

Situazione esperimenti presso la Sezione di Milano

Continuano con responsabilità locale:

BISCOTTO	RL	Marco Statera
Marix_RAD	RL	Luca Serafini
MC_INFN	RL	Paola Sala
METRICS	RL	Flavia Groppi
NIRVANA	RL	Stefano Agosteo
SL_COMB2FEL	RL	Vittoria Petrillo
SR3T	RL	Paola Mangili

Continuano con responsabilità Nazionale:

DESIGN – pr.	RN e RL	Andrea Castoldi
SL_EXIN	RN e RL	Andrea Renato Rossi

Chiudono:

ESQUIRE	RL	Carlo Fiorini
HadroMag	RN e RL	Alessandro Lascialfari
HEAT	RL	Alessandra Guglielmetti
L3IA	RN e RL	Dario Giove
MOVE_IT (CALL)	RL	Giuseppe Battistoni
Plasma4Beams	RL	Massimiliano Romè
REDSOX2	RL	Giuseppe Bertuccio
SICILIA (CALL)	RL	Dario Giove
SPE	RL	Valentino Liberali
TRACCIA	RL	Roberta Vecchi

Nuovi con responsabilità locale:

Ion2neutral	RL	Massimiliano Romè
QulChe	RL	Valentino Liberali

CALL:

ARCADIA	RL	Massimo Caccia
NEPTUNE	RL	Stefano Agosteo
TIMESPOT	RL	Nicola Neri

Nuovi con responsabilità Nazionale:

ASTAROTHRN	e RL	Davide D'Angelo
ISPIRA	RN e RL	Vera Bernardoni
ELBac	RN e RL	Dario Giove
PROTHYP	RN e RL	Alessandro Lascialfari
SCARLET	RN e RL	Carlo Fiorini
TRAMM	RN e RL	Daniele Sertore
WOCKI	RN e RL	Dario Giove

Grant Giovani:

CIMICE	RL	Davide Bortot
PAPRICA	RN e RL	Ilaria Mattei

Legenda

Acceleratori e Tecnologie Applicate: 7

Rivelatori, elettronica e informatica: 7

Fisica Interdisciplinare: 6

NUOVI ESPERIMENTI con
Responsabilità NAZIONALE e LOCALE

ASTAROTH

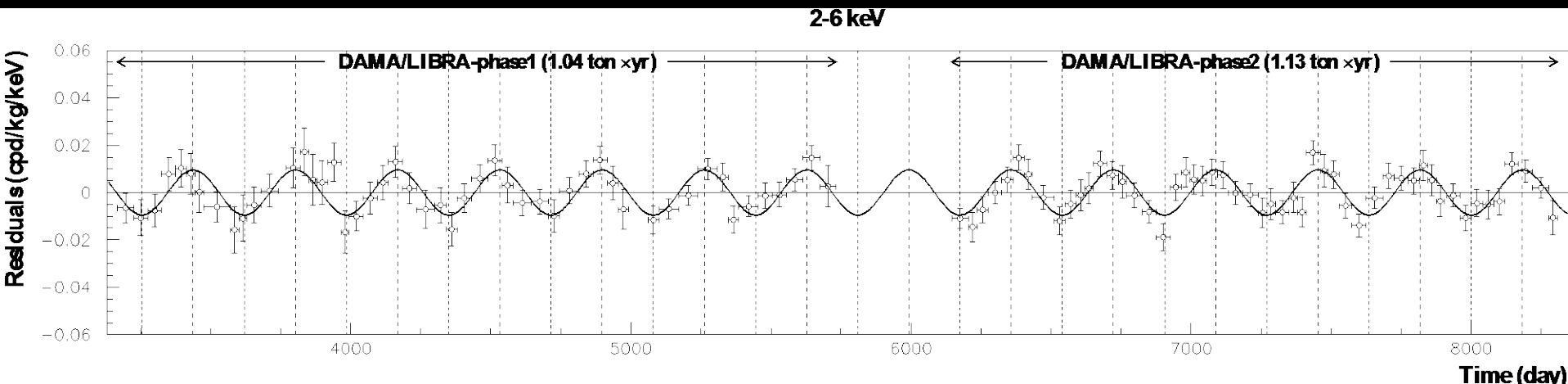
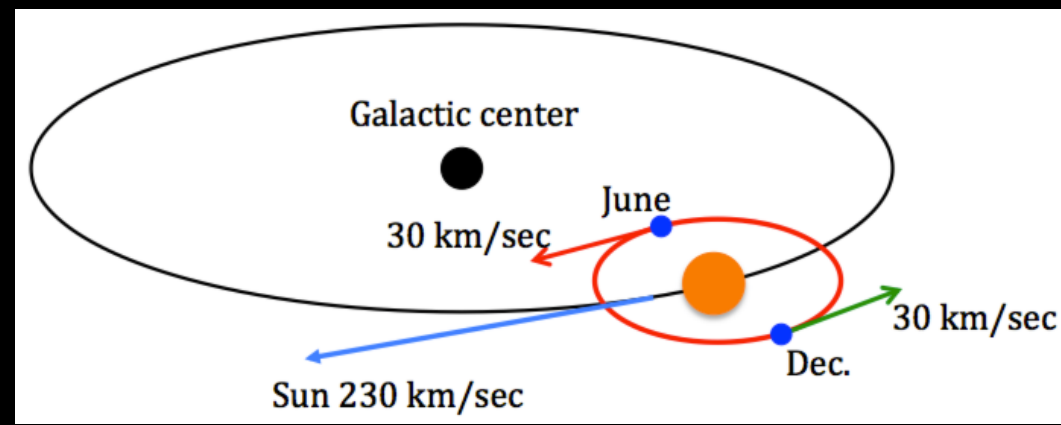
(All Sensitive crysTal ARray with lOw
THreshold)

Consiglio di Sezione, 2 Luglio 2019

ASTAROTH

- **What:** Novel detector concept for direct search for Dark Matter with NaI(Tl):
 - Possible upgrade technology for SABRE (CSN2)
 - Develop technologies of wide interest (Dune, DarkSide, ...)
- **Why:** explore sub-keV energy range for the first time:
 - aim to 100 eV threshold, be happy with a few times that
- **How:** all-sensitive design based on cubic NaI(Tl) scintillating crystals with SiPM matrices on all sides.

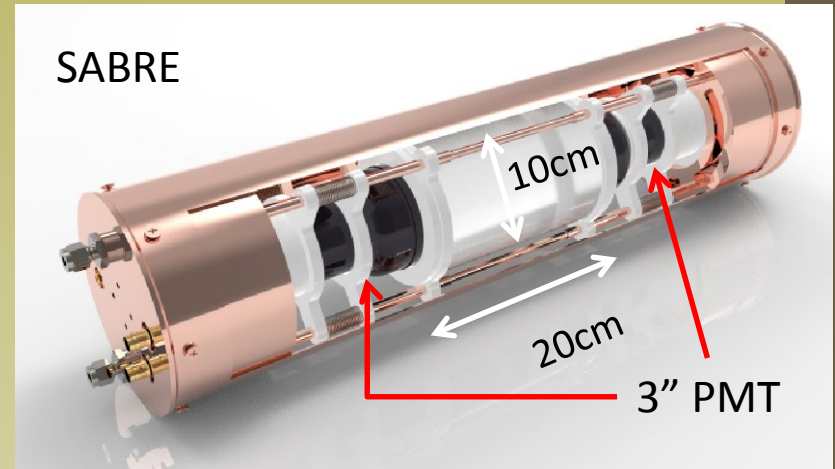
Dark Matter annual modulation



- Observed by DAMA on NaI(Tl) scintillating crystals (250kg)
- 20 annual cycles, $\chi^2/\text{ndf} = 199/102$, 12.9 σ significance
- Period + Phase + Amplitude compatible with Dark Matter
- NOT observed with other techniques -> model dependent comparison
- Strong need to verify it with NaI(Tl) and better sensitivity

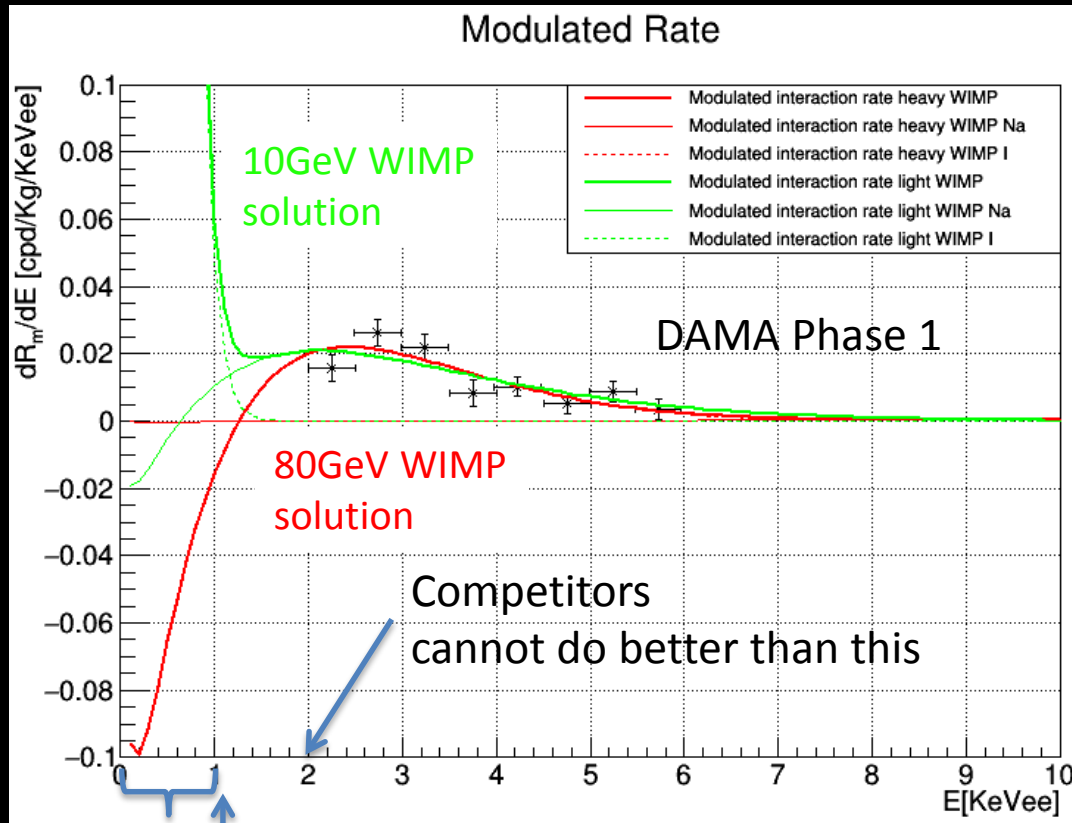
Current technology limitations

- Typical crystal size: ~10 kg.
- Cylindrical crystals coupled with two PMTs on the flat ends:
 - reflector material on the sides
- Limitations:
 - Only <25% of light collected
 - need relatively large crystal mass
 - hard to build at high purity
 - Low Energy threshold limited by PMT noise
 - At room temperature veto with organic scintillator: environmental restrictions at LNGS.



Experiments with this technology are limited to energies above 1-2keV

going for sub-keV recoil Energy

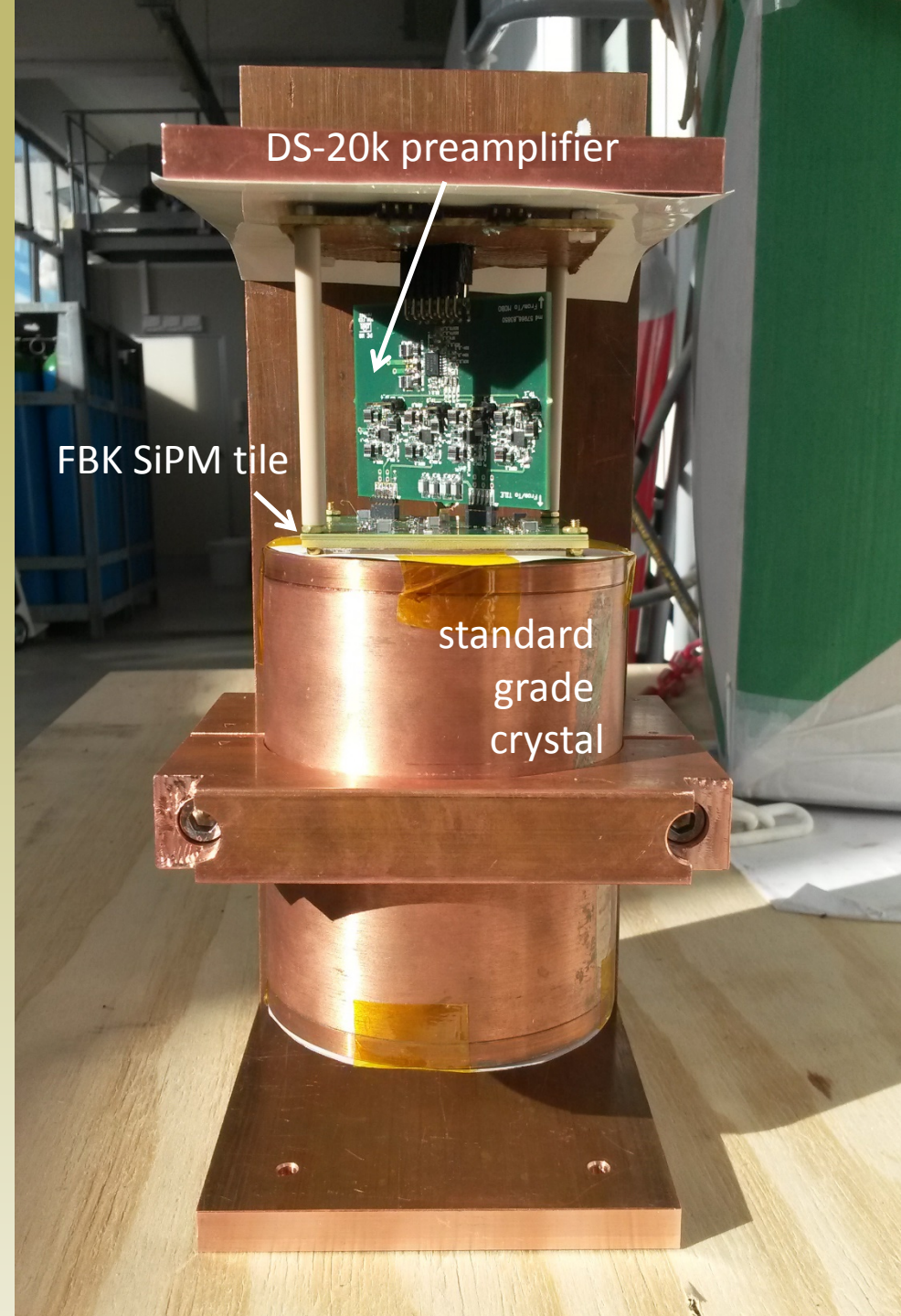


- Going to sub-keV the modulation amplitude increases
- The phase reversal might become observable
- Discriminate between 10GeV and 80GeV WIMPs
- Any analysis threshold < 1 keV is a success!
- ASTAROTH technology could do this

Dama phase 2 released May 2018
 Anything here would be a huge success!

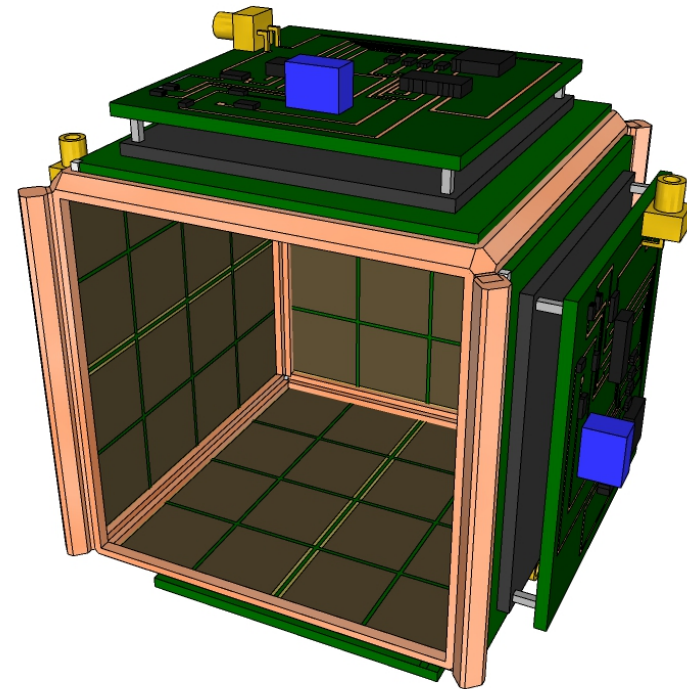
Why SiPM

1. More light conversion:
55% PDE vs $\sim 30\text{-}35\%$ QE
of PMTs at 420nm
(NaI(Tl) peak emission)
2. Negligible background ->
allow for smaller crystals,
easier to obtain at high-
purity
3. Lower dark counts at
 $T < 150\text{K}$
4. Lower light emission
("after-glow")
5. Lower cost, about 25%



SiPMs is the way to go

	PMTs (R11065-20)	SiPM (FBK NUV-HD-LF)
Surface (cm ²)	32	25
Q. Eff. / Ph. Det. Eff.	30-35%	>50%
After glow	yes	no
Dark Count (cps/mm ²)	3×10^{-1}	3×10^{-3} (@LAr)
Background (mBq)	5-10	<0.5
Charge resolution	~30%	~5%
availability	not now	yes (NOA?)
Price (Euros/cm ²)	200	50



- SiPM only work well at $T < 150\text{K}$
 - *A (moderately) cryogenic detector*
- Quartz Cased crystals.
- All-sensitive detector (6 sides), no

reflector

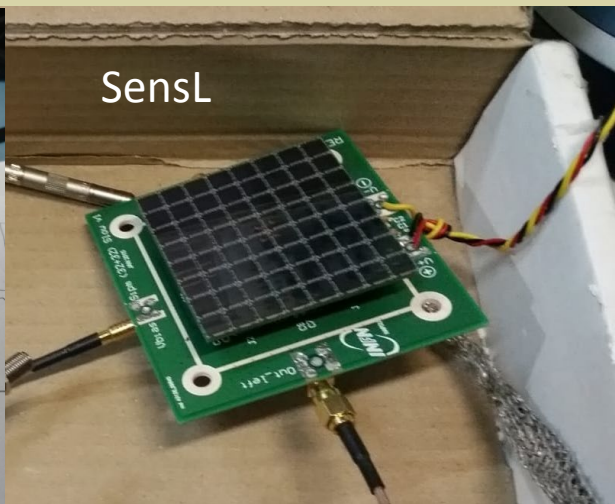
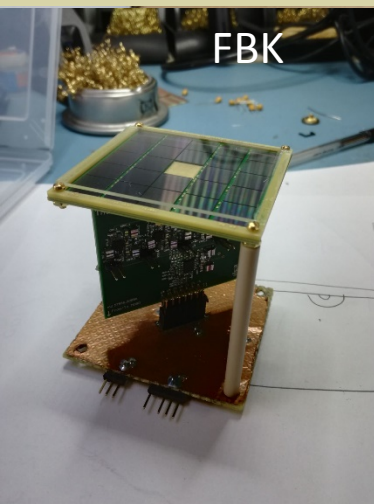
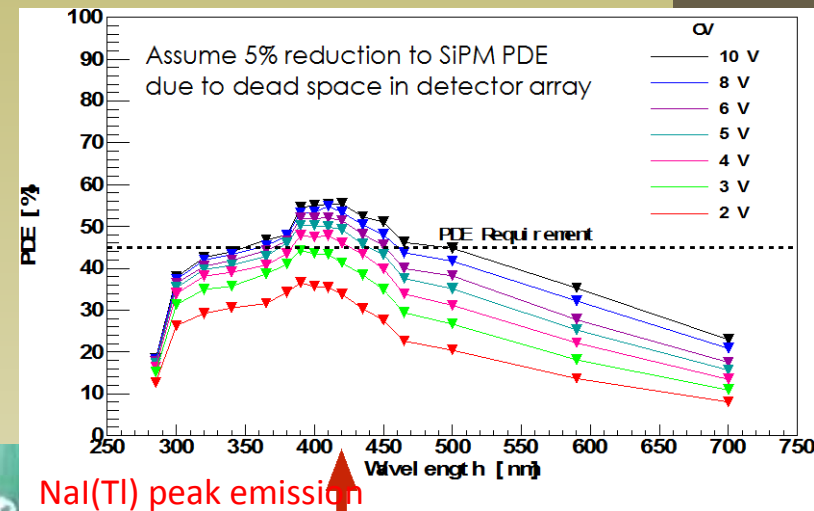
- maximize LY : emit 40 ph/kev -> detect **20 ph.e. /kev**

SiPM comparison

- 5cmX5cm SiPM tiles with high fill factor
- 3 producers:
 - FBK 0.8x1.2cm NUV-HD-LF SiPM with 40um pitch
 - Used in DarkSide
 - SensL J-60035-64P-PCB
 - with TSV!
 - Hamamatsu S13361-6050
 - quenching resistor independent of T: shorter signal at low T

C. Piemonte et al., IEEE Trans.Elec.Dev. 63 (2016) 1111-1116

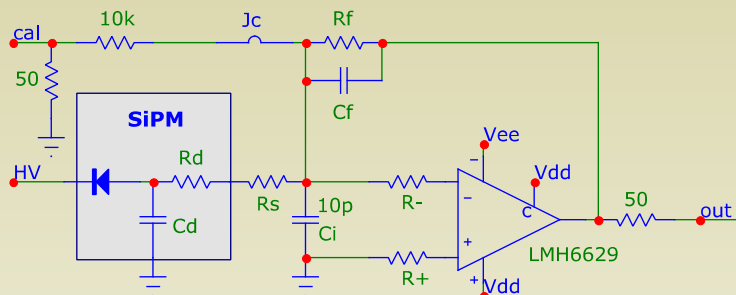
F. Acerbi et al., IEEE Trans.Elec.Dev. 64 (2017) 521-526



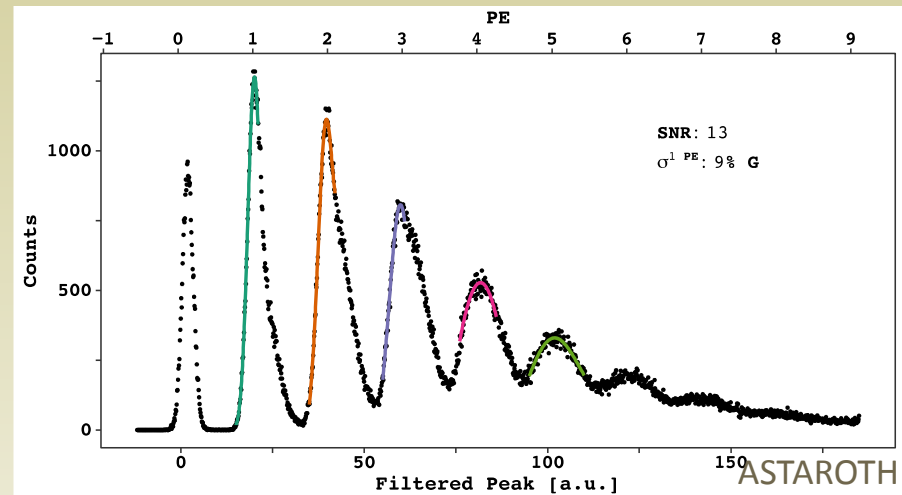
ASTAROTH

Cold front-end

- Ganging scheme: 2s3p for 6 devices?
- x4 summing stage -> 5cm x 5cm array
- need coplanar electronics
 - use the same Pyralux (low backgr., SABRE) PCB for SiPM and electronic: no connectors (dominant background)
- Next step: integrated electronics (ASIC)
 - interest for DUNE and DarkSide

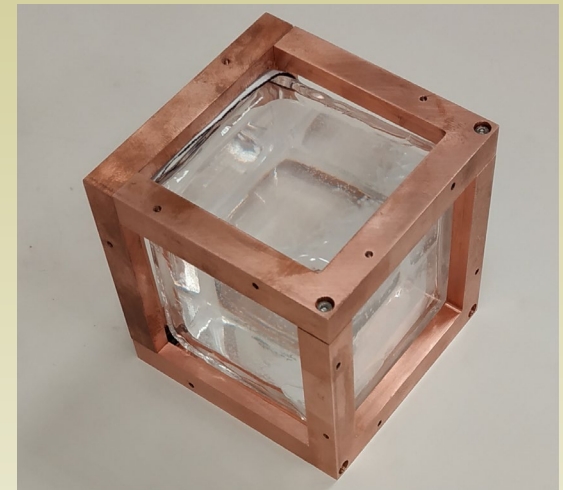
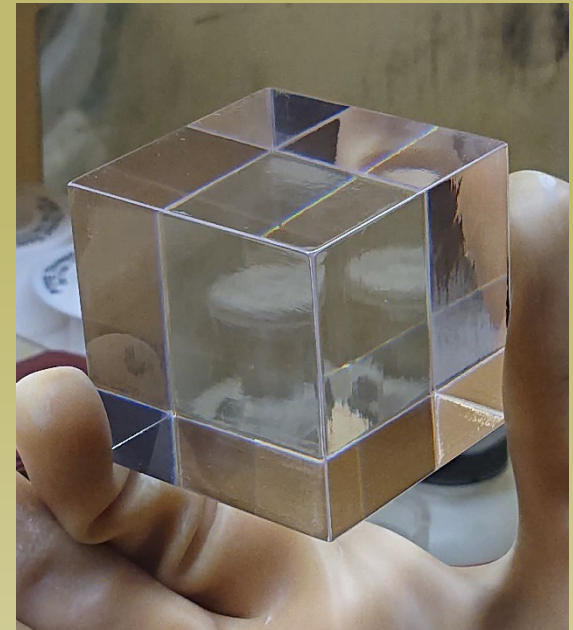


M. D'Incecco et al., arXiv:1706.04213, arXiv:1706.04220



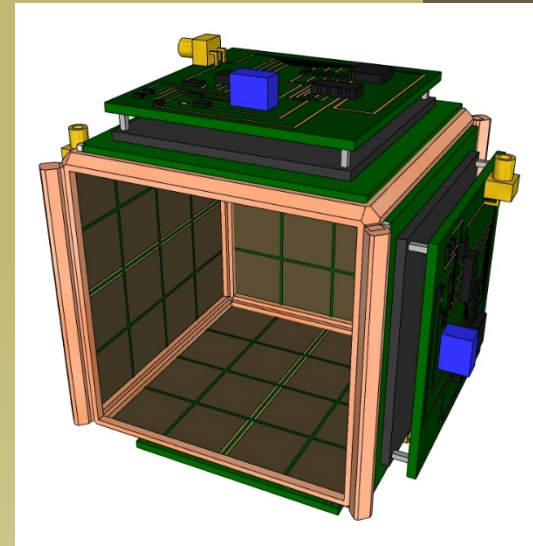
Cased crystals

- NaI is hygroscopic -> need a case with several requirements:
 - withstand vacuum
 - withstand several thermal cycles to LAr T
 - fully transparent optical coupling at LAr T
 - low radioactivity materials
- First cubic crystal delivered in March 2019
 - quartz box with 1 side glued
 - neon atmosphere: no condensation
 - a good test for cooling process and SiPM coupling
- Next step: revise design
 - avoid humidity spots
 - more regular external shape
 - better glue containment
 - avoid quartz cracks



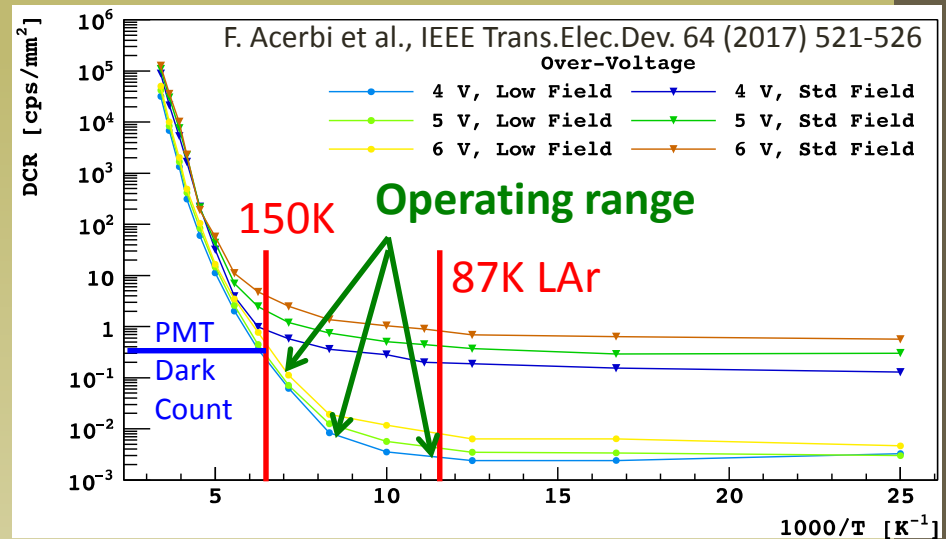
Advantages

1. Lower energy threshold:
sub-keV for the first time!
 - for direct Dark Matter search
 - and more...?
2. Possibility to reject dominant ^{210}Pb surface contamination with collection asymmetry.
3. Overcome the construction difficulties of present experiments: size&purity of crystals is hard to reach at the same time:
 - a. SABRE: big success in making clean crystals, but not yet large
 - b. Anais, Cosine: have large crystals, but not sufficiently clean



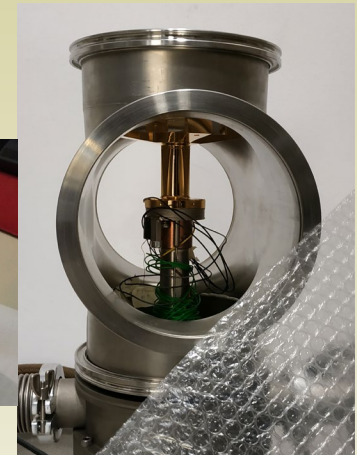
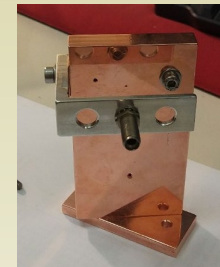
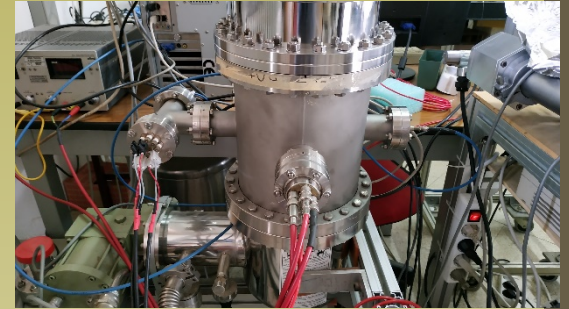
CryoBox

- Cylindrical copper vessel hosting the crystal
- Goal tunable in the 87-150K range
- Operate immersed in LAr.
- Heat of the electronics (150mW/side) must be dissipated
- double-walled copper vessel
 - T regulation: continuous flow of N2 vapor



Available cryogenic facilities

- 4 vacuum cryocoolers for SiPM tests
 - INFN-Pavia (M. Rossella)
 - currently used for FBK SiPM
 - Polimi (C. Guazzoni)
 - setup preparation
 - Officina dip. Fisica Milano (F. Cavaliere)
 - LNGS (P. Gorla)
 - unused, formerly ABSURD (CSN5)
- 1 gas cryostat for crystal test
 - INFN-MI@LASA (M. Sorbi)
 - vapor from LN₂ / GN₂ mixture
 - very uniform and controlled thermal cycle
 - only > 100k



What happened so far?

