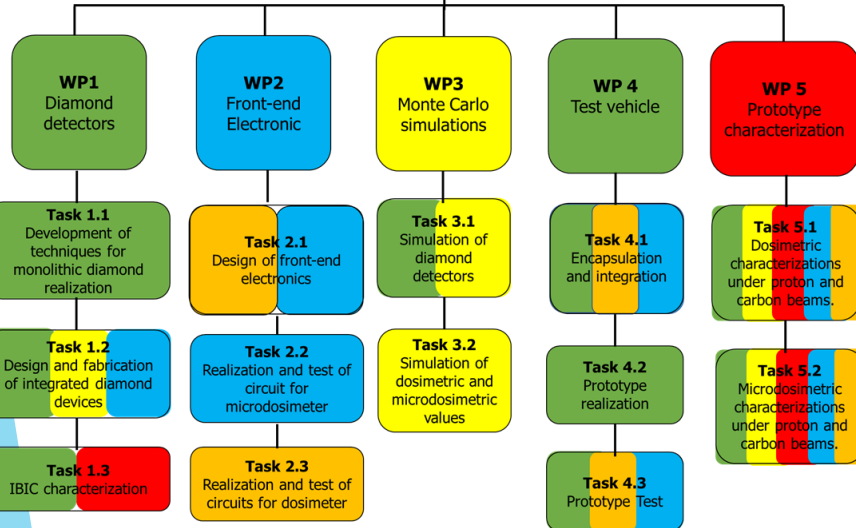


Progetto DIODE: il proposal

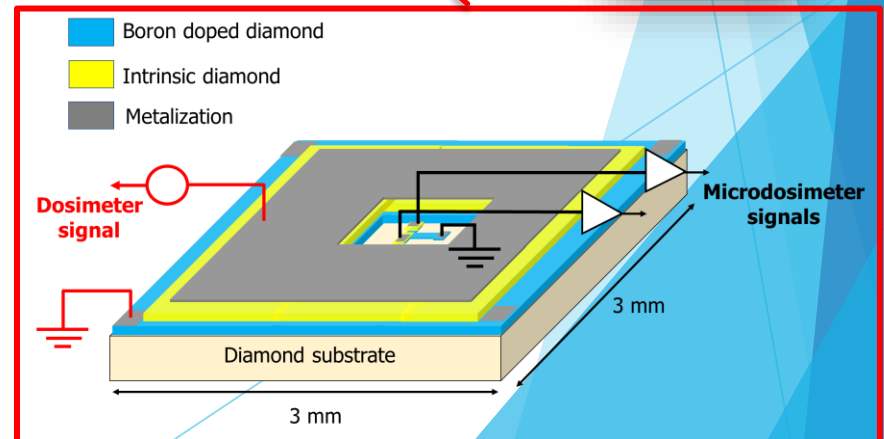
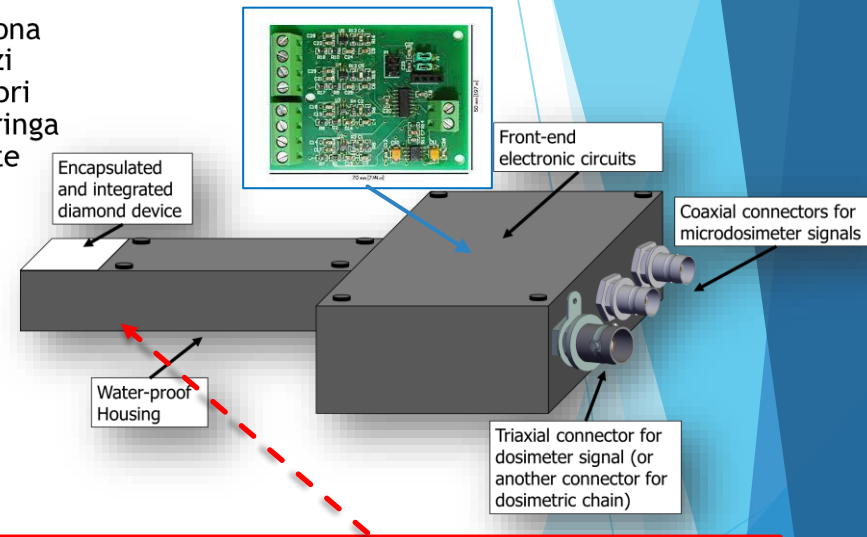
The aim of the proposed project is the development and test of a novel detection system based on synthetic single crystal diamond able to simultaneously perform dosimetric (current integration measure) and microdosimetric (single particle energy deposition measure) characterization of clinical hadron beams.

DIODE project

- INFN-Roma2 C. Verona
- INFN-Milano A. Fazzi
- INFN-Roma3 A. Fabbri
- INFN-LNS G. Petringa
- INFN-LNL V. Conte



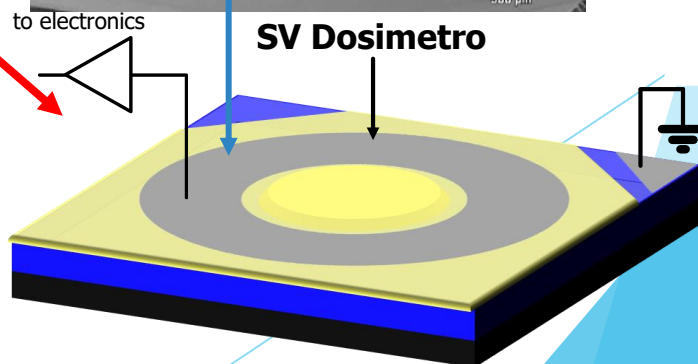
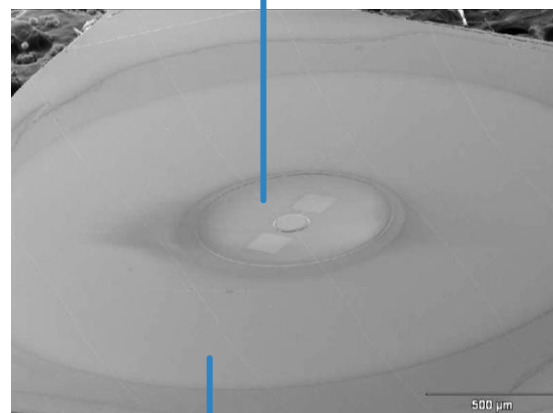
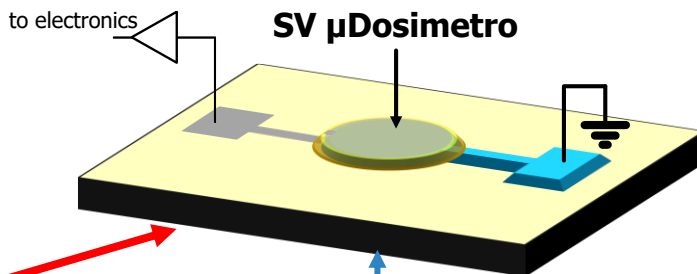
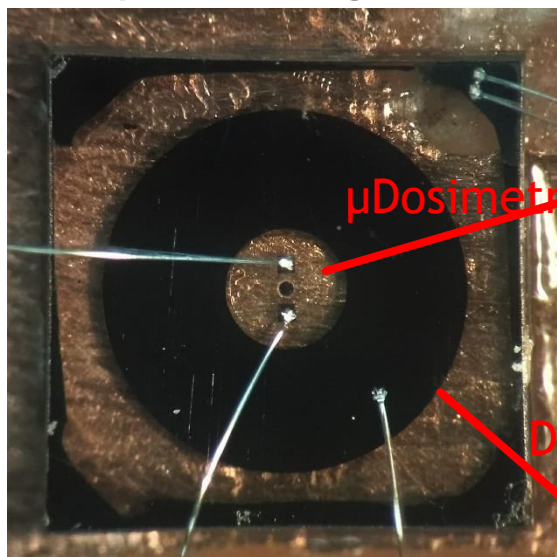
WBS of the project



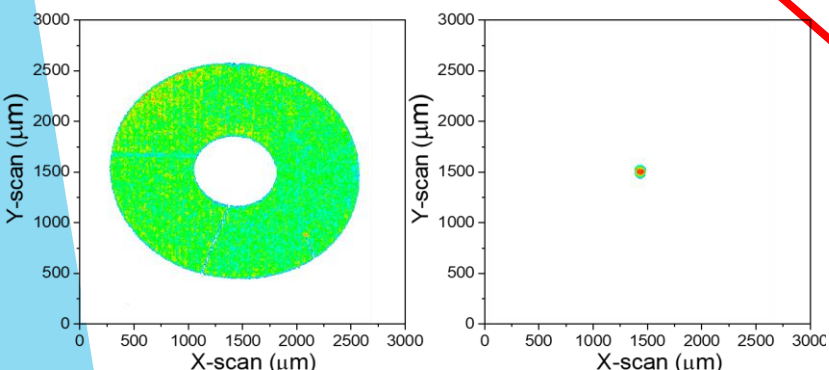
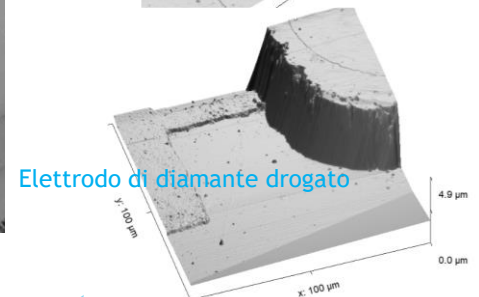
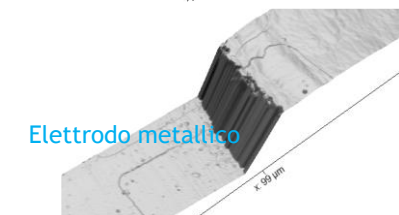
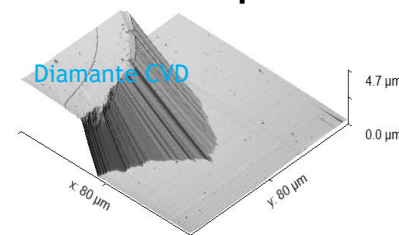
Fabbricazione del rivelatore integrato dosimetro/ μ dosimetro

- ✓ Sono stati sviluppati dei dispositivi integrati a diamante, su un substrato di diamante di $3 \times 3 \text{ mm}^2$, utilizzando tecniche di deposizione chimica da vapore e fotolitografia. Questi dispositivi sono caratterizzati da diverse aree, spessori e forme in configurazione diodo Schottky, in base al loro utilizzo: dosimetria e microdosimetria.

