

# Attività di Gruppo V

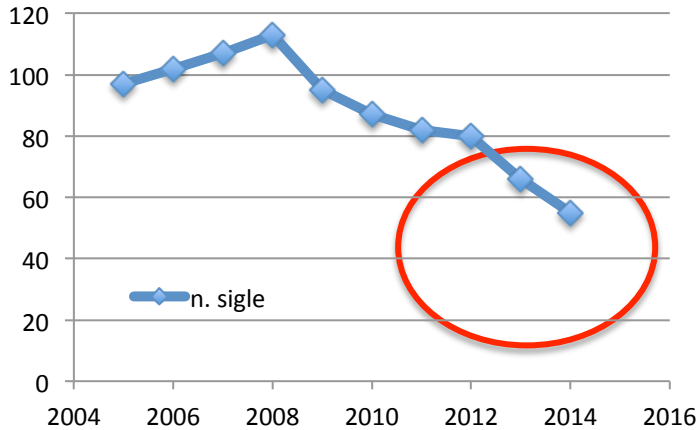
A.Montanari

# Notizie dalla CSN5

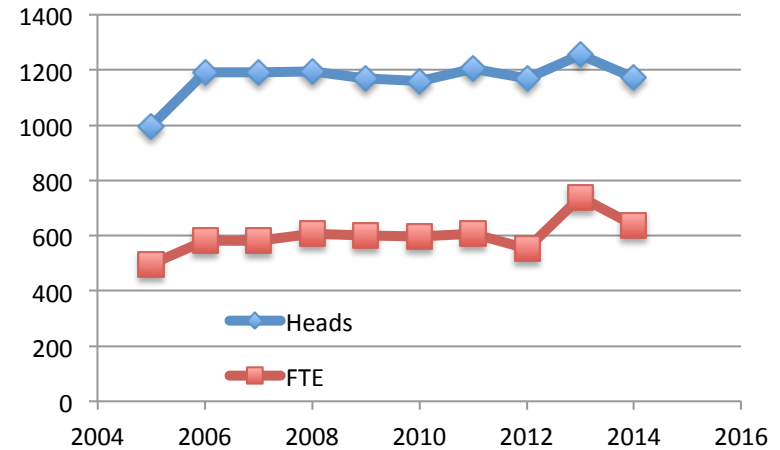
- Elezioni del nuovo Presidente CSN5 fine Settembre
  - Prof. M. Carpinelli nominato Rettore Univ. di Sassari
- Finanziamenti di nuovo tipo nel 2014:
  - 3 Call:
    - CALOCUBE (267 ke), CHIPIX65 (199 ke), MAGIX (202 ke)
  - 3 Grant per giovani:
    - GARFIELD (rivelatore al Grafene), RIDOS (Piani trattamento adroterapia online), DINAMO (biosensori al Diamante)
- **Nuovo bando per 6 Grants (scade 7 Agosto 2014)**  
[www.infn.it/job](http://www.infn.it/job) (bando n. 16555)

# Quadro Storico CSN5

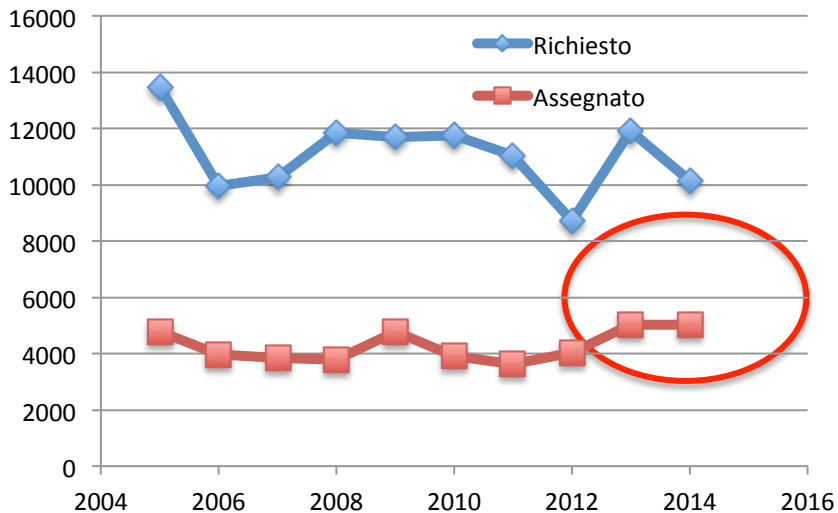
## Sigle - CSN5



## Manpower - CSN5



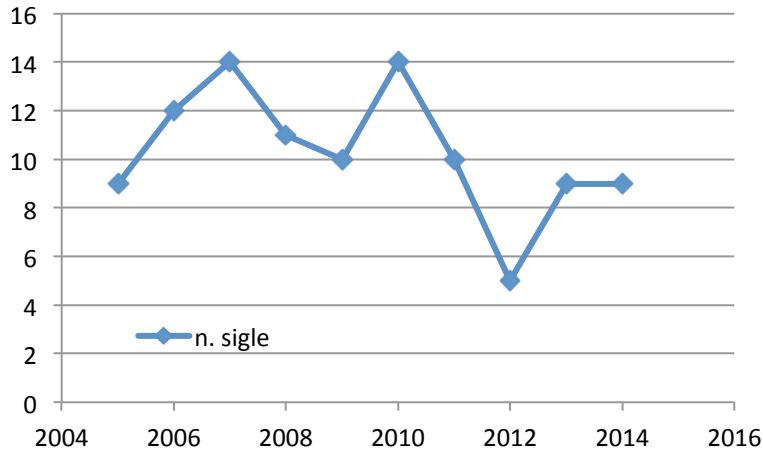
## Budget - CSN5



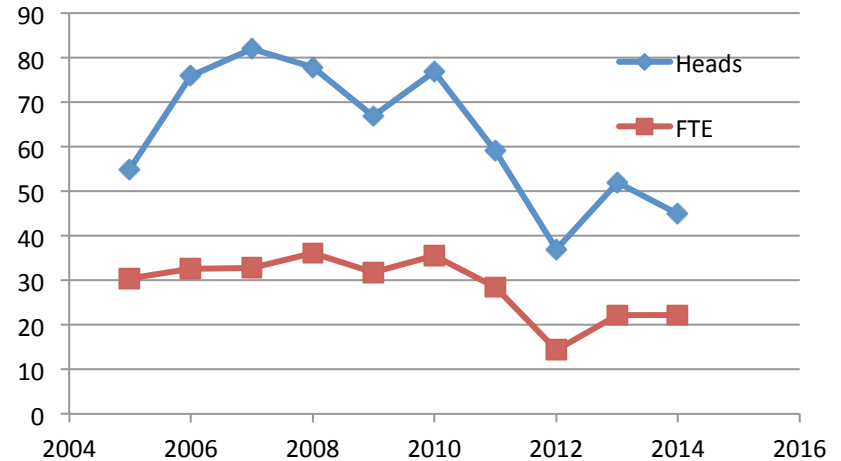
Nel 2014:  
 55 Sigle  
 638 FTE  
 5022 kE budget

# Quadro Storico Locale

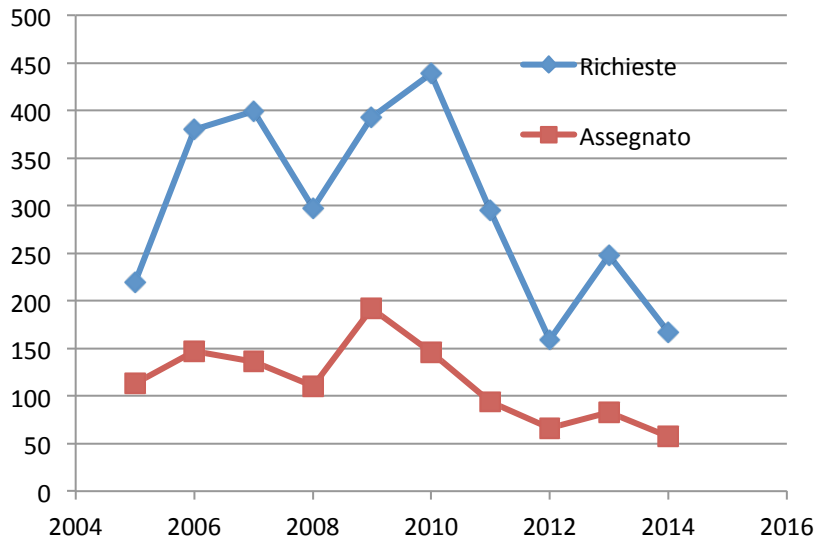
## Sigle - BO



## Manpower - BO



## Budget - BO



Nel 2014:

9

22.3

58 k€

Sigle

FTE

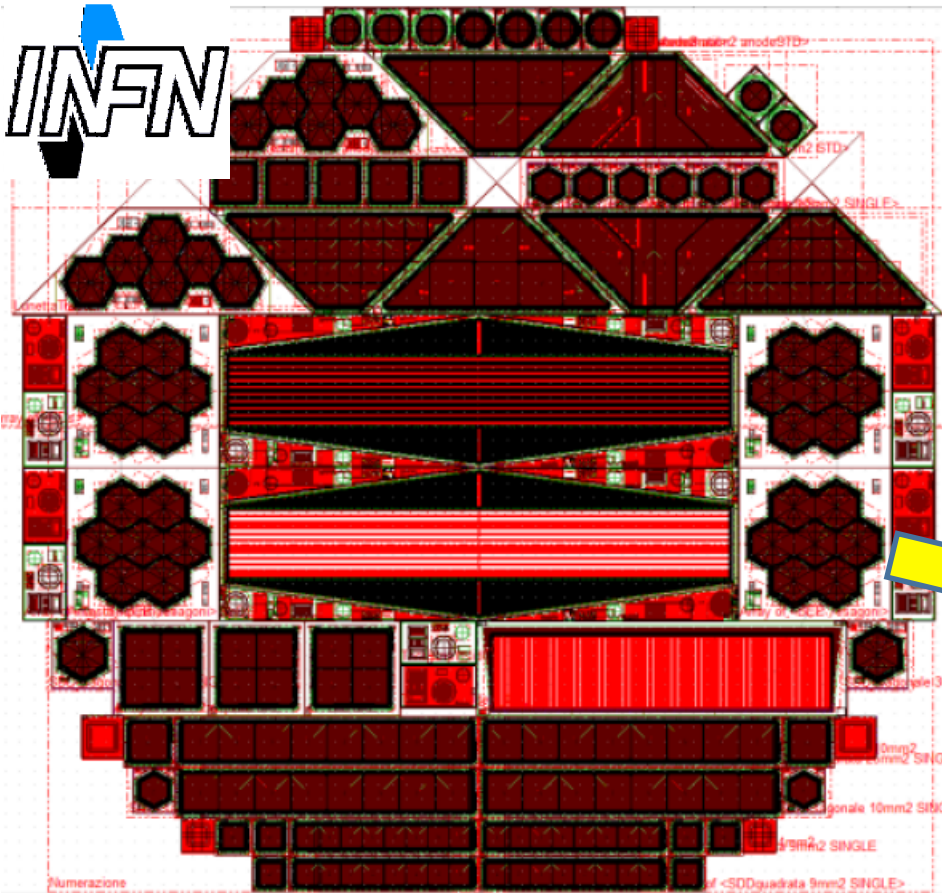
budget





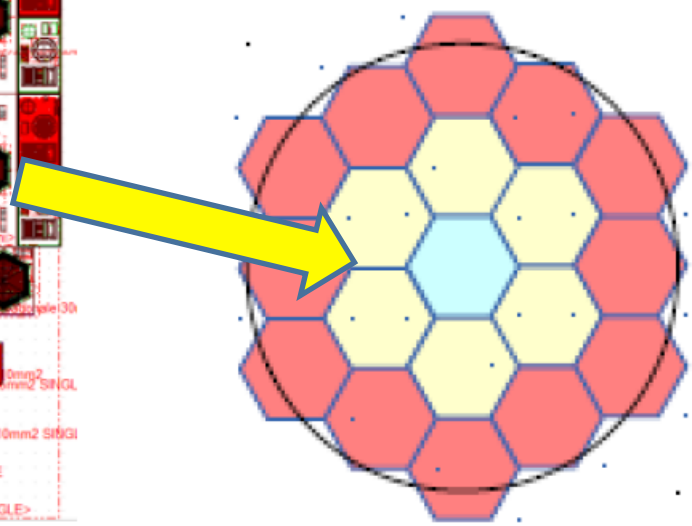
# Rivelatori

Sigla	Attività	Resp.	Sezioni	Durata
REDSOX 	Rivelatore di X-Compton Camera	Giuseppe Baldazzi	BO, MI, PV, RM2, TS	2013-2015
FLARES	Scintillatore + SDD per eventi rari	Giuseppe Baldazzi	BO, MIB	2015-2017
HVR_CCPD	Pixel in CMOS	Carla Sbarra	BO, GE, MI	2015-2017
PIM (Call)	Progress in Micro Pattern Gas Detector	Paolo Giacomelli	BA, BO, LNF, MIB, NA, PV, RM3, TS	2015-2017
UFSD.dtz	Rivelatori al Si ultra veloci	Anselmo Margotti	FI, TO, BO	2014-2016



# FLARES

Flexible Light Apparatus  
for Rare Events Searches



*Fisica del neutrino (doppio decadimento  $\beta$ )* : nuove tipologie di rivelatori che consentano, mantenendo sotto controllo la risoluzione energetica e il fondo radioattivo intrinseco, di progettare i futuri esperimenti aumentando la massa attiva.

## Nuovo esperimento proposto - Gruppo V

- Si appoggia sulle tecnologie sviluppate in REDSOX.
- Approccio innovativo basato sull'accoppiamento tra un **cristallo scintillante**, utilizzato **a bassa temperatura** per aumentare l'emissione di luce, ed un fotosensore a stato solido basato su **Silicon Drift Device (SDD)**, sempre operante a bassa temperatura.
- Verranno inoltre sviluppate tecniche attive della riduzione del fondo quali: l'utilizzo delle differenti caratteristiche della luce di scintillazione emessa da particelle leggere (elettroni) rispetto a quelle pesanti (alfa), la definizione di una chiara topologia di evento utilizzando un rivelatore di luce segmentato.
- Per il 2015, basandosi sull'esperienza acquisita prima in XDXL e quindi in REDSOX, l'UO di Bologna svilupperà **l'elettronica di lettura a basso rumore** per il sistema di rivelazione che, in una prima versione prototipale ridotta, sarà composto da una matrice di 7 SDD esagonali prodotti da FBK nel prossimo run previsto a settembre.

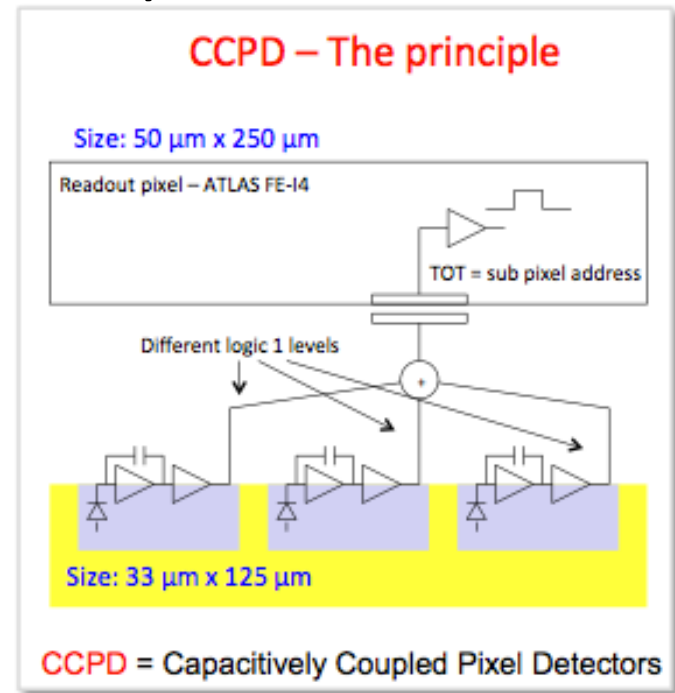
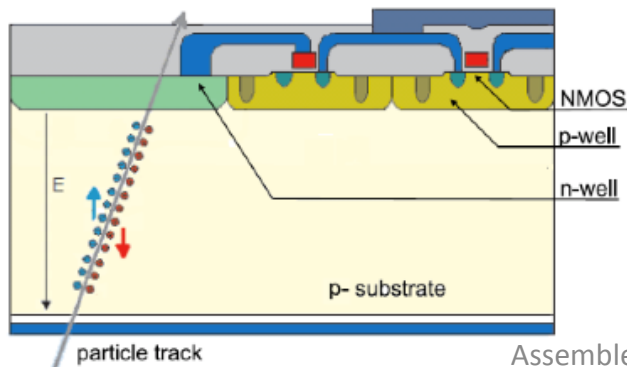
Richieste:

0.05 FTE Laboratorio di elettronica.

# HVR-CCPD

## (Capacitively Coupled Pixel Detectors with HV/HR-CMOS detector)

- Produzione e tempo di ibridizzazione più veloce rispetto a hybrid pixel detectors con bump bonding (si usa colla)
- Pixel più piccoli e più sottili (migliore risoluzione spaziale, meno materiale)
- Almeno un amplificatore sullo strato sensibile: p-substrate con alta resistività: 30  $\mu\text{m}$  zona di svuotamento + drift cariche
- ATLAS FE-I4 come readout chip per iniziare



Lavoro in collaborazione con STMicroelectronics (Agrate), tecnologia BCD8sP (160 nm, Bipolar/CMOS/D-MOS)

# HVR-CCPD

## (Organizzazione)

- Durata: 3 anni
- 4 gruppi di lavoro (Chip Design, CCPD hybridization, Module assembly & test, Irradiation & test beam),
- 3 sezioni INFN (BO, GE, MI)
- Coordinatore nazionale: Andreazza Attilio (MI)
- Moderato impegno di Bologna nella fase iniziale: 0.4 FTE (Sbarra C., Gabrielli A., Villa M.) per chip design & Readout + TDAQ
- Risorse di sezione necessarie già incluse in progetti collegati
- Area pubblica del progetto:  
<https://espace.cern.ch/project-INFN-HVR-CCPD/SitePages/Home.aspx>

# PIM (Progress in Micro Pattern Gas Detectors)

Call di CSN5:

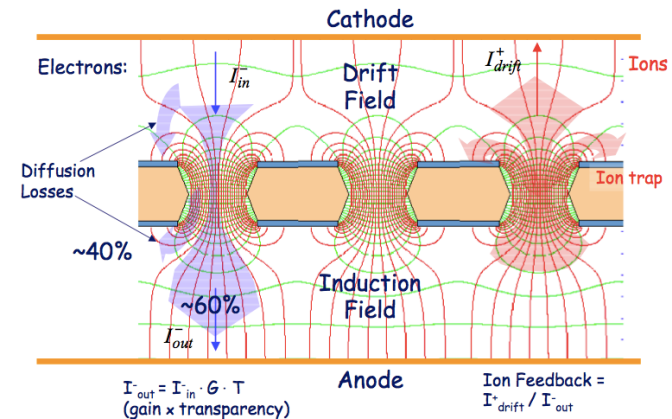
8 sezioni coinvolte per un totale di 14.4 FTE (63 persone)

S. Dalla Torre coordinatore nazionale

Bologna ha 6 ricercatori per un totale di 1.0 FTE

P. Giacomelli coordinatore locale

Richiesta Bo: 40 keuro in 3 anni



Studi di caratteristiche di rivelatori GEM

con miscele di gas eco-compatibili (senza  $CF_4$  o Freons)

Useremo nuovo laboratorio per rivelatori a gas

R&D di interesse per upgrades per HL-LHC

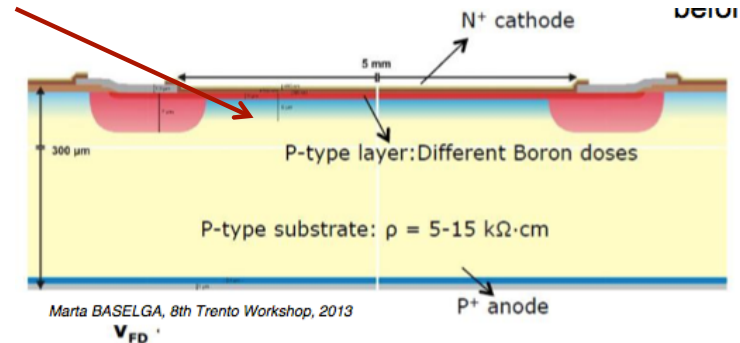
# Ultra-Fast Silicon Detector

UFSD vuole sviluppare rivelatori al silicio adatti a fare misure di timing con una precisione di  $\sim 20$  ps

Questi rivelatori hanno un nuovo profilo di drogaggio che rende il loro segnale molto più ampio e veloce

**Partecipanti 2014: FBK, Firenze Torino**

Responsabile nazionale: N. Cartiglia



## Sintesi del progetto:

- Studi di simulazione sulla forma del segnale
- Con FBK-Trento disegnare i nuovi rivelatori
- Uso di prototipi UFSD realizzati da CNM
- Fine 2014-inizio 2015: prima realizzazione dei sensori
- 2015: test dei sensori di FBK, seconda realizzazione

} ← Siamo qui



## Laureati/andi:

- F. Cenna
- A. Picerno

**Bologna:**

elettronica di lettura veloce basata su TOF Alice  
(risoluzione  $\sim 20$  ps con NINO chip +HPTDC)

# Multidisciplinare

Sigla	Attività	Resp.	Sezioni	Durata
CHNET 	TAC per beni culturali	Maria Pia Morigi	BA,BO,CT,FE, <b>FI</b> , LNF,LNS, MIB,NA,TO	2014- 2016
MERIDIAN 	Effetti biologici della radiazione	Gastone Castellani	BO, NA, PV, <b>TS</b>	2014- 2016
UE-SR2S (fondi est.)	Magnete per schermo spaziale	Marco Guerzoni	BO, FI, <b>GE</b> , MI, RM1, TIFPA,TO,PG	2012- 2014
SYRMA-CT	Mammografia luce sincrotrone	Nico Lanconelli	CA, FE, NA, PI, <b>TS</b>	2014- 2016
ESSMIUR (fondi est.)	Lente a carica spaziale (CNT)	Fabrizio Odorici	BO, LNL, <b>LNS</b> , MI	2013- 2025



# Progetto ESS - *European Spallation Source*

Facility europea (17 paesi partner) approvata dal MIUR (su fondi esterni)



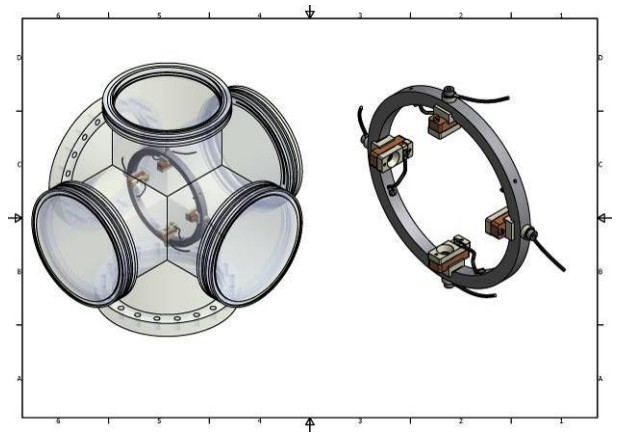
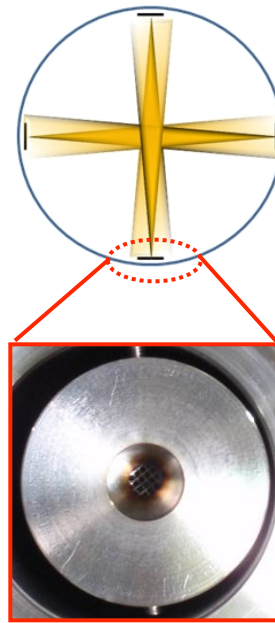
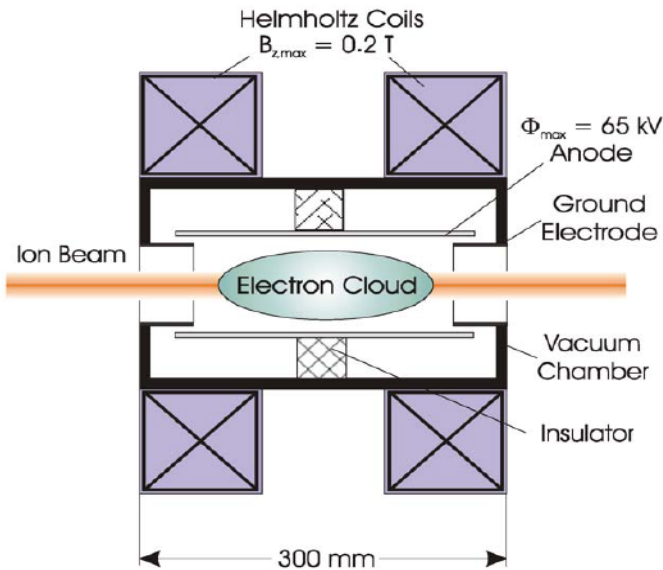
**ESS**: facility per ricerca (pubblica e privata) con fasci di **neutroni lenti**, prodotti per **spallazione di protoni** da 2.5 GeV (50 mA, 5 MW), impulsati su target di W (2.86 ms @ 14 Hz) tramite linac (482 m); 22 stazioni di misura instrumentate, per studi di fisica, chimica, biologia, scienza dei materiali, ingegneria e archeologia. Durata progetto: 2013-2025, primo fascio nel 2019.