- ERESiA: ERC-CoG 2M Euro in 5y
 - result: final A (recommended for funding) but no grant (...)
- Activity mostly funded on UNIMI Transition Grant (80k 2017-2019)
- Preamp for FBK SiPM by M. Citterio and his student (DUNE)
 - tested at INFN Pavia
- Synergy on SiPM at Lar with wide interest:
 - DarkSide
 - DUNE (nu_at_fnal)
 - SABRE
- Hilger company shipped first cubic crystal in March
 - to be revised -> 2nd attempt funded (UNIMI Linea 2B)
- Leader: INFN senior postdoc position starting in Sept
 - 50% this activity
 - excellent experience with Liquid Argon
- Synergy with Neutrino platform at CERN

Anagrafica CSN5 2020

Personale	Ruolo	% impegno	Sezione	FTE
D. D'Angelo**	RU	40%	Milano	1.45
A. Zani*	AdR	50%		
M. Fanti	PA	10%		
V. Liberali	PA	15%		
A. Stabile	RTD-A	10%		
M. Sorbi	RU	20%		
M. Statera	Tech	10%		
A. Ferella	PA	30%	LNGS/GSSI	1.1
G. Di Carlo	Ric.	20%		
S. Copello*	AdR	30%		
N. Rossi	Ric.	30%		

Totale: 2.55

Resp. naz: D. D'Angelo

ASTAROTH

Project under development

- 3 year projects
- Budget: order of 80k/yr divided among 2 INFN sections
- Main goal is a demonstrator with:
 - 1 crystal 5cm side
 - working fused silica case with all requirements
 - cryogenic optical coupling (NaI/quartz and quartz/SiPM)
 - 3x SiPM arrays with performance comparison
 - copper cryobox with temperature control (87-150K)
 - LAr cryostat
 - Gas recirculation system
- Work on the electronics
 - first group work on discrete preamp
 - second group work on integrated electronics (ASIC) on a single PCB
- Optional in the third year:
 - second low radioactivity crystal for coincidence background evaluation

ISPIRA - Integrazione di metodologie sperimentali per la ricerca sull'aerosol carbonioso

Sezioni partecipanti:

- Milano, RN: Vera Bernardoni
- Firenze, RL: Mariaelena Fedi
- Genova, RL: Dario Massabò

L'esperimento si inserisce nella linea di **ricerca sull'aerosol atmosferico già** in precedenza sviluppata all'interno della **CSN5** (da primi anni 2000 con le sigle MASAI, NUTELLA, NUMEN, MANIA, DEPOTMASS, TRACCIA).

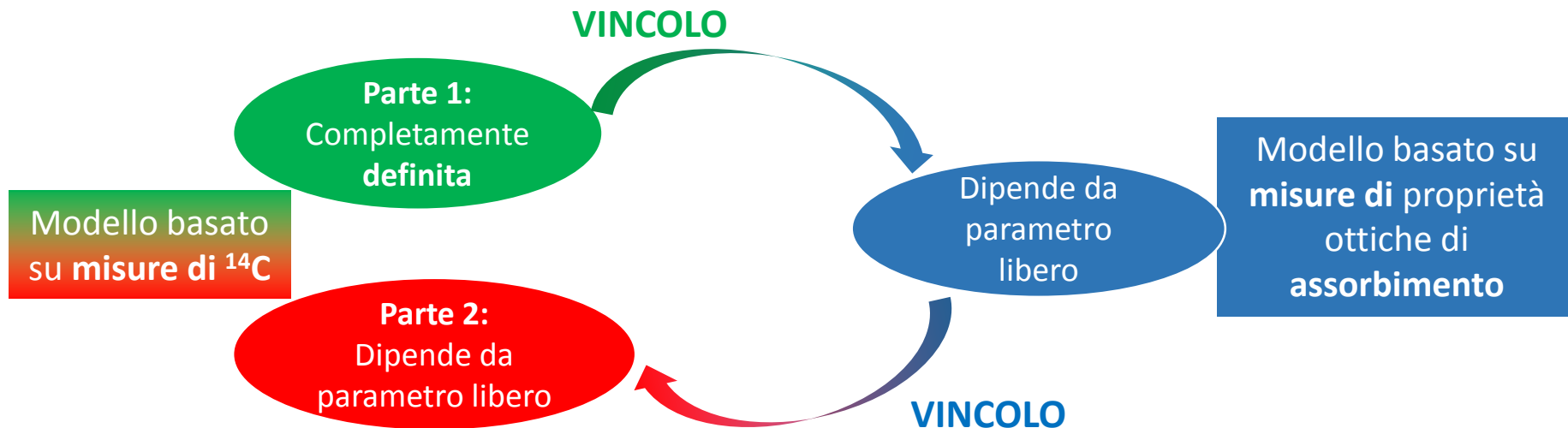
Questa linea di ricerca ha **recentemente** compiuto un **passo strutturale importante con l'ingresso di INFN** (grazie a infrastrutture come LABEC a Firenze e ChAMBRE a Genova) **in ACTRIS** (Aerosols, Clouds and Trace gases Research InfraStructure), il **consorzio europeo che sta implementando una infrastruttura permanente** per lo studio dell'atmosfera e dei suoi componenti che si strutturerà in un **ERIC** (European Research Infrastructure Consortium) **attivo dal 2025 al 2050** (con una precedente fase di implementazione dal 2020 al 2025).

ISPIRA si focalizzerà in particolare **sull'aerosol carbonioso**: esso ha **effetti su salute e clima**, ma è un sistema complesso che **nessita miglior caratterizzazione e identificazione delle sorgenti (source apportionment)** per l'implementazione di strategie di mitigazione efficaci.



ISPIRA svilupperà metodologie sperimentali per fornire informazioni che – integrate attraverso sviluppi modellistici – permetteranno di superare alcune delle limitazioni ad oggi presenti nella caratterizzazione delle componenti clima-alteranti e negli studi di *source apportionment*.

Infatti, in tali **modelli** (basati su dati di input su ^{14}C e di proprietà ottiche di assorbimento) sono presenti **parametri liberi**. In **ISPIRA**, tali parametri verranno **vincolati grazie all'applicazione congiunta**, perseguibile grazie agli sviluppi sperimentali e la campagna di misura che verranno realizzati.

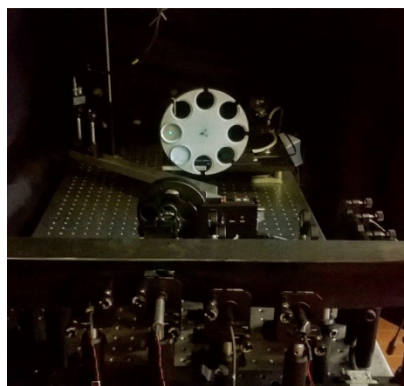
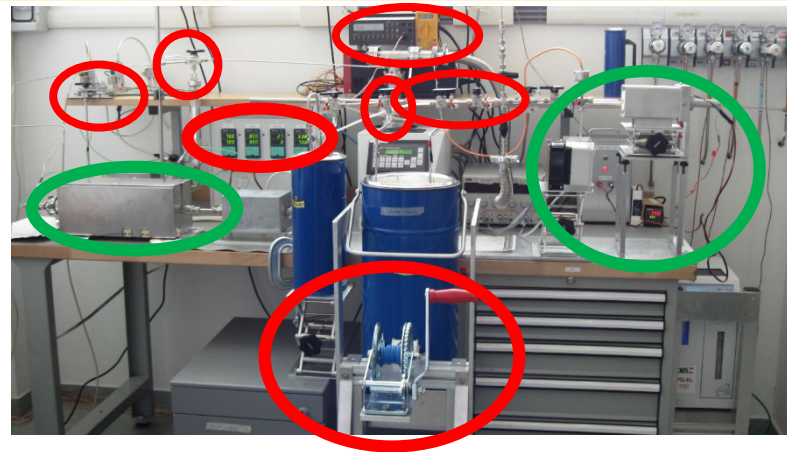


ISPIRA realizzerà una **nuova linea di preparazione campioni per misure di ^{14}C** sulle frazioni dell'aerosol carbonioso.

Rispetto a quanto sviluppato in passato, la nuova linea sarà:

- **Automatizzata** (riduzione del tempo-uomo, incremento del numero di campioni, **miglioramento rappresentatività del dato**)

- **Ottimizzata per campioni piccoli** (non saranno più necessari **campionamenti ad-hoc** e in prospettiva potrà essere applicata a campioni separati dimensionalmente o raccolti in siti remoti)



Inoltre, **ISPIRA** realizzerà strumentazione per la misura delle proprietà ottiche di **assorbimento**. Innovazioni principali saranno l'utilizzo di sorgente di **luce bianca** e **modifiche al sistema di rivelazione**, portando a un **significativo aumento informazioni in input ai modelli** per l'identificazione delle sorgenti e caratterizzazione delle componenti clima-alteranti

ISPIRA sarà strutturato in **3 Working Packages (WPs)**, cui parteciperanno tutte le sezioni.

All'interno dei WPs, le attività saranno strutturate in key-tasks



Ruolo di Milano:

- **WP1 (attività 2020)**: progettazione, realizzazione e automazione della linea di combustione nella nuova linea di preparazione campioni per analisi di ^{14}C . Assemblaggio dell'intera linea a Milano
- **WP2**: Partecipazione alla campagna di misura e preparazione campioni per analisi ^{14}C
- **WP3**: Partecipazione a sviluppo e integrazione dei modelli di caratterizzazione delle componenti clima-alteranti e di *source apportionment*

In quanto responsabile nazionale, MI avrà inoltre l'incarico di **coordinare l'intero team di ricerca**

ISPIRA @ MILANO

Anagrafica:

Vera Bernardoni – RTD-B UNIMI – Responsabile nazionale **(100%)**

Roberta Vecchi – PA UNIMI **(80%)**

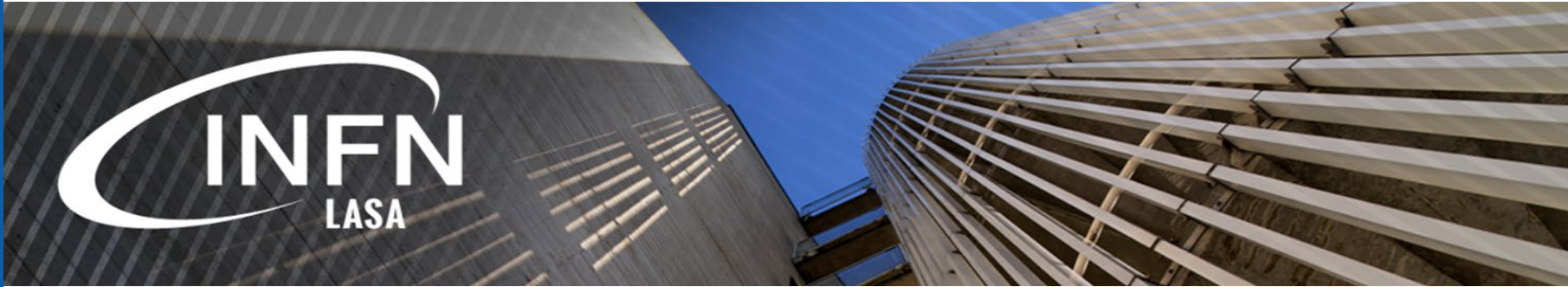
Gianluigi Valli – Tecnico laureato UNIMI **(90%)**

Alice Forello – Dottoranda UNIMI **(30%)**

TOTALE: 3 FTE

BUDGET MILANO:

	MI 2020	MI 2021	MI 2022	TRIENNIO
Consumi	19.5	11.5	4	35
Inventariabile	38	0	0	38
Manutenzione	0	2	0	2
Missioni	1	2	2	5
TOTALE	58.5	15.5	6	80



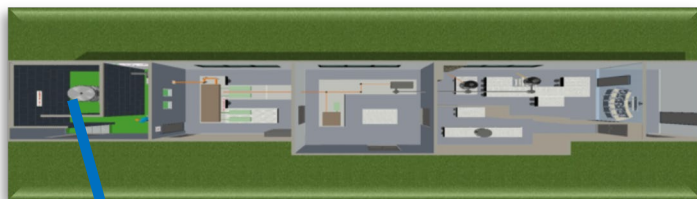
Proposta di Nuovo Esperimento LABE (Laser Accelerated Beam Experiments)

Dario Giove

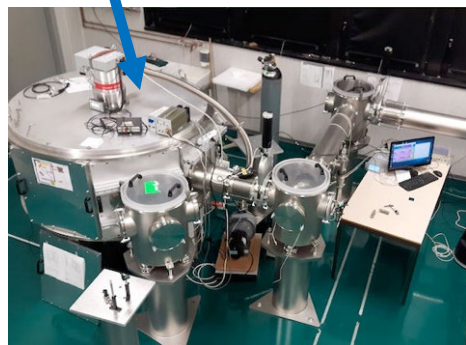
Sezioni di Milano, Pisa, Bologna, Firenze, Napoli
Collaborazione con IEO, HSRF e CERN

Background - Laser Induced Light Ions Acceleration

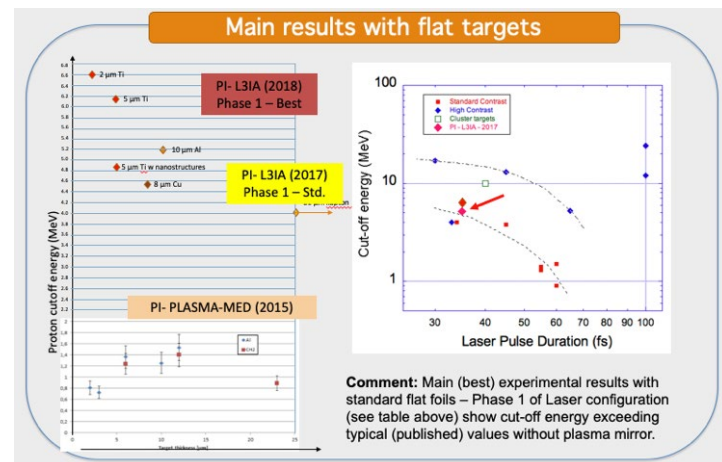
Starting in **2017** a Laser driven Light Ions Acceleration Beamline (**L3IA**) has been established based on a high intensity femtosecond laser system at **150 TW** peak power in the frame of a collaboration between INFN and CNR-ILIL. The original concept of the beamline relies on the Target Normal Sheath acceleration mechanism to generate light ions with MeV energy to use for material science and radiobiology applications. The same beamline has been used to produce high-energy electron bunches (in the **100 MeV range**) in interactions with supersonic gas-jets.



Laboratory view



Interaction chamber set up before the installation of the bunker



In June 2019 the max proton energy reached has been **6.6 MeV**. An increase up to **9 MeV** is foreseen by October 2019 due to the increase in laser power.

Perspectives for 2020 and more ...

CNR has already defined an upgrade path for the laser system to reach a maximum laser power of 200 TW. This upgrade will benefit of further improvements in the laser pulse temporal shaping. The beamline at that time will be the only one in Italy suitable to carry out experiments with these energies and one of the few in Europe.

The experimental set-up recently has been completed with the addition of a dedicated vacuum chamber for experiments isolated from the main interaction chamber. This results in lower EMP disturbances and in better measurement resolutions (energy, transverse spatial distribution, ...). Beam formation experiments are scheduled to be carry out within the end of 2019 and the PMQ based scheme will be part of the beamline.

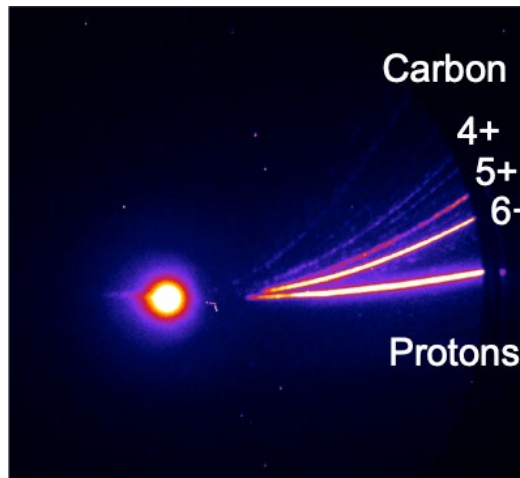
The situation above depicted suggested to propose a further activity that will use the beamline and related apparatus as a unique possibility to carry out experimental activities in the following areas:

1. Development of **improved techniques in laser acceleration** (protons, carbon ions, electrons)
2. Study of the possibilities and characteristics of applications of laser based acceleration schemes in **radiation therapy** according to new emerging scenarios
3. Development of an experimental scheme for a table top set-up to be used for **PIXE experiments** in cultural heritage framework

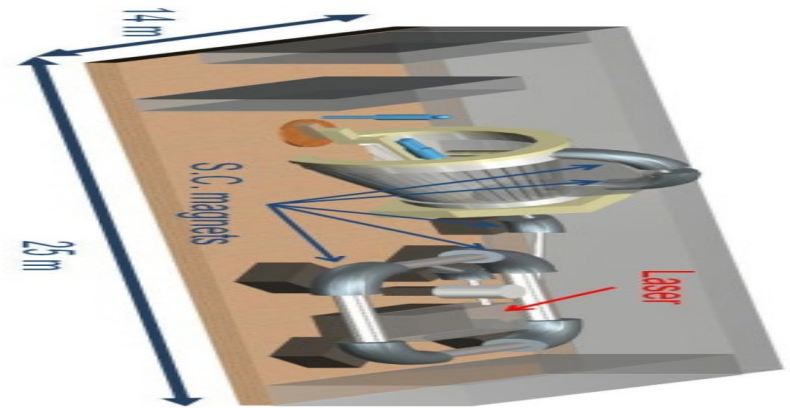
Improved techniques in laser acceleration

The capabilities of the beamline shall be devoted to the following developments and use:

- Test of **target materials and configurations** from specialized laboratories (Politecnico of Milan)
- Advancements in **repetition rates** in order to approach at least the real 1 Hz goal for beam generation → Study of specially designed solid targets for high rep rate
- Experiments for carbon ions acceleration in order to study the feasibility in a medium interval of time (3 years) of **an injector** for very compact (superconducting) machines (proposal of a 2nd generator injector for SEEIST synchrotron)



Thomson Parabola raw signal from a recent L3IA experimental campaign



Laser based acceleration schemes in radiation therapy

The capabilities of the beamline shall be devoted to the following developments and use:

- Test of **flash therapy** like beam generation and related radiobiology studies
- Test of **VHEE** (Very High Energy Electrons) like beam generation and related radiobiology studies
- Advancements in **detectors and dose monitors** (CERN collaboration).

VHEE Therapy

State of the Art

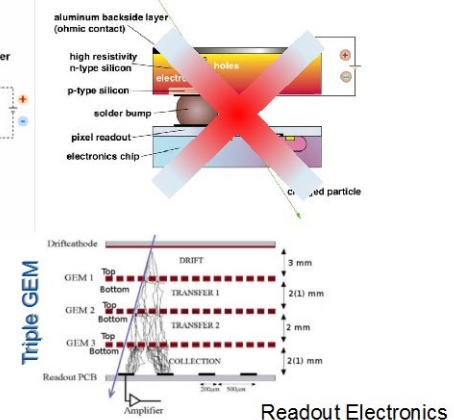
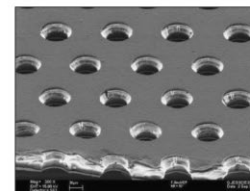
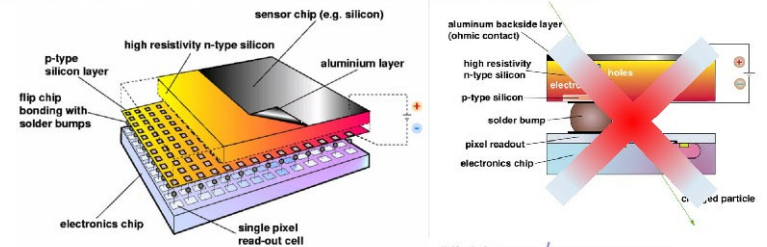
- With recent **High-Gradient** linac technology developments, **Very High Energy Electrons (VHEE)** in the range **100–250 MeV** offer the promise to be a **cost-effective** option in anticancer RT and open up **innovative treatment modalities** (**Grid mini-beam, FLASH,..**)
- Their **ballistic and dosimetric** properties can **surpass** those of **photons**, which are currently the most commonly used in RT
- Their position compared to **protons** need to be evaluated, but they can be produced at a **reduced cost**

Flash Therapy

Conventional dose-rate (CONV)
 γ -rays or 4.5 MeV electrons
 $30 \text{ mGy}\cdot\text{s}^{-1}$
 ➤ **Beam-on time 8 min**

FLASH irradiation
 4.5 MeV electrons
 $40\text{-}200 \text{ Gy}\cdot\text{s}^{-1}$
 ➤ **Beam-on time < 500 ms**

The GEMPix - An Ultra Pixelated Gas Detector



Existing know-how in the field of radiobiology experiments

Over the past few years, several experimental campaigns have been being carried out using the 100TW class laser system at ILIL, aimed at

- characterizing electron bunches in the 10-100 MeV range in terms of their dosimetric properties
- studying/assessing radiobiological effects of ultrashort (ultrahigh instantaneous dose rate) electron bunches

Collaborations:

Istituto di Fisiologia Clinica – CNR, Pisa

dosimetry of electrons, ions and X/gamma rays, study of cell damage after ionizing radiation exposure

Application of laser-driven proton beams to cultural heritage: laser-driven PIXE

Previous/ongoing projects

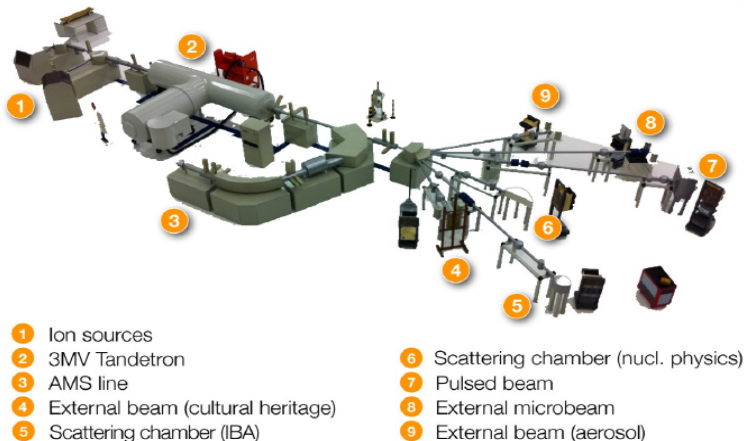
LaserPIXE is a technology Transfer project, co-funded by UE, through Regione Toscana, and VCS S.r.l (Parma-Italy), a company expert in custom vacuum chambers and components.

Research Partners: LABEC Laboratory (INFN-Florence), Institute of Clinical Physiology (CNR, Pisa).

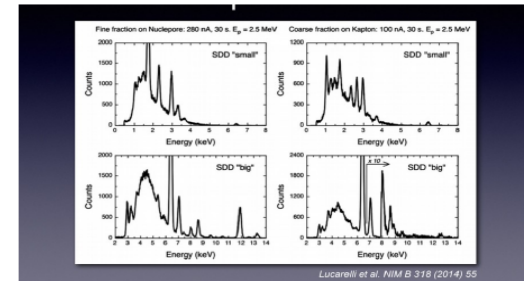
Goal: design a prototype proton laser-plasma accelerator (up to ~3 MeV) to perform PIXE measurements in ambient air.



The LABEC laboratory in Florence

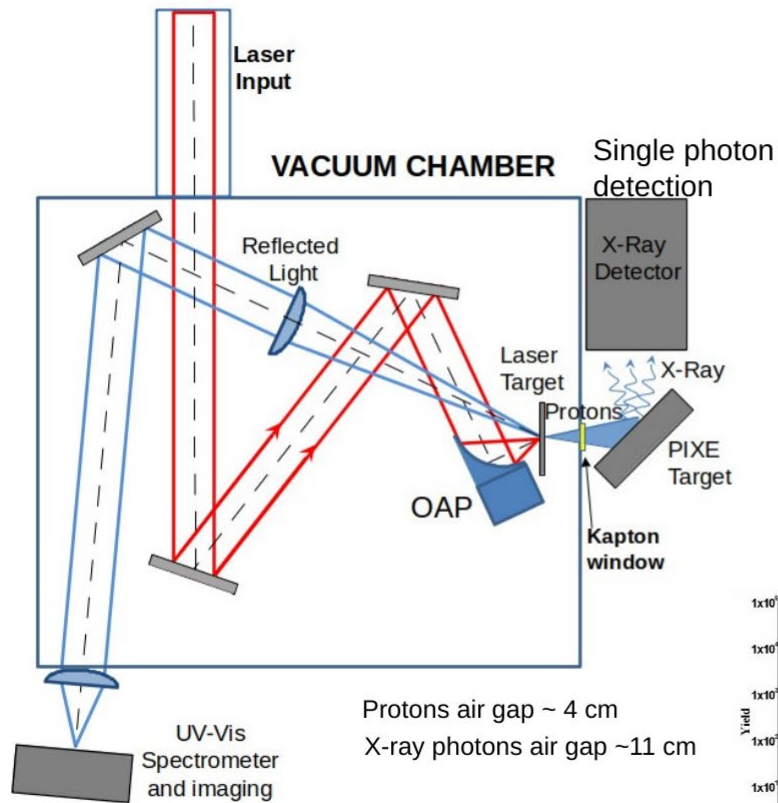


PIXE measurements at LABEC of aerosol from air quality monitoring stations.

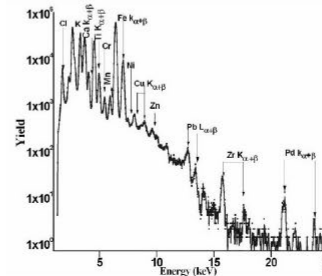
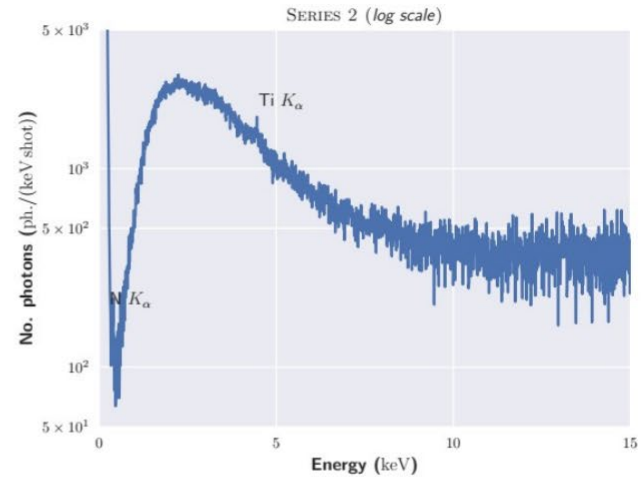


Courtesy of Massimo Chiari, INFN LABEC laboratory Florence

Background: laser-driven PIXE – pilot experiment in Pisa



PIXE Target: **Titanium**



A typical NIST reference estuarine sediments sample PIXE spectra, Standard Reference Material 1646a. (International Journal of PIXE 21, 75, 2011)

Laser based acceleration goals for PIXE applications

The capabilities of the beamline shall be devoted to the following developments and use:

- Removal of X-ray and electron background
- Development of selection methods for reducing the proton beam energy spread
- Increase of repetition rates and reproducibility
- Tests of X-ray detectors and proton beam dose monitors for quantitative PIXE measurements
- Comparison with state-of-the arte accelerator based PIXE measurements at LABEC

Preliminary proposal

INFN Milano	> 3 FTE (including contribution from Politecnico of Milano and HSRF)
INFN Pisa	> 1 FTE (more people from CNR-INO Pisa will ask to be associated)
CNR Pisa	beside to people from CNR-INO, people from CNR – Istituto di Fisiologia Clinica (Pisa) will join the activity
INFN Bologna	>1 FTE
INFN Firenze (Labec)	> 1 FTE
INFN Napoli	> 1 FTE

Official letter of support from IEO that will provide the support for radiobiological studies along with the HSRF colleagues and CNR Institute of Clinical Physiology (D. Panetta and P. Salvadori)
Official letter of support from CERN that will provide the support for GEMPIX like detectors.