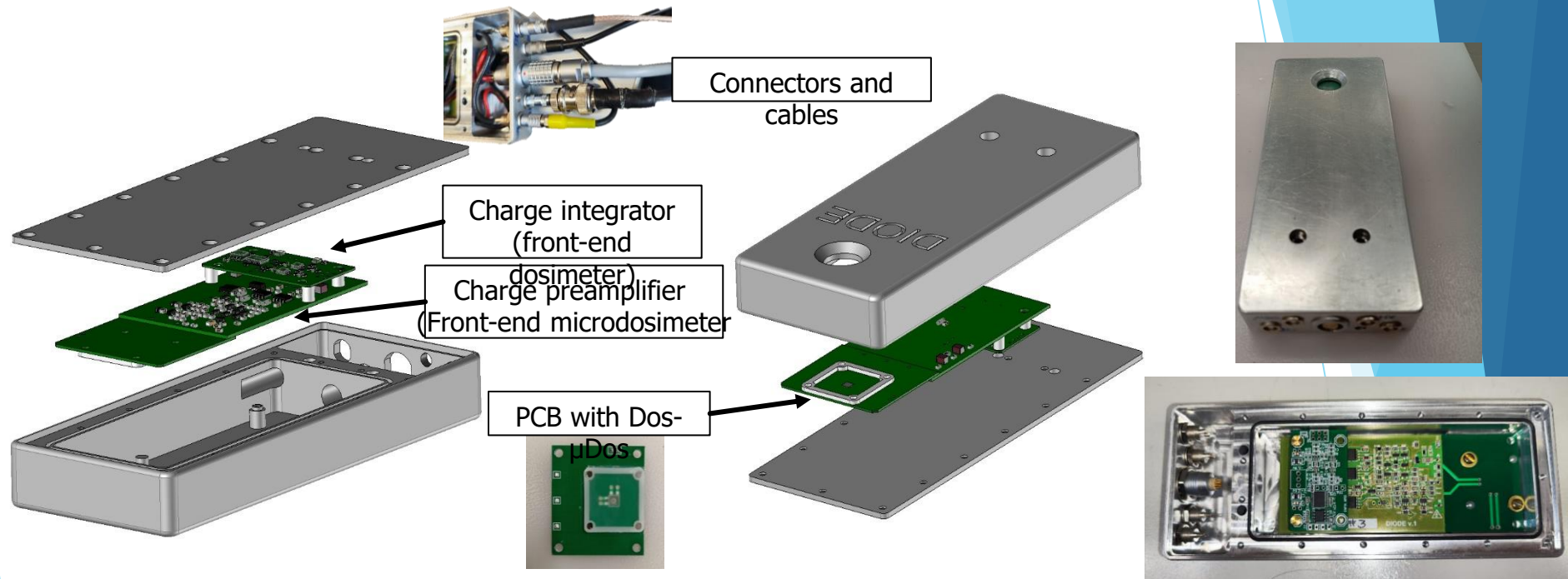
Optical image



AFM maps



Realizzazione del prototipo DIODE

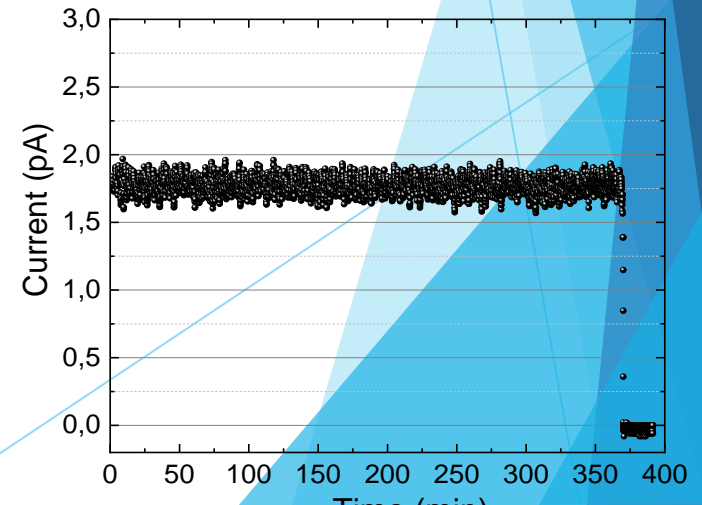
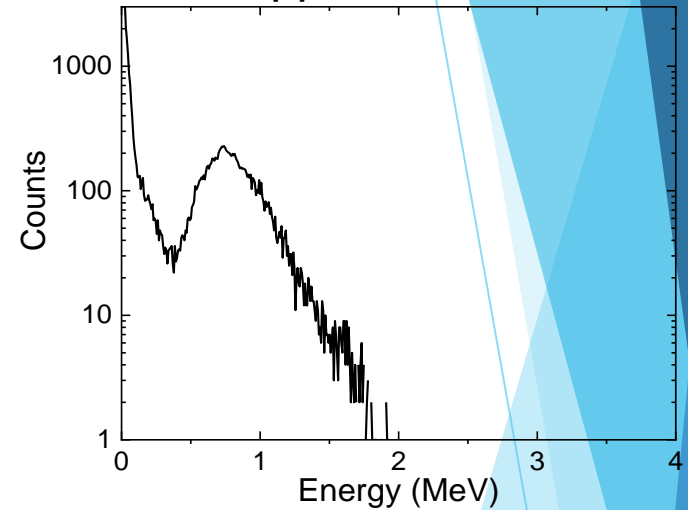
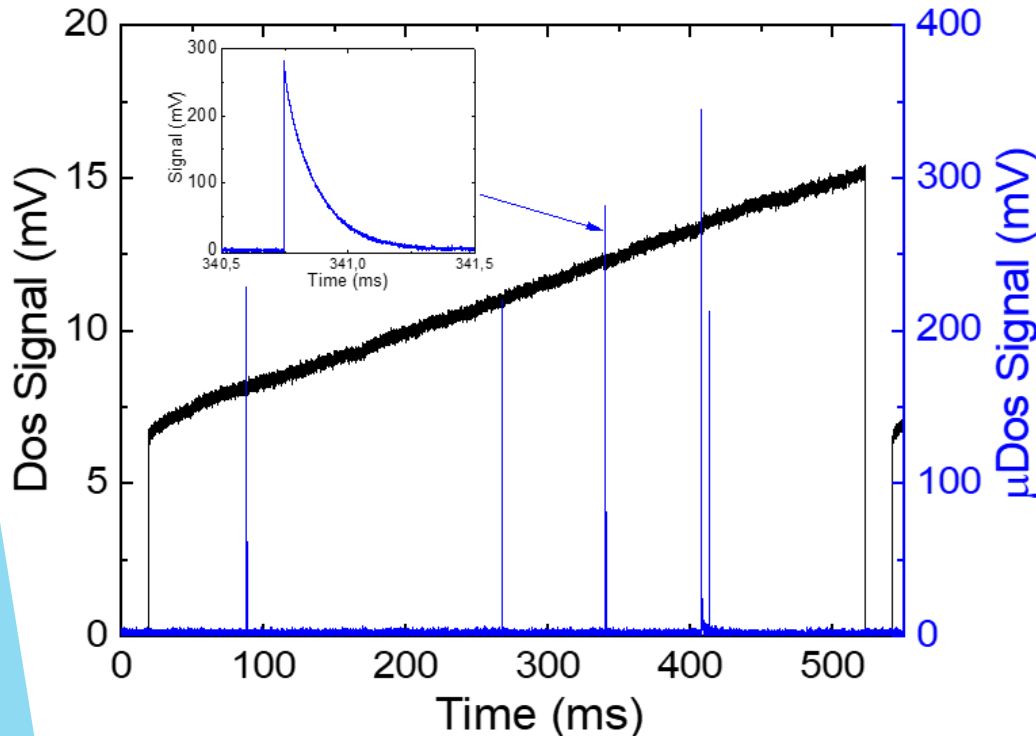


- ✓ E' stato sviluppato un front-end elettronico dedicato e ottimizzato da collegare il più vicino possibile ai dispositivi a diamante
- ✓ I rivelatori a diamante sono stati microsaldati e resinati in un PCB in teflon facilmente smontabile per utilizzare stesso holder ed elettronica con rivelatori differenti.
- ✓ E stato progettato e realizzato l'alloggiamento delle schede che risulta a stagno e rende il sistema utilizzabile nei fantocci ad acqua.
- ✓ Due prototipi «DIODE» sono stati realizzati

Test in laboratorio del prototipo DIODE

- ✓ I prototipi sono stati testati utilizzando particelle alpha emesse da una sorgente di Am241.
- ✓ Studio dei segnali di uscita delle due elettroniche
- ✓ Misure simultanee di corrente e spettro energetico e messa appunto dei sistemi di acquisizione

Impulso all'uscita dell'amplificatore di carica e rampa in tensione all'uscita dell'integratore di carica



Set-up sperimentale al CNAO

Carbon ion beam: 221.45 MeV/u

Beam size: 1x1 cm² (5x5 voxel, 2mm step)

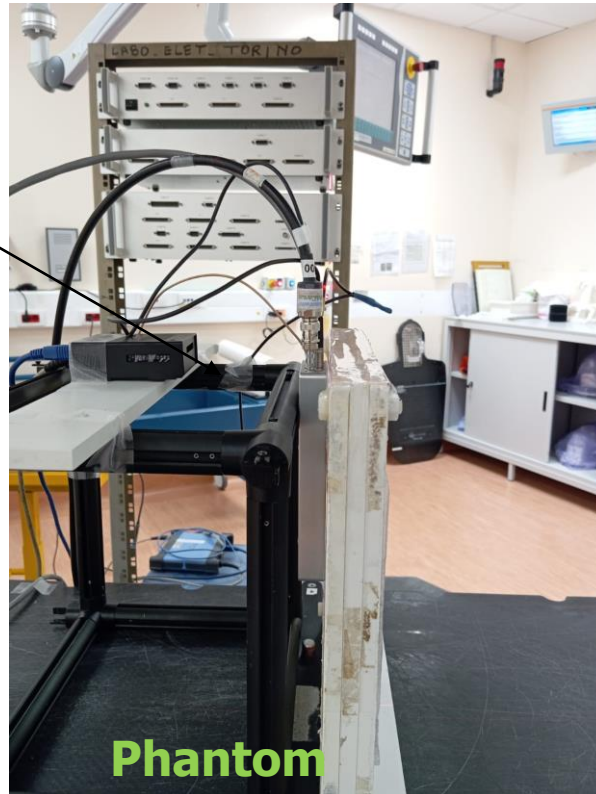
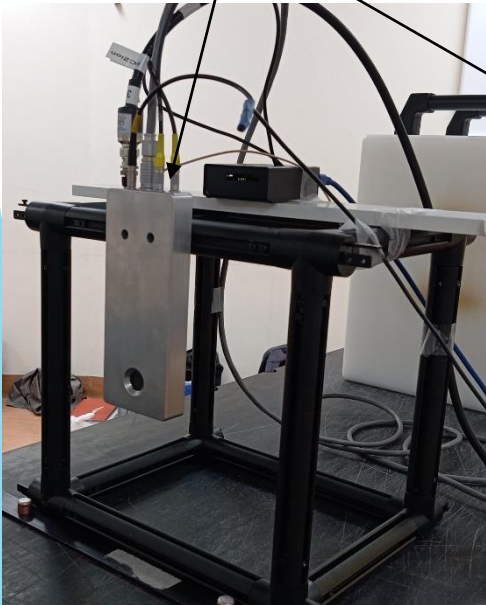
Phantom: Solid equivalent water (RW3)

DIODE detector:

SV μ dos (\varnothing 200 μ m, 4,7 μ m)

SV dos (4,02 mm², 1 μ m)