**INFN** fornisce la sorgente di protoni: LNS (S. Gammino resp. naz.), Milano, LNL, Bologna

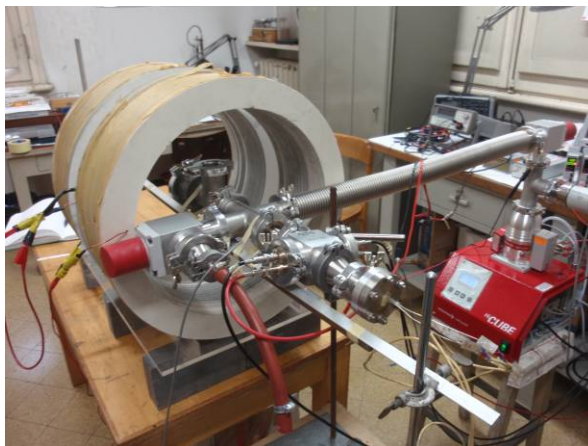
**Bologna** (L. Malferrari, A. Montanari, F. Odorici (resp. locale), R. Rizzoli): costruzione di una “**lente a carica spaziale**” basata sul foccheggiamento di fasci da e-guns, per **ridurre l'emittanza del fascio di protoni sullo stadio di bassa energia** (75 keV).

# Space Charge Lens mediante e-gun (in progetto/costruzione)

Lente a carica spaziale basata su fasci di elettroni emessi da 4 o più e-guns: focheggiati e confinati sul fascio di protoni, compensano l' eccesso di carica spaziale positiva. Minimizza l' emittanza del fascio (nella fase di bassa energia) per la facility ESS.



Progetto lente @ LNS



Progetto/costruzione e-gun @ Bologna

Test dell' e-gun in campo magnetico @ Bologna



Progetto elettronica @ Bologna: impulsatore HV (G. Torromeo)

# Acceleratori

Sigla	Attività	Resp.	Sezioni	Durata
SL-G-RESIST 	Accelerazione laser di elettroni Simulazioni 3D	Graziano Servizi	BO, LNS, NA, PI	2012-2015
ELIMED 	Accelerazione laser di protoni	Armando Bazzani	BO,CT,LE LNL, LNS, MI,NA, RM1	2013-2015

# Elettronica e Software

Sigla	Attività	Resp.	Sezioni	Durata
MC-INFN	Monte Carlo per interazione particelle-materia	Massimiliano Sioli	ISS, LNS, MI, PG, PV, FE, RM2	2011-2026
COSA (Cnaf)	Computing con SystemOnChip	Daniele Cesini	CNAF, FE, PD, PI, PR, RM1, LNL	2015-2016

# What drives the market?

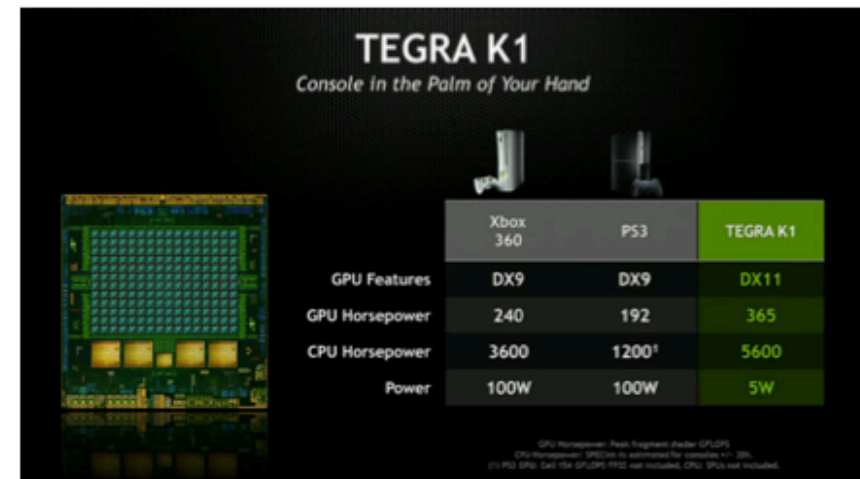
- **Videogames**
  - High level GPUs
- **Smartphones / Tablet**
  - Low consumption CPUs, low cost (50\$ each vs 1000\$ for a Xeon)
- In both cases, expect many cores CPUs,  $O(1000)$  if you include GPU cores



The World's Most Powerful GPU

2688 CUDA Cores    4500 GigaFlops    7.1 Billion Transistors

**Nvidia GTX Titan**  
 4500 Gflops  
 250 W  
 (~1000\$)



**TEGRA K1**  
 Console in the Palm of Your Hand

	Xbox 360	PS3	TEGRA K1
GPU Features	DX9	DX9	DX11
GPU Horsepower	240	192	365
CPU Horsepower	3600	1200 <sup>1</sup>	5600
Power	100W	100W	5W

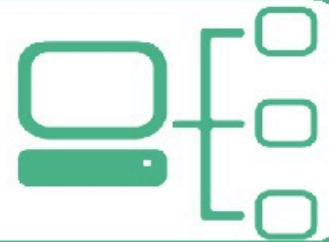
GPU Horsepower: Peak Program Order (GPU). CPU Horsepower: SPECint64 adjusted for cores x 1.25. (1) PS3 CPU Core (GPU) not included. CPU, GPU not included.