People from IEO will ask to be associated to INFN researches at INFN Milano

Financial plan

The experiment will be based on a 3 year timeline with a total request of 250 Keuro

Combined Proton Therapy and Magnetic Fluid Hyperthermia for Pancreatic Cancer Treatment

PROTHYP - 2020 experiments

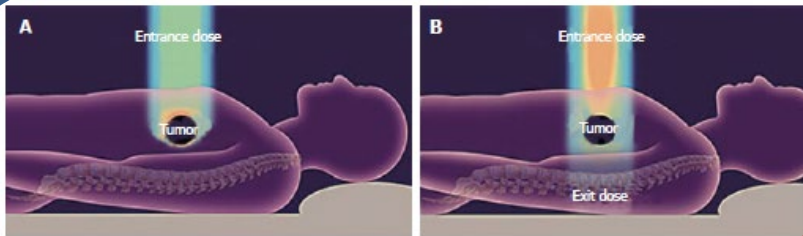
Partecipanti - Unità di Milano, di Roma3 e di Pavia

		FTE/year
Alessandro Lascialfari – PO - UNIMI – responsabile	Milano	0.5
Daniela Bettega – PA – UNIMI	Milano	0.75
Flavia Groppi – PA – UNIMI	Milano	0.1
Cristina Lenardi – PA – UNIMI	Milano	0.2
Ivan Veronese – PA – UNIMI	Milano	0.4
Paolo Arosio – RTDA – UNIMI	Milano	0.4
Paola Calzolari – Tecnico – UNIMI	Milano	0.75
Francesco Orsini – Tecnico – UNIMI	Milano	0.4
Simona Argentiere – postdoc – UNIMI	Milano	0.2
Salvatore Gallo – postdoc – UNIMI	Milano	0.6
Simone Manenti – postdoc – UNIMI	Milano	0.1
Antonio Antocchia – PA – Roma 3	Roma3	0.75
Antonella Sgura – RI – Roma 3	Roma3	0.75
Manuel Mariani – RI – UNIPV	Pavia	0.3
Francesca Brero – PhD – UNIPV	Pavia	0.3
Davide Cicolari – PhD – UNIPV	Pavia	0.3

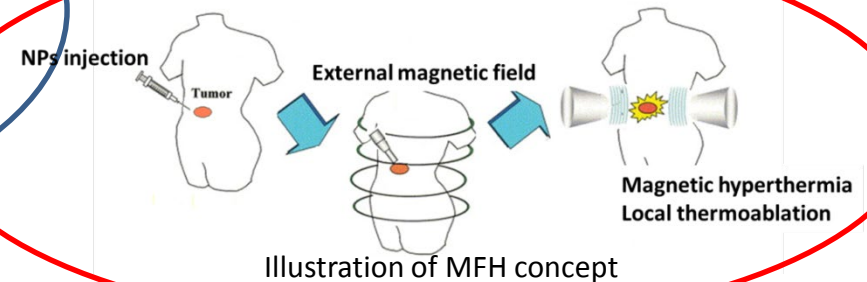
Partecipanti esterni :

Dipartimento di Chimica, Università di Firenze – C. Sangregorio (CNR-ICCOM), C. Innocenti, M. Albino
 Fondazione CNAO – Pavia ; Istituto Nazionale Tumori – Milano
 E. Sabbioni, INFN

Reminding the scientific novelty of PROTHYP



(A) targeted proton therapy deposits most energy on target
(B) conventional radiation therapy deposits



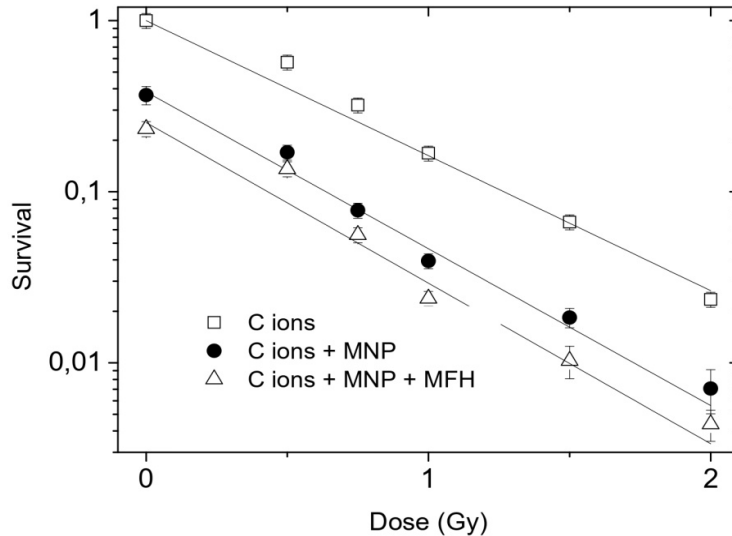
Proton Therapy and Magnetic Hyperthermia are new and interesting treatments for cancers **where the “classical” therapies fail.**

The **goal of the project** is the investigation of the **possible combined action of the two therapeutic techniques**, for going one step beyond the state of art of **pancreatic cancer (PANC-1 and BxPC3 tumour cells) therapy**. **X-rays irradiation is used as control and comparison technique. AFTER HADROCOMBI AND HADROMAG**

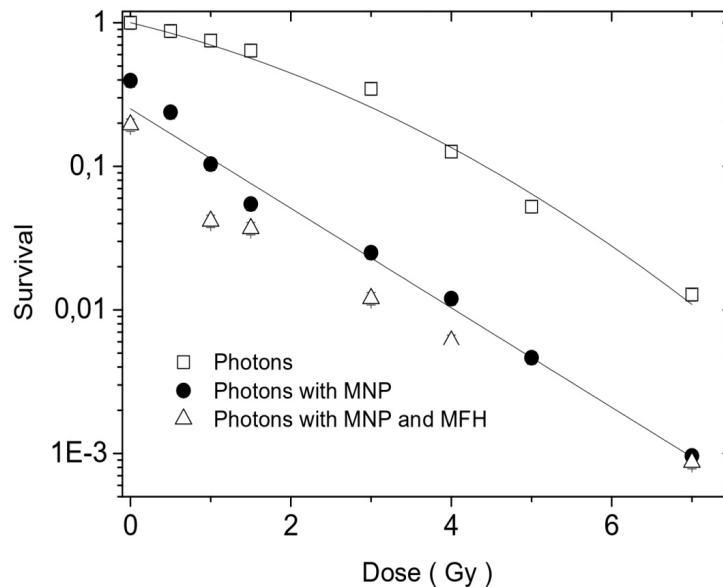
Workpackages

- **WP1 *Nanoparticles synthesis and characterization*** (participants: Firenze, Milano, Pavia)
- **WP2 *Irradiation experiments with protons*** (participants: Milano, Roma3, CNAO-PV, INT-MI)
- **WP3 *Magnetic Fluid Hyperthermia experiments*** (participants: Milano, Pavia)
- **WP4 *Responses of tumor pancreatic BxPC3 cells*** (participants: Milano, Roma3)
- **WP5 *Imaging Techniques*** (participants: Milano)

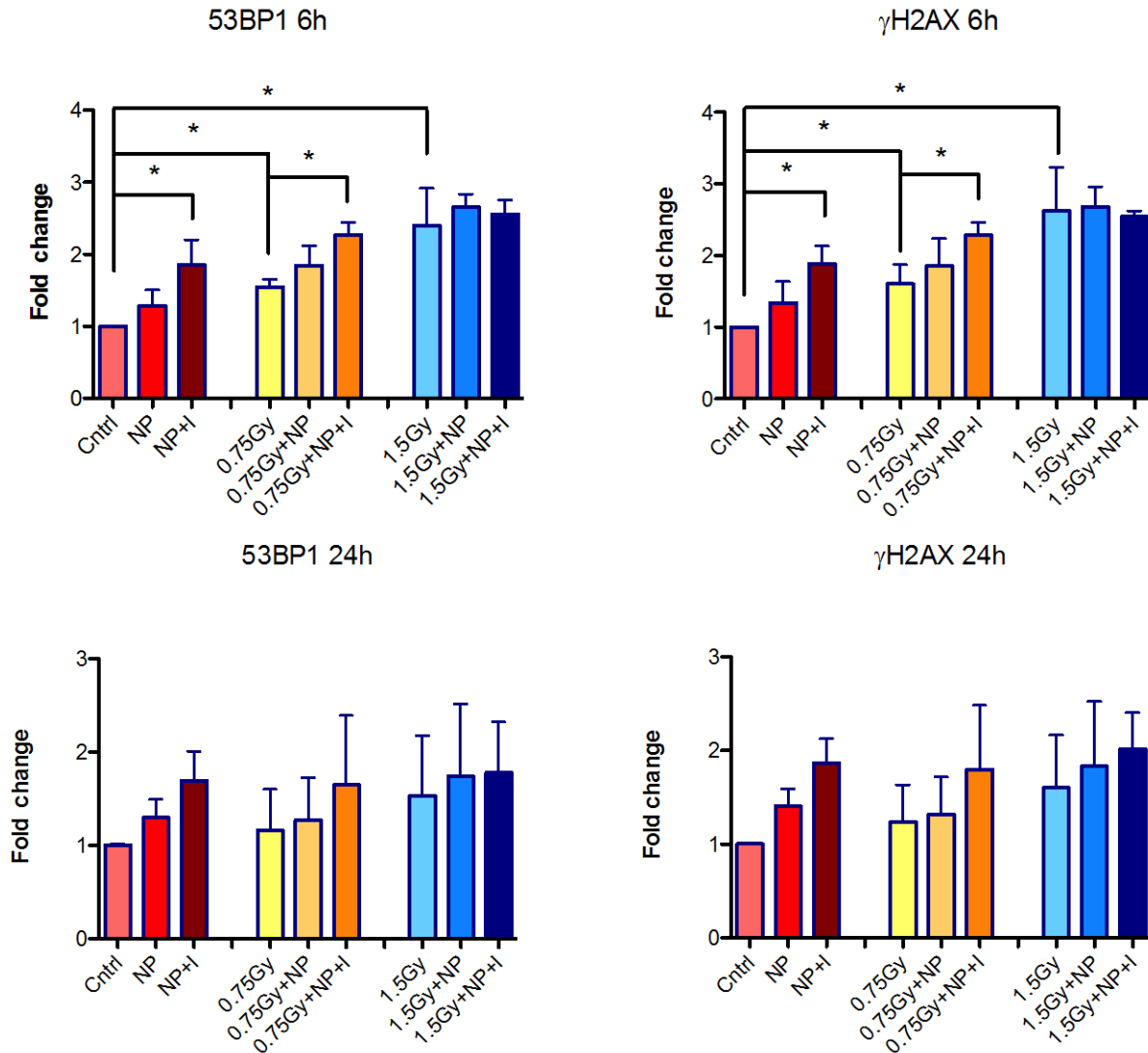
Hadromag main results – survival test



Results of :
 (i) above, 3 averaged CNAO Experiments;
 (ii) below, 1 INT experiment.
 (1 INT and 1 CNAO more under Analysis)

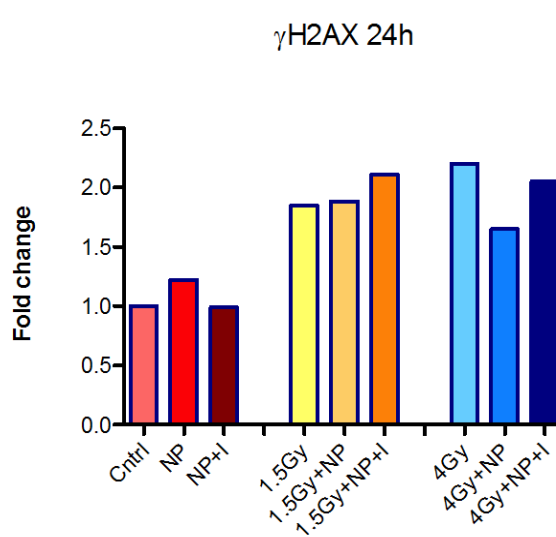
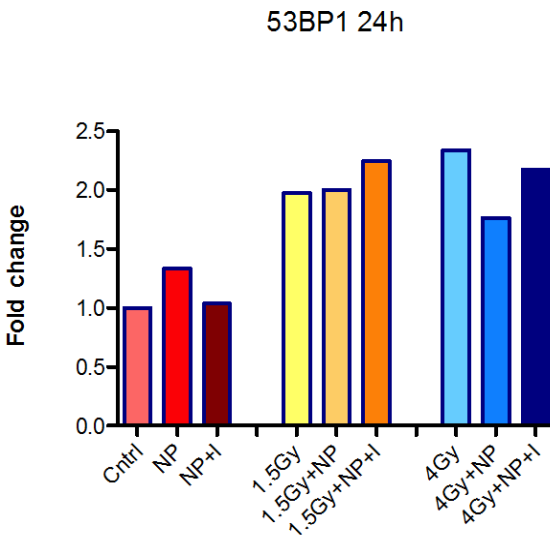
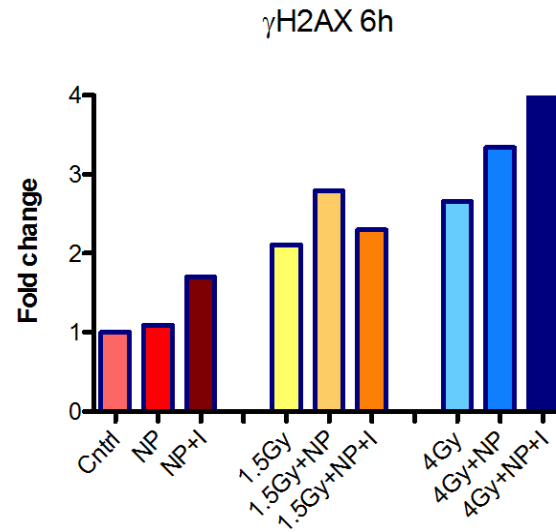
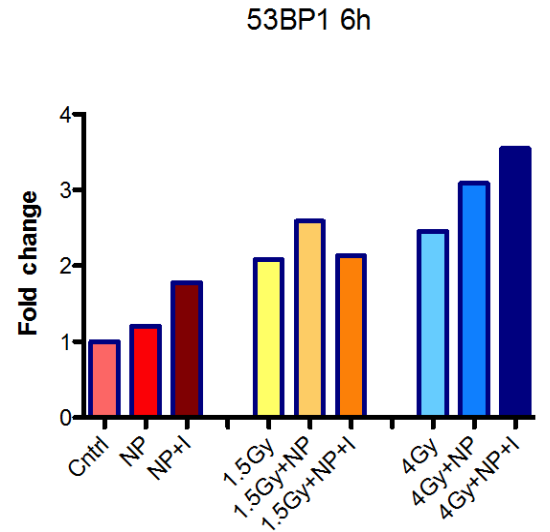


Main results – Double-Strand-breaks - number of foci



Analysis of 53BP1 and γ -H2AX foci induction after 6 and 24 hours from the exposure to 0.75 and 1.5 Gy of carbon ions in combination with magnetic fluid hyperthermia (here named I) in BxPC3 pancreatic tumor cells; NP indicates magnetic nanoparticles. Data represent mean \pm s.d. (n=3). * P < 0.05, ** P < 0.01, *** P < 0.001 (Student's t-test).

Main results – Double-Strand-breaks - number of foci



Analysis of 53BP1 and γ -H2AX foci induction after 6 and 24 hours from the exposure to 1.5 and 4 Gy of photons in combination with magnetic fluid hyperthermia (here named I) in BxPC3 pancreatic tumor cells. NP indicates magnetic nanoparticles.

Conclusion : combined MFH+HT better
than single ones

Combined Proton Therapy and Magnetic Fluid Hyperthermia for Pancreatic Cancer Treatment

PIANO irraggiamenti+ipertermia (4 con ioni carbonio e 2 con fotoni già espletati)

- settembre 2019 : 3[^] esperimento fotoni-INT
- gennaio/febbraio 2020 : 1[^] esperimento protoni -CNAO
- aprile 2020 : 2[^] esperimento protoni -CNAO
- giugno 2020 : 3[^] esperimento protoni -CNAO
- sett/ott 2020 : 4[^] esperimento protoni -CNAO

PROTHYP - Spese annue previste (2020) per 4 esperimenti

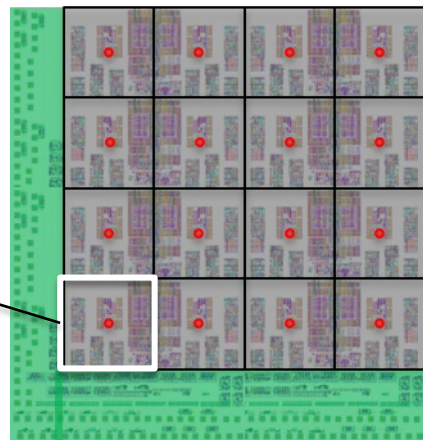
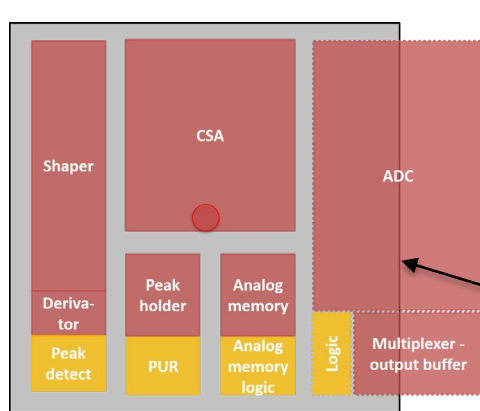
• Sintesi e caratterizzazione di nanoparticelle magnetiche (Firenze)	4 k €
• Esperimenti di Magnetic Fluid Hyperthermia e NMR (Milano)	3 k €
• Radiotraccianti e arricchimento MNPs (Milano)	2 k €
• Irraggiamenti, sopravvivenza clonogenica, manutenz (2) (Milano)	8 k €
• Microscopia confocale, SEM, ICP-MS, DLS	3 k €
• Studi di cinetica, DSB-rejoining (Roma3)	3.2 k €
• Caratterizzazione magnetica e NMR alto campo di MNPs e cellule con MNPs (PV)	4 k €
• Missioni presso CNAO dell'Unità di Milano	1 k €
• Trasporti radioattivi	0.5 k €
• Missioni presso CNAO dell'Unità di Roma3	2 k €
TOTALE	30.7 k €

SCARLET: a new readout ASIC for ultra-high rate X-ray spectroscopy

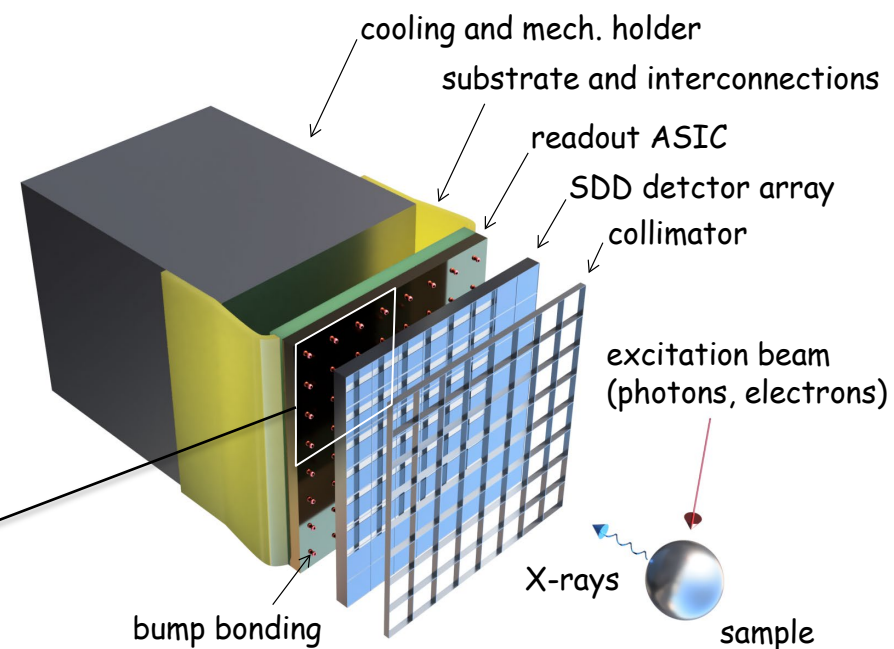
Goal of the project: development of a readout ASIC to be coupled to pixel detectors (monolithic SDDs arrays) for ultra-high rate X-ray spectroscopy (50-100Mcount/s)

ASIC main features:

- >1Mcounts/s/channel count rate
- $\Delta E < 200\text{eV}$ @1Mcps
- full spectroscopy chain on-chip
- bump-bonding with detector



4x4 2-side buttable structure

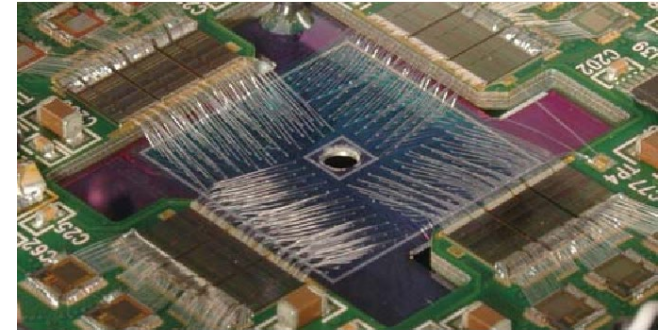
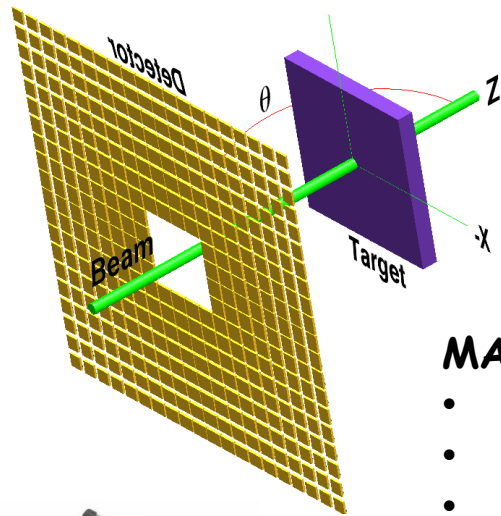


Motivations

Need for multichannel, ultra-high rate integrated electronics for future generations of X-ray detectors for synchrotron (ref. MAIA detector) and industrial applications



Figure 2: Maia image (Ca As K as RGB) of a live *Pteris vittata* frond from a scan measuring $58 \times 85 \text{ mm}^2$, 2901×4251 pixels (12 M pixel each 2 ms, 20 μm), acquired at 15.8 keV incident energy on the XFM beamline, AS.

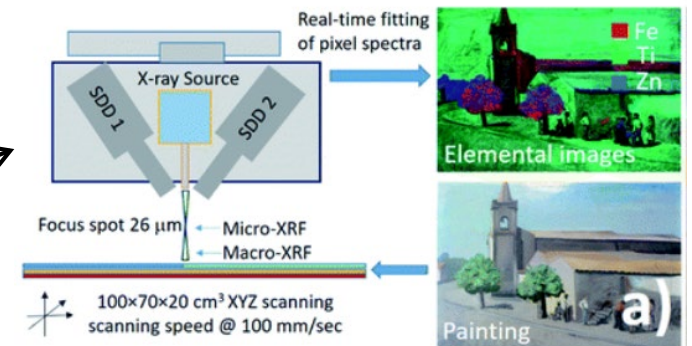


MAIA (BNL):

- ~10kcps/ch (x100 in SCARLET)
- ~400 pixels (~50-100 in SCARLET)
- wedge bonding (bump in SCARLET)

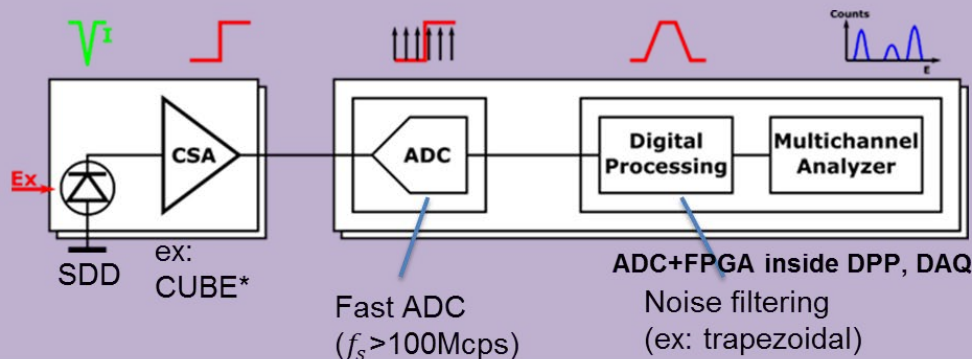


increase of throughput in industrial X-ray applications



The challenge: approaching with an analog ASIC performances available only with DPPs

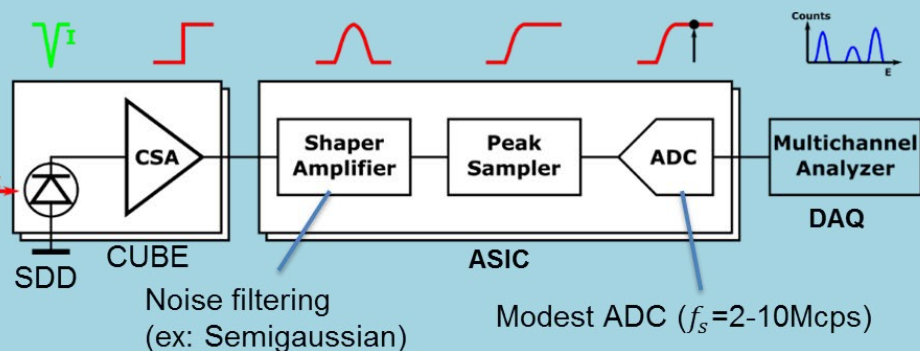
Standard digital pulse processing (DPP)



- + • Very short pulse processing times with good BD immunity
- Possibility for **advanced data processing** : spectra/pile-up reconstruction, identification, etc.
- • High cost/channel, high power consumption

~1-10keuros/channel

Analog pulse processing (APP)



- + • Suitable for **high-density multichannel** (lower cost/channel, smaller size)
- More sensitive to ballistic deficit
- • **Traditionally has a much lower throughput compared to DPP**

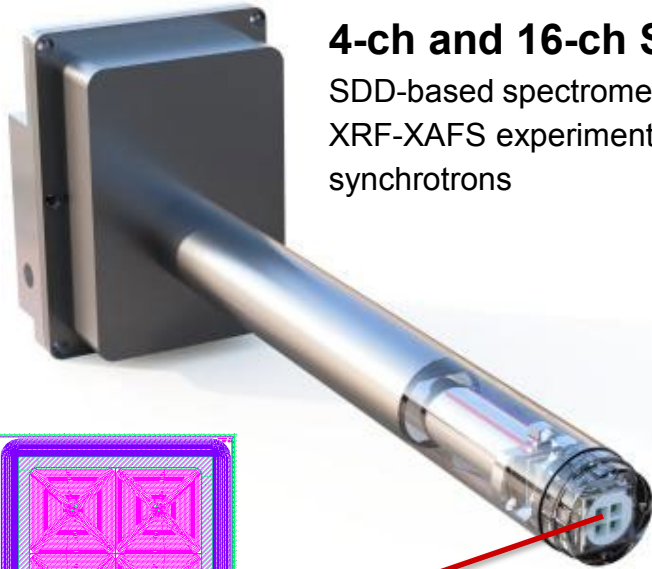
to be challenged in this project

Preliminary study:

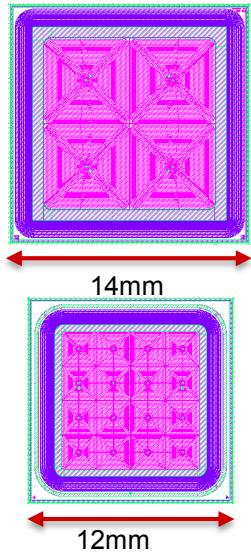
I.Hafizh, M.Carminati, C.Fiorini, "Assessment of Analog Pulse Processor Performance for Ultra High-Rate X-ray Spectroscopy", submitted to NIMA (revision on-going).

Starting point

ARDESIA SDDs



ARDESIA
4-ch and 16-ch SDDs
 SDD-based spectrometer for XRF-XAFS experiments in synchrotrons

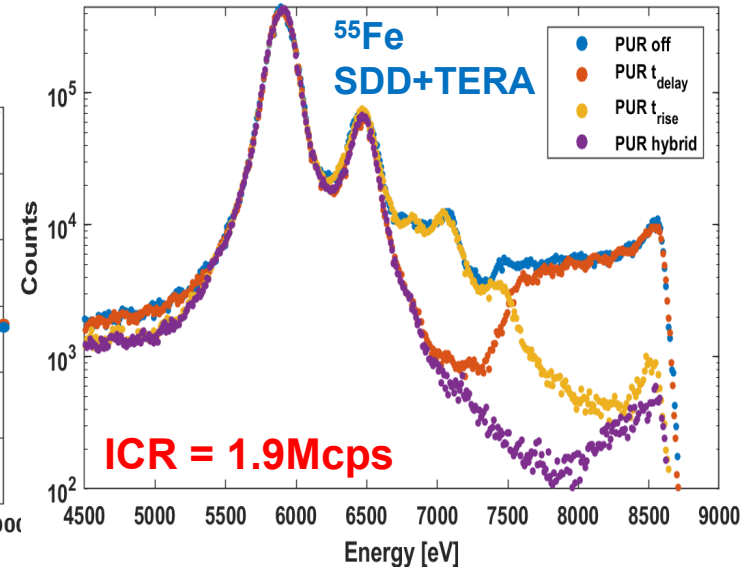
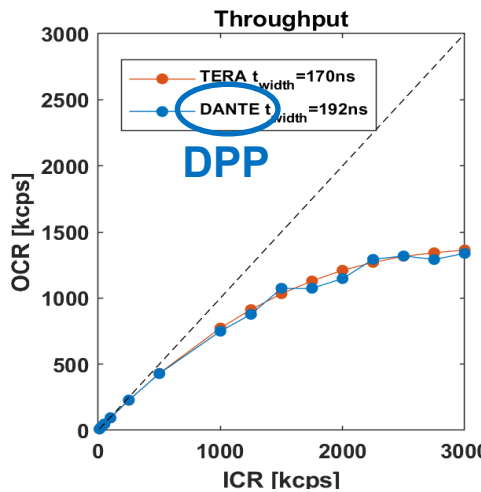
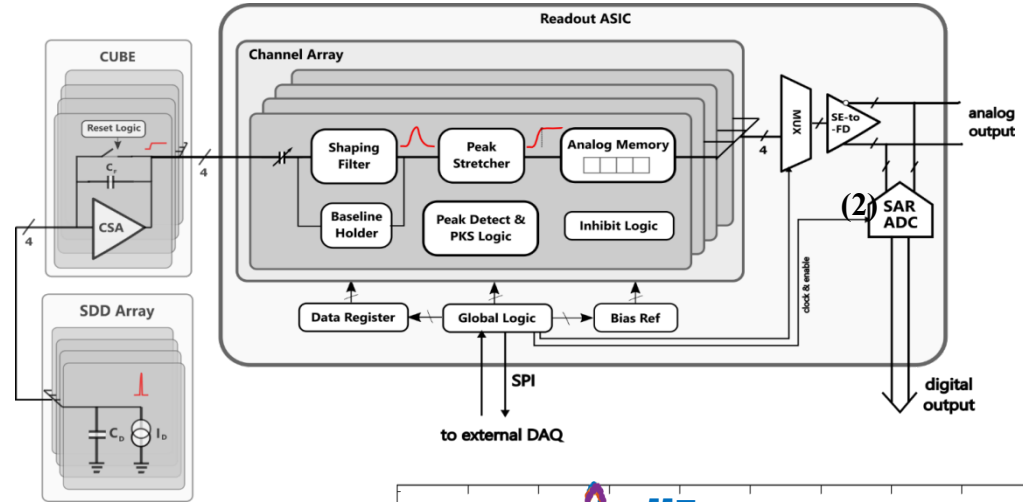


2x2*,
 5mm pitch

*Hafizh et.al., J.Inst.2019

4x4, 2mm pitch

TERA ASIC



Worplan, participants and costs

Attività previste (3Y)

I year

- design and production of a 2x2 test ASIC
- wire bonding test with existing 4x4 SDD
- assessment of bump bonding with 4x4 SDD

II year

- production of 4x4 SDDs, 8x8 SDDs arrays
- bump bonding with 4x4 SDDs
- design of 4x4 final ASIC

III year

- production of 4x4 final ASIC
- assembly with 8x8 SDDs array

Unità partecipanti

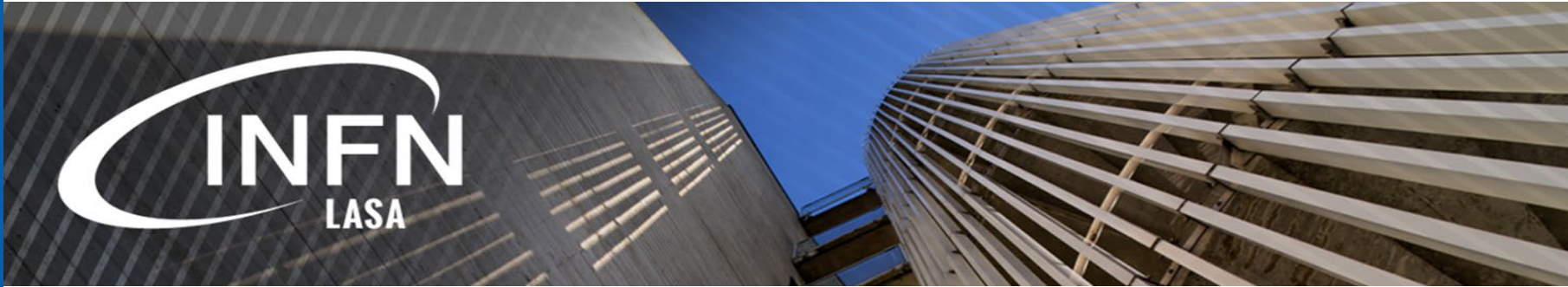
- INFN-Milano
 - C.Fiorini (Resp.Naz.) 50%
 - I.Hafizh (dott.) 100%
 - G.Utica (dott.) 100%
 - P.King (dott.) 50%
- Tot. 3.0 FTE

Richiesta 2020

- INFN-Milano
 - Consumo (ASIC, bump, comp.) 57k
 - Travels 2k
- TOT. 59k**

Richieste 2021-2022

- INFN-Milano
 - Consumo (ASIC, bump, comp.) 85k
 - Travels 7k
 - Consumo (run conv. INFN) 35k
- TOT. 127k**
- TOT. 3years 186k**



Proposta di Nuovo Esperimento

TRAMM

Transverse **m**omentum **m**easurement for low
energy electrons

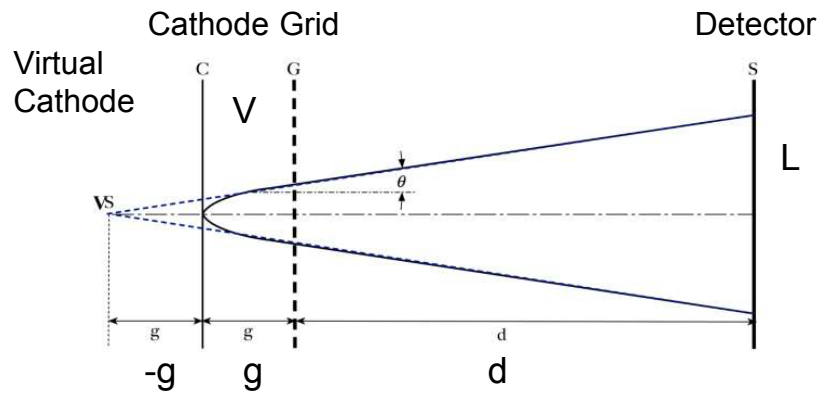
Daniele Sertore
Sezione di Milano

Scope of work

- **Design, build and characterize** a device able **measuring the intrinsic electron transverse momentum** at the photocathode.
- While Quantum Efficiency, its uniformity, robustness have impact on operation and beam availability, **emittance influences the final performance of the machine.**
- **For a FEL machine the final wavelength λ is limited by the emittance at the photocathode.**
- It will be a basic tool for producing and qualifying more reliable and even new photocathodes with unprecedented performance in terms of emittance
- Present photocathode preparation diagnostic has no feedback on intrinsic emittance of the grown material.