DIODE detector



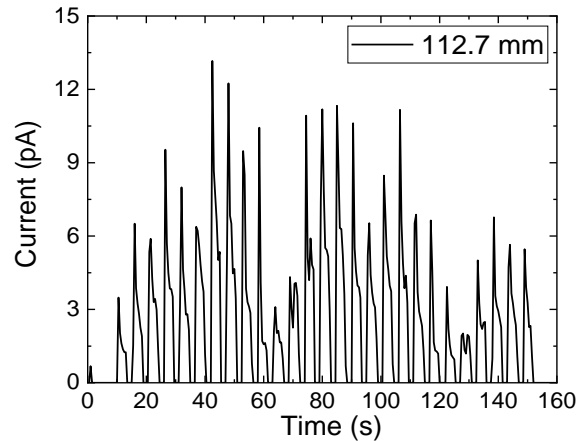
Phantom



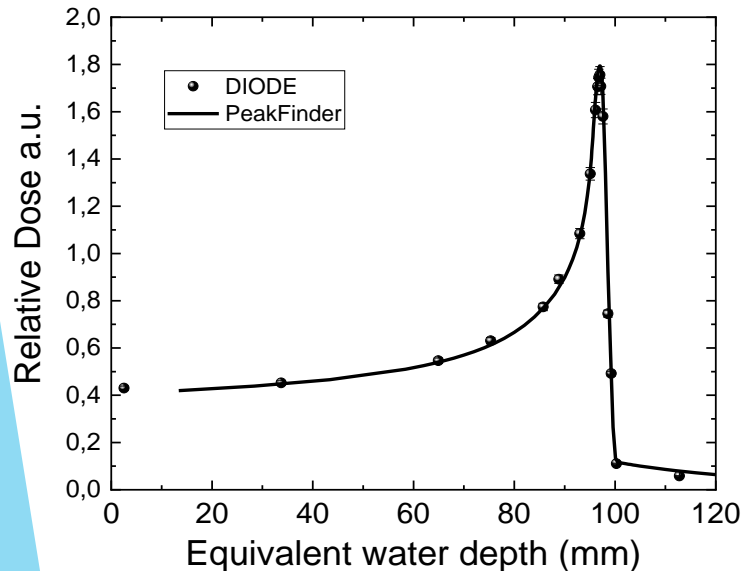
Acquisition system

Misure dosimetriche e microdosimetriche

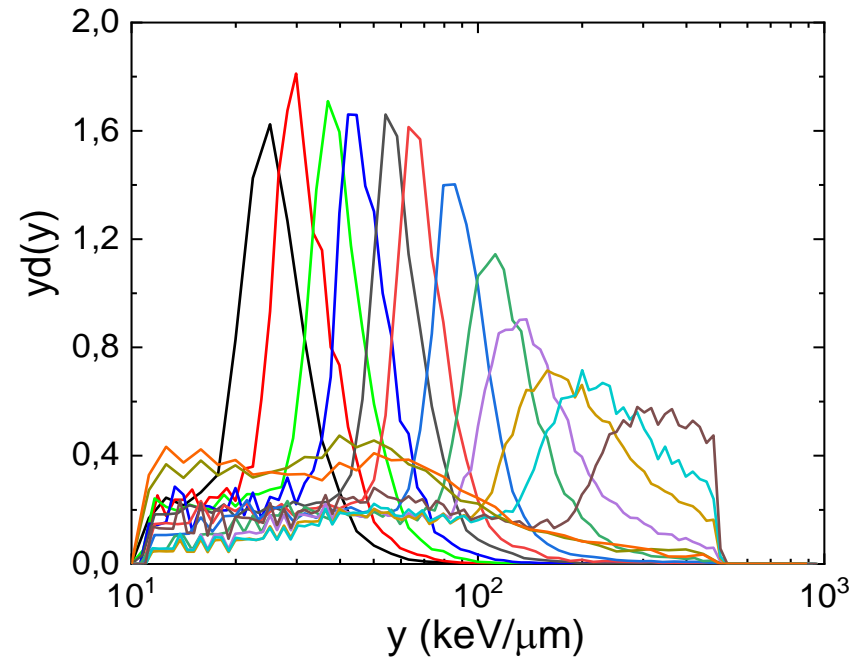
Time response



Relative dose profile



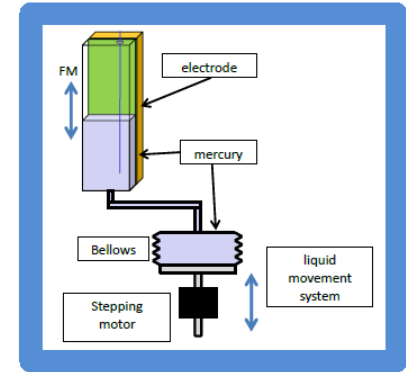
Microdosimetric spectra of lineal energy



The maximum energy released by carbon ions in 4.7 μm of diamond is approximately 10.5 MeV, which corresponds to a lineal energy in water of about 692 keV/μm.

MAG (Mercury Actuated Gravity) 2023-2024

- **MAG** è un'attività di R&D finalizzata al completamento dello sviluppo di una nuova tecnica di attuazione iniziata con LAG R&D. Utilizza come **massa sorgente del campo gravitazionale**, per esperimenti in laboratorio, un contenitore con all'interno del liquido **il cui livello può essere cambiato in modo controllato e ripetibile** per modulare la **forza su di una massa di prova** appesa ad un **pendolo di torsione**. L'attività terminerà alla fine di quest'anno
- **MAG** aveva due **obiettivi principali**: testare l'uso del **mercurio** come liquido di attuazione e provare due differenti sistemi di **misura del livello** dello mercurio stesso.
- L'attività di MAG coinvolge persone delle **sezioni di Napoli e di Tor Vergata** con responsabile nazionale Luciano di Fiore di Napoli.

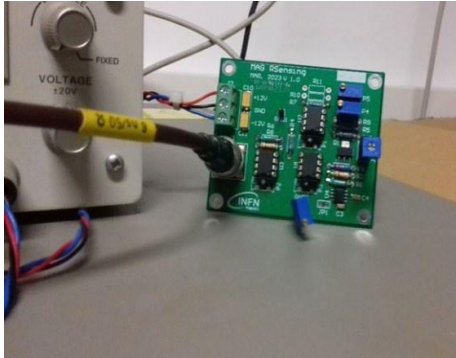


Schema di
funzionamento di
MAG

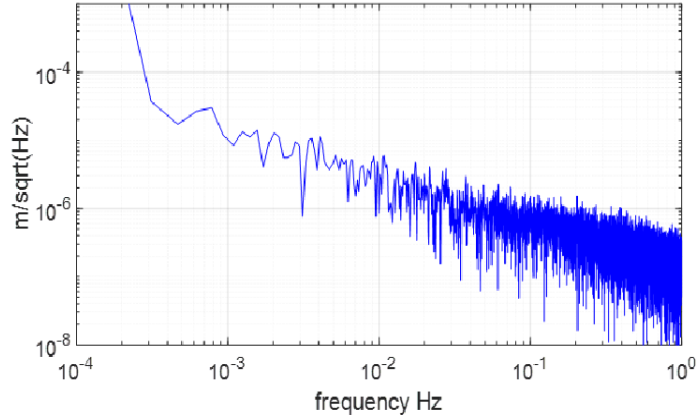
MAG (Mercury Actuated Gravity) 2023-2024

- Il Progetto dell'apparato è vicino alla fine. Sono state completamente realizzate e testate su banco **due elettroniche di lettura di livello**, una **capacitiva** e l'altra **resistiva**. Il loro funzionamento è secondo le specifiche richieste.
- I **particolari meccanici** necessari per i test sono stati **progettati** e sono in coda per essere realizzati nella officina meccanica della sezione di Napoli.
- Le prove finali hanno subito un **ritardo a causa dei lavori di rinnovamento del laboratorio** di Napoli finanziati dal PNRR-ETIC.
- Il laboratorio dovrebbe essere disponibile per Settembre 2024 in tempo per **terminare le prove entro la fine del 2024**.
- Il gruppo di persone che ha curato questo R&D ed LAG R&D, a seguito dell'esperienza acquisita e dei risultati positivi ottenuti ha proposto l'esperimento **LAG alla CSN2** per misure di **dipendenza della forza di gravità dall'inverso del quadrato della distanza** e per misure sul **principio di equivalenza** a distanze di circa 1cm.

MAG (Mercury Actuated Gravity) 2023-2024



Scheda di test per lettura resistiva



Densità spettrale del rumore espresso in spostamento

- **Misura di livello resistiva** La risoluzione a 5 mHz è di 600 nm, molto migliore delle specifiche (0.1 mm)



FUSION



activity report - 2024

FUSION Studies of proton boron Neutronless reaction in laser-generated plasma

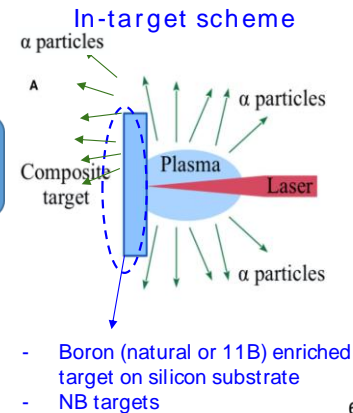
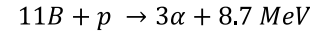
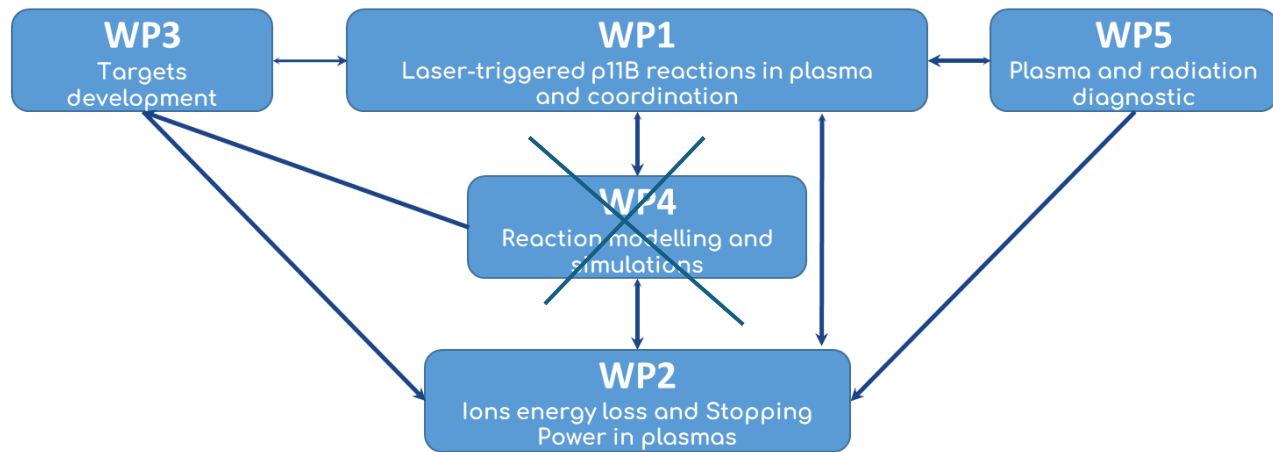
Responsabile Nazionale: G.A.P. Cirrone (LNS) and F. Consoli (ENEA)

Durata proposta: tre anni (2023-2025)

Area di ricerca: Acceleratori e multidisciplinare

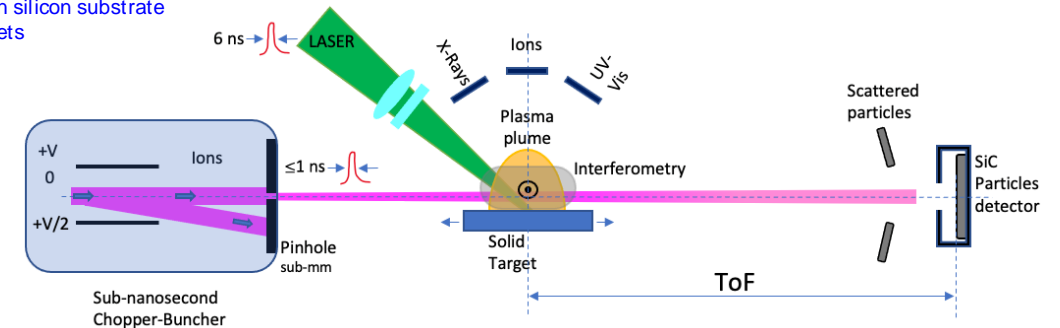
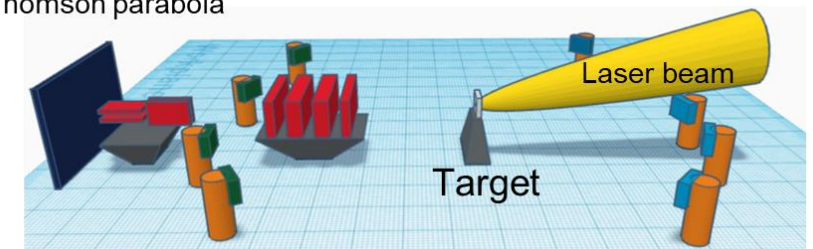
INFN sections: Catania, Lecce, LNS, LNGS, Milano, Roma2, Torino, TIFPA, Bologna, Firenze