**Tegra K1**  
 365 Gflops  
 5 W (includes also 2 ARMv8 cores)  
 (\$50?)

**Xeon E5-4650L**  
 1000 Gflops  
 115W  
 2000\$

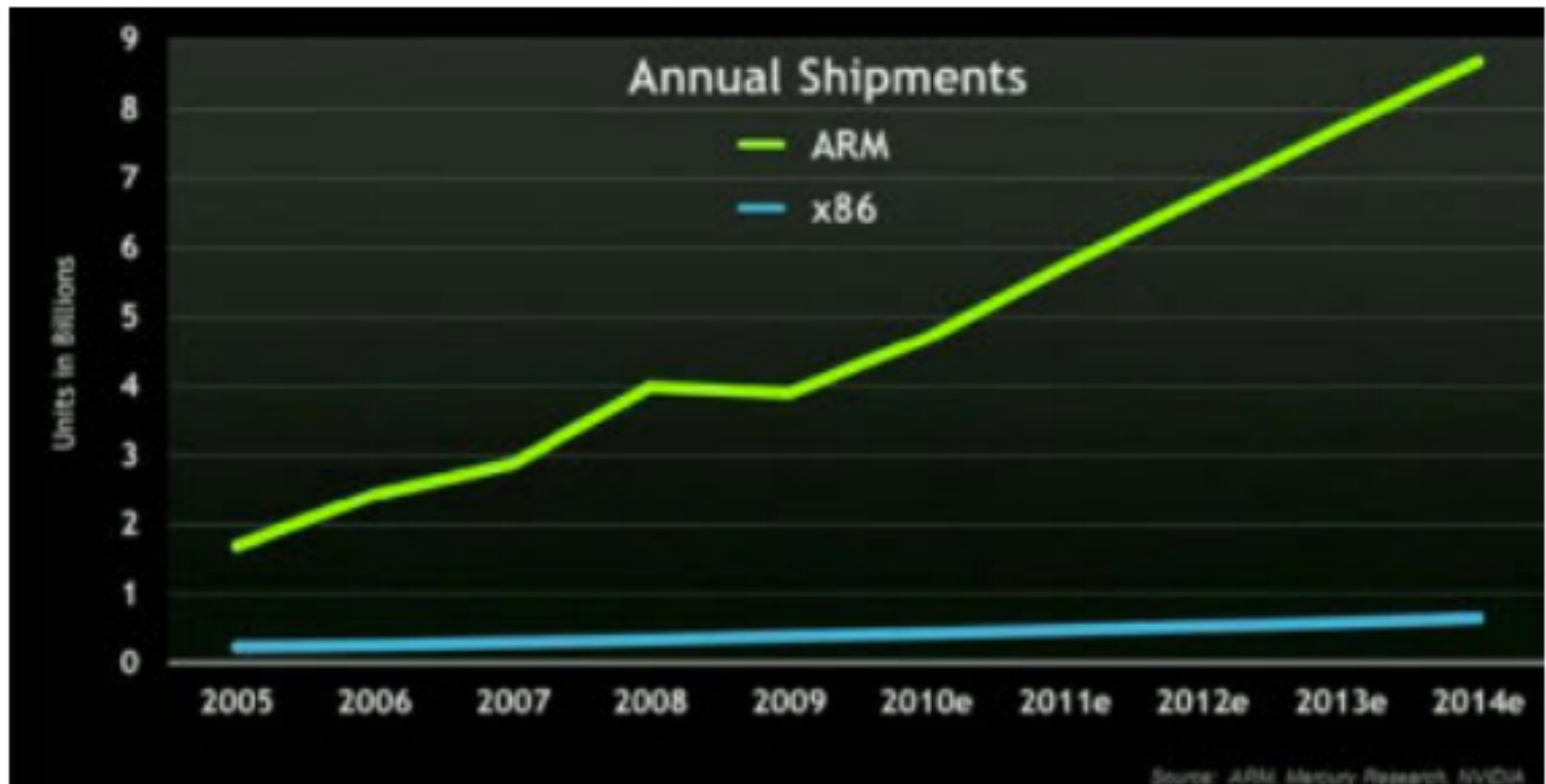


# Shipment



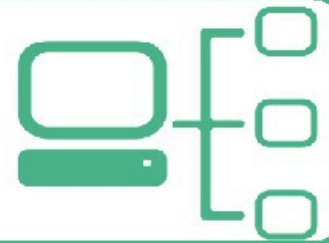
ARM: architettura dominante telefoni e tablet  
X86: architettura dominante PC

Miliardi!

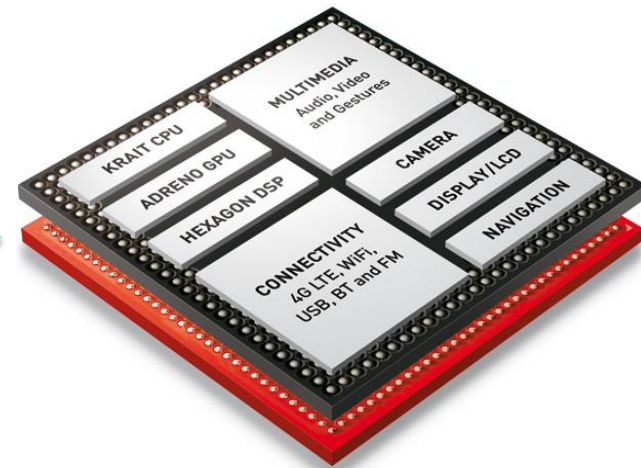




# ARM ma non solo...



- Le architetture emergenti portatili riescono a avere un basso consumo tipicamente utilizzando soluzioni System On a Chip (SoC)
- Un solo Chip.....

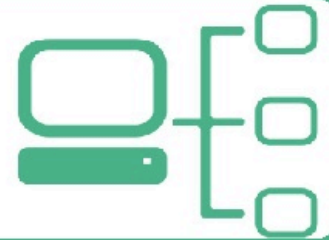


**La maggior parte della potenza del SoC è nella GPU**

**La vera sfida è riuscire a sfruttare la GPU per il calcolo in applicazione di interesse**



# Applicazioni



- Area teorica
  - Applicazioni parallele generalmente girate in ambienti HPC standard
    - fluido-dinamica basata su modelli Lattice Boltzmann
    - simulazione Monte Carlo di sistemi di Spin-Glass
    - Simulazioni di Lattice Quantum Chromodynamics
- Area sperimentale
  - Applicazioni per High Level Trigger di esperimenti LHC
  - Montecarlo e analisi di esperimenti LHC
  - Applicazioni che necessitano di sistemi portatili
    - Tomografia assiale
- Reti neurali
  - codice DPSNN-STDP



# Prospettive per il 2015

- **Terminano 2** esperimenti  
MC-INFN, SYRMA\_CT
- **Continuano 6** esperimenti  
REDSOX, CHNET, MERIDIAN, UE\_SR2S, SL\_G\_RESIST, ELIMED
- **5 Nuove** proposte:
  - FLARES: scintillatori+SDD per eventi rari
  - HVR\_CCPD: pixel in tecnologia CMOS
  - UDSD (Dtz): rivelatori al Silicio ultraveloci
  - PIM (Call): rivelatori a gas per altri ratei
  - ESSMIUR: cannoni elettronici a Nanotubi per lente carica spaz.

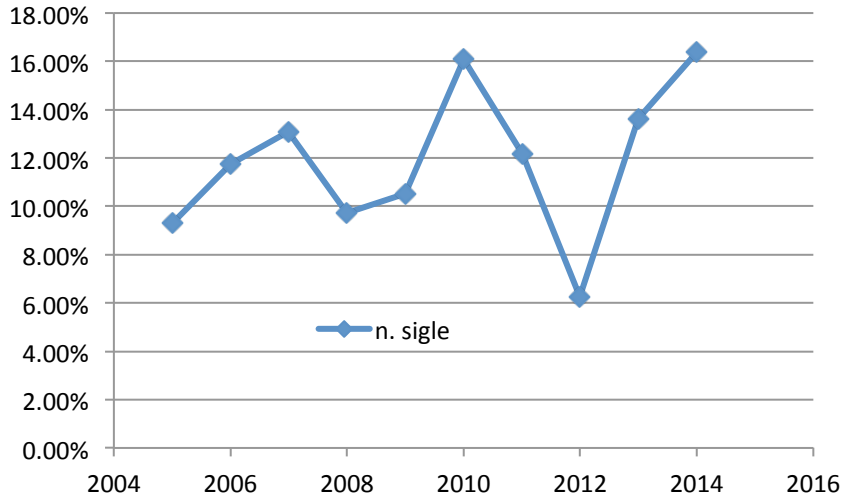
# Richieste servizi

Servizio	Competenze richieste	m.u.	Periodo
<b>Elettronica</b>	Progetto el. schede	4	Gen-Giu
<b>S. Tecn. Generale</b>	-	-	-
<b>Officina Meccanica</b>	Lavorazione di prec.	3.5	Gen-Dic
<b>Progett. Meccanica</b>	Disegno mecc.	3	Gen-Dic
<b>Calcolo e reti</b>	-	-	-