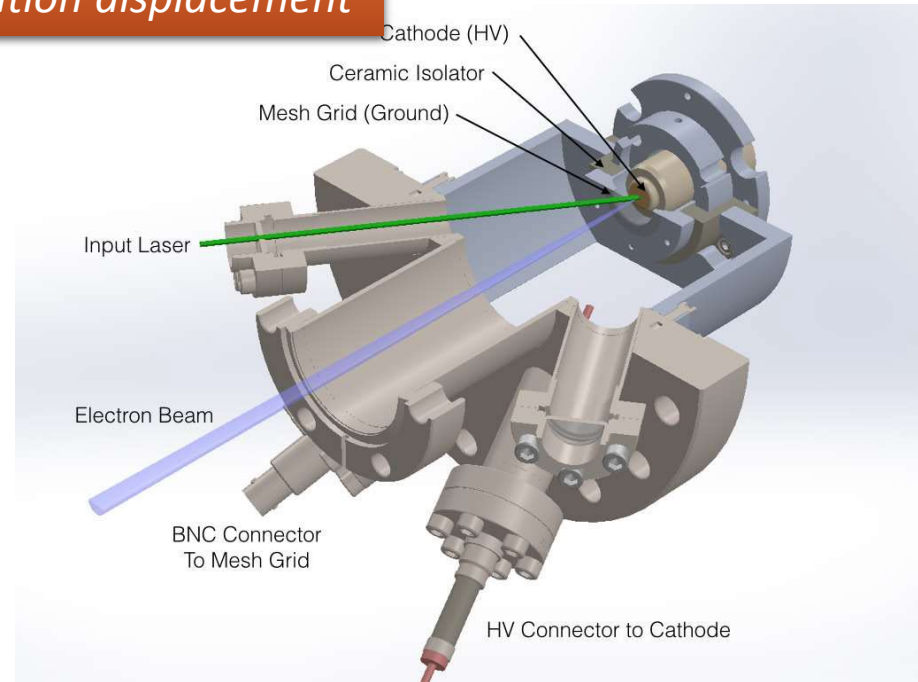
A «schematic» of the apparatus

Transform transverse momentum in position displacement



Measurement Principle

$$\frac{p_x}{mc} = \frac{L}{2g + d} \sqrt{\frac{2eV}{mc^2}}$$



LNBL «first» version

Project plan

Developed an UHV chamber **for present INFN plugs** able to provide up to 10 keV energy to photoemitted electrons

Explore different detectors schemes (Screens, MCPs, tc.) and related acquisition techniques

To explore the full potentiality of the system, a **measurement down to the photoemission threshold** is needed to find the **tradeoff between QE and emittance**

	2020	2021	2022	
UHV chamber and components				
Vacuum chamber + magnetic shielding	20	15		35
Viewports, flanges, manipulator	10	10	5	25
NEG Pump	10			10
HV components				
10 kV power supply	7			7
UHV HV feedthrough	3			3
Detector				
MCP		5		5
Camera		5		5
Acquisition system				
Camera acquisition software		10		10
Optics				
Light source with monochromator		35		35
Parabolic and related optics and supports	4	6		10
	54	86	5	145

Partecipazione (preliminary proposal)

Daniele Sertore 30%

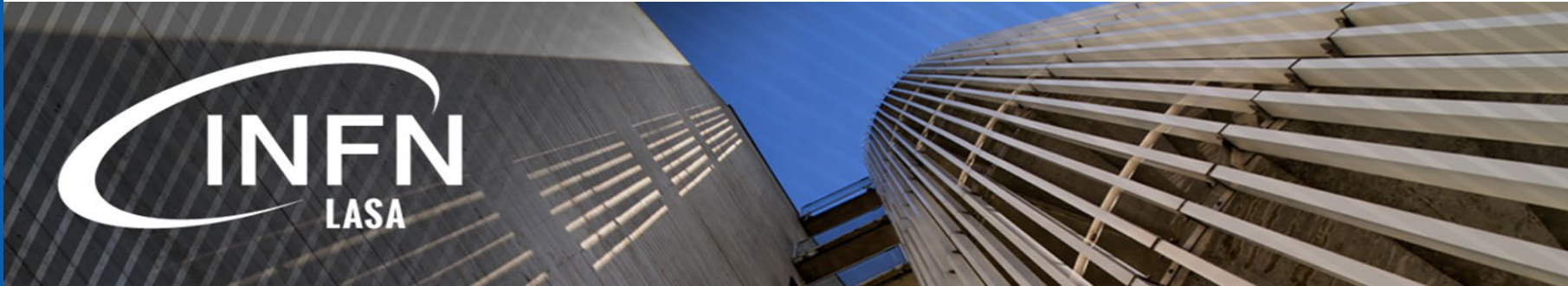
Paolo Michelato 10%

Laura Monaco 20%

Dario Giove 20%

Sandeep Mohanty 50%

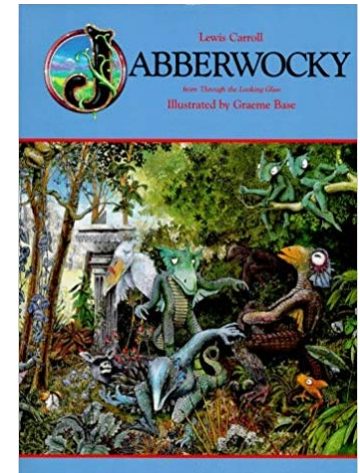
Possible further collaboration for the laser system



Proposta di Nuovo Esperimento

Wocky

da una idea di Dario Giove e Francesco Prelz
Sezione di Milano e LNF



dal poema 'Jabberwocky' di Alice nel paese delle Meraviglie, dove si parla del misterioso uccisore del mostro Jabberwock, che nessuno sa chi sia ma sicuramente è in grado di causare la perdita di sincronismo nei sistemi distribuiti e il disorientamento del Bianconiglio (detto anche White Rabbit) ...

Background

Practically every accelerator requires some kind of **timing and synchronization**.

The task of a timing system is to synchronize all the (relevant) components in a large accelerator complex. One part of this task usually is to control the injection by triggering the particle source (gun) and firing the transfer line components like injection and extraction pulsed magnets at correct times. Also beam diagnostic components like beam position monitors, current transformers, profile monitors and so on have to be synchronized to the passage of the beam. As this has to happen with great precision and often with **fine time resolution**, this is often called the “**fast timing**”.

Other tasks for the timing system are related to synchronizing components where the resolution requirement is more relaxed, for example triggering the magnets for an acceleration ramp. Also triggering operational sequences like the filling of a storage ring, a sequence of measurements and synchronized orbit bumps belong to this category. These tasks are often referred to as “**slow**” or “**software**” **timing**.

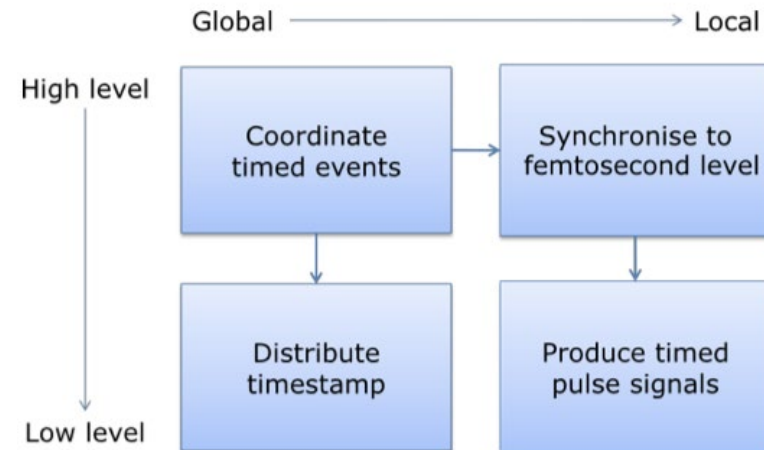
Another common application of a timing system is to **supply time stamps** to the control system processes, for example to enable correlating measurements that were done simultaneously at different locations.

Scope of Work

- Work with **synchronization and timing** requirements from **1 fs up to 1 ms**
- **Design, build and characterize** the basic components of a **general purpose synchronization and timing architecture** suitable to fit as a whole the requirements of a large accelerator (as a modern light sources) or to export some sub-section to fit the requirements of more compact machines (as compact superconducting medical synchrotrons)
- Design and characterize Switch and Master board units based on the CERN White Rabbit protocol (Precision Time Protocol PTP extension able to guarantee jitter < 1 ns)
- Design and test links with optical oscillators (laser)

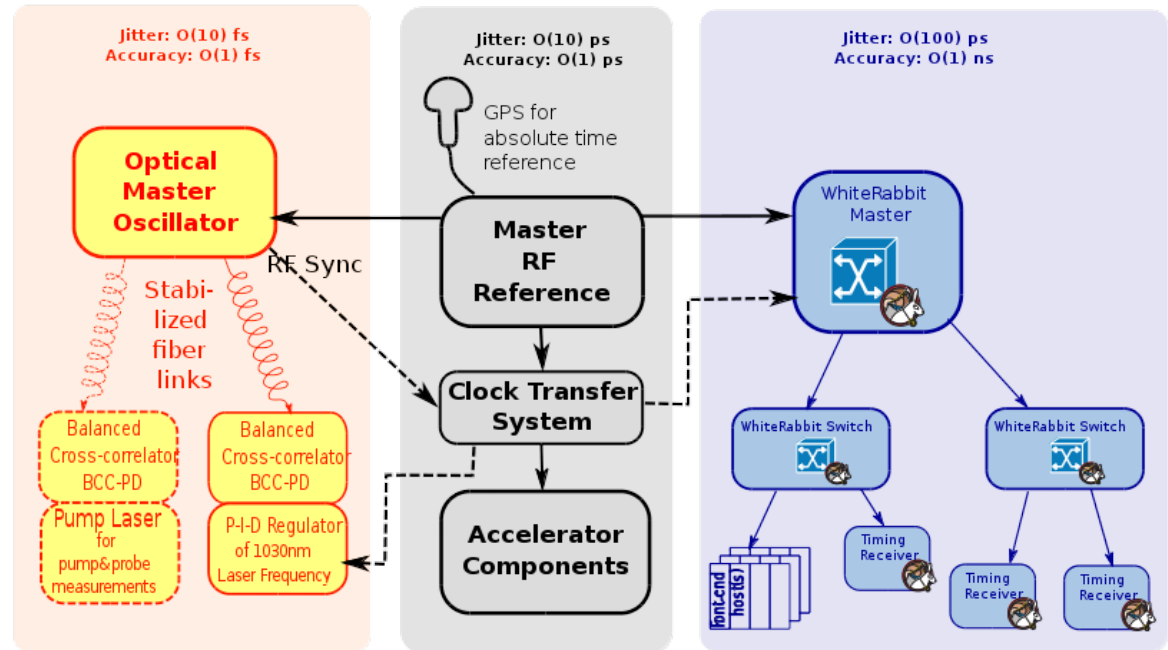
Expectations of a timing system

- Multiple timed events happening simultaneously
- Single common 'heartbeat' for facility
- Single master frequency source
- Events coordinated to absolute time
- Secondary references - cascaded delay generators



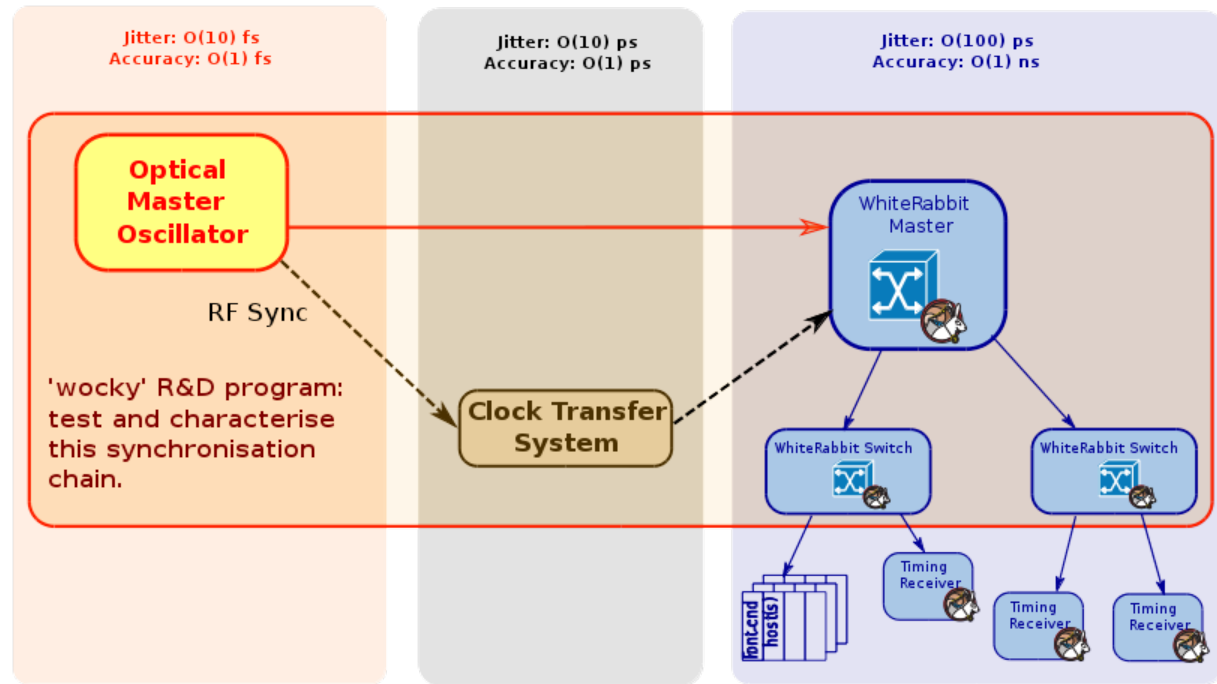
'Wocky' - Timing & Synchronisation Architecture R&D

Basic time synchronisation domains for laser + accelerator setups



'Wocky' test plan

Test and characterise this part of the chain



'Wocky' preliminary proposal

INFN Milano > 1 FTE
LNF 0.6 FTE

Financial plan

The experiment will be based on a 3 year timeline with a total request of 95 keuro

NUOVI ESPERIMENTI con Responsabilità LOCALE

ION2NEUTRAL

Enhanced ion source techniques and neutrals detection for particle beam manipulation and fusion applications

Durata esperimento	4 anni (2020-2023)
Sezioni partecipanti	BA, LNL, MI, MIB
Enti collaboranti	RFX, ISTP-CNR
Responsabile Nazionale	M. Cavenago (LNL)

WP1: fisica e tecnologia delle sorgenti di ioni negativi, con particolare attenzione alla riduzione o migliore regolazione del consumo di cesio, in possibile sinergia con altri metodi di controllo delle condizioni superficiali, e diagnostiche ottiche e misura di emittanza di fasci ad alta intensità, con applicazioni al recupero di energia. Apparati sperimentali: NIO1 (RFX), MetAlice (LNL), test emissione secondari (BA), TRIPS (LNL), partecipazione sessioni sperimentali SPIDER (RFX).

WP2: manipolazione di plasmi e fasci in trappole lineari a multielettrodo con radiofrequenza, e campi magnetici ed elettrici statici. Applicazioni: generazione di plasmi con accelerazione stocastica, fluidodinamica 2D, raffreddamento di fasci e loro estrazione con misura di energia ed emittanza. Apparati sperimentali: Eltrap (MI), Eltrap con prototipo RFQ cooler (MI/LNL), Duel (MI).

WP3: ottimizzazione di GEM atte a rivelare fotoni di bassa energia, oltre che neutroni; studio dei precursori di scariche elettriche. Sviluppo di finestre reticolate, condotti (Be/He), e schermature di segnali. Utilizzo del nuovo chip Gemini che permette la risoluzione in energia del segnale delle GEM, in aggiunta alla risoluzione temporale e spaziale. Apparati sperimentali: stessi di WP1, continuazione della partecipazione a SPIDER (RFX), possibile collaborazioni con DEI (Univ. PD).

WP4: modellistica teorica e computazionale sia di fasci ad alta intensità sia del recupero di energia sia di rivelatori di energia (RFEA) di precisione.

Unità di Milano (1)

Analisi sperimentale e numerica di fasci e sample di particelle cariche in trappole combinate a RF e con campo magnetico assiale.

Interesse

Manipolazione e raffreddamento di fasci di particelle cariche. L'interesse è sia in termini di fisica di base che in termini strumentali, finalizzati alla fisica nucleare con i RIB o a misure fondamentali con l'antimateria. In questo ambito la ricerca è indirizzata verso accumulazione e manipolazione di quantità di carica/corrente rilevanti, e comporta un'analisi approfondita e un aggiornamento mirato delle tecniche di uso comune.

Novità

Vengono sviluppate e utilizzate trappole combinate con strutture multipolari e campo magnetico assiale per la generazione RF e la manipolazione di plasmi multispecie intrappolati (plasmi di elettroni, plasmi parzialmente neutralizzati, plasmi di elettroni con polveri cariche).

Una volta completati i test di cooling in buffer gas e trasmissione in continua di un fascio di Cs a bassa corrente (50 nA) in presenza di campo magnetico assiale previsti in Plasma4beam e di interesse per il progetto SPES, si estende l'analisi sperimentale e numerica a regimi di carica e corrente molto più elevata (1 μ A) in cui i fenomeni di carica spaziale sono significativi o addirittura dominanti, e in condizioni di fascio bunched, cercando di ottimizzare le proprietà del fascio all'estrazione.

Apparati utilizzati

Vengono utilizzate le due trappole ELTRAP e DUEL [con campo magnetico fino a 0.2 T e 0.9 T, rispettivamente, la possibilità di uso di diversi tipi di gas (He, Ar) in un range di pressione esteso e la disponibilità di diverse strutture multipolari], e una camera da vuoto aggiuntiva per test senza campo magnetico ma con possibilità di accesso radiale e l'utilizzo di metodi diversi di iniezione degli elettroni o di grani di polvere micrometrica.

Unità di Milano (2)

L'attività di MI si sviluppa secondo due linee principali.

Linea A

- a) Studio sistematico di generazione e confinamento di plasma non-neutro intrappolato in ultra-alto vuoto mediante campi RF (generazione source-less) [esplorazione dei limiti di carica e densità ad alti campi di confinamento]; manipolazione della componente ionica co-intrappolata (confinamento, cooling e merger controllato di bunch ioni-elettroni); studio della dinamica caotica e dei modi collettivi (assiali e trasversali) nel riscaldamento del plasma; analisi della dinamica turbolenta verso stati stazionari con strutture di densità (vortici); tecniche di manipolazione e compressione del plasma tramite campi elettrici risonanti e non, rotanti e multipolari (statici o RF).
- b) Dinamica fluida bidimensionale, fenomeni non-lineari e turbolenza [rilassamento all'equilibrio termico e controllo del profilo di densità di plasmi carichi; creazione e manipolazione di strutture di densità; eccitazione selettiva di modi di Kelvin-Helmholtz e cascata di decadimento dei modi; controllo autorisonante di modi collettivi].
- c) Interazione (caricamento elettrico, trasporto di energia) tra plasma carico e particelle massive con e senza campo magnetico.

Linea B

- a) Completamento montaggio linea di fascio, sorgente e diagnostica pepperpot, e test di trasmissione di un fascio di Cs raffreddato via RFQ e buffer gas in condizioni di interesse per progetto SPES (in corrente di emissione limitata a 50 nA), con analisi influenza campo magnetico assiale (fino a 0.2 T).
- b) Esperimenti ad alta corrente (1 uA): trasmissione in continua, sequenze capture/release di bunch [analisi di effetti di carica spaziale e ottimizzazione trasmissione].
- c) Studi numerici (simulazioni di effetti di carica spaziale su confinamento, raffreddamento e fenomeni di interazione intrabeam e beam-gas in condizioni di alta corrente) [MI-LNL]

Sviluppo temporale (preliminary)

- Studio sperimentale di produzione a radiofrequenza di plasmi in condizioni parziale neutralizzazione e analisi della loro dinamica, con eventuali applicazioni a sorgenti di particelle cariche: estrazione di fasci continui ed impulsati (elettroni, ioni) [2020-2023].
- Completamento test RFQC a bassa corrente in Eltrap [2020].
- Ottimizzazione della trasmissione del fascio, cattura e raffreddamento nell'RFQC e disegno finale del tetrodo di estrazione [2020].
- Esperimenti RFQC di seconda generazione (estrazione avanzata, confronti ed applicazioni con LNL) [2022]
- Teoria e simulazione di confinamento, manipolazione e controllo di ensembles di particelle cariche multi-specie [2020-2023].

Anagrafica MI - 2020 (preliminary)

Ricercatore	Qualifica	%
MAERO Giancarlo	PA Unimi	40
ROME' Massimiliano	RU Unimi	50
PANZERI Nicola	PhD Unimi	50

Preventivo MI - 2020 (preliminary)

	ITEM	k€
Inventariabile	Filtro passabanda programmabile (banda non inferiore a 100 Hz - 10 MHz) per la rivelazione di moti collettivi trasversali e assiali nel plasma (es.: Krohn-Hite 3945) [2 kEuro]; amplificatore a bassa impedenza di ingresso con banda di almeno 10 MHz per la rivelazione di moti collettivi assiali (es.: Tabor 9250) [3.5 kEuro]; 2 alimentatori per elementi di trasporto linea fascio [2 kEuro]; elettronica per ritardo energia Faraday cup (tipo SMU B2901) [10 kEuro].	7.5+ 10.0?
Consumo	Cavi SHV, BNC e misti [1.5 kEuro]; minuteria elettronica [1.0 kEuro]; minuteria da utensileria e semilavorati [1.5 kEuro]; costruzione elettrodi (configurazione a tetrodo dell'ottica di estrazione RFQC, adeguamento elettrodi Duel e Eltrap) [3 kEuro]; bombole He [1.0 kEuro].	8.0
Missioni	Viaggi a LNL e RFX per presa dati Metalice e NIO1	1.5
Manutenzione	Sistema raffreddamento magneti ELTRAP e DUEL.	3.0
		TOT 20.0+ 10.0?

Extra slides: attività Plasma4beam (1)

Articoli

- G. Maero, R. Pozzoli, M. Romé, S. Chen, and M. Ikram, *J. Inst.* **11**, C09007 (2016)
- M. Romé, S. Chen, and G. Maero, *Plasma Sources Sci. Technol.* **25**, 035016 (2016)
- M. Cavenago, M. Romé, M. Maggiore, A. M. Porcellato, G. Maero, F. Chiurlotto, M. Comunian, A. Galatà, and F. Cavaliere, *Rev. Sci. Instrum.* **87**, 02B504 (2016)
- M. Romé, S. Chen, and G. Maero, *Plasma Phys. Control. Fusion* **59**, 014036 (2017)
- S. Chen, G. Maero and M. Romé, *J. Plasma Phys.* **83**, 705830303 (2017)
- G. Maero, *Il Nuovo Cimento C* **40**, 90 (2017)
- G. Maero et al., "*Generation and active control of coherent structures in partially-neutralized magnetized plasmas*", in "*Toward a Science Campus in Milan*", p. 169 (Springer 2018)
- G. Maero, S. Chen, R. Pozzoli and M. Romé, "*RF-generated Trapped Plasmas: Partial Neutralization, Vortex Formation and Active Control*", in "*Non-Neutral Plasma Physics X*", AIP Conf. Proc. **1928**, 020009 (2018)
- M. Romé, S. Chen and G. Maero, "*Coherent Structures and Turbulence Evolution in Magnetized Non-Neutral Plasmas*", in "*Non-Neutral Plasma Physics X*", AIP Conf. Proc. **1928**, 020012 (2018)
- G. Maero, N. Panzeri, R. Pozzoli and M. Romé, "*Dynamics and stability in RF-generated nonneutral plasmas*", in ECA Vol. 42A, O4.J503 (EPS, 2018)
- M. Romé, G. Maero, N. Panzeri and R. Pozzoli, "*Resonant excitation of high-order diocotron modes with rotating RF fields*", in ECA Vol. 42A, P1.4003 (EPS, 2018)
- M. Cavenago et al., "*Extraction of many H⁻ beamlets from ion source NIO1*", in "*Proceedings of the 17th International Conference on Ion Sources*", AIP Conf. Proc. **2011**, 050006 (2018)
- M. Cavenago et al., "*A RFQ Cooler Development*", in "*International Particle Accelerator Conference*", p. 3627 (JACoW Publishing, 2018)

Extra slides: attività Plasma4beam (2)

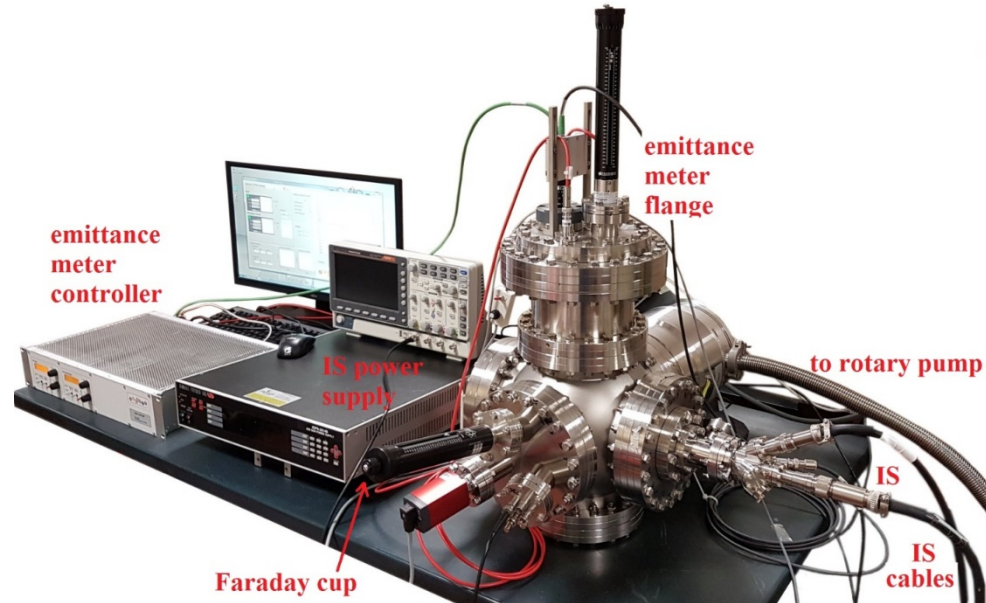
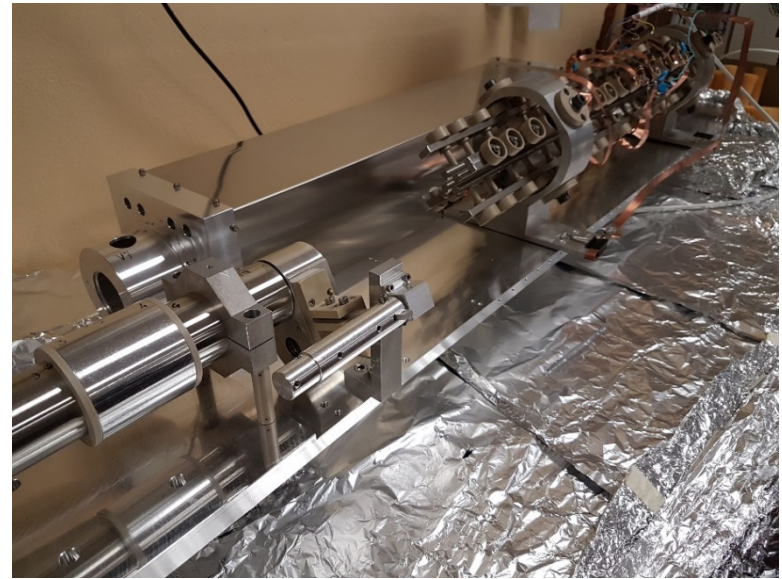
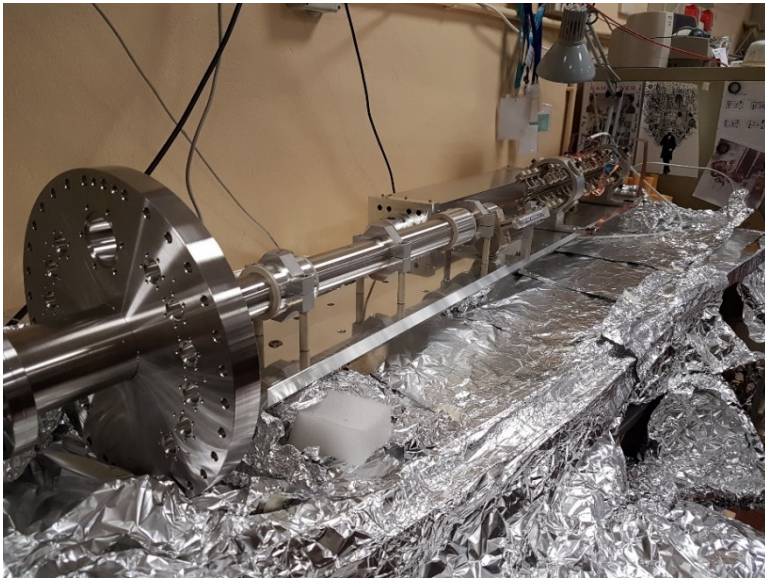
Partecipazione a conferenze

- Congress of the Physics Department 2017 (GM)
- Non-Neutral Plasma Physics Workshop 2017, USA [MR, invited; GM, oral]
- Congresso SIF 2017 [GM]
- 45th European Conference on Plasma Physics, Prague, 2018 [GM, oral; MR, poster]
- 46th European Conference on Plasma Physics, Milano, 2019 [GM, poster; MR, poster]

Attività di terza missione

- Partecipazione agli Open Day di Facoltà (1 evento/anno), con visita al laboratorio di fisica dei plasmi (studenti scuola superiore)
- Partecipazione agli Open Day di Ateneo (1 evento/anno) (studenti di scuola superiore)
- Partecipazione come docente al corso di formazione accreditato Unimi "Tecniche avanzate di lavorazioni meccaniche" (corso per il personale Unimi + studenti e dottorandi di fisica), a.a. 2018/19 (lezioni seminariali in aula e in laboratorio)
- Seminario della serie "Physics Drinks" organizzato da AISF (Associazione Italiana Studenti di Fisica), Milano 22 maggio 2018
- Seminario "Fisica dei plasmi (un po' di questo, e non solo)" organizzato da INFN per il concorso "Art & Science", Milano 12 marzo 2019
- Seminario "Plasma: un sistema collettivo, dallo spazio all'energia, dal caos all'antimateria" all'interno della "Giornata della Scienza" organizzata dal Liceo Racchetti-Da Vinci, Crema 4 maggio 2019
- Visite varie al laboratorio di fisica dei plasmi per studenti di scuole superiori/università, ospiti scientifici [durante l'anno 2-5 eventi]

Extra slides: attività Plasma4beam (3)



Top: Assembly of the beamline elements of the RFQC.