PERT Diagram



Ion detectors in TOF configuration (CR39, diamonds, ICs)

Thomson parabola



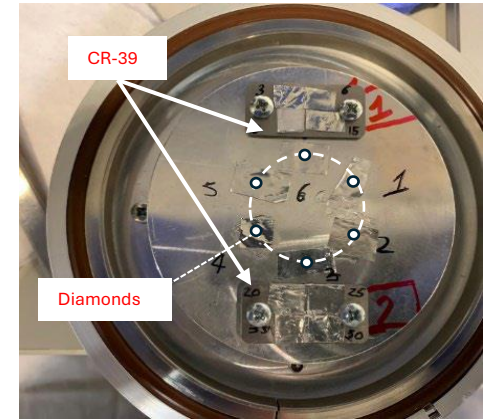
FUSION goals are:

1. The maximisation of the $p^{11}\text{B}$ reaction rate in plasma (WP1). This will be done by studying the interaction of laser systems with targets of different materials and configurations that will be developed (WP3) and optimized with both Particle in Cell (PIC) and hydrodynamic simulations.
2. The development of innovative diagnostic (WP5) able to estimate the $p^{11}\text{B}$ reaction rate by looking at alphas products or protons, and investigating reaction channels where neutrons are produced. The diagnostic shall also operate in real-time.
3. The understanding of the physics laying at the basis of the observed $p^{11}\text{B}$ reaction rate. This will be done by studying the interaction of protons and alphas by conventional accelerators in a borated expanding plasma (WP2)

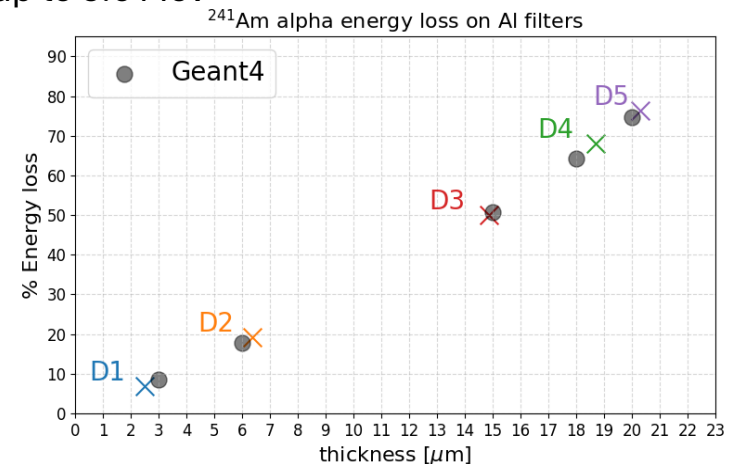
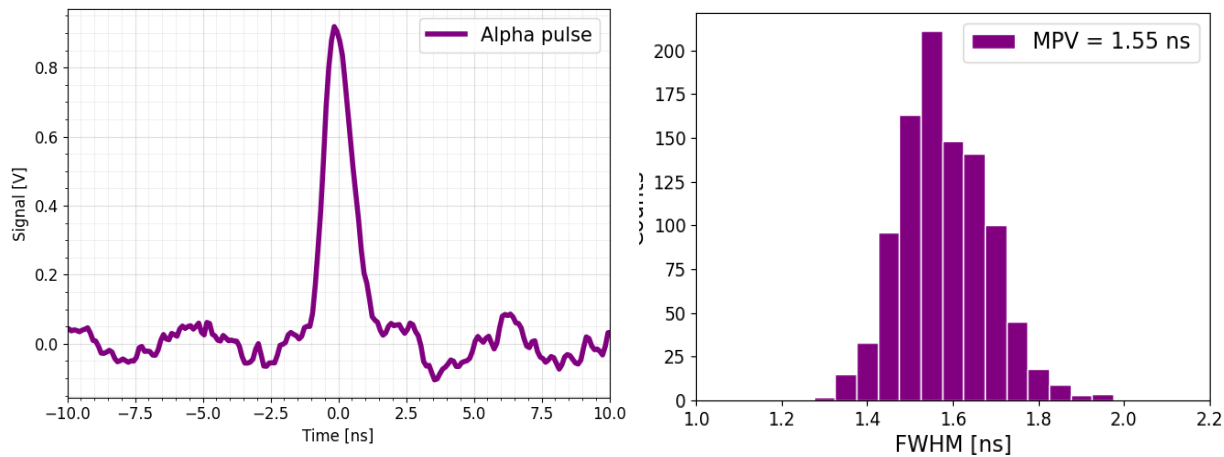
Diamonds characterization and filters measurement

- Once the entire device was assembled, a characterization of the individual diamond detection unit was carried out at Rome 'Tor Vergata', Industrial Engineering Department.
- Each detector was placed in front of an Am241 alpha particles source (5.48 MeV) and in vacuum environment.
- Low noise CAEN-4223B broadband preamplifier (1.5 GHz) was used as front-end electronics coupled to a digital fast scope (2 GHz bandwidth).
- Each diamond detector unit was with at +90 V bias voltage.
- Single pulse was collected and histogram of the FWHM was retrieved and MPV equal to 1.5 ns was obtained.

- In order to have passive and active detectors in the same spot, the device contains also two slots for CR-39, each of which has 4 different filters mounted on it. On the same inner side of the flange, six aluminum filters of different thicknesses are applied to diamonds to allow efficient discrimination of the impinging particles.



- Aluminum thicknesses were precisely measured exploiting the stopping power of alpha particles, measuring their spectra on the corresponding diamond detector after passing through the filter. Data (colored cross) in the plot below are compared with a Monte Carlo results (grey dot) using Geant4 simulation toolkit with nominal filter values (3,6,15,18,20) μm . Filters were then found to be 2.7, 6.5, 14.8, 18.7, 20.3 μm thick. D6 (25 μm) filter cannot be used due to alpha energy cut off up to 5.6 MeV



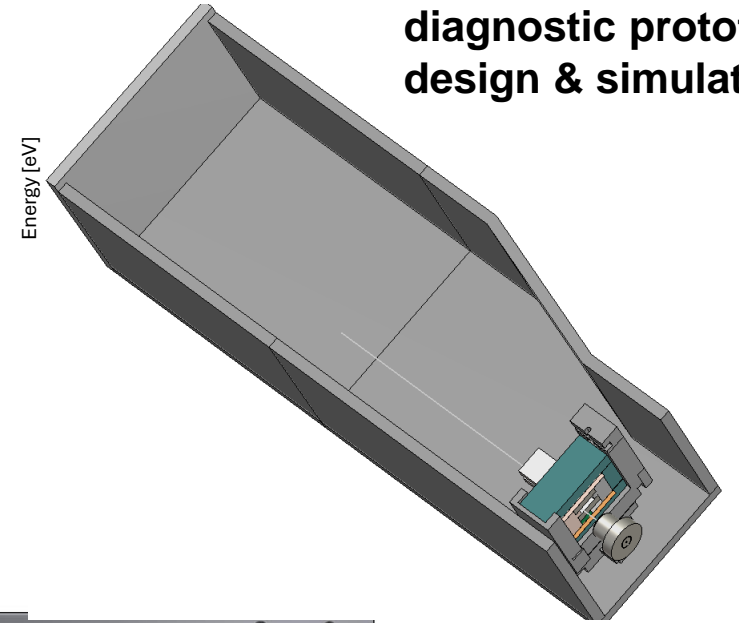
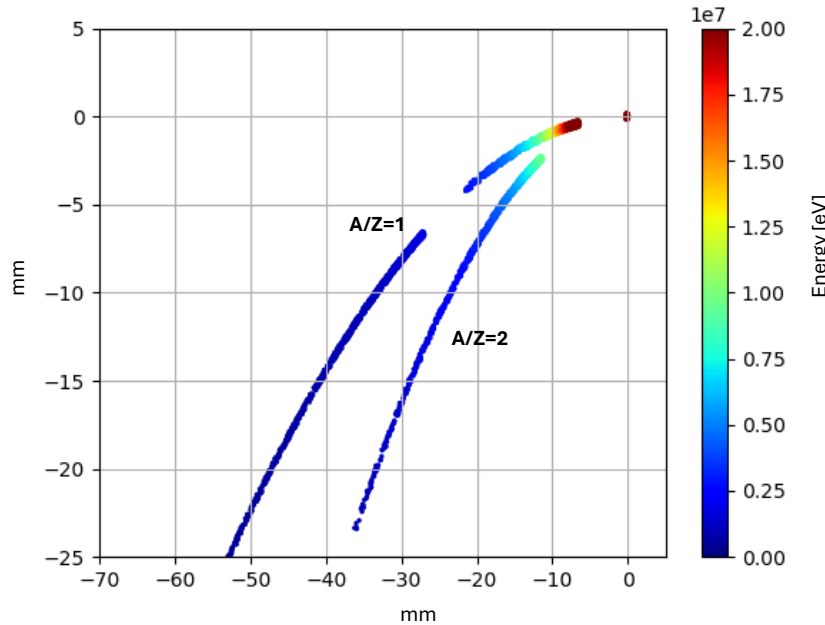
Based on a Thomson-spectrometer-like structure, we developed a diagnostic for the detection of laser-driven p+11B nuclear fusion reaction products.

The device features similar shielding components as the Thomson spectrometer already implemented at PALS, allowing to place it in proximity of the laser-plasma interaction point.

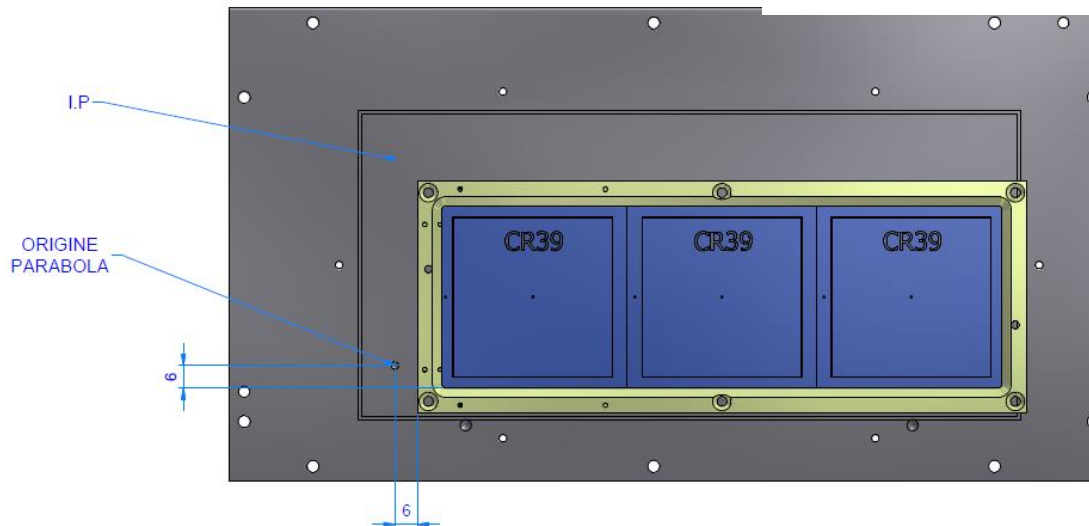
Moreover, it will have an enhanced energy resolution and an improved capability of separating the heavy ions with $A/Z=2$ from the other products of the laser-matter interaction, due to an improved electrical dipole design.