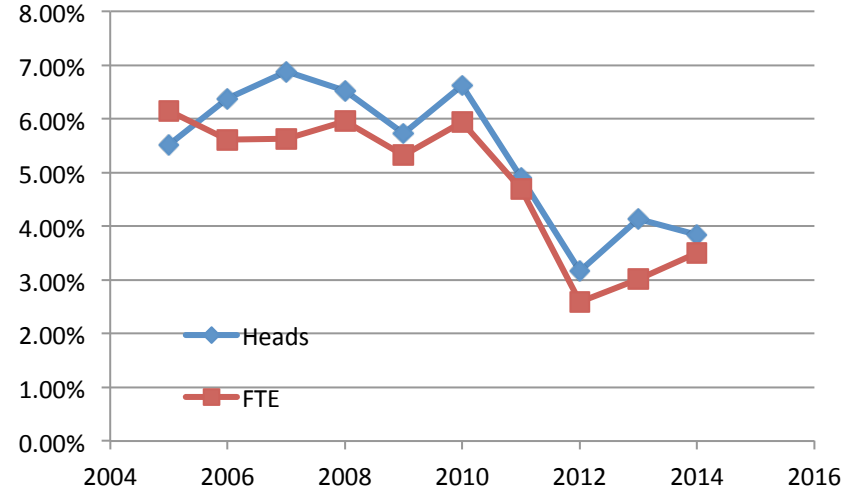
**Grazie per l'attenzione !**

# Storico BO/CSN5

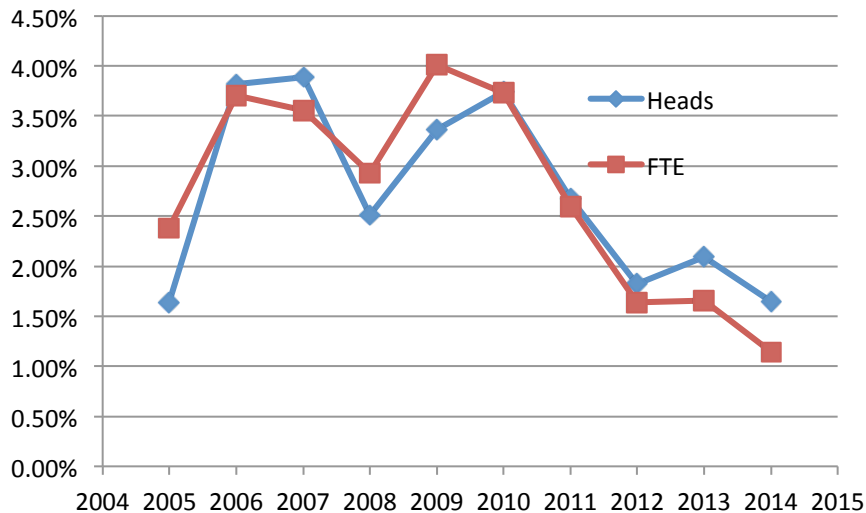
## Sigle - BO/CSN5

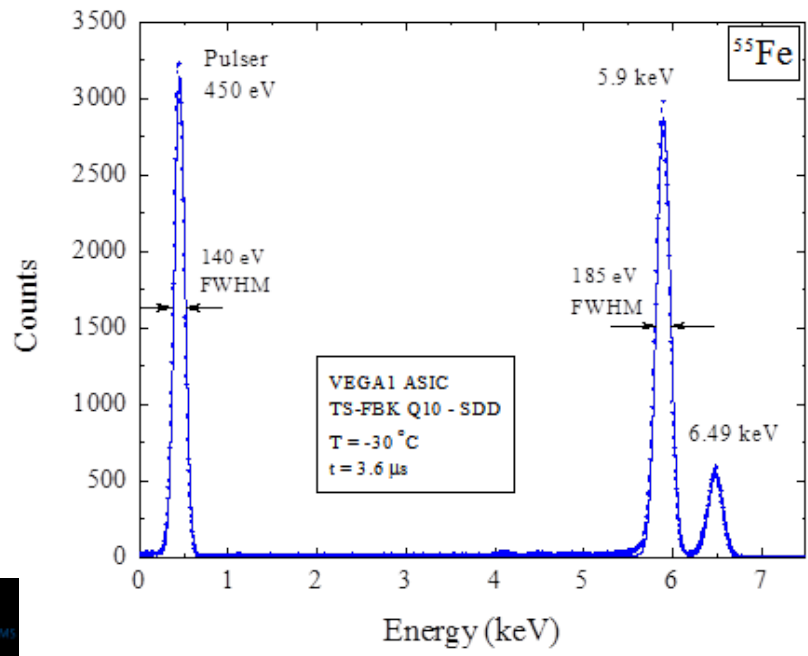
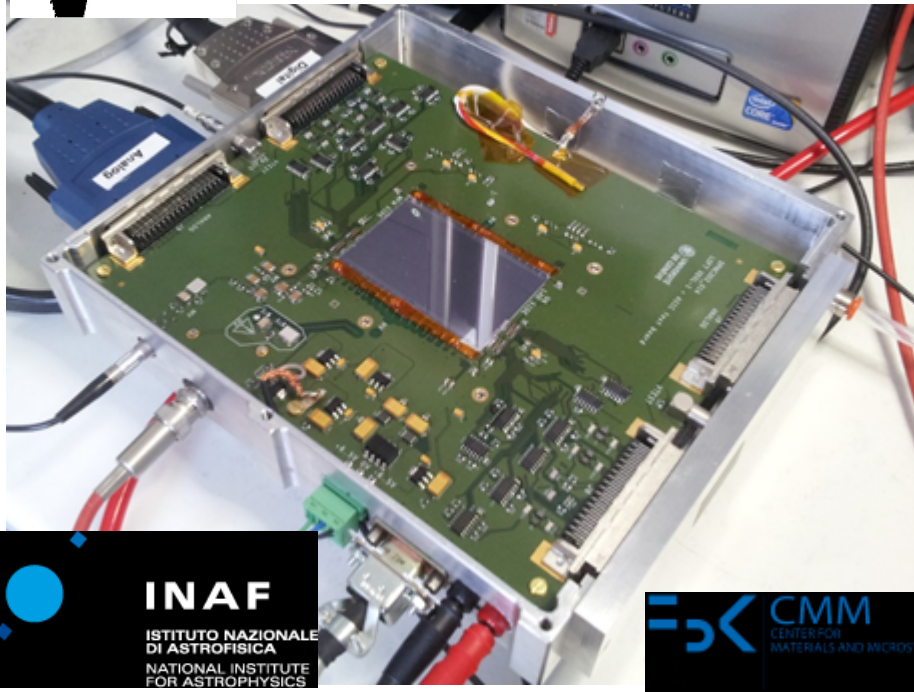


## Manpower - BO/CSN5



## Budget - BO/CSN5





Rivelatori X e  $\gamma$  innovativi: SILICON DRIFT DETECTORS di grande area (7x7 cm<sup>2</sup>) con ASIC dedicato: position sensitive e spettrometria.

Applicazioni: Spazio (Esp. LOFT). Imaging medico (multi-energy CT). Industria (diffrazione). Ricerca (luce di sincrotrone e FEL).



L'Esperimento, nel 2015 raggiungerà buona parte degli obiettivi prefissati e vorrebbe avviare alcune nuove attività. In particolare:

- 1 - accrescimento *nanotubi* su SDD: fattibilità e caratterizzazione dei rivelatori realizzati (NEW), motivazione: rendere il SDD sensibile ai raggi X di bassa energia (UV – 12keV) per applicazioni in luce di FEL (richiesta Sincrotrone ELETTRA di Trieste);
- 2 – sviluppo dell'elettronica di Digital Pulse Processing per i sistemi di spettrometria X dedicati al FEL del Sincrotrone ELETTRA (NEW).
- 3 – completamento dello sviluppo del SISTEMA DI RIVELAZIONE SDD FULL RUNNING (foto pag. precedente);
- 4 - caratterizzazione del sistema di rivelazione per: spettrometria, imaging (medicale) 3D, diffrattometria 3D (industria), nota: la terza dimensione consiste nelle capacità spettrometriche del rivelatore;
- 5 - caratterizzazione completa del sistema di imaging COMPTON rivelazione basato su calorimetro di LaBr<sub>3</sub> e position sensitive PMT e tracker costituito dal sistema di rivelazione SDD;

Richieste:

0.03 FTE di officina meccanica; 0.1 FTE Laboratorio di elettronica.



# Progetto CHNet



- ✓ Ricerca
- ✓ Trasferimento Tecnologico
- ✓ Servizi verso terzi: soggetti pubblici e privati

Coordinatore Nazionale: F.Taccetti, LABEC (INFN Firenze)

Coordinatore locale (BO): M.P. Morigi, Dipartimento di Fisica e Astronomia (Bologna)