Bottom: Test chamber for the characterization of Cs source and pepperpot emittance meter.

QuIChE: QUantum Integrated CHip Experiment

Valentino Liberali

INFN - Sezione di Milano
Via Celoria, 16 — 20133 Milano — Italy

valentino.liberali@mi.infn.it

2 Luglio 2019

QuIChE: QUantum Integrated CHip Experiment

Responsabile nazionale: **Andrea Salamon** (Tor Vergata)

Partecipanti:

- Tor Vergata
- Milano
- Camerino (associati alla Sezione di Perugia)
- Salerno (Gruppo collegato, Sezione di Napoli)

Durata: **1 anno** (propedeutico per future call)

Persone coinvolte (Milano):

RL Valentino Liberali	Prof. Associato UniMI	40 %
Alberto Stabile	RTD A UniMI	10 %
Luca Frontini	Assegnista INFN	0 %
Gabriella Trucco	Ric. UniMI, Dip. Informatica	40 %
S.R. (Jafar) Shojaii	PostDoc, Univ. Melbourne	15 %

Obiettivi:

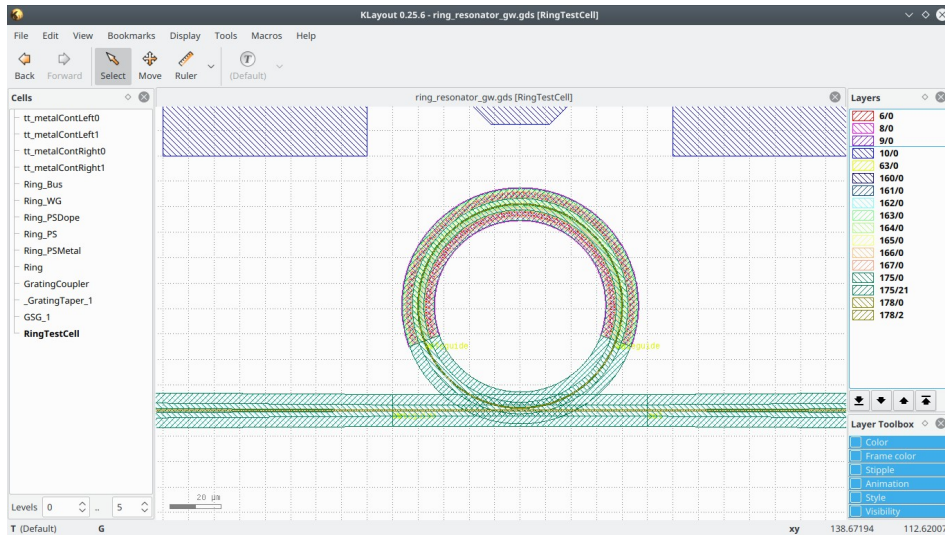
- 1 Imparare a disegnare circuiti integrati per applicazioni di ottica quantistica e quantum computing, basati su guide d'onda in silicio (per infrarosso con $\lambda = 1550$ nm) completamente avvolte da ossido di silicio (tecnologia SOI). La tecnologia di fabbricazione è IHP (fabbrica tedesca). *Per il 2020 non è prevista la realizzazione di un dimostratore.*
- 2 Predisporre un banco ottico per misure di ottica quantistica e quantum computing, utilizzando componenti discreti in questa prima fase.
- 3 Essere in grado di rispondere ad una call CSN5 nel 2020.

Richieste finanziarie per Milano

Due licenze software:

- 1 Luceda, basato su linguaggio di scripting python, per il disegno della parte fotonica. Costo: 1150 e + IVA
 - 2 TexEDA per il layout della parte elettrica, DRC e la generazione dei vari filler layer. *(Se avessimo Cadence non servirebbe, lo prendiamo solo a causa dei noti problemi tra Cadence e INFN.)* Costo: 2000 e + IVA
- + 3000 e di missioni per riunioni di collaborazione per il disegno dei dispositivi e partecipazione alla misure su banco ottico.

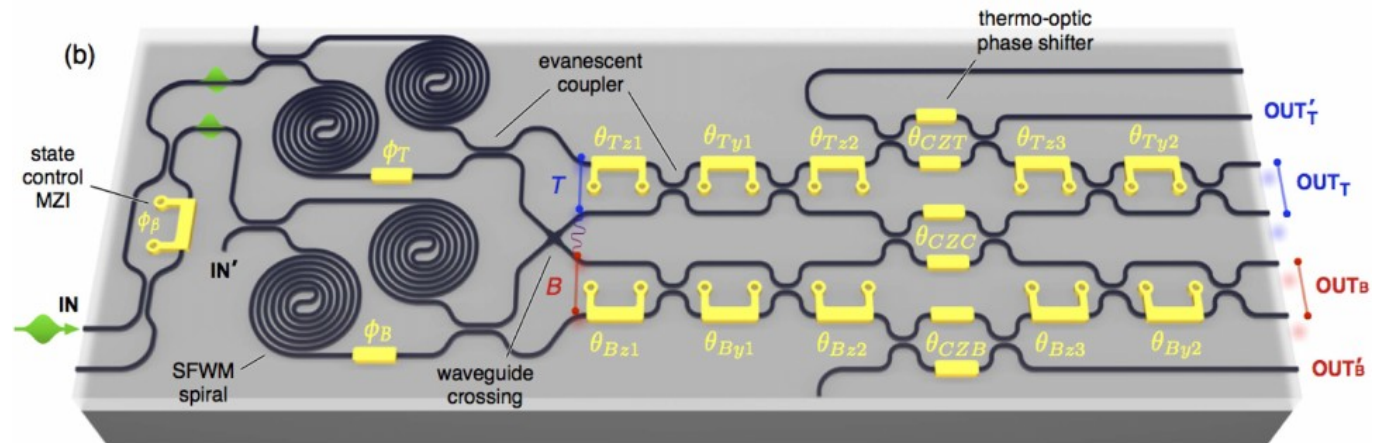
Esempi di disegni



Disegno di ring resonator (diametro $80\ \mu\text{m}$)
fatto con software Luceda (Tor Vergata)

R Santagati, JW Silverstone, MJ Strain,
M Sorel, S Miki, T Yamashita,
M Fujiwara, M Sasaki, H Terai,
MG Tanner, CM Natarajan, RH Hadfield,
JL O'Brien, MG Thompson, **Silicon
photonic processor of two-qubit
entangling quantum logic**, *IOP J. Optics*
19 (2017),

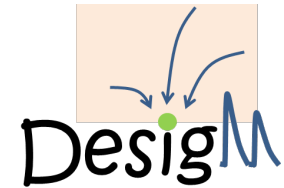
doi.org/10.1088/2040-8986/aa8d56



Da Santagati et al.

**ESPERIMENTI che continuano con
Responsabilità NAZIONALE e LOCALE**

DESIGN (2017-2019)- proposta prolung. 2020



Innovative Drift topologiEs in thick Silicon or GermaNium detectors for hard X- and gamma-ray spectroscopy

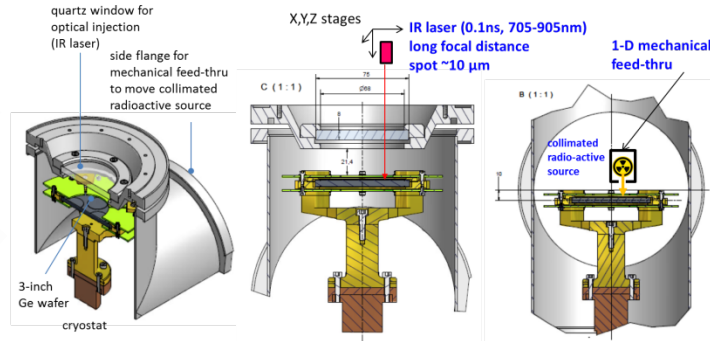
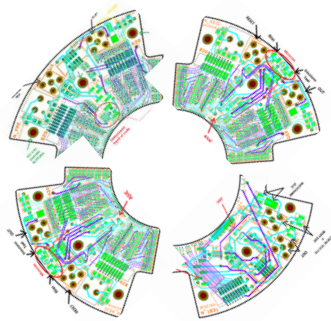
- Durata: 2017-2019
 - Resp. locale e nazionale Andrea Castoldi
 - INFN sez. Milano, INFN Firenze
 - FZ Julich, IEK (D)
- **Anagrafica 2020**
Andrea Castoldi, 50%
Chiara Guazzoni, 30%
Vincenzo Sicari, 20%

Obiettivo dell'esperimento

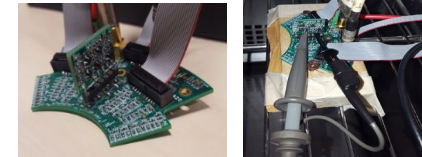
- Sviluppo di nuovi rivelatori in Germanio o Silicio ad alto spessore basati sul principio della deriva , sviluppo di un modulo di rivelazione prototipale e qualificazione delle sue caratteristiche e potenzialita' nella spettroscopia X duri/gamma

Attivita' 2018

sviluppo **setup sperimentale completo** (criogenia/meccanica/elettronica/movim. XYZ/ laser IR)



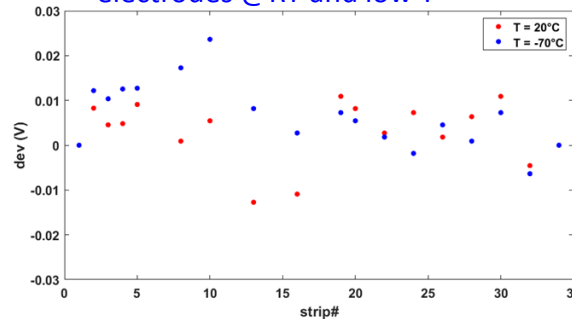
front-end & voltage dividers: test at low T



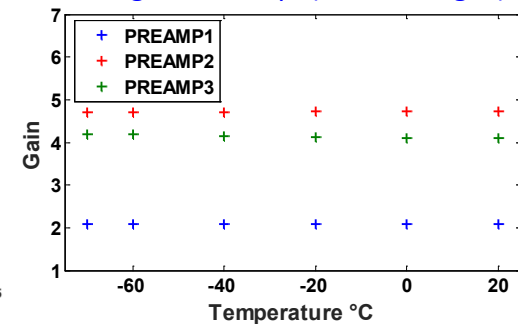
PCB front-end for HpGe wafer

test e validazione a bassa temperatura del **setup** e elettronica **front-end** basso rumore (3 tipologie di CSA realizzate e testate)

voltage division on the drift strip electrodes @RT and low T

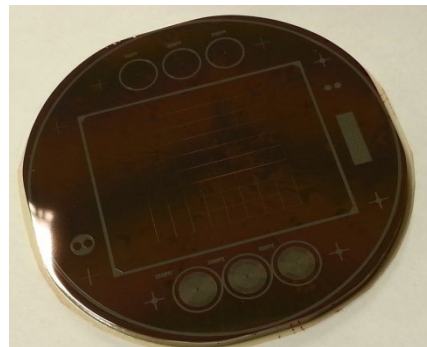


PA gain vs temp. (3 CSA designs)



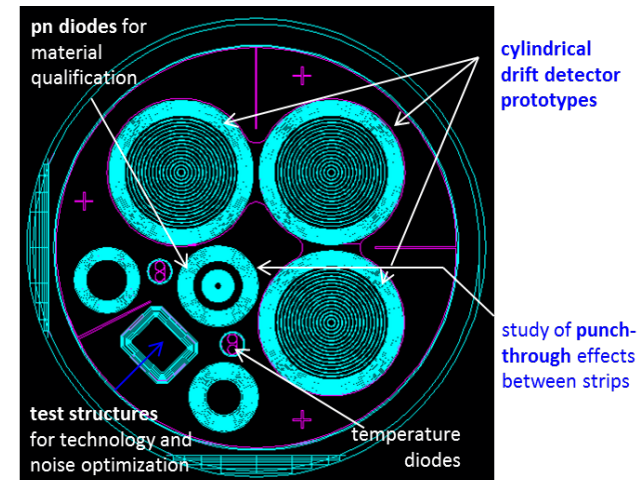
produzione **test wafer HPGe** per ottimizzazione nuovo processo di fabbricazione **multi-mask** (contatto ohmico e giunzione rettificante sullo stesso lato) & **double-side**

Test structures HPGe for tech. steps (p-implants, n-contacts, etc.)



layout maschere prima produzione **prototipi Germanium Drift Detectors**

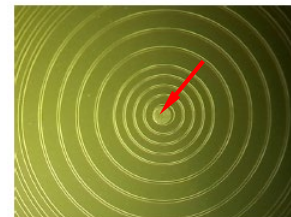
produzione c/o **Julich**



Attivita' 2019 e continuaz. 2020

- ❑ identificati **due problemi principali nella produzione** (disallineamenti maschere, lift-off 2° fotoresist). Il produttore Julich ha individuato vincoli aggiuntivi nel processo con cui ha ottenuto **strutture di test corrette**. La nuova produzione rivelatori verra' eseguita senza costi aggiuntivi.
- ❑ Dal lato INFN Milano, il **disegno dei rivelatori e' stato quindi completamente rivisto** secondo i nuovi vincoli e **sottomesso nella 1a meta' 2019**. Il **ritardo complessivo** (analisi problemi produzione, ri-progettazione, nuova produzione, etc.) **e' intorno a 6/8 mesi**.
- ❑ **Si propone di rimodulare in modo ottimale le attivita' previste nel 2019 con i primi rivelatori che usciranno da questa nuova produzione e di continuare nel 2020 per mettere in opera anche la seconda produzione, completarne la qualificazione ed effettuare i test finali su fascio a Firenze:**
 - layout maschere/produzione finale (Ge drift detectors) (Milano)
 - caratterizzazione sperimentale rivelatori (Milano)
 - ottimizzazione modulo di rivelazione/setup (Milano, Firenze)
 - conduzione beam time di qualificazione c/o LABEC (Milano, Firenze)
- ❑ Considerando l'opportunita' di riassegnazione sul 2019 (x Milano), si sono **posticipate al 2019** le spese previste per ottimizzazione elettronica/setup per un **uso ottimale dei fondi** a valle dei test su rivelatori.
- ❑ **Richieste DESIGN Milano (2020), tbd: Missioni 4 kEuro** (Julich x produzioni/test, Firenze per beam time/setup), **Consumo 8 kEuro** (ottimizzazioni modulo rivelazione, PCB, componenti elettronici), **Officina meccanica (Milano) 2-3 sett./uomo** (vuoto/setup rivelatori).

▪ problemi 1a prod.



SL_ExIn

Scopo di ExIn è accelerare in onda di plasma un fascio di elettroni ad alta brillantezza prodotto da SPARC, dimostrando gradienti acceleranti > 1 GV/m, significativamente maggiori di quelli ottenibili con tecnologia RF, preservando, per quanto possibile, la qualità del fascio in ingresso.

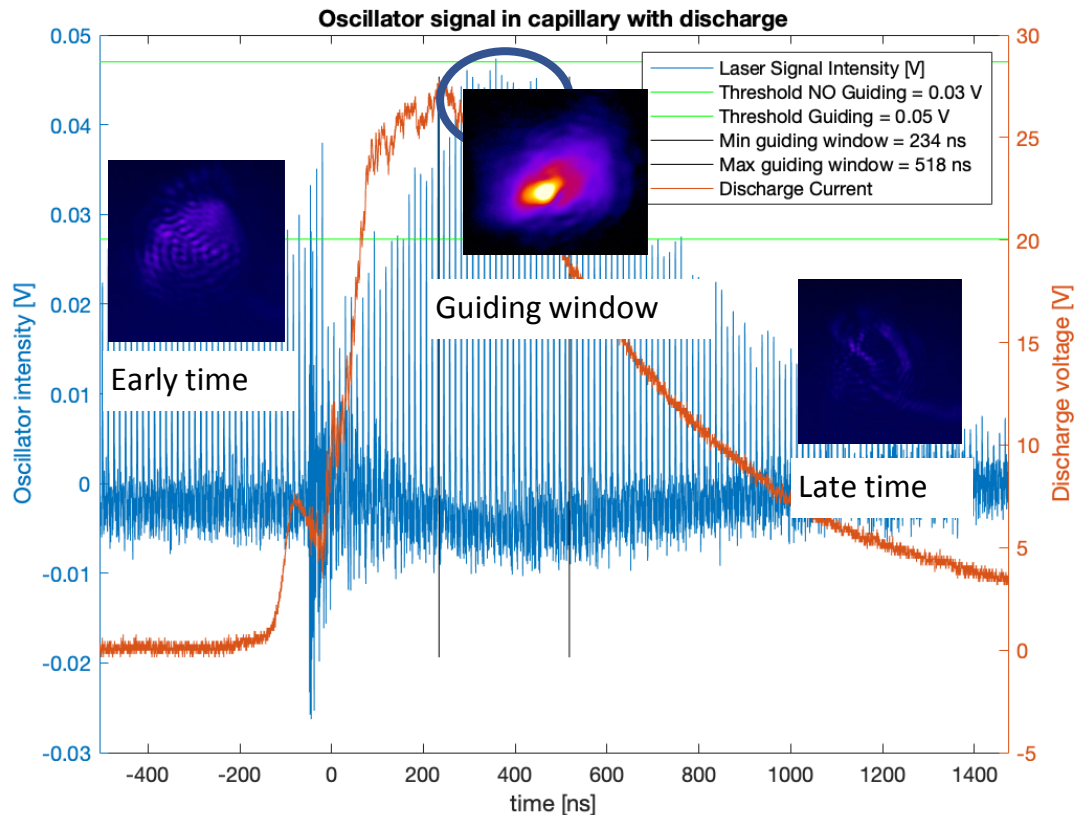
L'onda di plasma viene generata da un impulso laser ad alta potenza (circa 200 TW) detto driver, prodotto da FLAME e trasportato fino al bunker di SPARC. Il fascio di elettroni accelerato prende il nome di witness.

l'impulso laser, lungo circa 30 fs, viene focalizzato a circa 60-70 μm . Per sua natura, tenderebbe a defocalizzarsi per diffrazione in una lunghezza di circa 1 cm (rayleigh range L_r). Per poter accelerare su lunghezze maggiori, è necessario guidare il laser, i.e. mantenerlo focalizzato per distanze maggiori di L_r . Per far questo si usa un capillare all'interno del quale, per via di una scarica, si produce una densità di plasma che trasversalmente ha l'andamento di una parabola. In questo modo il laser viene guidato in maniera analoga a quello che accade nelle fibre ottiche graded index. Alcuni parametri: lunghezza laser 30 fs, energia laser 2 - 3 J, densità di plasma 10^{17} cm^{-3} , lunghezza capillare: 3 - 10 cm.

ExIn acquista ulteriore importanza in vista del progetto EuPRAXIA@SPARC_LAB a LNF, in quanto rappresenta una delle due tecniche di accelerazione al plasma che verranno impiegate.

Low power laser guiding

- FLAME oscillator used for setting up guiding experiment
- Clear signature of guiding measured
- Input transverse mode not optimal for guiding yet
- Guiding temporal window identified
- Mild instability found: working hypothesis is instability in plasma plumes, i.e. the part of plasma escaping from capillary tips
- Theoretical and experimental studies ongoing to understand and fix it

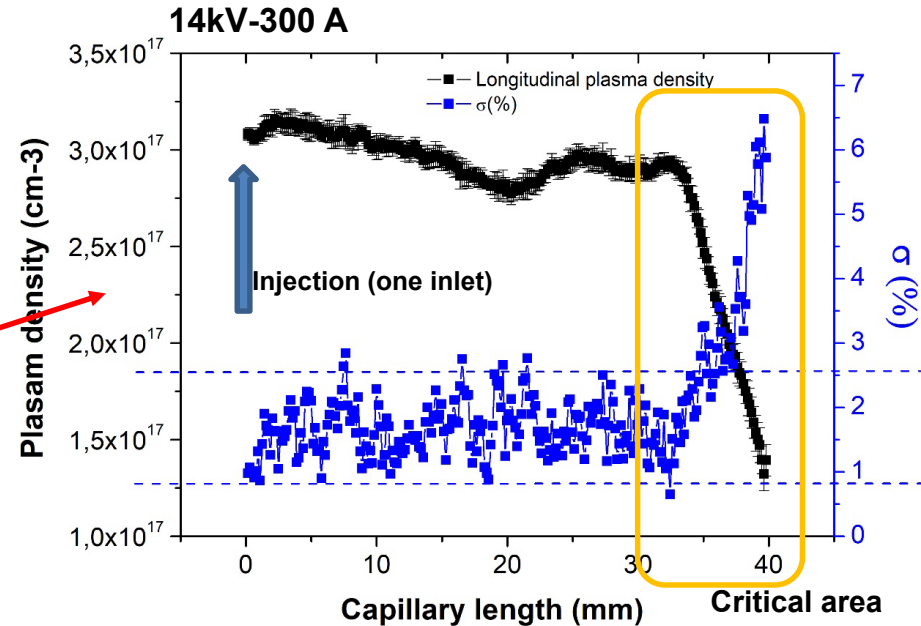
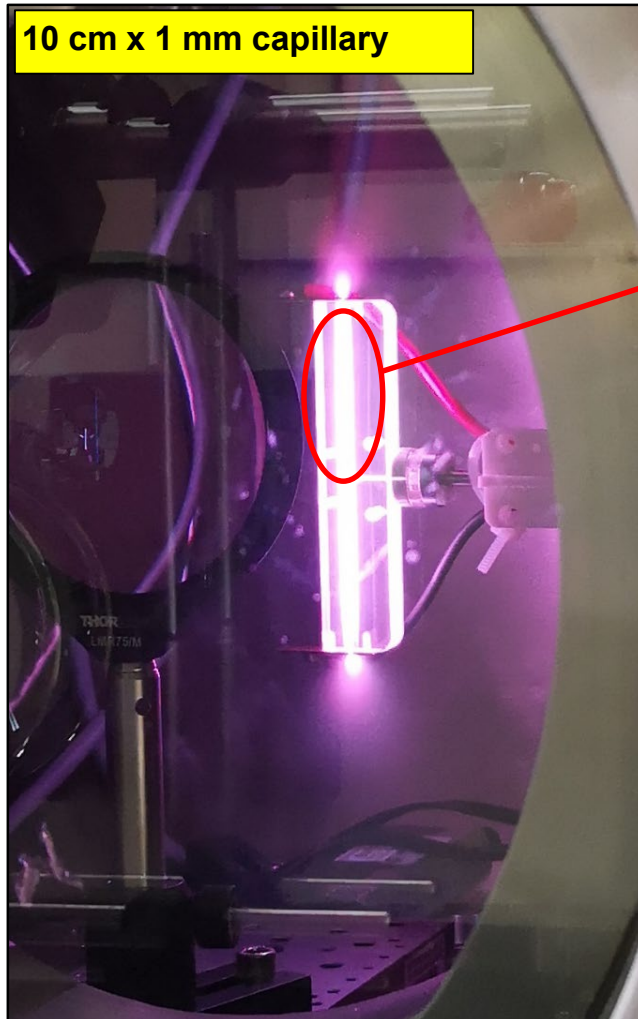


- Low intensity ($<10^{12}$ W/cm²) single pulse laser has been detected at capillary exit with relay imaging system.
- A temporal scan has been performed to investigate laser output mode by delaying discharge.

- New interaction chamber for high power tests installed in FLAME bunker
- The experimental apparatus are being installed and tested
- Test within 2019

Other ongoing activities

- Characterization of capillary longitudinal density profile and “ramps”, via Stark broadening



- There are no any closing window at the ends of the capillary
- Pulsed gas injection system

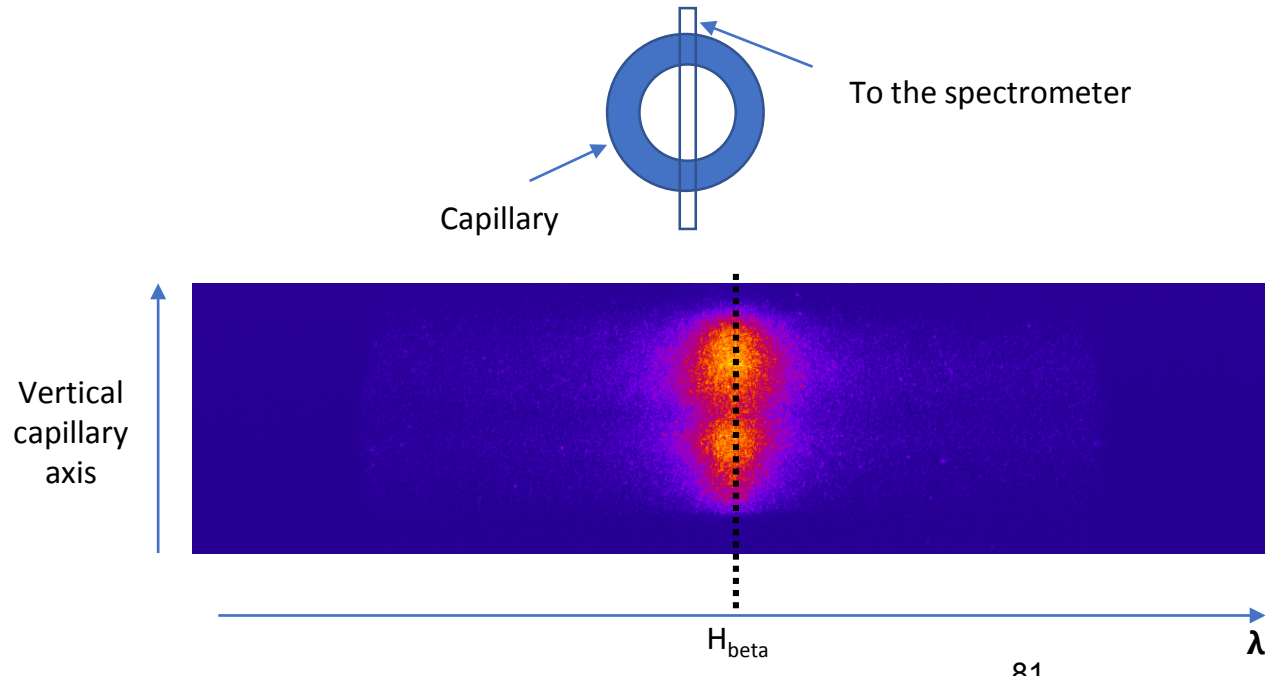
For 10 cm-long capillary:

- **Uniformity: 15%** (70% of the capillary)
- **Stability: 1-2.5%**
- **Time jitter: 20 ns**

- Gaining experience on operation at densities closer to ExIn working point

Other ongoing activities

- **Characterization of capillary transverse density profile**



$$n_e = 8.02 \cdot 10^{12} (\Delta\lambda/\alpha)^{3/2} \text{ cm}^{-3}$$

Each horizontal line gives the electron density at a certain vertical position:
Line profile reconstruction

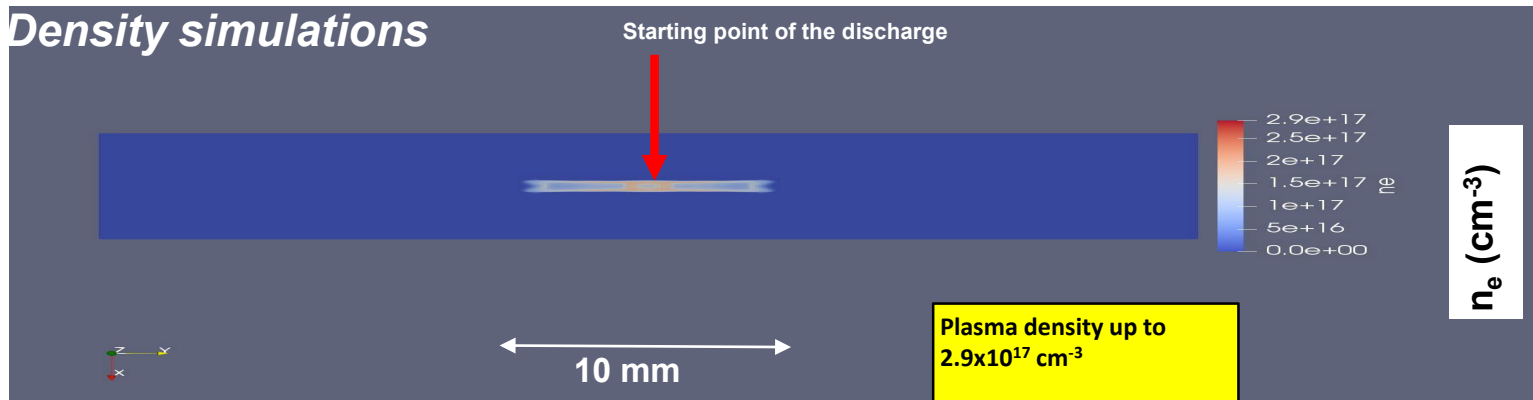
- **Preliminary data, still under analysis**

Other ongoing activities

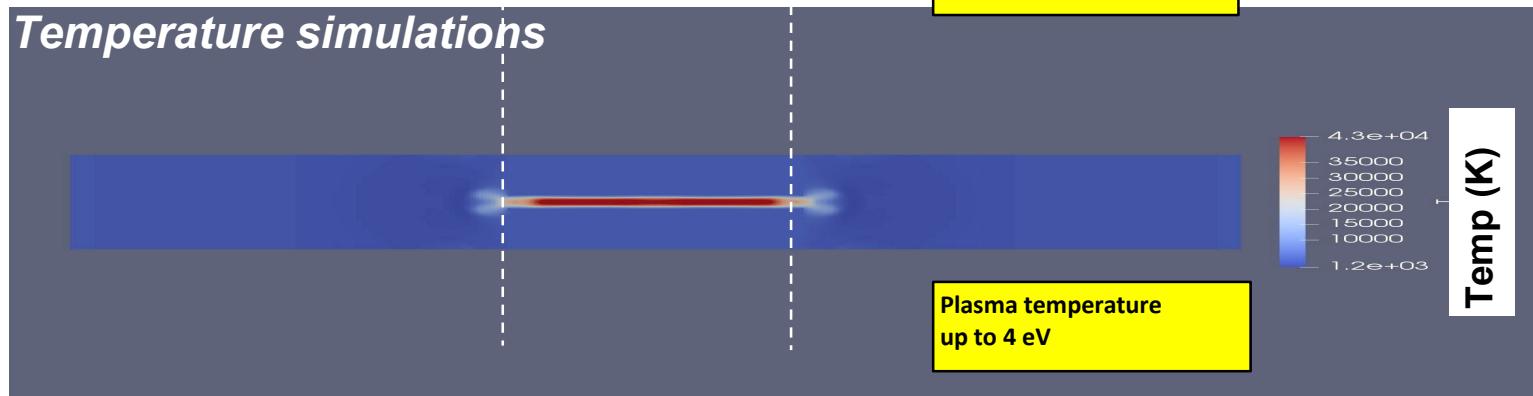
- Simulation of capillary density/temperature evolution and plumes formation to understand instabilities and find a solution