The detector plane will be equipped with special frames for implementing single- or CR39-arrays, allowing a more detailed discrimination of the fusion reaction products.

The device is currently at the assembly phase



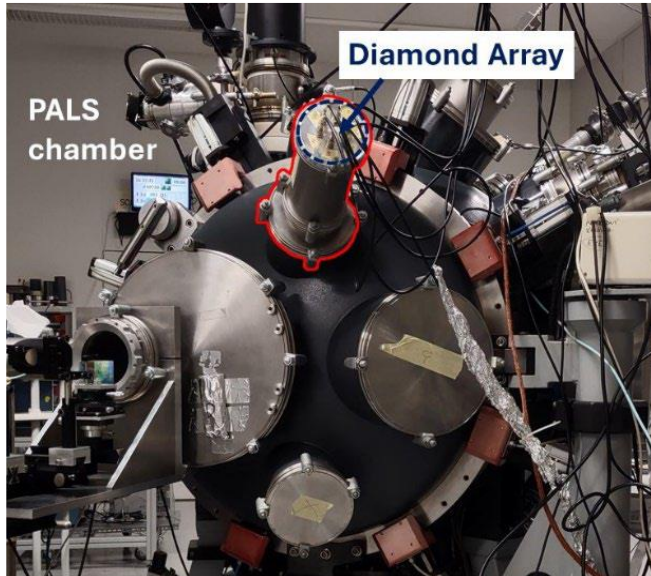
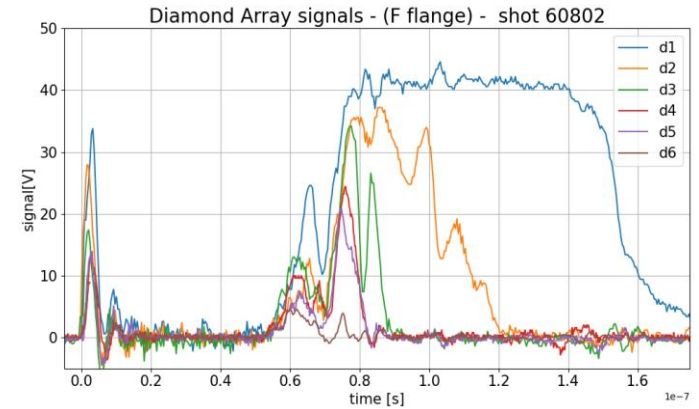
Alpha-particle diagnostic prototype design & simulation



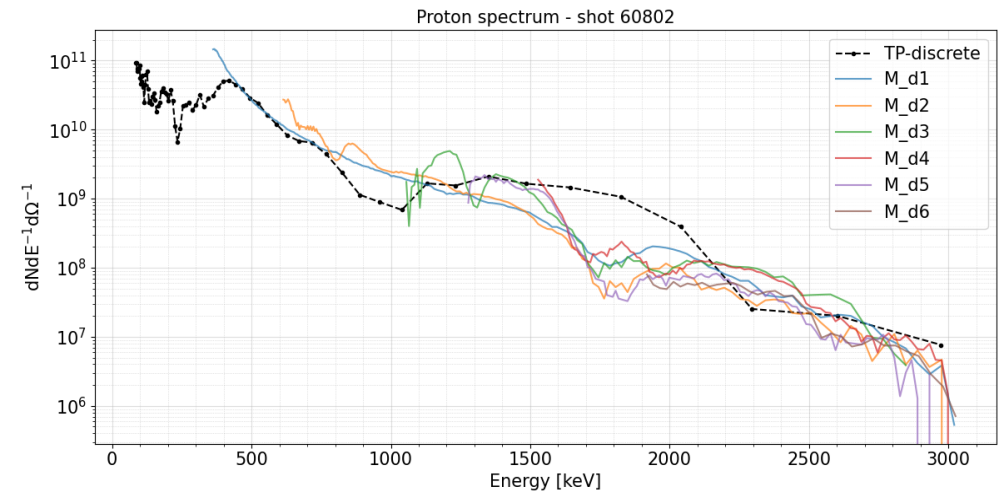
Detector frame designed for hosting different detector types

- The Time-of-Flights Diamond Array was successfully employed for the study and characterization of the pB11 fusion reaction in plasma during the experimental campaign at PALS facility, performed between February and March 2024.
- Device was mounted in the PALS interaction chamber and connects to oscilloscopes through 6 double-shielded coaxial cables (5 m long).
- Scopes were mounted inside an electrically isolated cabin equipped with an uninterruptible power supply (UPS) in order to isolate the front-end acquisition system from the EMP noise generated by the laser-target interaction.
- After each shot, signals from six diamonds are saved and, together with CR-39 passive detectors, currently under analysis.

- ToF signals may vary a lot from a shot to another.
- A narrow photopeak is clearly visible, taken as ToF starting point, follows a broad signal due to protons and ions of different energy reaching the device. The greater the thickness of aluminum used, the greater the portion of the lower-energy spectrum that will be “removed” from the signal.
- From a single shot it can be possible not only to retrieve the maximum protons energy but also their spectrum, assuming heavy ions are stopped by filters and therefore not contribute to the signal.



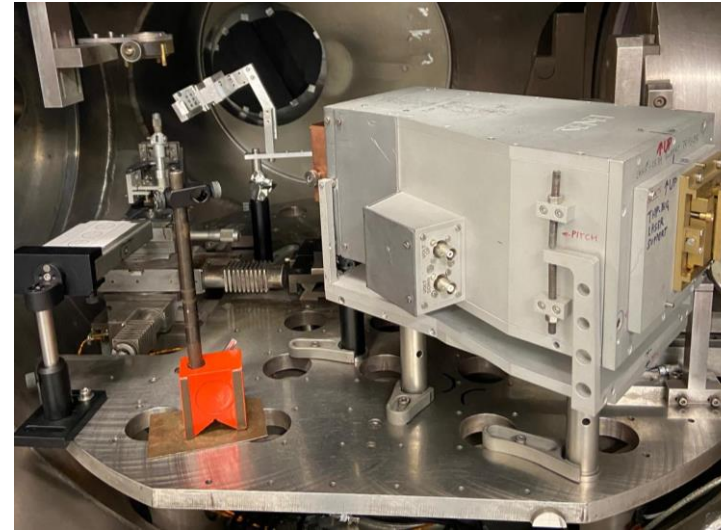
- A quick comparison with a Thomson Parabola (TP), located at similar (but not identical) angle can be considered.
- Diamond Array reconstructs the proton spectrum consistently with the TP, assuming zero contribution from heavy ions.
- The assumption in the diamonds reconstructed spectra comes from the information given by TP results on +6C carbon ions spectrum, which observed less than 6 MeV as maximum value with a very low impinging ions absolute numbers.



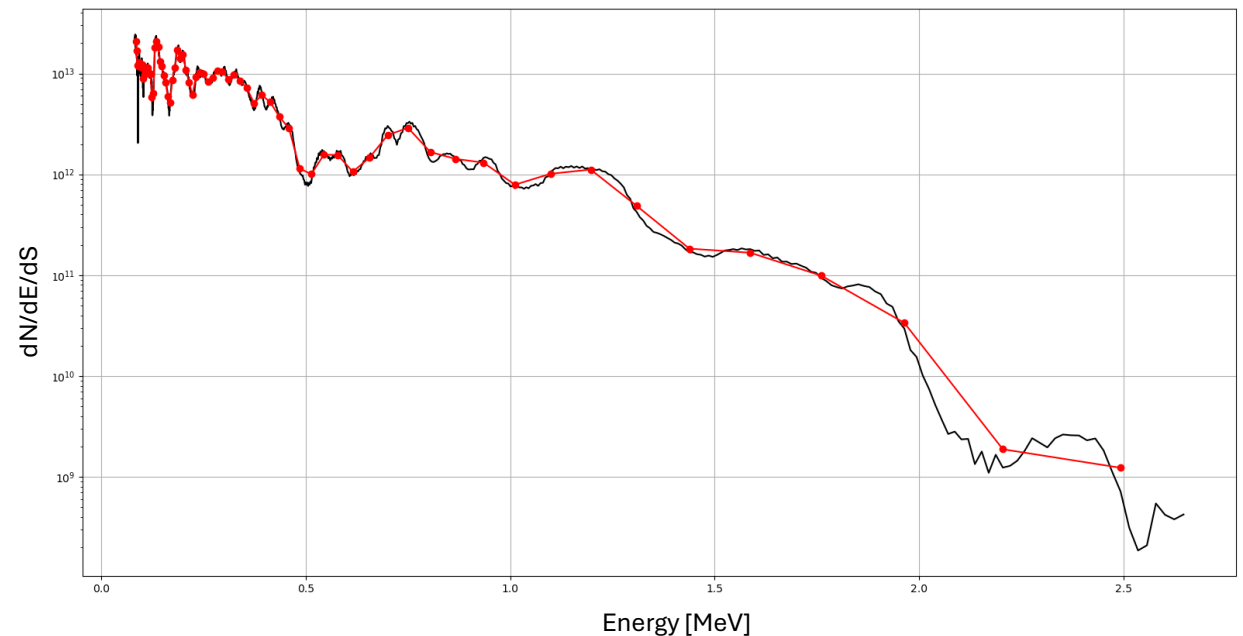
During the experimental campaign at the PALS facility, a Thomson spectrometer was implemented for monitoring the laser-plasma interaction at the primary target. This device served as a precursor of the advanced prototype of alpha-particle diagnostic, which is currently at the assembly phase and will be implemented in the future campaigns.

From this diagnostic we obtained information about the proton spectrum and the spectrum of heavy ions with $A/Z=2$. Especially the first, gave us information about the effectiveness of the laser-matter interaction and is extremely useful for comparing results with other ion diagnostics such as time-of-flight detectors and passive CR39 detectors (both implemented in the experiment).

**Preliminary result for typical
proton spectrum**



**Thomson spectrometer
implemented at PALS**



For the PALS campaign, CH foam + Si-H-B substrate targets have been realized.

The targets were constituted by a steel washer with an outer diameter of 1 cm and an inner diameter between 300 and 400 μm .