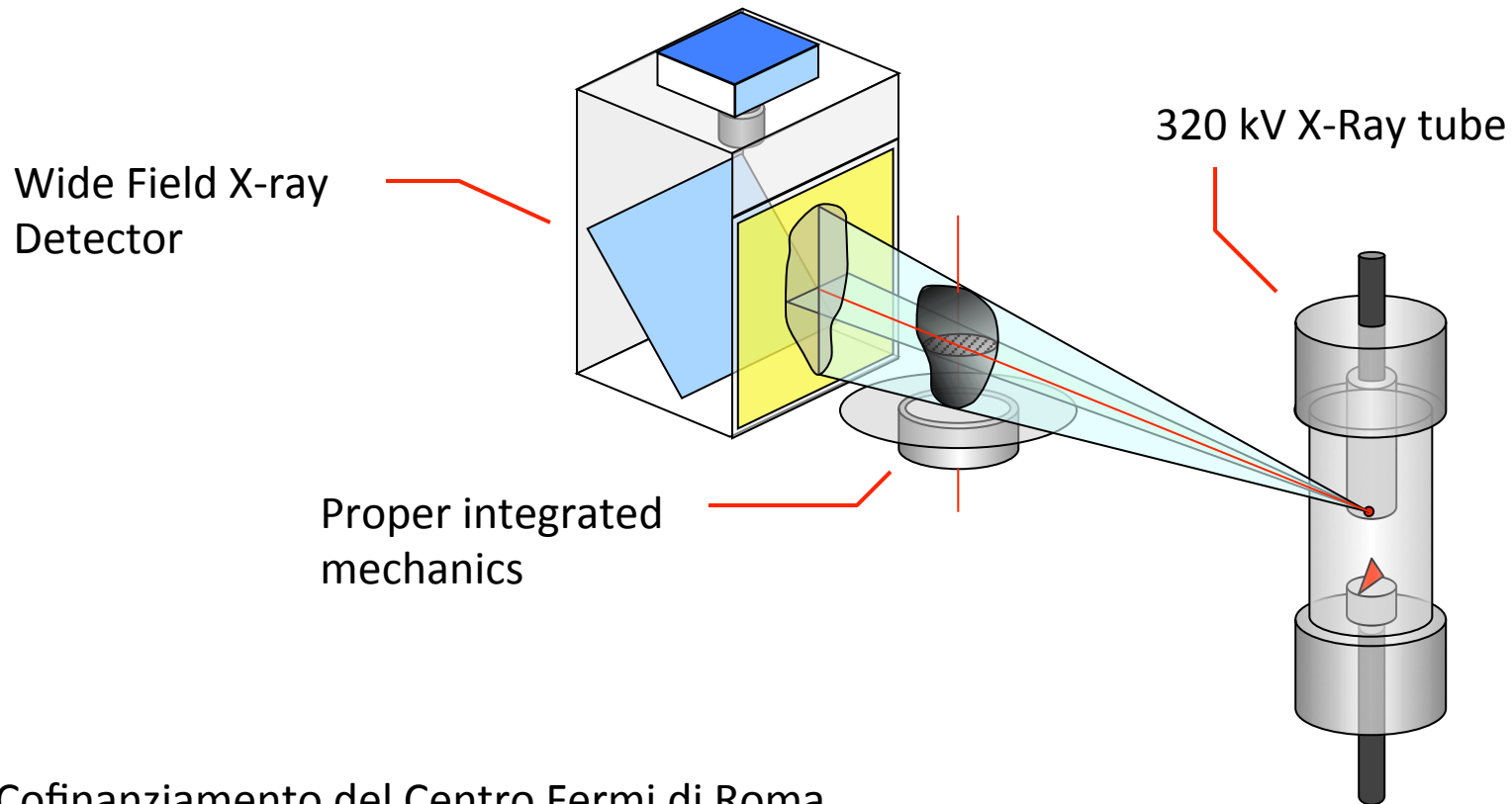
Ricercatori (BO): M.P. Morigi, R. Brancaccio, M. Bettuzzi

Sezioni coinvolte: Bari, Bologna, Catania, Ferrara, LNF, LNS, Milano Bicocca, Napoli, Torino



# Sviluppo rivelatore per nuovo sistema tomografico dedicato ai Beni Culturali

## Schema del sistema tomografico



Cofinanziamento del Centro Fermi di Roma

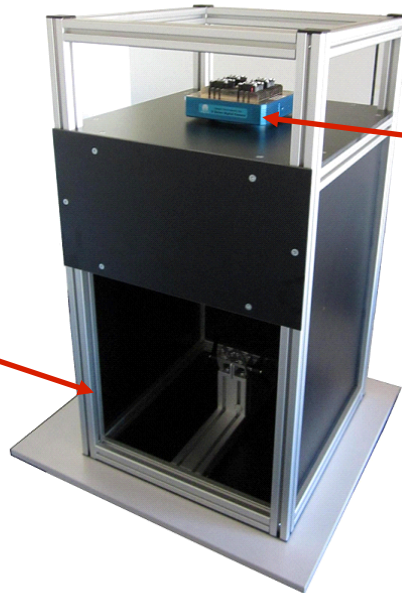


# Sviluppo rivelatore per nuovo sistema tomografico

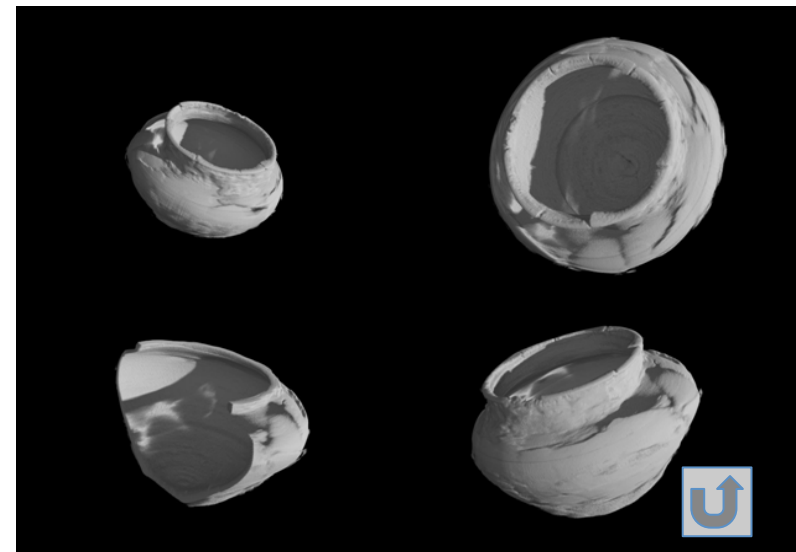
- ❑ Progettazione e realizzazione box a tenuta di luce per assemblaggio componenti detector



Scintillator screen  
Type: Hamamatsu CsI  
Area: 45x45 cm<sup>2</sup>  
Structured crystals (2 mm thick)  
High light output



CCD camera  
Type: Apogee Alta U9000  
9 Megapixel sensor  
High sensitivity  
Standard lens (Nikkor 55mm)  
High Dynamic Range

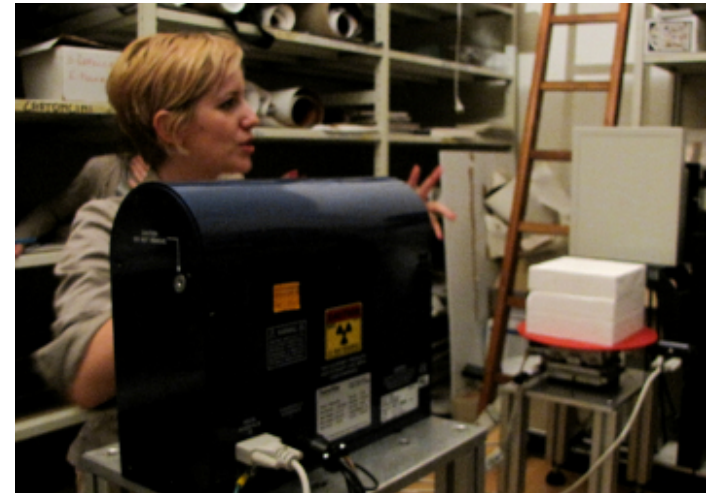
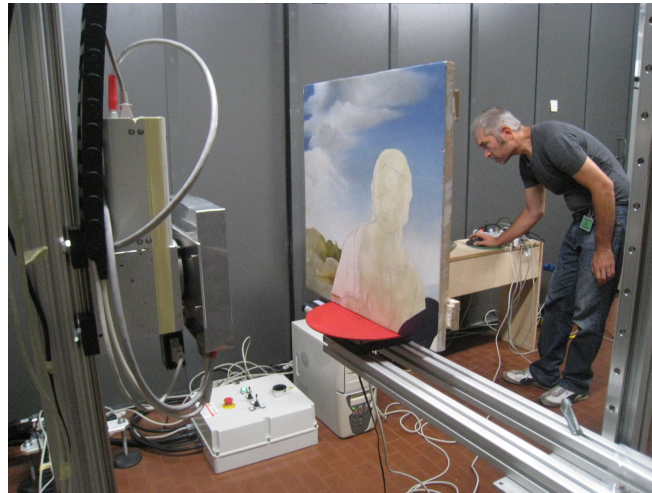


- ❑ Test tomografici preliminari su reperti di epoca villanoviana



# Altre attività

- Partecipazione al primo *Training Camp* internazionale sulla diagnostica avanzata non invasiva *in situ* per lo studio dei Beni Culturali, organizzato da INFN, CNR, Opificio delle Pietre Dure, Consorzio Interuniversitario Nazionale per la Scienza e Tecnologia dei Materiali e Comune di Sansepolcro (Sansepolcro, 15-20 giugno 2014).