Results from computational model for two-dimensional axially symmetric capillary discharges: **1 cm x 1 mm capillary at 10 kV and 240 A of the plasma current**

Density simulations



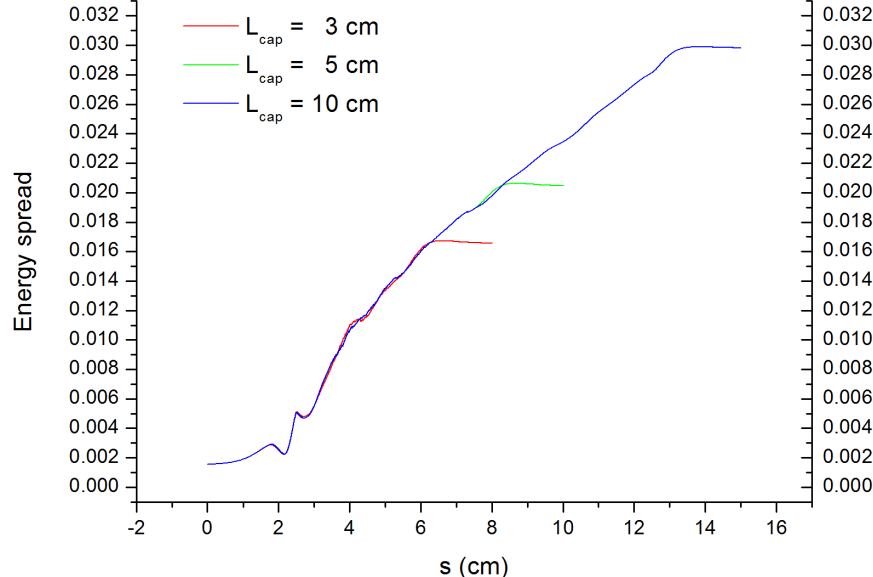
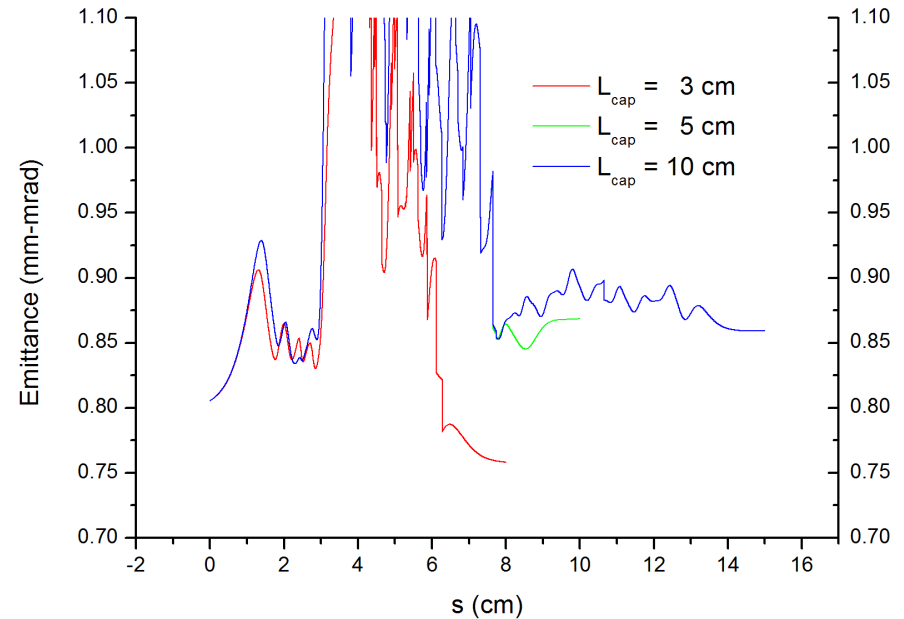
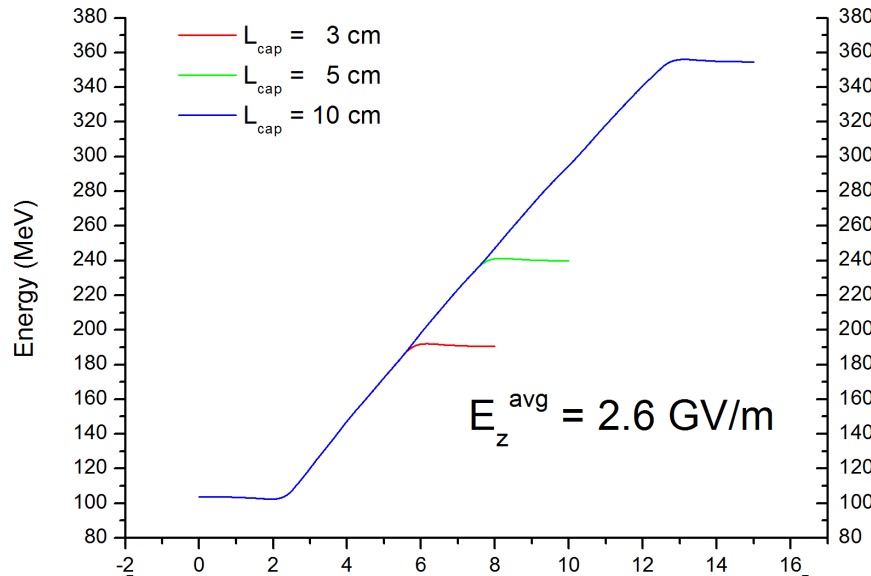
Temperature simulations



- Work in progress!

Milan activities

- **S2E simulation of accelerated bunch with different capillary lengths and worst case scenario laser parameters: laser energy 2 J**



Ongoing activity:

- **assessing working point robustness**

Milestones 2020

- **Installazione linea di trasporto FLAME**
- **Ottimizzazione capillare per guiding**

Anagrafica

Nome	Percentuale
Alberto Bacci	25
Vittoria Petrillo	25
Nicola Piovella	20
Ezio Puppini	20
Andrea Rossi (RN)	40
Luca Serafini	20

Richieste finanziarie

Voce	Richiesta keuro
Missioni	7
Inventariabile	5

Missioni: riunioni coordinamento e tecniche, test sperimentali

Inventariabile: acquisto di una workstation multi-core con 2 schede GPU per simulazioni MHD (studio capillari, codice Open Foam o similare) e PIC (on GPU, codice FBpic)

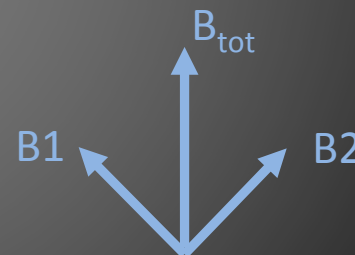
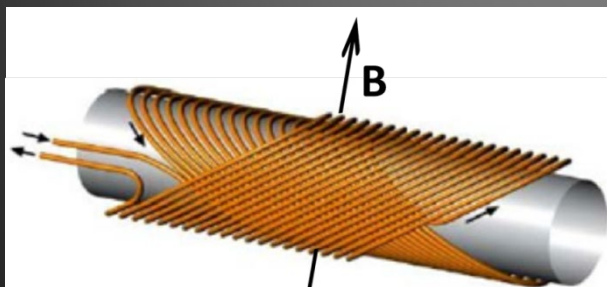
ESPERIMENTI che continuano con Responsabilità LOCALE

BISCOTTO



Sviluppo di magneti multipolari *tilted solenoid* in BiSCCO (Tc 96 K) e MgB₂ (Tc 39 K)

- semplici da realizzare
- ottima qualità di campo intrinseca per dipoli e ordini superiori
- possibilità di magneti curvi



- sviluppo della tecnica di avvolgimento in cooperazione con Saes Rial Vacuum:
Trasferimento Tecnologico in preparazione

2019 - 2020

Stato attuale:

- Forno tubolare per trattamenti termici trasferito al CNR-SPIN e installato
- Fili in BiSCCO in corso di sviluppo (CNR-SPIN)
- Proprietà di trasporto del filo in MgB_2 (in $-situ$, origine USA) Verificate
- richiesta di offerta per filo MgB_2 ex-situ (COLUMBUS SpA, Italia)
- Iniziato il progettazione del magnete
- accordo di Trasferimento Tecnologico con Saes Rial Vacuum (Italia) in preparazione

Responsabilità INFN Milano - LASA

- TT
- **Sviluppo della tecnica di avvolgimento per Canted Cosin Theta (CCT) / Tilted Solenoid**
- **Ottimizzazione dell'avvolgimento di fili superconduttivi ad alta temperatura (BiSCCO, MgB_2 in situ, MgB_2 ex situ)**
- **Avvolgimento di un dimostratore**

2 luglio 2019

BISCOTTO



Sezione di Genova

CNR-SPIN Genova

Sezione di Milano



Marco Statera

20%

Massimo Sorbi

10%

Università di Bologna

Impegno servizi 2020*

Progettazione meccanica	2 m.u.
Officina meccanica	0.5 m.u.

Richieste 2020*

Missioni	1 kE
Trasferimento Tecnologico	15 kE
Bobinatura dimostratore	5 kE

* In caso di approvazione di HITACA l'impegno dei servizi resterà invariato.

HITACA

Sviluppo di dipoli canted solenoid per adroterapia oncologica

2020-2021

Richiesta di finanziamento alla Compagnia di San Paolo

1 assegno di ricerca per 2 anni

Avvolgitrice (INFN)

Macchina per test di snervamento (CNR-SPIN)

Materiale di consumo

Lavorazioni

Costi indiretti

Totale richiesta 200 k€ (70% INFN – 30% CNR)

MariX-rad : preparare la tecnica di imaging con raggi X a 2 colori, da applicare primariamente a BriXS, ma da testare a STAR e MuCLS

Sezioni partecipanti: Ferrara (Resp. Naz.), Milano, Napoli

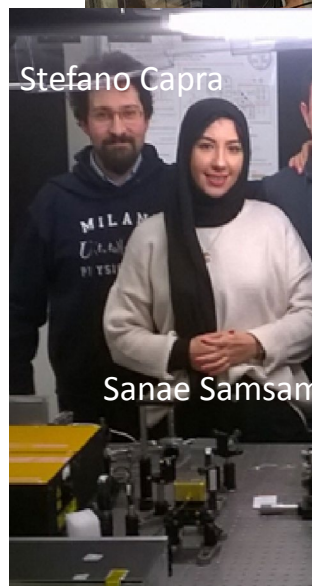
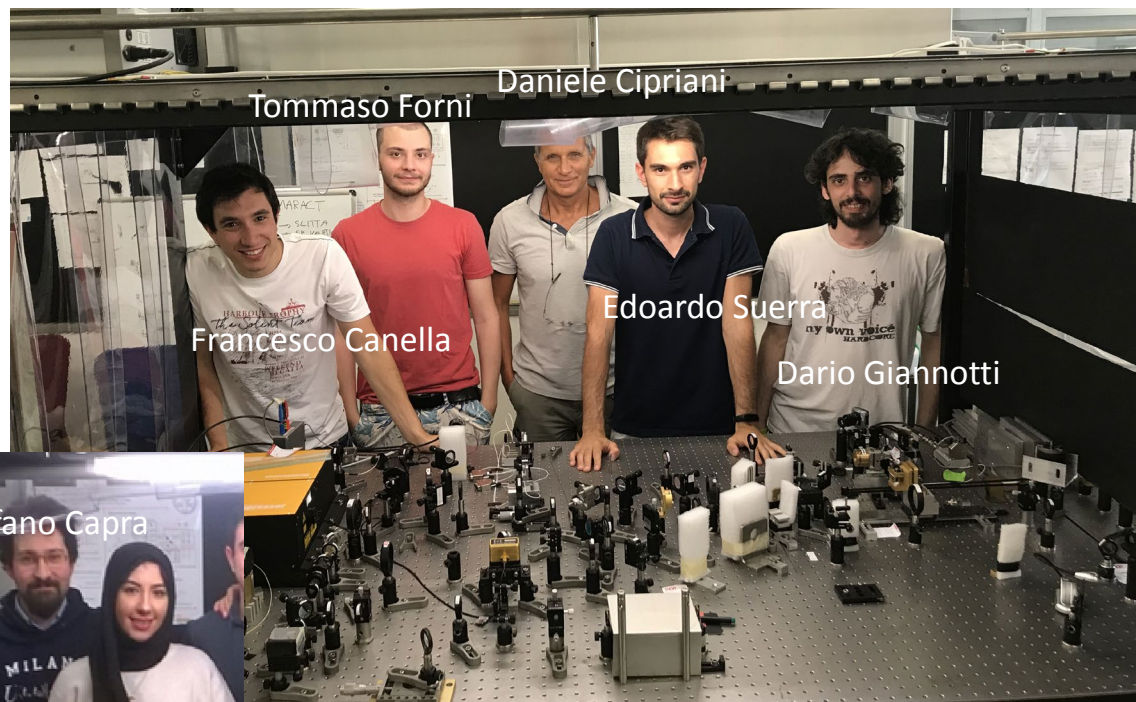
MariX_RAD Laser

Outline:

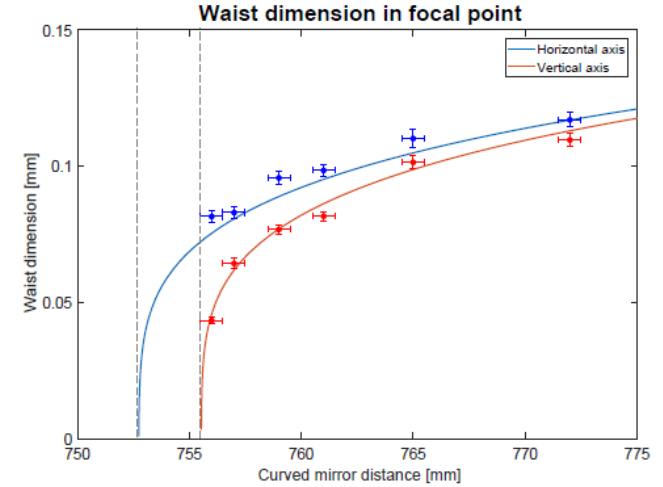
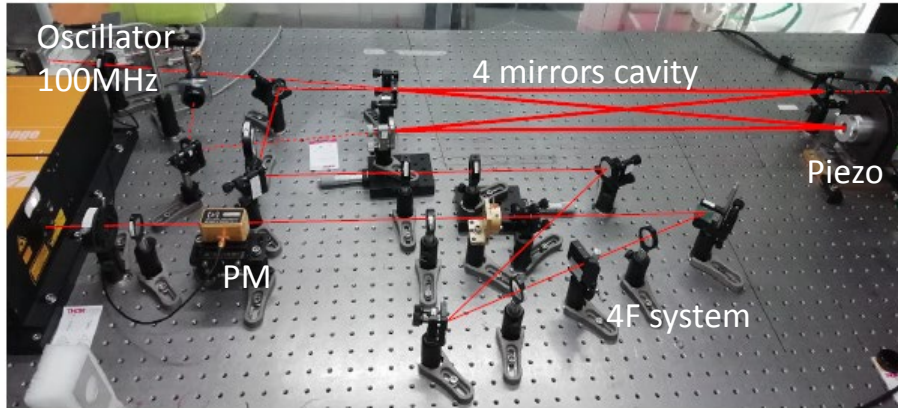
- 1) Stabilizzazione cavità
- 2) Metodo compensazione (per massimizzare la potenza)
- 3) Metodo per lo shift del fuoco (per il double color senza spostare il tavolo)
- 4) Programma fine anno
- 5) Richieste

luglio-2019

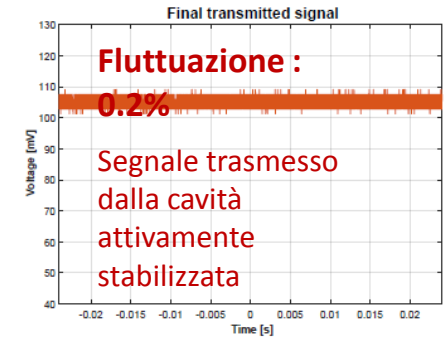
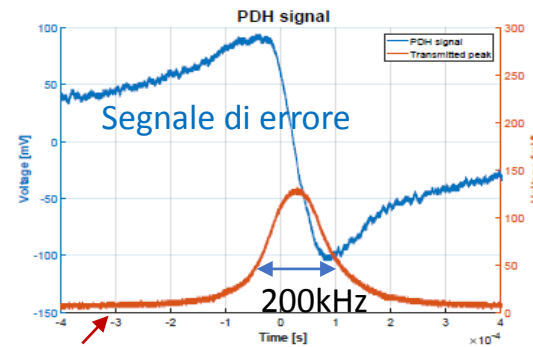
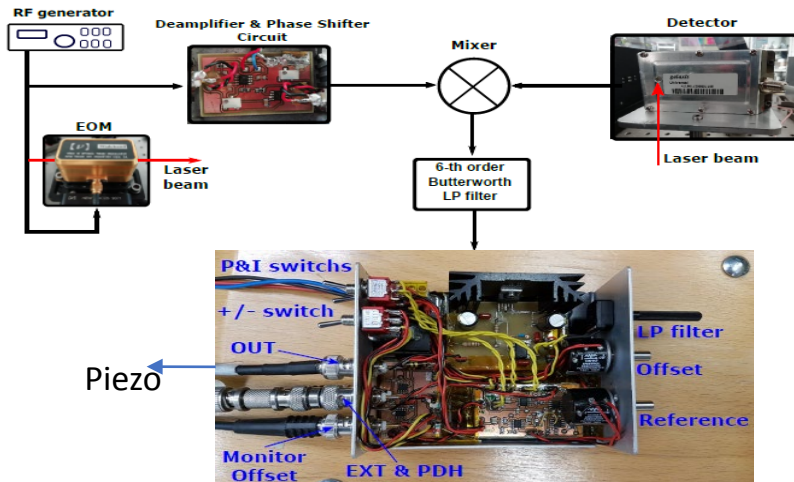
Simone Cialdi



Cavità a 4 specchi: realizzato e testato il sistema di stabilizzazione



Schema del sistema di stabilizzazione: PDH method

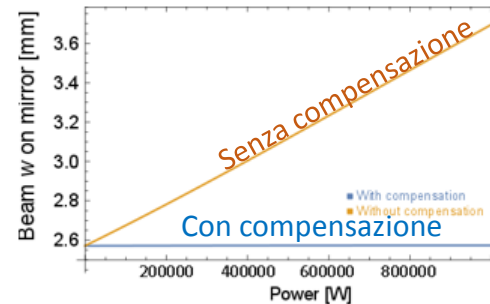
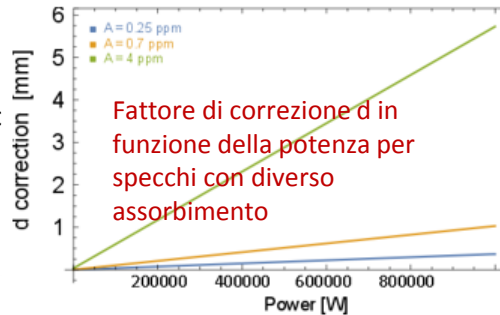
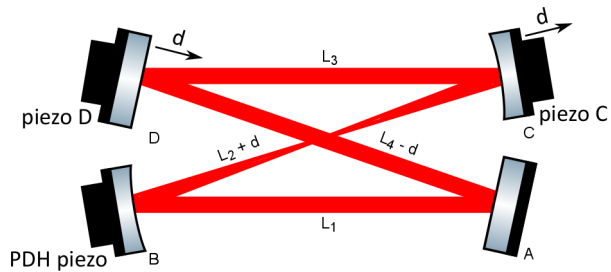


Fatti primi tests sul Metodo della compensazione: serve a fare in modo che non cambi il punto di lavoro della cavità quando a causa della potenza il raggio di curvatura degli specchi aumenta.

Con questo metodo si ottengono due risultati fondamentali:

- 1) Si evitano i punti di lavoro in cui il modo fondamentale diventa degenerare in frequenza con altri modi trasversi. Quando la cavità incontra questi punti le perdite aumentano e la finesse diminuisce. Ciò limita la potenza massima raggiungibile in cavità (problema fondamentale incontrato in ThomX e in generale in tutte le cavità ad alta finesse)
- 2) La dimensione del modo fondamentale in cavità grazie a questo metodo non cambia in funzione della potenza e quindi l'accoppiamento con il modo esterno rimane costante. Ciò permette di mantenere l'accoppiamento ottimale.

Il metodo consiste nell'introdurre una correzione d nella distanza tra gli specchi curvi ed una correzione $-d$ tra quelli piani. Questa correzione deve essere fatta in contemporanea in modo che il sistema di stabilizzazione possa mantenere la cavità stabile.

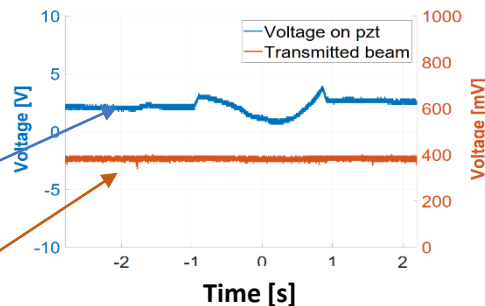


Sviluppato il software per simulare il metodo della compensazione

Utilizzando i montaggi della Smaract abbiamo spostato gli specchi C e D di $4.2\mu\text{m}$ senza perdere la stabilizzazione della cavità.

Segnale inviato al piezo che stabilizza durante lo spostamento

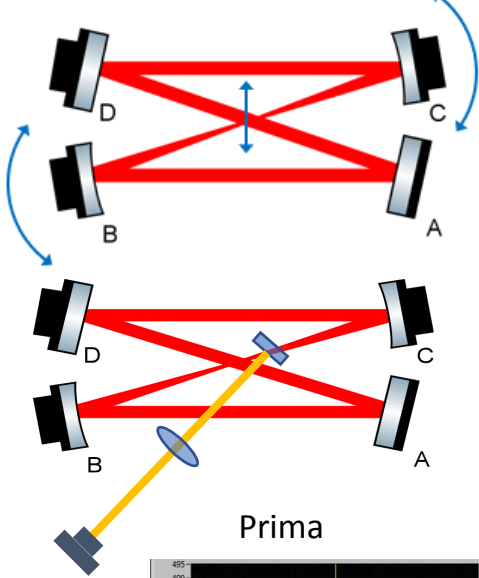
Trasmesso della cavità



Stiamo ultimando la realizzazione di un nuovo montaggio con un piezo a corsa lunga che ci permetterà di testare il metodo su spostamenti di più grandi

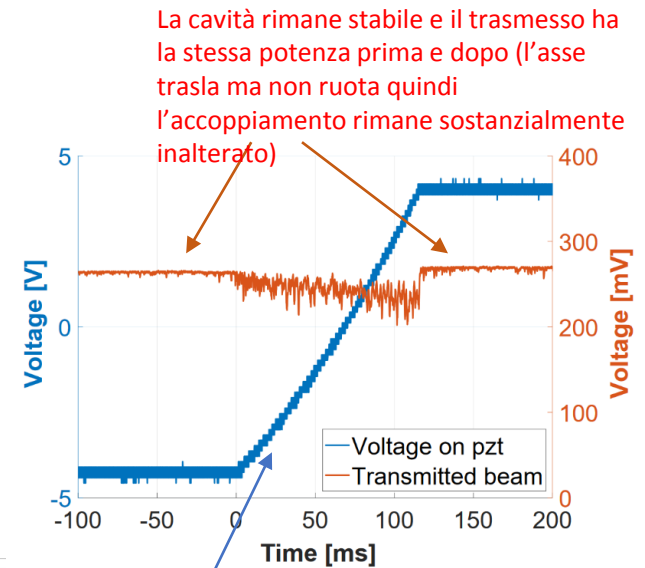
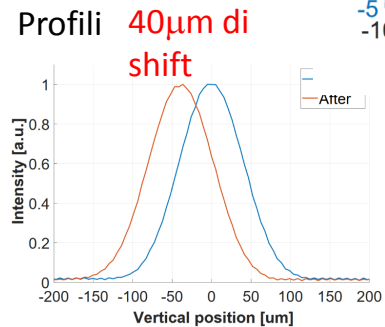
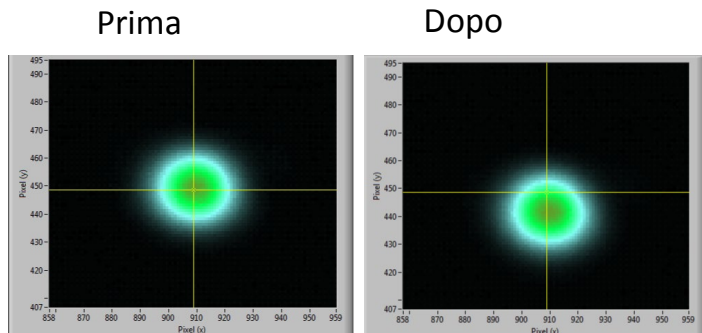
Fatti i primi tests sul Metodo dello shift del fuoco: serve a spostare il punto di focalizzazione senza perdere la stabilizzazione della cavità

Questo metodo ci permette di spostare il fuoco rispetto alla posizione degli elettroni. Usando due cavità che implementano questo metodo è possibile generare in tempi diversi raggi X con due frequenze diverse (double colour method). Utilizzando questo metodo sarà possibile implementare il double colour senza la necessità di spostare tutto il tavolo ottico per mezzo di costosissimi microsposizionatori.



Per shiftare il fuoco vengono ruotati in contemporanea gli specchi curvi B e C.

Per misurare lo spostamento del fuoco è stata utilizzata una lamina con coating AR posta vicina al fuoco e un sistema di imaging.



Il piezo della stabilizzazione deve compensare una variazione di lunghezza della cavità durante la rotazione degli specchi. Ciò è dovuto al fatto che l'asse di rotazione degli specchi non coincide con il punto in cui c'è il fascio. Quindi l'ideale sarebbe usare montaggi di tipo Gimbal (abbiamo verificato sperimentalmente questo fatto avvicinando lo spot all'asse di rotazione)

Programma fine anno:

1) Costruire la seconda cavità (con sistema di stabilizzazione)

È stato spedito l'ordine per i nuovi specchi da pochi giorni

2) Testare il metodo della compensazione con $d > 10 \mu\text{m}$

3) Ottimizzare il metodo dello shift del fuoco (ridurre i tempi di shift e aumentare lo spostamento)

Richieste:

Metodo shift fuoco seconda cavità:

Montaggi + Driver home-made (alimentatore – OpAmpHV – montaggi – piezi - elettronica): 8 kE

Upgrade finesse cavità: nuovo accoppiatore di ingresso: 2.5kE

Ottiche (per cavità e amplificatore): 5kE

Missioni : 6 kE

Quindi in totale: 18.5kE

Note: è fondamentale il finanziamento relativo all'upgrade della cavità e delle ottiche per l'amplificatore per aumentare al massimo la potenza in cavità per iniziare a vedere gli effetti termici.

	MariX-RAD
A. Bacci	20
F. Broggi	40
R. Calandrino	10
S. Capra	10
S. Cialdi	30
D. Cipriani	10
A. Del Vecchio	10
I. Drebot	40
L. Faillace	70
D. Giannotti	70
D. Giove	10
A. Loria	10
P. Mangli	10
B. Paroli	20
V. Petrillo	25
N. Piovella	30
M. Potenza	20
F. Prelz	20
E. Puppini	50
M. Rossetti	50
A. R. Rossi	40
L. Serafini	30 (RL)
E. Suerra	50
M. Siano	30
FTE	7.05

MC-INFN (10° anno)

Sigla che raggruppa le attività di sviluppo e mantenimento dei codici MC con forte partecipazione INFN (FLUKA e GEANT4) e inquadra la loro partecipazione alle collaborazioni internazionali e ai progetti europei.

Milano → FLUKA

+ co-convener nazionale (P. Sala)

2019 : 18 pubblicazioni MC-INFN, 5 Milano

Finanziamento 2019: 15kE missioni, centralizzato a Mi per la componente FLUKA (9.6 fte in 2018)

Apporto finanziario: 2015 24kE, 2016 4kE, 2017 4kE, 2018 10 kE
(licenze fluka, due firmate in 2019)

Anagrafica 2020: ~20 fte MC-INFN, ~7.9 fte FLUKA
1.4 fte Milano : G. Battistoni (30%), F. Broggi (40%),
M. Campanella (20%), P.Sala (50%),

Richieste 2020:

~15kE missioni (include Roma2, Pv, Pi, Ba, To)

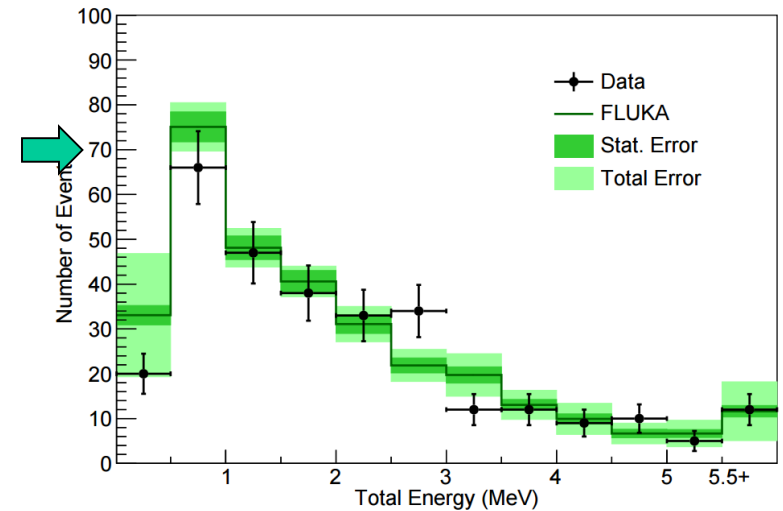
Highlights attivita' presenti e future (Mi)

- Applicazioni: FOOT, INSIDE, Nu@FNAL..
- Developments + applicazioni: Neutrinos, neutron basse energie


Energy deposited by photons from nuclear deexcitation after neutrino interactions and secondary neutron int. in ArgoNEUT (liquid Argon TPC at FNAL)

Data vs FLUKA

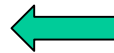
Phys. Rev. D **99**, 012002 (Jan 2019)



FLUKA does Neutrinos

- New ν Event Generator: nunDIS 
- See P. Sala's talk here for more
- Different approach to modeling FSI
 - Δ decay in medium included
 - Formation zone followed by intranuclear cascade
- State of the art DIS simulations
 - GRV98 pdfs available (LO, NLO MSBAR, NLO DIS)
- Able to run in e- scattering or ν - scattering mode
- Looking forward to more comparisons to FLUKA
 - How long till we see this in NUISANCE?

Molto interesse dopo presentazioni a conferenze del modello di interazioni neutrini. Spinta per riprendere test e sviluppi



Attività "continue" Mi

- Maintenance del **sito web** (12000 utenti registrati)
- Partecipazione al **supporto utenti** via mailing list (2000 sottoscrizioni)
- Presidenza del **Fluka Coordination Committee (?)***
- Preparazione e partecipazione **corsi per utenti**
- Gestione **licenze commerciali** con TT INFN e CERN **(?)***
- Partecipazione allo **sviluppo e maintenance** del codice
- **Sviluppi mirati e supporto esperimenti: nu@FNAL, adroterapia, LHC, FOOT..**
- Coordinamento **documentazione**

* Salvo ripensamenti, l' agreement di sviluppo congiunto CERN-INFN su FLUKA verra'interrotto. Lo sviluppo dovrebbe continuare in maniera indipendente.