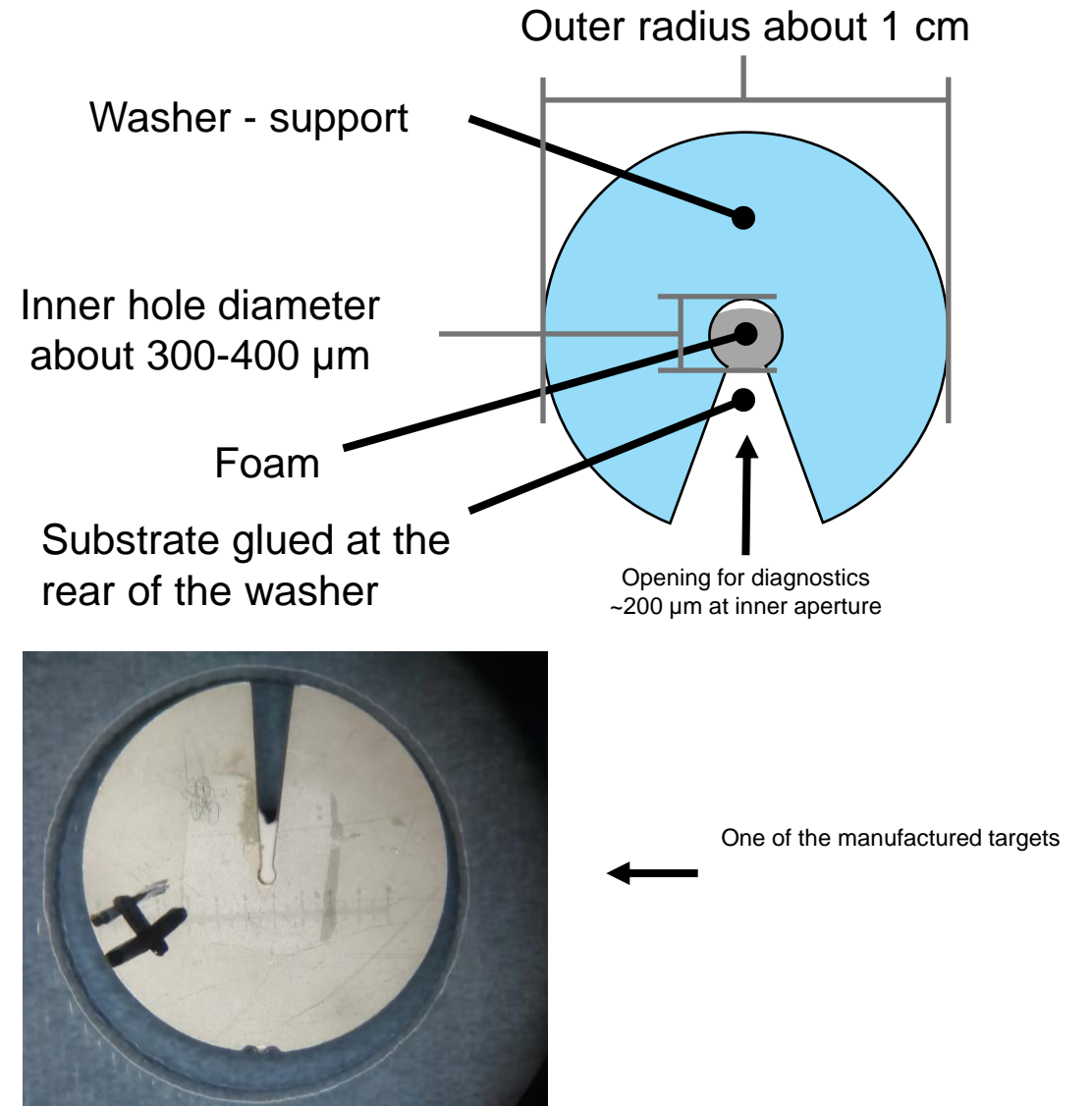
The inner opening of the washer was filled of a plastic foam with a pore size smaller than 1 μm .

A substrate made of a Si wafer enriched with H and B was attached to the back of the target.

The main laser beam was intended to come from the foam side, to exploit the ability of the foam to enhance laser absorption.

The foam densities achieved during manufacturing was of 100 and 50 mg/cm^3 , slightly too high for the optimal functioning of the laser-foam interaction.

New foam targets are under study with lower foam density, closer to 10 mg/cm^3 .



To investigate the behavior of the laser-generated plasma with the experimental parameters of the campaign conducted at PALS, hydrodynamical simulations have been performed by using the code FLASH.

Experimentally, a long and high-intensity pre-pulse has been observed in some shots, while in others this pre-pulse was suppressed.

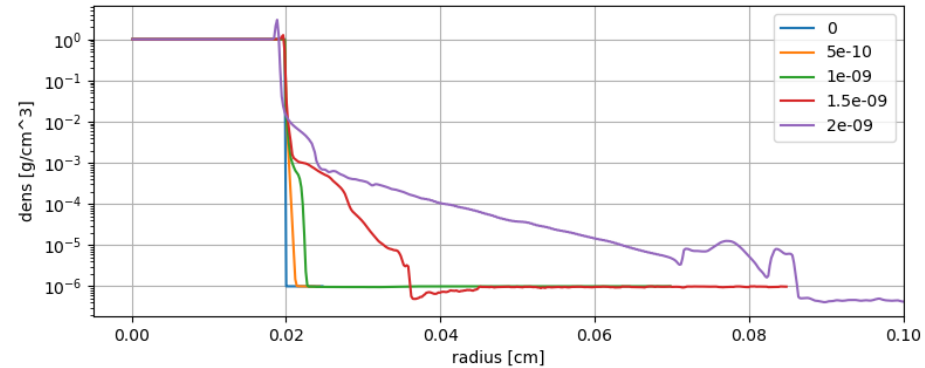
The presence of the high pre-pulse was related to higher energy ions detected by particle diagnostics.

The FLASH simulations showed that the effect of the pre-pulse was to have a plasma with a longer characteristic length, which can enhance the effect of parametric instabilities at the arrival of the main pulse, thus resulting in more efficiently accelerated ions.

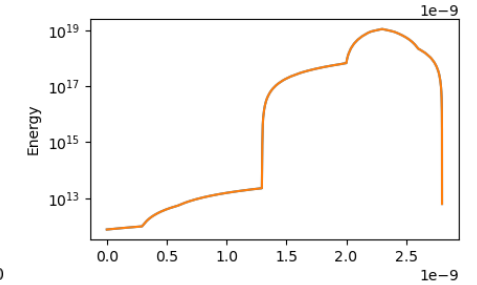
This will be further studied by using PIC simulations, in collaboration with the group from Politecnico di Torino.

Without the pre-pulse

Plasma density profile

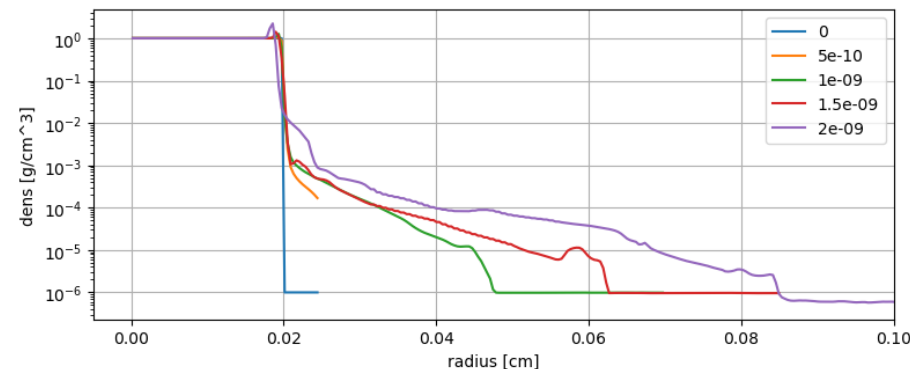


Pulse profile

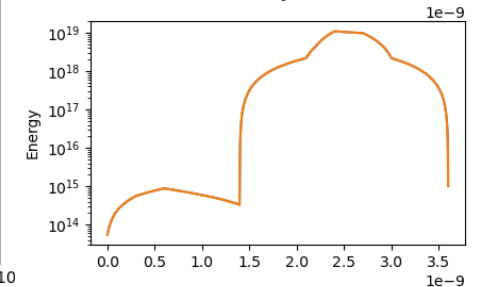


With the pre-pulse

Plasma density profile



Pulse profile



Anagrafica

Name	Institution	FTE
Claudio Verona	UniTV	0.3
Gianluca Verona Rinati	UniTV	0.3
Marco Marinelli	UniTV	0.3
Angelo Raso	UniTV	0.5
Fabrizio Consoli	ENEA	0.5
Mattia Cipriani	ENEA	0.4
Massimiliano Scisciò	ENEA	0.3
Massimo Alonzo	ENEA	0.3
TOT	FTE	2.9

Budget 2025

Cost Category	Item	I anno
Consumabile	Consumabile per rivelatori TP e diamanti	€1,000.00
	Materiali di allestimento per esperimento LASER 2025	€ 500.00
Viaggi	Caratterizzazione TP e TOF presso CEDAD Lecce	€ 1,500.00
	Trasferta per 2 persone all'esperimento previsto nel 2025 alla facility laser PALS (Praga) per 4 settimane	€ 10,000.00
	TOTAL	€ 13,000.00

BRAINSTAIN

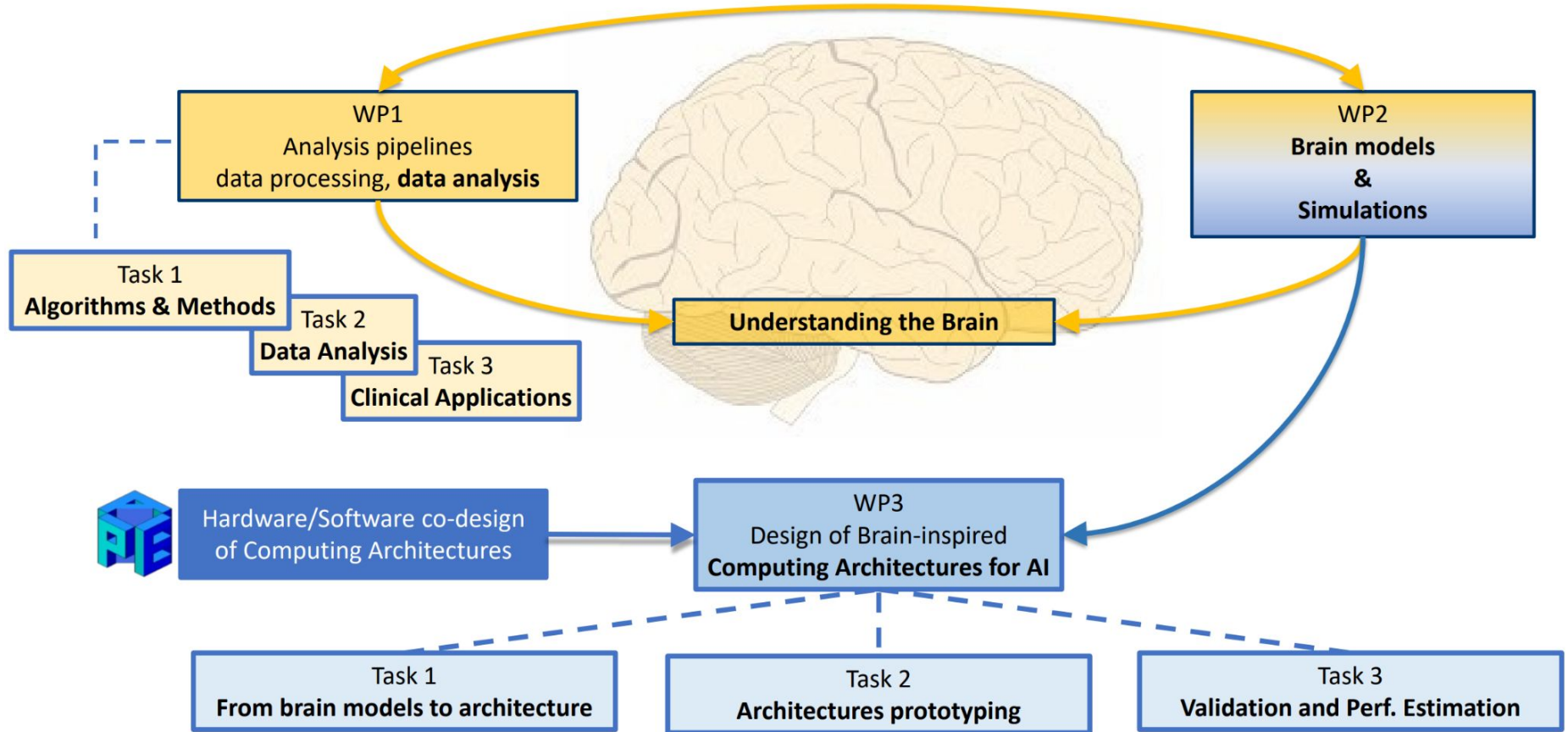
BRAIN Studies and Technologies for Artificial Intelligence and Neuroscience