CSN5 INFN new research project proposal (2018-2020)

METRICS

Multimodal pET/mRi Imaging with Cyclotron-produced $^{52/51}\text{Mn}$ and stable paramagnetic Mn iSotopes

J. Esposito on behalf of INFN/ S. Orsola.Malpighi Hospital (Bo) /Padua Hospital collaboration network for the METRICS project

Proposal to CSN5 INFN, LNL, June 29th , 2017

Mn-based dual-modality PET/MRI imaging: a new standard in diagnostic approach

It's always **very challenging** to find out a **chemical compound** that can behave at the same time as:

- a contrast agent -> having **paramagnetic properties**
 - radioactive tracer -> having **useful nuclear properties basically mimic ^{18}F**
- Mn compounds, having exactly the **same chemical composition**, can thus be prepared using paramagnetic and radioactive Mn isotopes for **both MRI and PET agents ($\text{Mn}^{2+}/^{52}\text{Mn}^{2+}$)**
 - Manganese is moreover an element essential to living organisms, regulating metabolic activities of central nervous system.

ADVANTAGES

- A new type of **unprecedented PET/MRI hybrid imaging** characterized by a **perfect matching between the chemical and biological properties** of the two imaging probes may therefore be achieved.
- It has already been used **preclinically as a potent MRI contrast agent for *in-vivo* MEMRI (Mn-Enhanced MRI) /PET and *ex-vivo* (Autoradiography) neural imaging activity and neural stem cell tracking in rat brain**. Importantly, this dual-modality manganese-based PET/MRI approach may be used in cell tracking in other anatomy(*).

DRAWBACKS

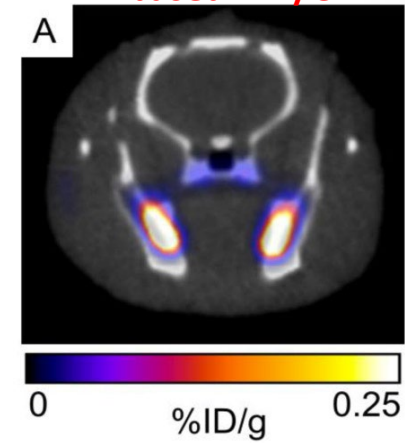
- As in itself **free manganese is toxic**, this fact has hindered the use of manganese MRI in clinical investigations, so far.
- **Positron emission tomography (PET) imaging of $^{52}\text{MnCl}_2$ at tracer doses has the potential to allow similar MEMRI studies while providing quantitative results and avoiding toxic effects**

(*). C. M. Lewis *^{52}Mn Production for PET/MRI Tracking Of Human Stem Cells Expressing Divalent Metal Transporter 1 (DMT1)-Theranostics* 2015, Vol. 5, Issue 3

Rat brain MEMRI



^{52}Mn -based PET/CT



The METRICS (2018-2020) research project proposal

MAIN project GOALS:

- Investigate the best irradiation parameters and Quality control (QC) procedures in order to get an **as pure as possible** ^{52}Mn radionuclide **aimed at the new dual-modality PET/MRI investigations** using the same injected radionuclide/contrast agent.
- Design and construct proper targets able to sustain the related power levels for a production able to fulfill the needs of Veneto region Hospitals and nearby regions**
- Develop/optimize the proper radiochemistry method to minimize chemical reagents**

Research units taking part...



- Ferrara Branch
- Padua Branch
- Milan Branch



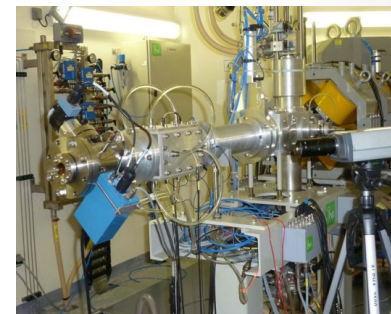
METRICS project – INFN Milano

Involved Laboratories

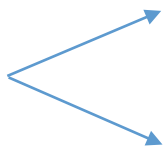
Beam particles



ARRONAX Cyclotron (Nantes)
deuterons energy range: 15-35 MeV
Protons energy: up to 70 MeV



LASA



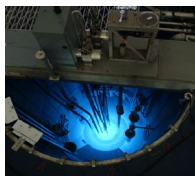
Radiochemistry Laboratory

Physics and Chemistry

Measurements Laboratory



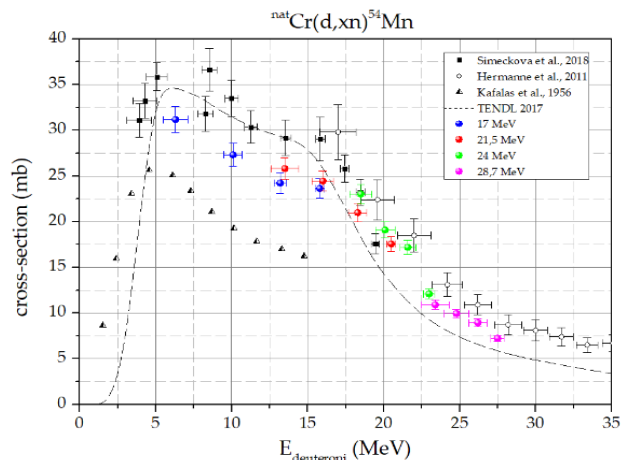
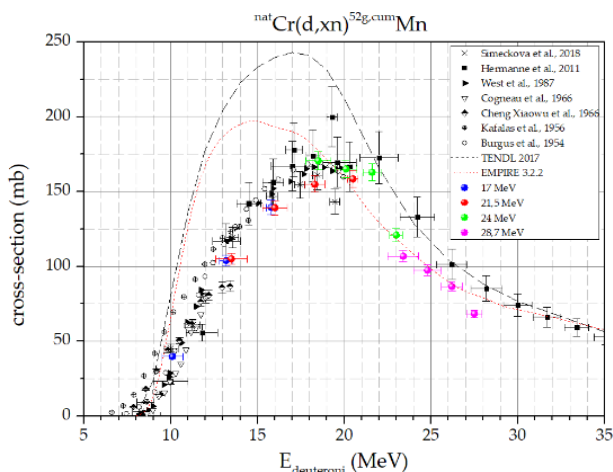
LENA - Pavia



Nuclear Reactor TRIGA MARK II

Results and the planned activities

- Find some **difficulties in the preparation of the thin targets of chromium** to be irradiated for the determination of the **experimental cross sections** – Solved with the contribution of Department of **Chemistry, Materials and Chemical Engineering “Giulio Natta”** of POLIMI with the **electrodeposition technique**.
- Two irradiations since the end of 2018 and June 2019 at **ARRONAX Cyclotron** of thin ^{nat}Cr targets.
- Determination of **thin targets yield for the $^{nat}\text{Cr}(d,xn)^{52,cum,54}\text{Mg}$** ;
- Determination, by integration of thin target yield, of **Thick Target Yield for the $^{nat}\text{Cr}(d,xn)^{52,cum,54}\text{Mg}$**
- Comparison with the results with simulation of computer codes: **Alice; TENDEL 2017; Empire 3.2.2**



For second part of 2019 and 2020 - Irradiations for:

- Experimental determination of **Thick Target Yield** to compare with the results obtained by the integration of our thin target yield experimentally determined
- Determine cross sections for different routes of production of ^{52}Mg by deuterons
- Simulation** with computer codes of all the nuclear reactions experimentally involved

METRICS project - INFN Milano

PLANNED ACTIVITIES for 2020 and budget quotation (23.0 K€)

Item	What is needed	Estimated cost K€
Consumables	<ol style="list-style-type: none"> 1. Cr-nat thick targets for the experimental determination of Thick Target Yield to compare with the results obtained by integration of tty results. 2. Fe targets to explore the possibility to produce Mn-52 by different routes; 3. Chemicals, glasswares 	6.5
Radioactive transport service	Nantes-MI; Pavia-Milano routes	6.2
Travels	Domestic travels: Milano, Legnaro, Pavia, Bologna International travels: Milano-ARRONAX for 2 irradiations (2/3 persons each irradiation)	6.3
Maintenance	Nitrogen; Radiochemical Lab.; Filters hoods	4.0
TOTAL		23.0

METRICS project 2020

Distribuzione FTE partecipanti al progetto

LNL	FTE	INFN-Fe	FTE	INFN-Mi	FTE
Esposito J. (R.Naz.-Loc.)	0.6	Taibi A. (R. Loc)	0.4	Groppi F. (Res. Loc)	0.65
Bello M.	0.8	Gambaccini .M	0.2	Manenti S.	0.7
Pasquali M.	0.2	Di Domenico G.	0.1	Bazzocchi A.	0.9
Sciacca G.	0.8	Duatti A.	0.2	Harki G.	1.0
Mou L.	0.5	Uccelli L.	0.2		3.25
Pupillo G.	0.5	Boschi A.	0.1		
Martini P.	0.5	Fiorentini G.	0.5		FTE
Keppel G.	0.1		1.7	INFV-Pv	0.6
Azzolini O.	0.1			Fontana A. (R. Loc.)	0.2
Kotliarenko A.	0.4	INFN-Pd	FTE	Salvini A.	0.2
	4.4	De Nardo L. (R. Loc)	0.8	Oddone M.	
		Canton L.	0.1		
		Zorz A.	0.1	Strada L.	0.2
		Paiusco M.	0.2	Alloni D.	0.2
		Cecchin D.	0.1	(Calzaferri S.)	(1.0)
			1.3		1.4 (2.4)
				TOTALE FTE	

Summary overall budget request METRICS FY2020

Sezioni / Lab	Missioni	Consumo/ Altri consumo	Trasporti	Manutenzione	Inventario	apparecchi	Sp-servizi	Tot. per sez/lab	FTE previsto
LNL									
Fe									
Pd									
Mi	6.3	6.5	6.2	4.0				23.0	3.3
Pv									
TOTALE									

FY2020 ~ kEuro

TOTAL BUDGET request 3yrs

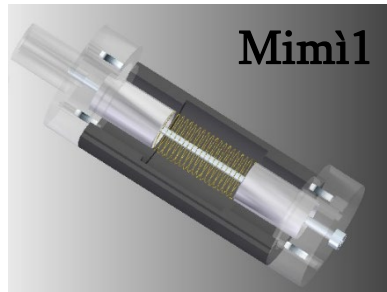
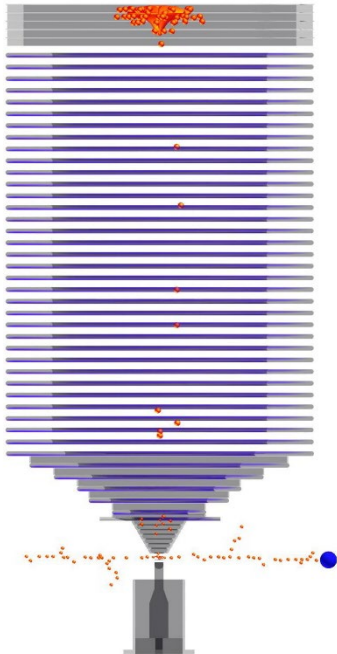
~ 190 kEuro

NIRVANA

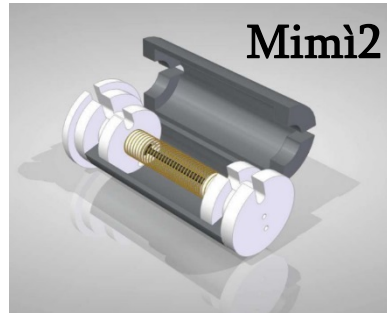
Nuovi Rivelatori per Nanodosimetria

(2018-2020)

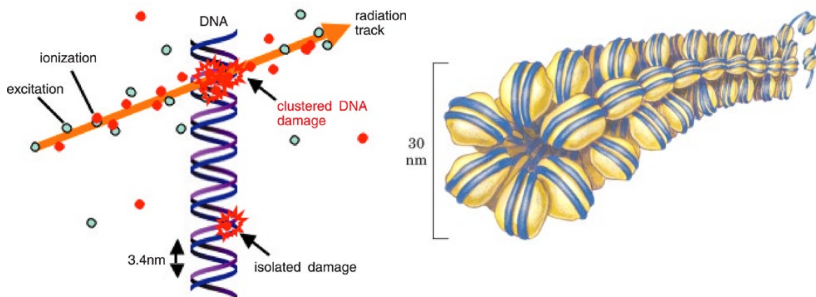
Nanodosimetro



Mimì1



Mimì2



Anno 2020

LNL
LNS

Resp. Nazionale *Valeria Conte*
Resp. Locale *Pablo Cirrone*

INFN-Milano & PoliMi Resp. Locale *Stefano Agosteo*

Nome	Qualifica	FTE %
Stefano Agosteo	Prof. Ordinario	50
Alberto Fazzi	Prof. Associato	20
Andrea Pola	Prof. Associato	20
Davide Bortot	Ricercatore	50
Davide Mazzucconi	Dottorando	50
Giuditta Gismondi	Laureanda Magistrale	50
Giovanni d'Angelo	Tecnico	50

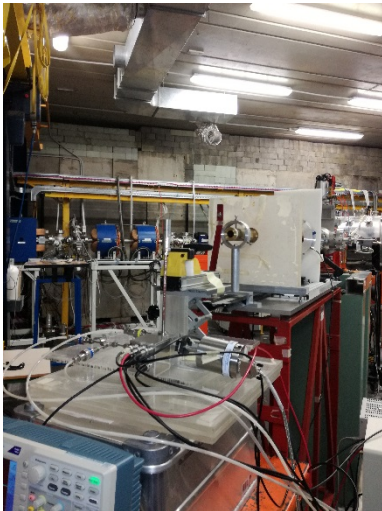
NIRVANA

Nuovi RiVelatori per NANodosimetria

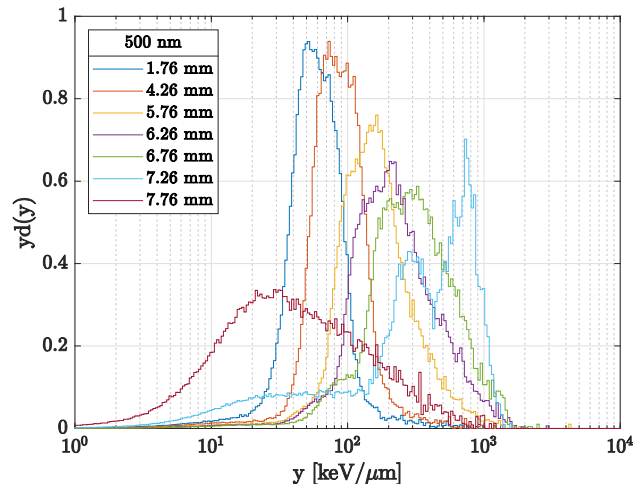
Attività svolte nel 2019

- 1) Misure a LNS (ioni carbonio e ossigeno) con TEPC al nanometro Mimì1
- 2) Simulazioni Monte Carlo di microdosimetria al nanometro
- 3) Installazione e caratterizzazione con sorgente alfa a LNL con TEPC al nanometro Mimì2 (non sono state sinora effettuate misure con ioni accelerati al Tandem dei LNL per il fermo macchina)
- 4) Progettazione sistema di alimentazione per il nuovo collettore di elettroni dei LNL

Mimì1 @ LNS



Spettri microdosimetrici ioni C a diverse profondità



Mimì2 in STARTRACK



NIRVANA

Nuovi Rivelatori per Nanodosimetria

Attività previste nel 2020

- 1) Simulazioni Monte Carlo di microdosimetria al nanometro
- 2) Misure a LNL (fasci accelerati) con TEPC al nanometro Mimì2
- 3) Confronto misure Mimì2 (microdosimetria al nanometro) e STARTRACK
- 4) Test del nuovo sistema di alimentazione per il nuovo collettore di elettroni dei LNL

Richieste per il 2020

Missioni (5 k€)

- 3/4 turni di misura per 3 persone presso LNL - compreso noleggio furgone (4 k€)
- Riunioni di coordinamento (1 k€)

Consumo (4 k€)

- Componenti elettroniche (3 k€)
- Componentistica da vuoto (1 k€)

Inventario (2 k€)

- 1 oscilloscopio Picoscope (2 k€)

SL_COMB2FEL

❖ **Resp. Naz.:**

Sezioni proponenti:

LNF (Resp. Loc.: E. Chiadroni), Roma1 (Resp. Loc.: A. Mostacci),
Roma2 (Resp. Loc.: A. Cianchi) Lecce (Resp. Loc.: A. Lorusso),
Napoli (Resp. Loc.: R. Fedele) **Milano (Resp. Loc.: V. Petrillo)**

❖ *E. Chiadroni (LNF)*

General Activity Description

- ❖ **Start-to-end simulations** (from cathode to undulator exit) => LNF, Mi
 - ❖ study of **plasma ramps** and **real plasma density** profile
 - ❖ study and design of the **transfer line from the plasma exit to the undulator**
- ❖ **Impact of hydrogen gas flow on the copper photo-cathode Quantum Efficiency**
 - ❖ Single layer graphene deposition => Le, LNF
- ❖ Extraction transfer line up to the measurement station and to the undulator => LNF, Na
 - ❖ **Driver removal**
 - ❖ Study of effects of electron scattering in the gas, the effect on the emittance growth and the resulting dose irradiated
 - ❖ Plasma lenses (instead of permanent magnet quadrupoles, PMQ) for the injection and the extraction, from the plasma accelerating module to gently focus and capture the accelerated beam
- ❖ Demonstration (with measurements) of the high quality of the accelerated beams => LNF, RM2
 - ❖ **single shot diagnostics** for bunch length and transverse emittance
- ❖ Development of **advanced alignment tools** => LNF, RM1

General Financial Requests (in ~~keuro~~) /Year for the whole project

	Missioni	Consumo	Attrezzature scientifiche	Costruzione apparati	TOTAL
Workshop/Conference/Collaborations	10				
Capillaries (Sapphire, plastic, tapered)		15			
Cathode deposition		5			
Discharge circuit development			12		
Cherenkov-based emittance monitor				12	
Bunch length spectrometer				10	
X-band integrated BPM				10	
Compact Cavity BPM				8	
FEL transfer line and diagnostics			5	5	
TOTAL					92

enrica.chiadroni@Inf.infn.it



Timeline

Tasks

1. Start-to-end simulations

- 1.1 Beam dynamics in the photo-injector for multi-bunch optimization
- 1.2 Plasma ramps optimization
- 1.3 Impact of real plasma density profile
- 1.4 Optimization of the transfer line from plasma and matching to the undulator
 - 1.4.1 Driver removal (Beam dynamics and GEANT4 simulations)
- 1.5 Impact of wakefields in dielectric capillaries
- 1.6 FEL studies with SPARC undulator

Assigned to

- LNF, Mi, Na, RM1
- LNF
- Mi, LNF
- LNF, Mi
- Mi, LNF
- LNF, Na, Mi
- LNF, RM1
- LNF, Mi

2. Experimental studies

- 2.1 Optimization of driver and witness working point
- 2.2 Optimization of witness matching conditions
- 2.3 Optimization of witness beam parameters (e.g. emittance and energy spread) out of plasma
- 2.4 Driver removal and matching of the witness to the undulator
- 2.5 Injection of witness into the undulator
- 2.6 Witness beam and undulator field interaction
 - 2.6.1 FEL transfer line
 - 2.6.1 Optimization of FEL gain growth

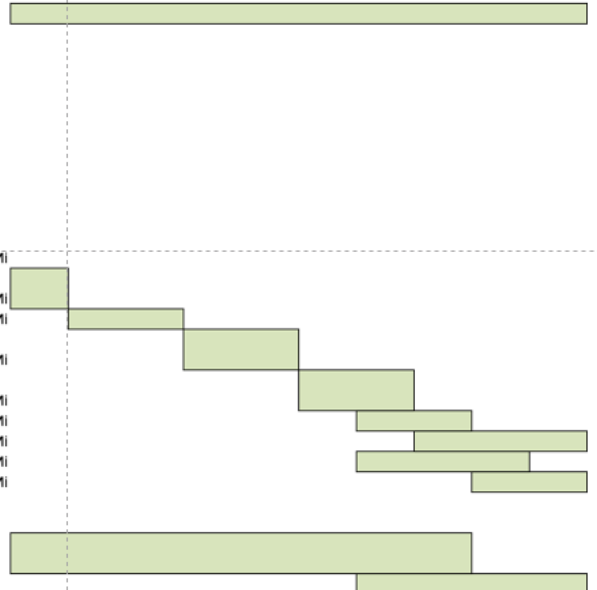
- LNF, RM1, RM2, Mi
- LNF, RM1, RM2, Mi
- LNF, RM1, RM2, Mi
- LNF, RM1, RM2, Mi
- LNF, RM1, RM2, Mi
- LNF, RM1, RM2, Mi
- LNF, RM1, RM2, Mi
- LNF, RM1, RM2, Mi

3. Impact of hydrogen gas flow on Cu surfaces

- 3.1 Development of graphene-deposited Cu cathode
 - 3.2.1 Test of photo-emitted electrons

- LNF, Le
- Le
- Le, LNF

Jan-19 Jul-19 Jan-20 Jul-20 Jan-21 Jul-21 Jan-22 Jul-22 Jan-23 Jul-23



Richieste Milano per year

	Missioni	Consumo	Attrezzature scientifiche	Costruzione apparati	TOTAL
Workshop/Conference/Conlaborations	2				
Calculus			2		

Assegnazioni '19

Capitolo	Descrizione	Stanziano	Variato	Subjudice e Cong.	Preimpegno	Impegni	Disponib.	Proposta in corso	Disp. Teorica
U1030102008	Strumenti tecnico-speci	1.000,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1.000,00	0,00	1.000,00
U1030202001	Rimborso per viaggio e	1.000,00	0,00	0,00	0,00	1.000,00	0,00	0,00	0,00
Totale:		2.000,00	0,00	0,00	0,00	1.000,00	1.000,00	0,00	1.000,00

Anagrafica Milano

Petrillo Vittoria (RL)	30
Piovella Nicola	30
Rossi Andrea Renato	20
Serafini Luca	20
Totale	100

Risultati raggiunti

Start-to-end simulations (from cathode to undulator exit: study of **plasma ramps, real plasma density** profile and optimization).

The simulation work done in this year regards the analysis of more realistic working points, characterized by longitudinal plasma ramps in the leading and in the trailing edges. The control on the plasma shape made by the capillary tube, confining the ejected gas, has been analyzed on the basis of the experimental results. Simulations, considering various density ramps from half to few cm, have been performed with the code Architect. They are experimentally reasonable and present a length below the betatron wavelength assuring no bunch oscillations within the ramps to increase acceleration robustness. The effect of the different shape of the beam at plasma entrance has been analysed, concluding that if the trailing bunch is delivered with a shape that resemble the triangular required shape, transversally the bunch is fairly symmetric in size and in emittance .

Obiettivi per il prossimo anno

The work on **simulations will continue**, by analyzing working points with larger energy and by transporting them in the whole line. In fact after the plasma acceleration module, the beam should be matched to the undulator. The transfer line should be designed ad hoc and should satisfy all commitments and constrains.

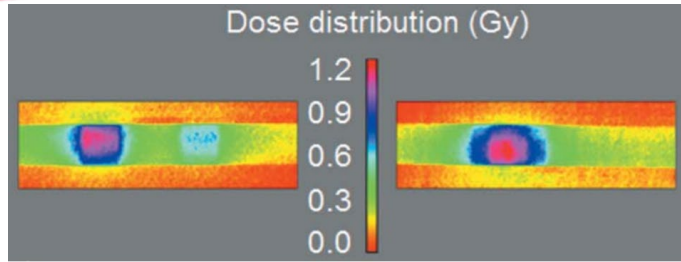


SR3T

Resp. Nazionale: Giovanni Mettivier

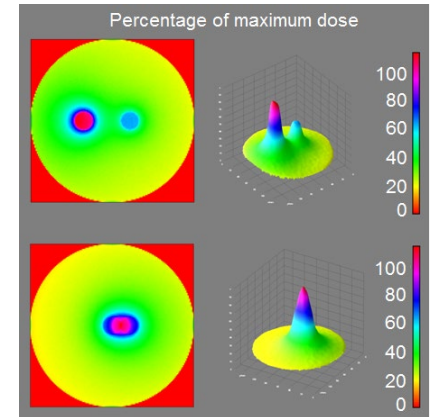
To propose and investigate an innovative therapeutic approach for breast cancer therapy which combines kilovoltage external beam **rotational radiotherapy** using **synchrotron radiation**, the use of **contrast and radiosensitizing agents**, image guidance via pre-treatment and within-treatment computed tomography scans for precise tumor localization and patient repositioning, showing its potential with respect to currently available conventional and experimental radiotherapy techniques for breast cancer.

Dose Painting



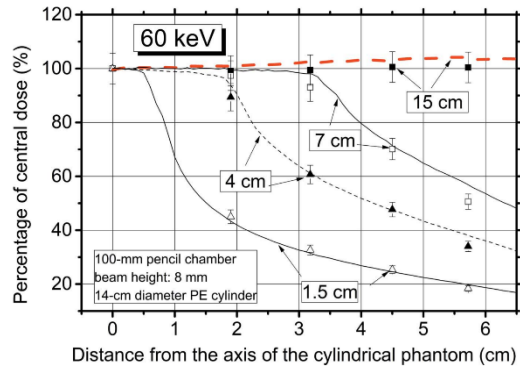
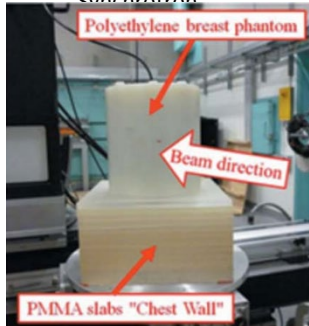
- Gafchromic™ EBT3 at midplane in a 14-cm PMMA cylinder,
- Photon Energy: 60 keV

*Di Lillo et al (2018), *J Synchrotron Rad* 25(3): 857-868



Radial Dose Distributions: MC and experimental study

Experimental Setup
@ Australian Synchrotron



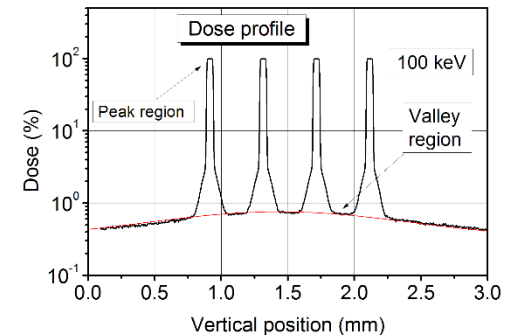
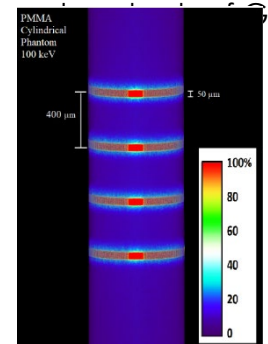
Periphery-to-centre dose ratio about 14 % with 1.5-cm beam width

*Di Lillo et al (2018), *J Synchrotron Rad* 25(3): 857-868

@ 60 keV

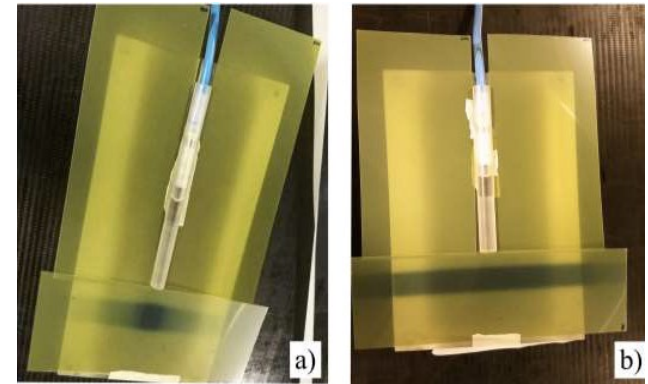
Microbeam rotational radiotherapy for breast cancer: MC study

- Based on Dose-Volume effect: No-significant damage of normal tissue for high dose delivered to small volume
- Irradiation with X-ray beams 50 mm x 1 cm
- Peak-to-valley dose distribution with peak dose of several

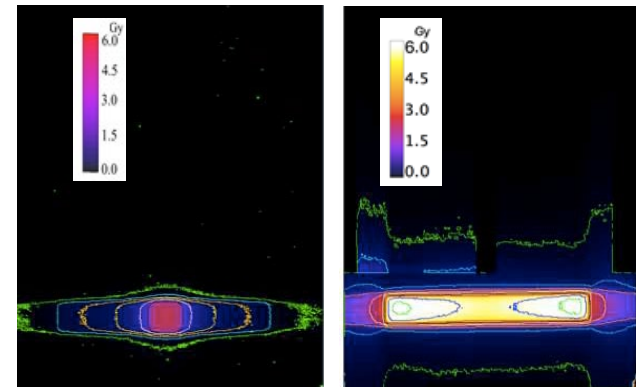


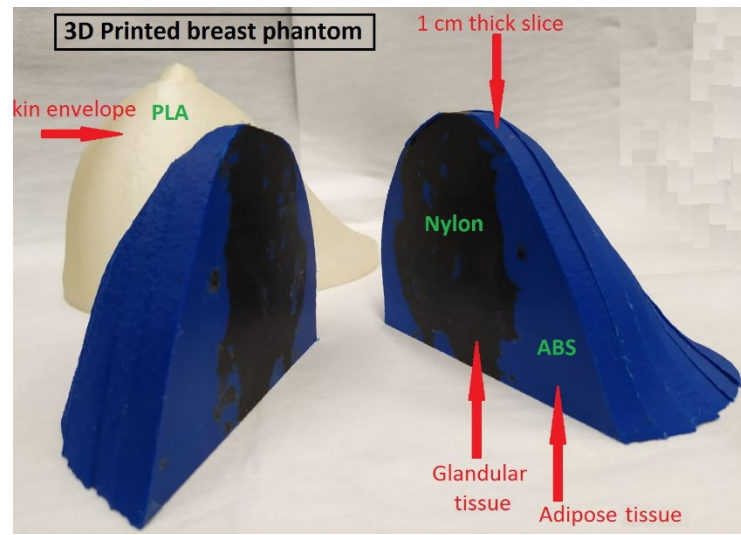
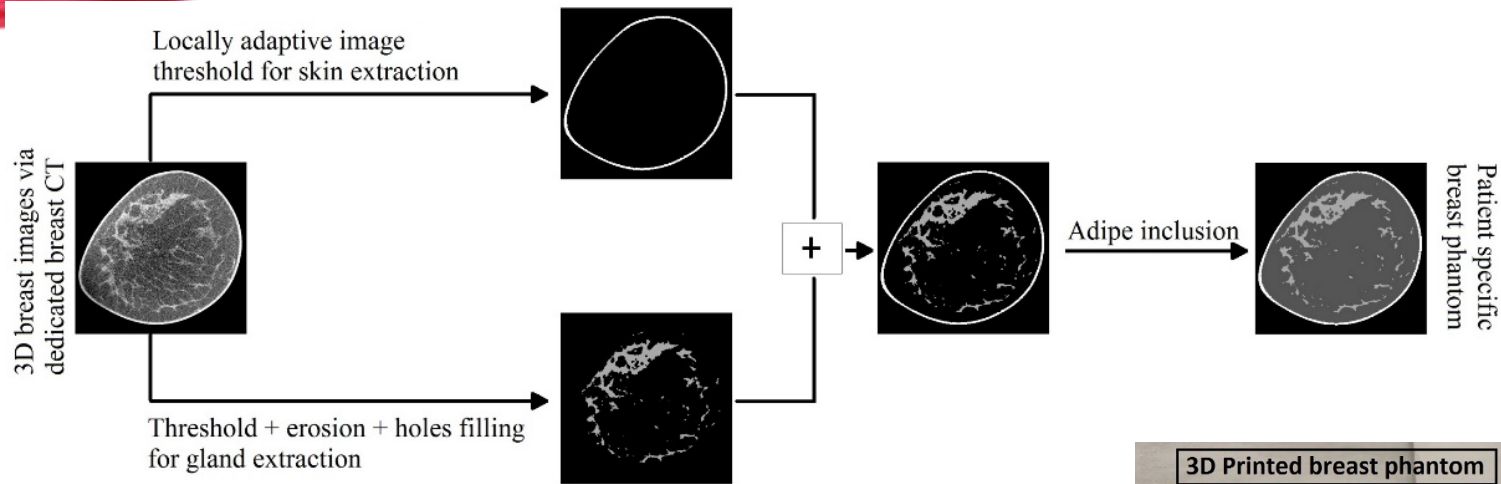
**V. Pirozzi Palmese (2018), MSc Thesis, Università di Napoli Federico II

MV-External Beam Rotational Radiotherapy: phantom study



- 6-MV X-ray beam: $1.5 \times 2 \text{ cm}^2$ in partial breast irradiation (PBI) and $15 \times 2 \text{ cm}^2$ in wide beam irradiation (WBI)
- Nominal target dose: 6 Gy
- Gafchromic™ EBT3
- Dose to skin normalized to the nominal target dose: 8.0% for PBI and 100% for WBI.

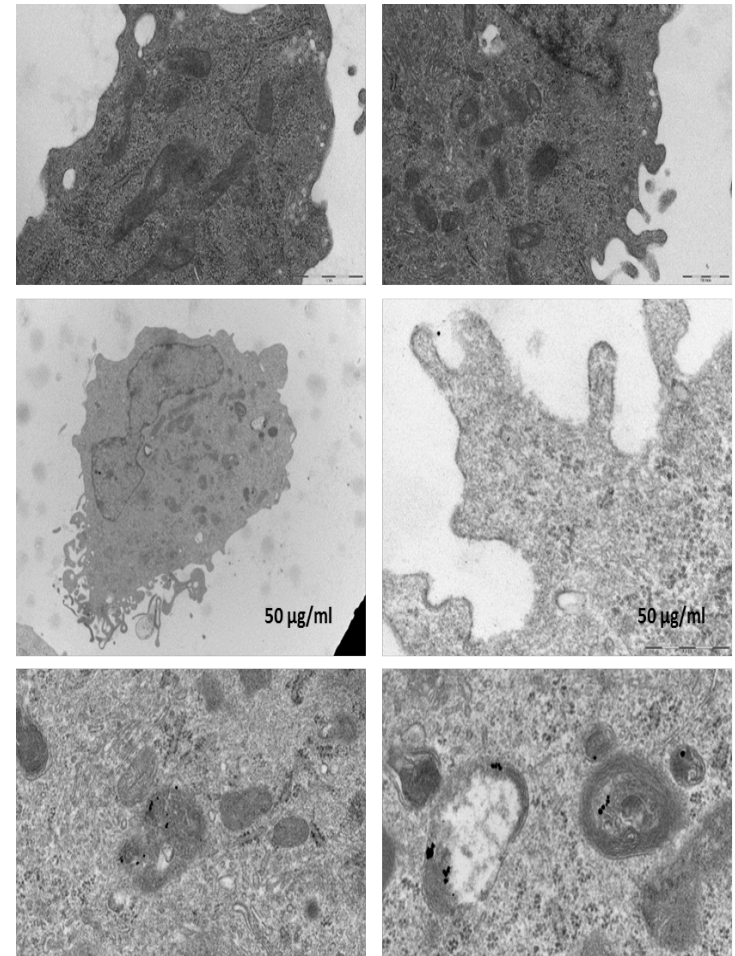
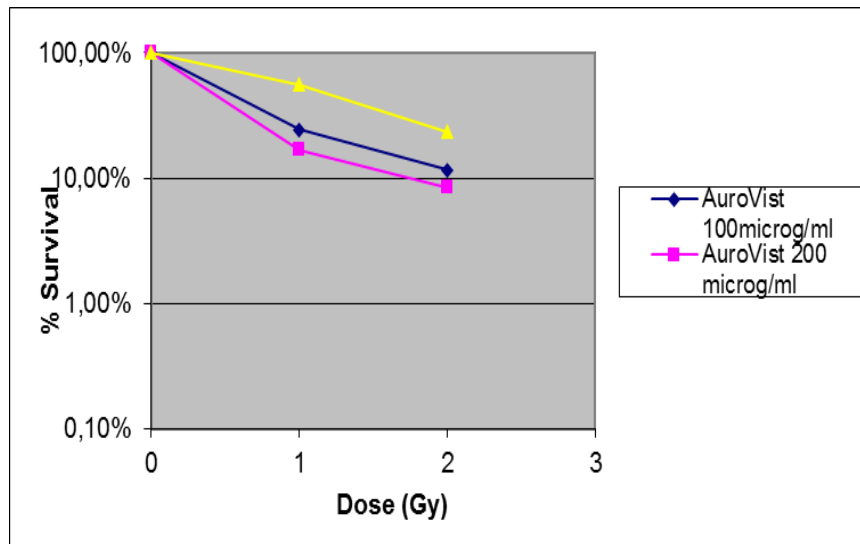




BREAST SEGMENTATION

Da immagini CT del breast si sono realizzati modelli anatomici di seno utilizzando una stampante 3D

Irraggiamento di cellule tumorali con tubo a raggi X da 190 kVp con e senza nanoparticelle d'oro





SEZIONI PARTECIPANTI – TEMPO PERSONA– DURATA – RICHIESTA FINANZIARIA

Sezioni INFN

- Napoli
- LNS
- Roma 2
- Milano
- Milano Bicocca
- Cagliari

Durata

2018-2020

Richiesta finanziaria

Missioni 3 keuro

Consumo 1 keuro

Sezione Milano

Mario Giovanni Cattaneo

Paola Adele Mongili

Roberta Castriconi

CALL

ARCADIA

- siamo parte di ARCADIA, il progetto selezionato nella call 2018 di gr5;
- ARCADIA si prefigge di sviluppare rivelatori a pixel monolitici in tecnologia LFoundry su substrato ad alta resistività, completamente svuotati
- il focus del design di ARCADIA è un front-end a basso consumo ($<20 \text{ mW/cm}^2$) ed una architettura binaria dei pixel, con una logica di read-out compatibile anche ad alti rate di eventi; il pixel pitch sarà dell'ordine di 20 micron

nel primo anno di attività, oltre a partecipare alle discussioni sul front-end e la logica, abbiamo perseguito il test di prototipi derivanti da SEED, il progenitore di ARCADIA. Abbiamo testato queste strutture sul fascio di bassa energia (protoni sino a 6 MeV; finora utilizzati a 2 MeV per problemi di macchina) dell'acceleratore di Zagabria. Abbiamo utilizzato questo fascio perchè la posizione della singola particella è controllabile micrometricamente ad abbiamo potuto condurre uno studio della omogeneità della risposta intra-pixel.

Questi studi sono stati complementati da un'analisi con laser rosso e IR, sia a Torino che Zagabria.

L'analisi dei dati è attualmente in fase di finalizzazione.

Per l'anno a venire, dovremmo avere a partire dal Giugno 2020 i primi prototipi.

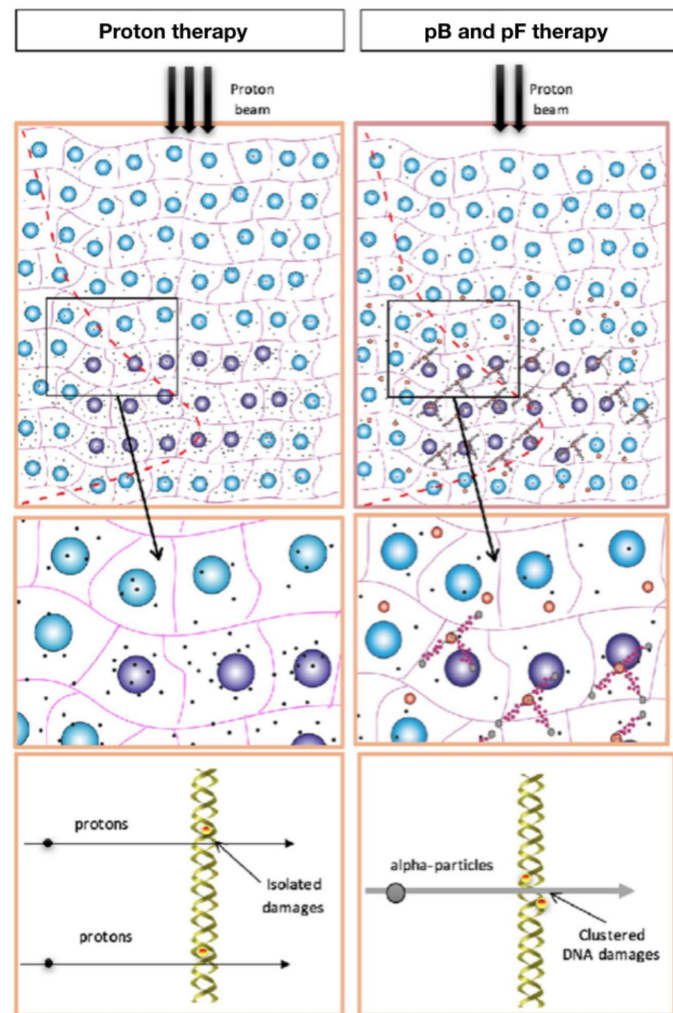
Call NEPTUNE

Nuclear process-driven Enhancement of Proton Therapy UNravEled

(2019-2021)

LNS Resp. Nazionale *Giacomo Cuttone*
 Napoli Resp. Locale *Lorenzo Manti*
 Roma1 Resp. Locale *Riccardo Faccini*
 Roma3 Resp. Locale *Andrea Attili*
 LNL Resp. Locale *Valeria Conte*
 Pavia Resp. Locale *Silva Bortolussi*
 TIFPA Resp. Locale *Chiara La Tessa*
Milano Resp. Locale *Stefano Agosteo*

Nome	Qualifica	FTE %
Stefano Agosteo	Prof. Ordinario	30
Alberto Fazzi	Prof. Associato	30
Andrea Pola	Prof. Associato	20
Davide Bortot	Ricercatore	30
Davide Mazzucconi	Dottorando	30
Giovanni d'Angelo	Tecnico	50
Lucia Cazzola	Laureanda Magistrale	50



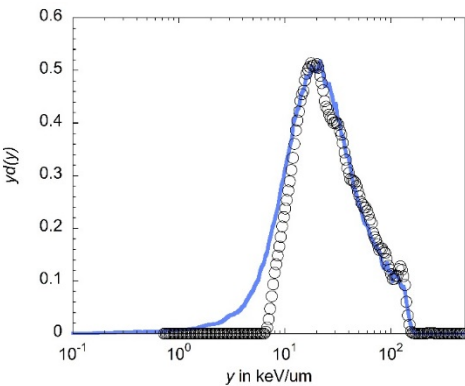
Call NEPTUNE

Nuclear process-driven Enhancement of Proton Therapy UNravEled

Attività svolte nel 2019 INFN-MI

- 1) Misure preliminari a LNS con telescopio monolitico al silicio esistente accoppiato a convertitore in boro
- 2) Progettazione di plastiche tessuto-equivalenti contenenti Boro-11 e Fluoro
- 3) Sviluppo di elettronica a basso rumore per nuove configurazioni di telescopi al silicio

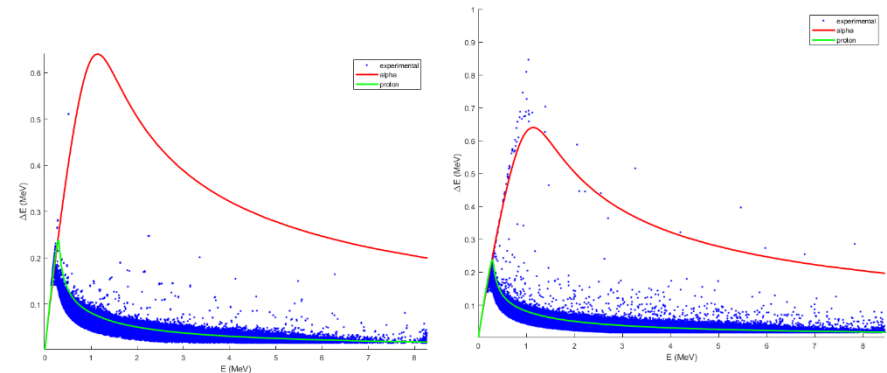
Si-telescope @ CATANA
Confronto mini-TEPC LNL



Convertitore B_4C



Misure preliminari senza e con B naturale



Call NEPTUNE

Nuclear process-driven Enhancement of Proton Therapy UNravEled

Attività previste nel 2020

- 1) Misure a LNS, TIFPA e CNAO con telescopio monolitico al silicio accoppiato a convertitori in boro naturale, B-10 e B-11
- 2) Realizzazione di plastiche tessuto-equivalenti contenenti Fluoro
- 3) Confronto tra misure microdosimetriche, dati radiobiologici e modelli analitici

Richieste per il 2020

Missioni (8.0 k€)

- 2/3 turni LNS, 2/3 TIFPA e 1 turno CNAO per 4/5 persone (6.0 k€)
- Riunioni di coordinamento (2.0 k€)

Consumo (7 k€)

- Costruzione di un preamplificatore a basso rumore e ampia dinamica per la TEPC borata multi-shell (7.0 k€)



Progetto call CSN5

Consiglio di Sezione
Milano, 2 luglio 2019

Rad-hard pixel detector for 4D real-time tracking

Main target:

Develop and realize a demonstrator consisting of a complete and simplified tracking system, integrating about 100-1000 read-out channels (pixels), satisfying the following characteristics:

- Space resolution: $O(10 \mu\text{m})$
- Radiation hardness: $> 10^{16} \text{ 1 MeV n}_{\text{eq}}/\text{cm}^2$ (sensors) and $> 1 \text{ Grad}$ (electronics)
- Time resolution: $< 100 \text{ ps}$ per pixel (target $\approx 30 \text{ ps}$)
- Real time track reconstruction algorithms and fast read-out (data throughput $> 1 \text{ TB/s}$)

Activities are organized in 6 work packages:

RN: A. Lai Cagliari

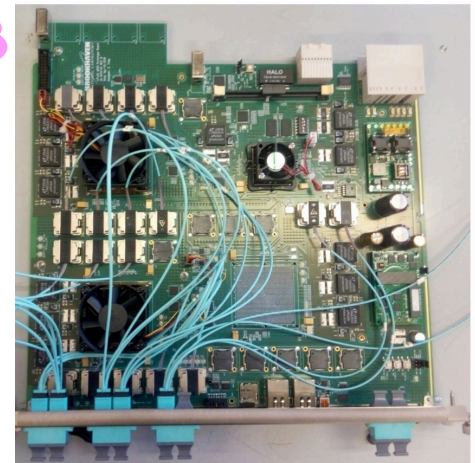
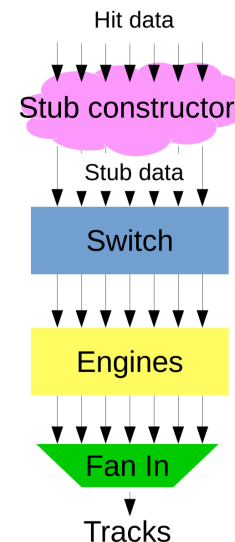
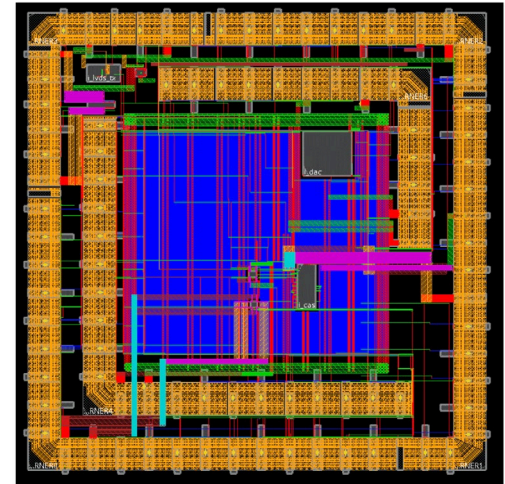
1. **3D silicon sensors: development and characterization** (GF. Dalla Betta Trento)
2. **3D diamond sensors: development and characterization** (S. Sciortino Perugia)
3. **Design and test of pixel front-end** (V. Liberali Milano)
4. **Design and implementation of real-time tracking algorithms** (N. Neri Milano)
5. **Design and implementation of high speed readout boards** (A. Gabrielli Bologna)
6. **System integration and tests** (A. Cardini Cagliari)

Sezioni INFN: Bologna, Cagliari, Genova, Ferrara, Firenze, Milano (+Bergamo), Padova, Perugia, Torino, TIFPA. ≈ 60 heads, ~ 20 FTE. People from **LHCb, ATLAS, CMS + others**

Work in progress in Milano

- ▶ WP3: submission multichannel integrated circuit with full pixel readout foreseen for 01-11-2019 postponed to 01-05-2020 (also financial requests) – Motivation: unavailability of software licence
- ▶ WP4: test using simulated tracks with existing DAQ and Retina boards in progress. Proof of principle in:
 - ▶ M. Petruzzo [PhD thesis](#), 23 June 2019: “A 4D real-time tracking device for the LHCb upgrade II”, Università’ di Milano [link](#)

28nm CMOS miniASIC - submitted layout



Richieste

- ▶ Mini asic 28nm TSMC (2nd prod), 22 kEuro
- ▶ IC verification at IMEC, 5 kEuro
- ▶ Packaging for standalone IC test, 5 kEuro
- ▶ AR, 23 kEuro
- ▶ DAQ and track-finding board, 20 kEuro
- ▶ Travel expenses, 12 kEuro

Composizione gruppo di ricerca Milano

Personale	TIMESPOT(FTE)	Inquadramento
M. Citterio	0,0	Dirigente Tecnologo
L. Frontini	1,00	AR INFN
P. Gandini	0,3	Ricercatore INFN
V. Liberali	0,3	PA UniMi
N. Neri	0,2	PA UniMi, Resp. Loc.
M. Petruzzo	0,3	AR INFN
S. Riboldi	0,2	Ricercatore UniMi
A. Stabile	0,2	RTDA UniMi
S. Seyedruhollah	0,2	AR Call
Tot. (FTE)	2,7	

Grant Giovani



Istituto Nazionale di Fisica Nucleare

CSN5 YOUNG RESEARCHERS' GRANT

CIMICE

COMPACT AND INNOVATIVE MICRODOSIMETER FOR THE CLINICAL ENVIRONMENT

Principal Investigator: Anna Selva (LNL)

Project aims

**New mini-TEPC optimized
for carbon-ion beams**



- **Prevent spectral distortions in the high-LET range**

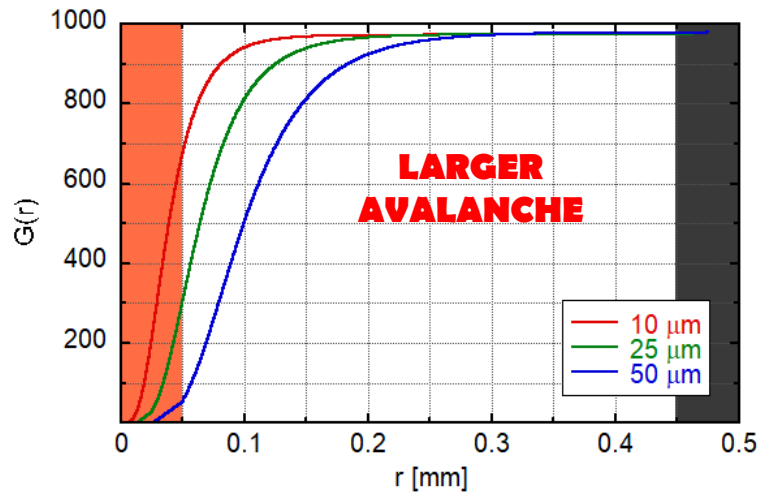
Reduce build-up of space charge near the anode

- **Optimize design to reduce construction complexity**

No gas flow system

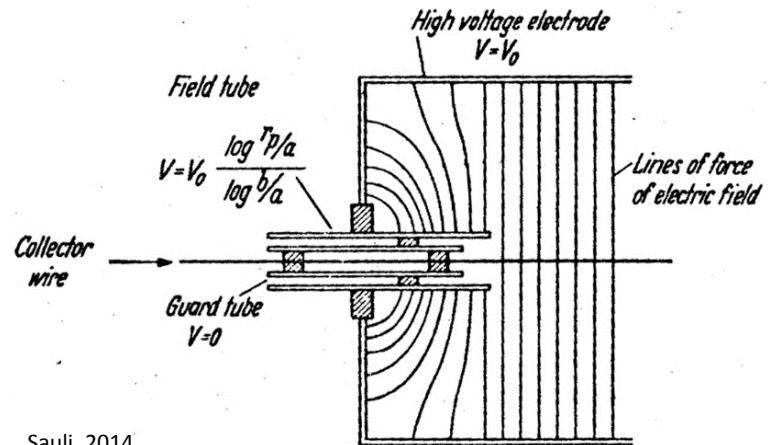
The golden aim

Reduce density of space charge near the anode



Increase anode radius

Introduce field tubes



Sauli, 2014

Detector design



Field tube challenges:

- Encumbrance
- Centering and alignment
- Electrical contacts and insulation

... or alternative techniques?
SPUTTERING of a guard ring on
insulator

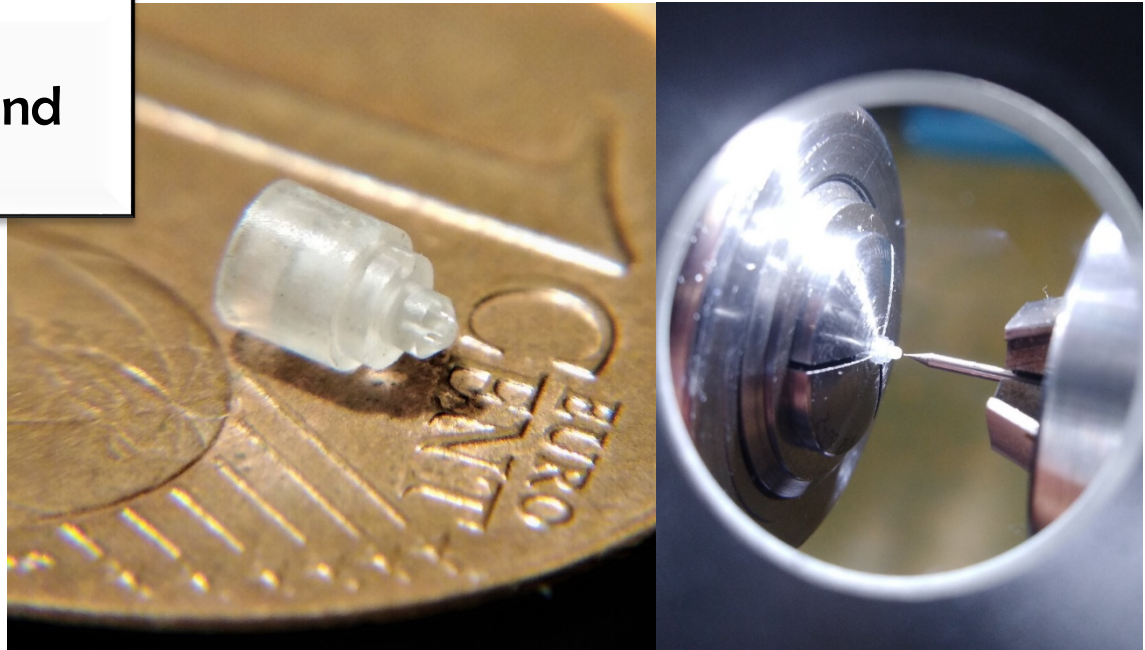


Investigation of technical solutions

Detector construction

In-house construction and assembly

- ✓ Competences already present @LNL
- ✓ Purchase of new equipment
- ✓ Optimization of the machining procedures



Detector testing



- Gamma field
- Neutron field



- Proton field
- Carbon-ion field



Impact

**New mini-TEPC optimized
for carbon-ion beams**

- ✓ LET monitor
- ✓ Wide lineal energy range
- ✓ Optimized design
- ✓ Good spatial resolution
- ✓ RBE monitor



**QUICK
MONITORING
of beam
quality**

Research units



Istituto Nazionale di Fisica Nucleare
Laboratori Nazionali di Legnaro

- **Anna Selva (60%)**
- Anna Bianchi (30%)
- Valeria Conte (10%)

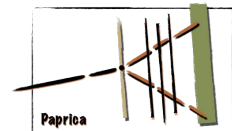


Istituto Nazionale di Fisica Nucleare
Sezione di Milano

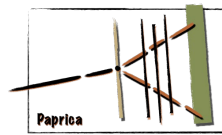
- **Davide Bortot (20%)**
- Davide Mazzucconi (20%)

PAPRICA (PAir PROduction Imaging ChAMber)

- ◆ Sigla di CSN5: progetto vincitore del “concorso per il finanziamento di n.6 progetti per giovani ricercatori e ricercatrici” Bando n. 20069 dell’INFN
- ◆ Responsabile Nazionale: Ilaria Mattei (INFN Milano)
- ◆ Collaborazione:
Ilaria Mattei - Responsabile Nazionale / Locale (Milano)
Giacomo Traini - Responsabile Locale (Roma)
Marco Toppi - Responsabile Locale (LNF)
- ◆ Durata: 2019-2021
- ◆ Budget: 75 k€

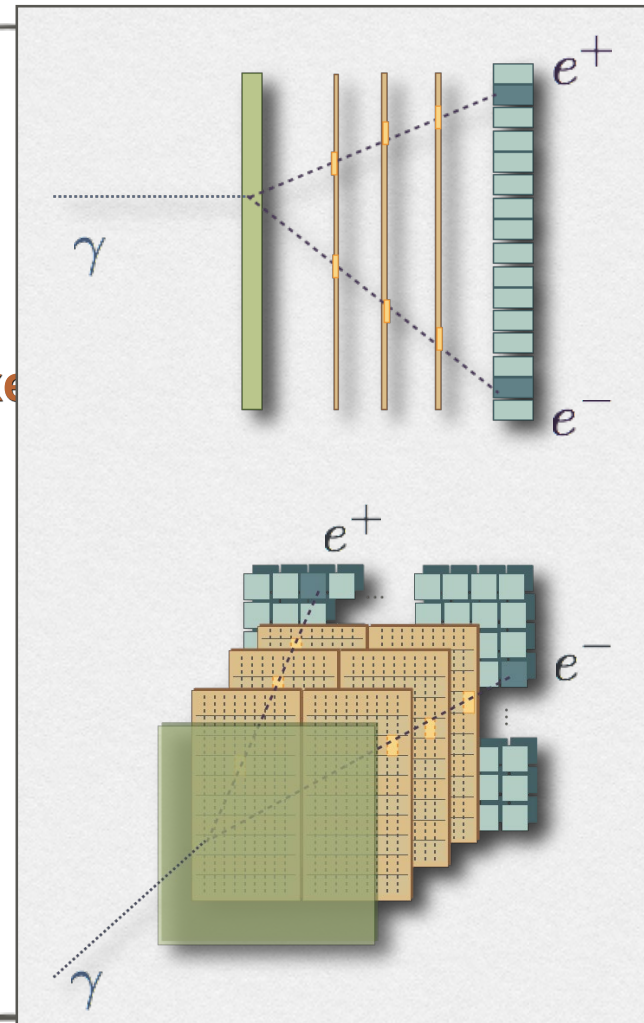


The Goal of PAPERICA



PAPRICA aims to develop a detector prototype for
beam range monitoring in Particle Therapy
exploiting **pair-production** to detect and track **prompt-gammas**

- ▶ **CONVERTER plane: XY squared LYSO fibers for pair production**
 - fiber thickness 1.5 mm
 - high effective charge ($Z_{\text{eff}} = 66$)
 - active material allows for trigger and reconstruction
- ▶ **PIXEL TRACKER: ALPIDE Monolithic Active Pixel Sensor (MAPS) for e^+ - production vertex and momentum direction reconstruction**
 - low material budget (100 μm + FPC: $x/X_0 \sim 0.14\%$) to minimise e^+ - multiple scattering
 - spatial resolution with MIP $\sim 5 \mu\text{m}$
- ▶ **CALORIMETER: pixelated plastic scintillator for residual e^+ - E_{kin} measurement**
 - low leptons backscattering
 - fast decay time
 - Energy resolution $< 5\%$



Time Schedule & FTE

PAPRICA TIME SCHEDULE	YEAR 1				YEAR 2			
	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4
1) PAPRICA detector design optimisation								
2) Material procurement, detector assembly and Data AcQuisition (DAQ) integration								
3) Full Detector measurements								

FTE 2020

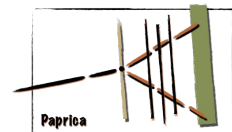
INFN - MI	INFN - RM1	INFN - LNF
Project PI* FTE 80%	G. Traini FTE 50%	M. Toppi FTE 10%
Y. Dong FTE 20%	M. De Simoni FTE 20%	A. Fantoni FTE 10%
G. Battistoni FTE 15%	M. Fischetti FTE 20%	F. Ronchetti FTE 10%
		V. Muccifora FTE 10%
1.15	0.9	0.4

**Mechanical and
electronic workshops**

INFN - RM1
INFN - LNF

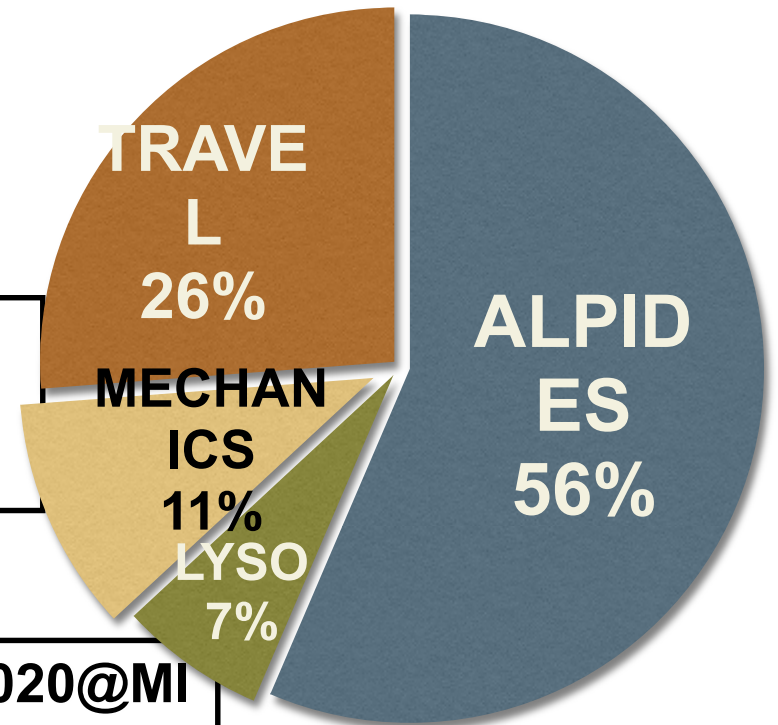
* on maternity leave
until September 2019

Total PAPRICA: 2.45 FTE



PAPRICA Budget

**Budget allocated in 2019@MI: 2k€
(LYSO crystals for converter plane,
travels)**



**Budget requested for 2020@MI
(to be discussed with referees):
Equipments: 2k€
Consumables: 2k€
Travels: 5k€**