Responsabili nazionali: Giulia De Bonis e Alessandro Lonardo

Unità di Ricerca

- **Sezione di Cagliari (RL Bruno Golosio)**
- **Sezione di Roma (RL Andrea Biagioni)**
- **Sezione di Roma 2 (RL Roberto Ammendola)**

BRAINSTAIN at a glance



Attività di RM2: Coinvolgimento nel WP3 Task 2 (Architecture prototyping)

- Implementazione di architetture brain-inspired inizialmente su singola FPGA utilizzando HLS per valutazione preliminare di prestazioni e limiti tecnologici e conformità con simulazioni numeriche
- Re-design architetturale e ottimizzazione a basso livello di specifici blocchi hardware utilizzando anche linguaggi di descrizione hardware (VHDL)
- Implementazione su piattaforma multi-FPGA dedicata allo studio di scaling dell'architettura bio-inspired multi-nodo

Sezioni Coinvolte e Anagrafica (RN A. Lonardo, 1.8 FTE)

- Roma1, RL Piero Vicini, 4.3 FTE
- Roma 2, RL Roberto Ammendola, 0.2 FTE
- Cagliari, RL Bruno Golosìo, 1.0 FTE

Richieste Finanziarie 2025

RM1:

- Missioni: 8k€
- Inventariabile: 22k€
- Consumo: 2k€
- Pubblicazioni: 3k€ SJ

RM2:

- Missioni: 1k€

CA:

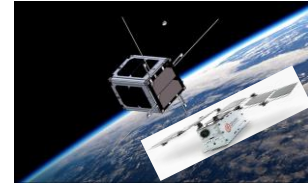
- Missioni: 3k€
- Consumo: 2k€
- Pubblicazioni: 3k€ SJ

Richieste di Calcolo Centralizzato 2025

- 400k core h, 10k GPU h, 2 TB disco

Preventivi INFN Roma Tor Vergata - 11 Luglio 2024

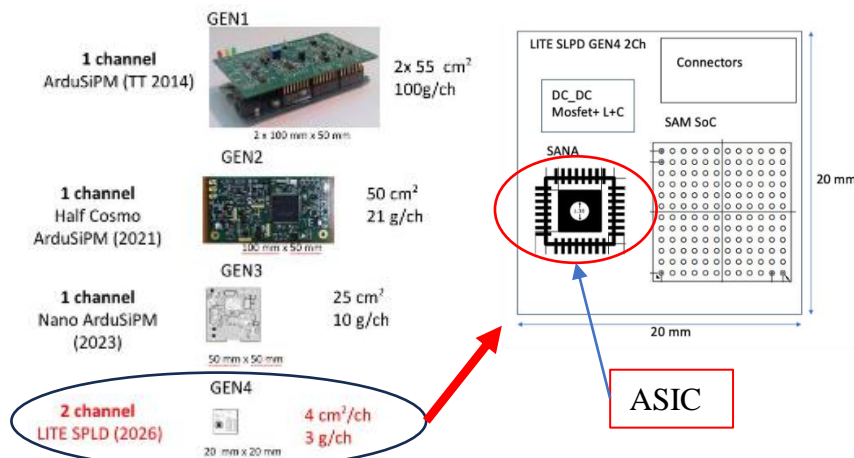
Resp. locale Davide Badoni - Resp. nazionale Valerio Bocci



Partecipanti (Roma Tor Vergata, Roma 1):

Roberto Ammendola, Davide Badoni, Valerio Bocci, Giacomo Chiodi, Marco Casolino, Francesco Iacoangeli, Laura Marcelli, Gianmaria Rebutini, Luigi Recchia, Matteo Salvato, Enzo Reali

L'esperimento LITE_SLPD si propone di realizzare l'integrazione dell'elettronica di rivelazione in sistemi di nanosatelliti e picosatelliti in sinergia con l'azienda Cshark, con l'obiettivo di misurare i flussi di particelle a cui sono sottoposti, quali la rivelazione di raggi X e gamma (da 100 Kev a 10 Mev) e sotto i 100 Kev utilizzando i SiPM senza scintillatore, in modalita' geiger. Un seconda applicazione è sugli aspetti di bio/chemioluminescenza, in sinergia con i gruppi di Chimica Analitica Bologna e CNR IMM Catania la realizzazione di strumenti portatili per la misura di vari fenomeni chimici.



Una delle principali attività dell'unità di **Tor Vergata** è la progettazione e l'implementazione di un chip ASIC che include tutte le funzionalità analogiche del sistema: discriminazione veloce e circuito di Peak&Hold insieme a funzionalità aggiuntive come un TDC a segmentazione ed il circuito PWM per generare la tensione di polarizzazione dei sensori nell'ottica di avanzamento. In termini di miniaturizzazione e pesi del sistema che, con la GEN4 offrirà 2 canali su una scheda 2 cm x 2 cm riducendo superficie e peso a 4 cm²/ch e 3g/ch.

Una seconda attività dell'unità di **Tor Vergata** consiste nello studio del possibile utilizzo di tali dispositivi in esperimenti per rivelazione gamma da impiegare a bordo del pallone PBR.

Attività previste, svolte ed attività programmate

CHIP ASIC - 2024

- ✓ E' in fase avanzata lo **studio di fattibilità chip** (prevista per il primo semestre 2024).
- ✓ E' prevista la simulazione del chip completo entro la fine del 2024 come da cronoprogramma.

CHIP ASIC - 2025

- ✓ Produzione primo prototipo chip ASIC
- ✓ Progettazione scheda di Test per chip ASIC
- ✓ Test chip
- ✓ Progettazione GEN4

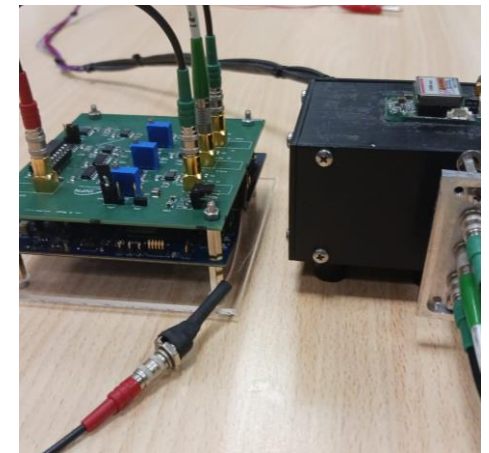
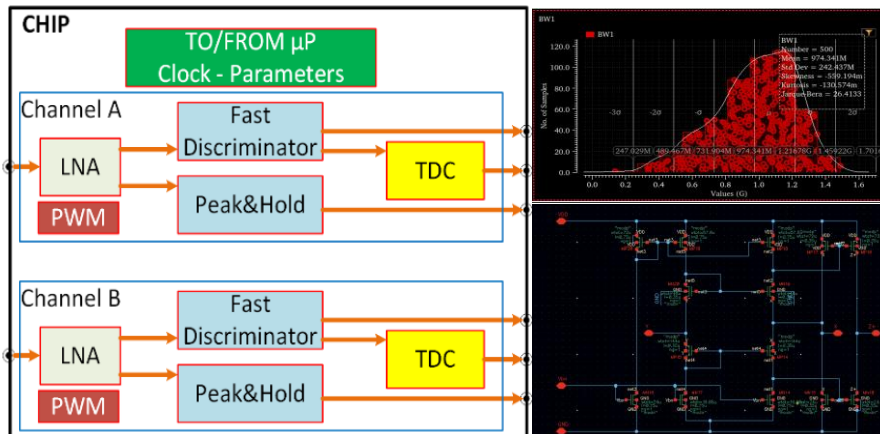
Studio e caratterizzazione per impiego su pallone - 2024

Nell'immagine (in basso a sinistra) la scheda COSMO - GEN2 durante i test di laboratorio per la preparazione del volo sperimentale su pallone di settembre previsto nel cronoprogramma delle attività .

E' visibile la parte del prototipo del detector (due canali di anti coincidenza e un canale centrale di rilevazione gamma).

2025

I risultati verranno analizzati in previsione dell'impiego del sistema a bordo del pallone PBR (Poemma-Baloon-Radio



LITE – SLPD

(Lightweight Integrated Technology for Space Luminoscence and Particle Detection)

SEZIONE DI ROMA TOR VERGATA

Anagrafica

Ammendola	Roberto	Dipendente	Tecnologo	10%
Badoni	Davide	Dipendente	Tecnologo	60%
Casolino	Marco	Dipendente	Dirigente di Ricerca	20%
Marcelli	Laura	Dipendente	Ricercatore	20%
Reali	Enzo	Associato	Incarico di Collaborazione Tecnica	40%
Rebustini	Gianmaria	Dipendente	Assegno di Ricerca	30%
Salvato	Matteo	Associato	Scientifica Ricercatori/Professori università	20%

Ricercatori: 4 (0.7 FTE) - Tecnologi: 2 (0.7 FTE) - Tecnici: 1

Richieste

CONSUMO

LICENZE

MISSIONI

Legenda

2025	k€
Chip – Primo RUN	12.00
Minuteria consumo elettronica	1.00
Lavorazioni meccaniche	1.00
Board Test LITE-SLPD Chip	3.00 SJ
Selezione SiPM low dark-current	2.00
Sicurezza Laser	1.00
Licenze Software Calibre Chip	2.00
Missioni	3
Totale	22.00 + 3 SJ



SL_BETATEST

SL_BetaTest is a 4-years experiment to study betatron radiation emission from beam-driven PWFA at SPARC_LAB as a test-bed for a plasma undulator device

The EuPRAXIA@SPARC_LAB project focuses to realize a compact plasma-based user facility

- Plasma acceleration module
- Ancillary components
 - ◆ Compact diagnostic station
 - ◆ Active Plasma Lens based transfer line

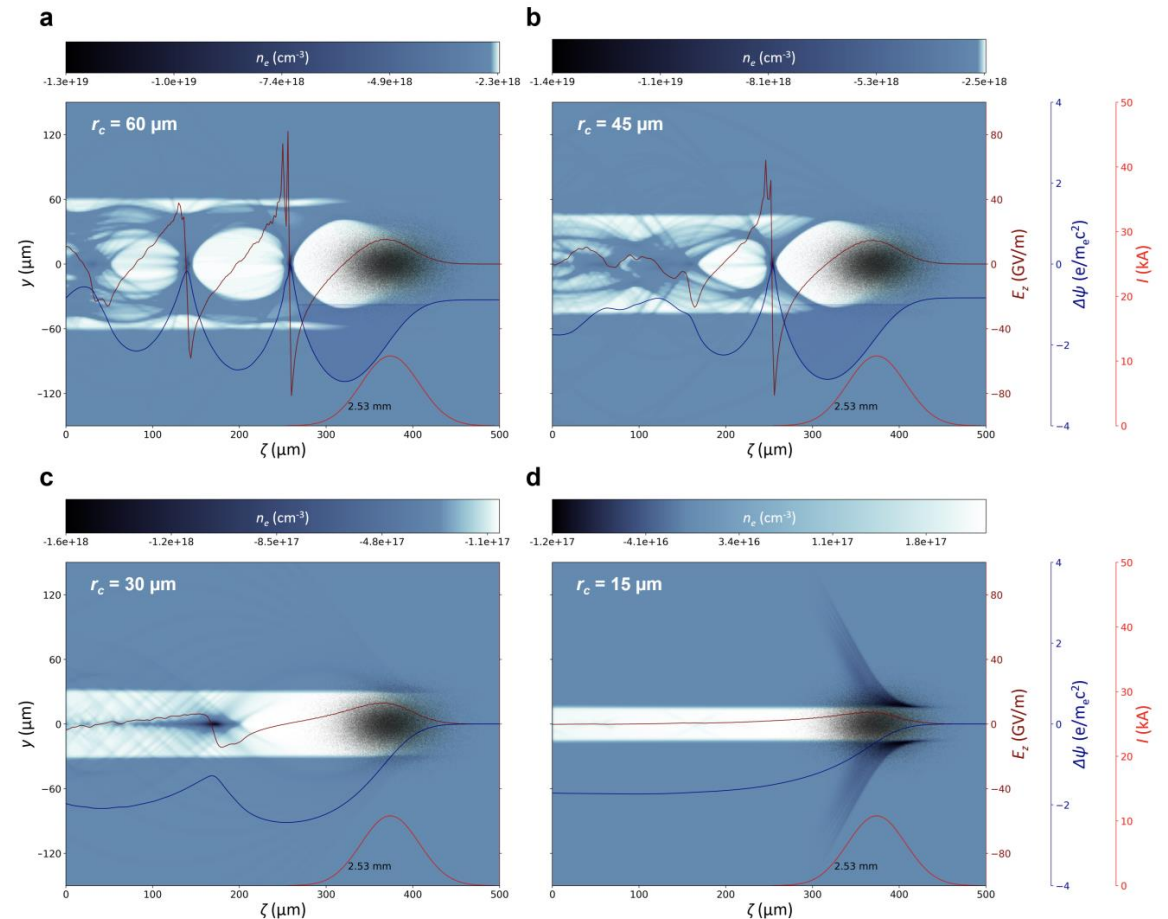
Spin-off of
SL_COMB2FEL

Conventional undulators are still too long => not compact and expensive

- *betatron* motion of electrons in an ion-channel to emulate an undulator
⇒ **very compact device**
- Betatron motion consists in oscillations normal to the propagation direction
- It is relevant only in a uniform focusing channel, like a plasma channel

- Neutral plasma creation through ionization laser
- Blowout of the plasma electrons through the driver beam

- ◆ **plasma electrons are expelled from the plasma region toward the neutral gas region**
 - negligible restoring force outside column
 - negligible accelerating force inside the column
 - linear restoring force inside the column



EuPRAXIA - PP ESFRI

European Plasma Research Accelerator With Excellence In Applications

“the first European project that develops a dedicated particle accelerator research infrastructure based on novel plasma acceleration concepts and laser technology”

Building a facility with very high field plasma accelerators, driven by lasers or beams
1 – 100 GV/m accelerating field
Shrink down the facility size



Provide a practical path to more research facilities and ultimately to higher beam energies for the same investment in terms of size and costs
Enable frontier science in new regions and parameter regimes

A. Cianchi

EuPRAXIA Advanced Photon Source EuAPS - PNR

- **Laser-driven betatron radiation source at SPARC_LAB**
- Collaboration among INFN, CNR, University of Tor Vergata
- **Operational *user* facility at SPARC_LAB** by the end of 2025
- **EuPRAXIA precursor for a user-facility**



A. Cianchi is responsible for the betatron source and he is WP leader for EuPRAXIA diagnostics

Electron beam Energy [MeV]	50-800
Plasma Density [cm^{-3}]	$10^{17} - 10^{19}$
Photon Critical Energy [keV]	1 - 10
Nuber of Photons/pulse	$10^6 - 10^9$

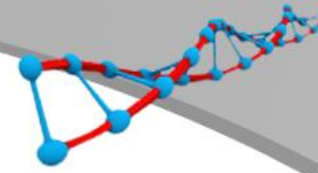
Gantt-chart and Milestones for 2024 and 2025

WORK PACKAGES AND TASKS		START DATE	DUE DATE	30/6/2024	31/12/2024	30/6/2025	31/12/2025	30/6/2026	31/12/2026	30/6/2027	31/12/2027	NOTES
WP1. Overall project	T1: Coordination	01/01/2024	31/12/2027	█	█	█	█	█	█	█	█	LNF
	T2: Project of the experimental layout	01/01/2025	31/12/2025			█	█					LNF, MI, Roma1, Roma2
	T3: Experimental test for working points design	01/01/2026	31/12/2026					█	█			LNF, MI, Roma1, Roma2
	T4: Proof-of-Principle of a plasma undulator	01/01/2027	31/12/2027							█	█	MI, LNF, Roma1
WP2. Simulation studies	T1: Single bunch beam dynamics (BD) in plasma and betatron radiation characterization	01/01/2024	31/12/2024	█	█							MI, LNF, Roma1
	T2: Two bunches BD in plasma. Betatron radiation as diagnostic tool characterization	01/01/2025	31/12/2025			█	█					MI, LNF, Roma1
	T3: Ion column set up, numerical characterization and optimization	01/01/2026	31/12/2026					█	█			MI, LNF, Roma1
	T4: Experimental data interpretation	01/07/2026	31/12/2027							█	█	MI, LNF, Roma1, Roma2
WP3. Plasma source	T1: Ion column project	01/01/2024	31/12/2025	█	█	█	█					LNF, MI
	T2: Ion column prototype	01/07/2025	31/12/2026					█	█			LNF
	T3: Plasma source characterization	01/01/2027	31/12/2027							█	█	LNF
WP4. Photon diagnostics	T1: Design of the detection system	01/01/2025	31/12/2025			█	█					Roma2
	T2: Procurement of diagnostic devices	01/01/2026	31/12/2026					█	█			Roma2
	T3: Implementation and measurements	01/01/2027	31/12/2027							█	█	LNF, Roma2
WP5. Beam diagnostics	T1: Wakefields studies in capillaries	01/01/2024	31/12/2024	█	█							Roma1, LNF
	T2: Passive streaker design and prototype	01/01/2025	31/12/2026			█	█					Roma1
	T3: Implementation and experiment	01/01/2027	31/12/2027					█	█	█	█	LNF, Roma1



Anno	Hardware (k€)	Missioni (k€)
I	0	3
II	0	3
III	50	3
IV	0	3

Total cost 200 k€
 Total cost for RM2 62 k€

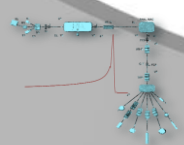


BIOphysical characterization of **H**elium and **O**xxygen ion beams for hadron**T**herapy

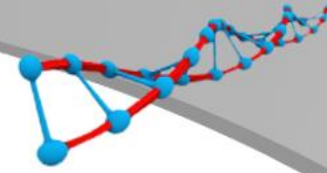


2023-25

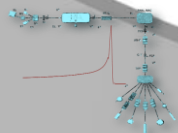
Responsabile esperimento: Prof. Lorenzo Manti



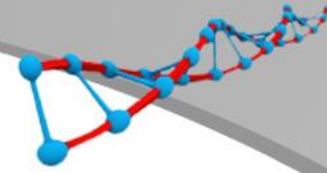
Purpose of the project



- ^4He ions present physical and radiobiological properties intermediate between those of protons and ^{12}C ions, with ^{16}O ions expected to be superior to ^{12}C in (hypoxic) tumour control
- Heidelberg Ion Therapy (HIT) has already treated the first patient with ^4He
- BIOHOT will biophysically characterize clinical ^4He beams through:
 - **Radiobiology**: Techniques to be used for cancer cells (osteosarcoma and pancreas)
 - Clonogenic assay (RBE determination)
 - Apoptosis (cancer cell death)
 - Foci assay (repair efficiency)
 - Migration assay (metastatic ability)
 - **Modelling**: Biophysical Analysis of Cell death and chromosome Aberrations (BIANCA): using inputs from photon survival curves and chromosome aberration data to predict ion-induced cell death and sublethal damage
 - **Microdosimetry**: the microdosimetric spectra obtained from experimental data will be used as inputs for the MKM to directly link the microdosimetric characterization of ^4He to cell survival probability and related RBE



Activity 2025



- Activity of INFN-ROMA2 can be summarized as follows:
 - Diamond microdosimeter and DIODE detector will be employed in the framework of the BIOHOT project.
 - Dosimetry and Microdosimetry measurements will be carried out at the exact positions where cancer cells are placed along the ^4He SOBP at HIT. This ensures that the data obtained are directly relevant to the cellular environment and radiation interactions at the microscopic level.
 - Evaluation of dose and LET will be performed. These data are mandatory for a better biophysical interpretation of the radiobiological effects

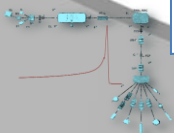
Deliverable: Experimental LET and dose reconstruction along ^4He SOBP (31/01/2025)

Anagrafica

Name	Institution	FTE
Claudio Verona	UniTV	0.4
Gianluca Verona Rinati	UniTV	0.2
Marco Marinelli	UniTV	0.2
Angelo Raso	UniTV	0.4
TOT	FTE	1.2

Budget 2025

Consumabile	Materiali di allestimento per esperimento a HIT	€1,000.00
Missioni	Misure a HIT con He	€ 2,000.00
	TOTAL	€ 3,000.00



Progetto: Multidimensional nANodevice architectures For lOw-perturbation single-ion Detection (MANIFOLD)

Attività svolta nel laboratorio di Manuela Scarselli

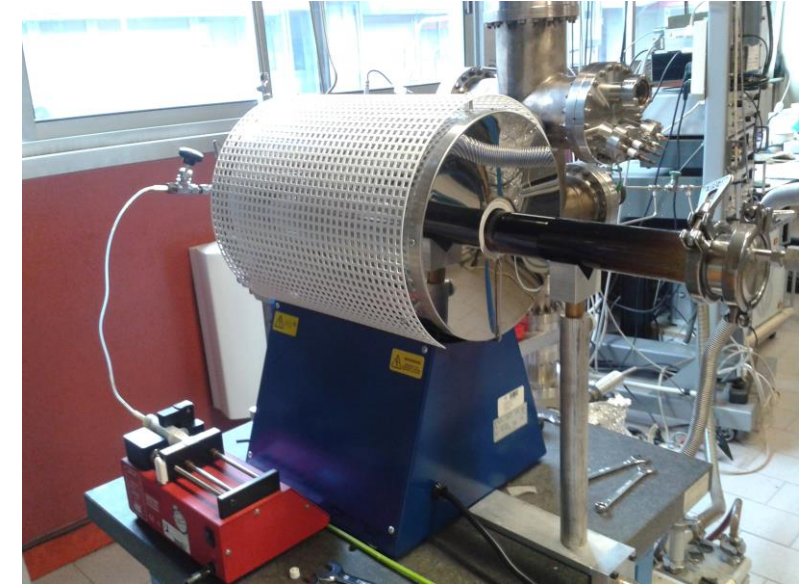
Rivelazione di fasci ionici (^1H , ^4He , 200-2000 keV)

sfida#1: rivelare fascio ionici ionici rarefatti ($<10^3$ p/s) senza perturbarli

sfida#2: risolvere spazialmente il fascio ionico con errore $<1\mu\text{m}$

Potenziale impatto scientifico e su interessi Ente:

- particle counter risolto spazialmente
- deterministic implantation/precision targeting (singoli ioni/dopanti)
- creazione di array di difetti localizzati in nuovi materiali (solid state QT, Q-sensing)



Reattore per la crescita di film di nanotubi di carbonio allineati verticalmente su substrati vari



Acquisti:

- 1) una unità di controllo per fluire azoto nella camera di crescita come implementazione dell'attuale sistema che prevede il controllo di flussi di gas (acetilene, argon e idrogeno).