- Luglio 2014: in fase di esecuzione indagine tomografica su un dipinto di Raffaello, “La Muta”, in corso di restauro presso Opificio delle Pietre Dure di Firenze.

# **MERIDIAN**

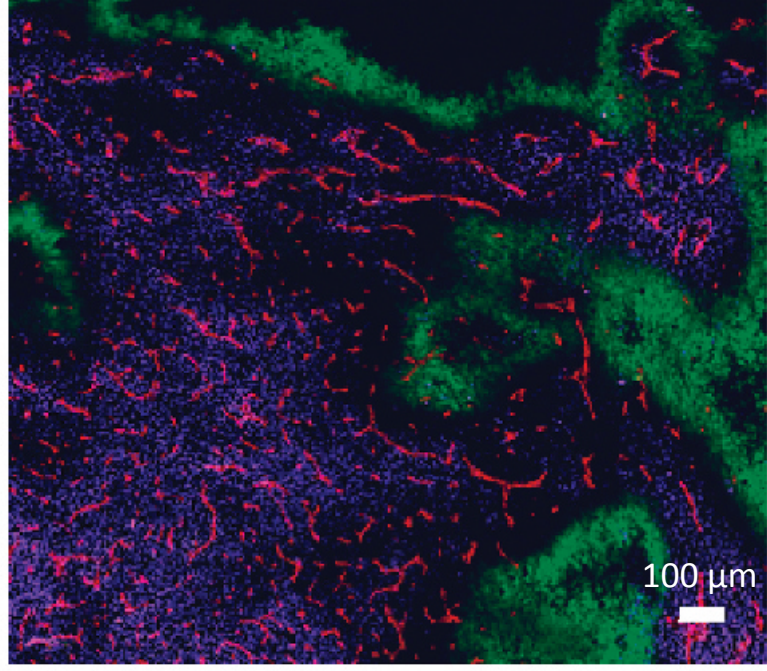
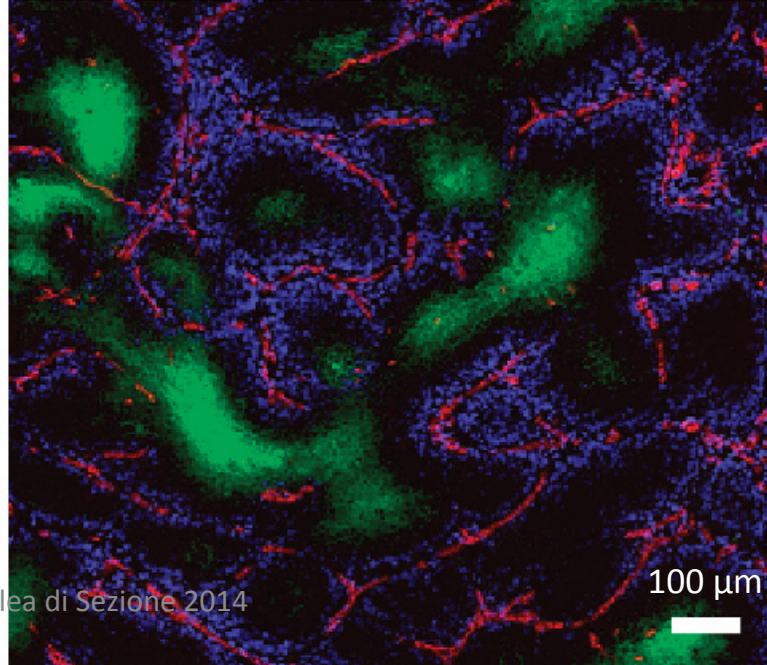
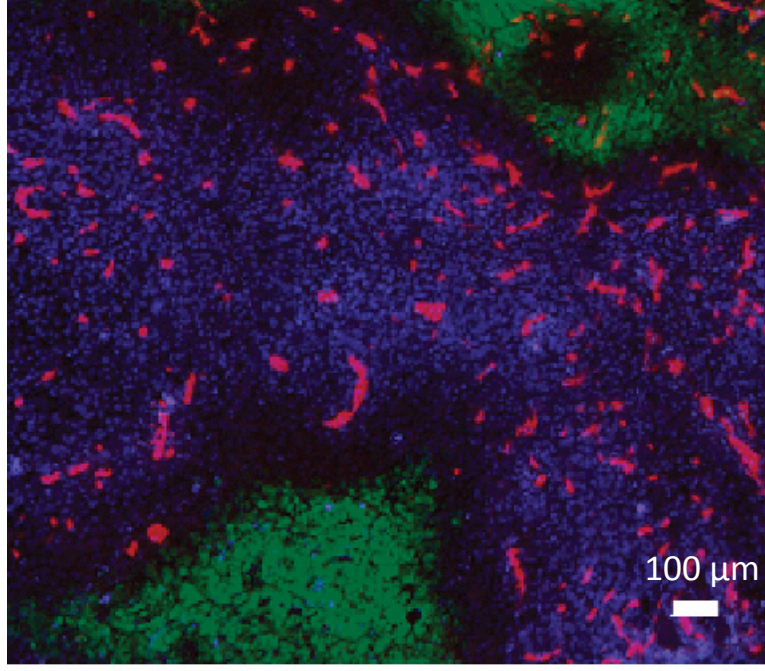
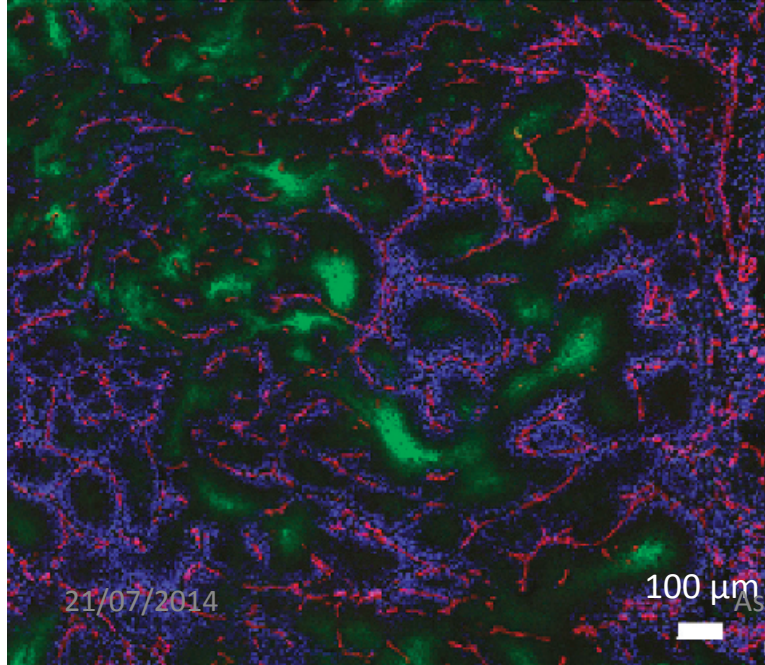
(Measuring the Effects of  
Radiation on Immunity and  
Differentiation)


# Condizioni necessarie allo sviluppo dei tumori (lista ripresa e modificata da Hanahan e Weinberg)

- *resistenza ai segnali apoptotici*
- *feedback positivo ai segnali proliferativi*
- *soppressione degli inibitori di crescita*
- *induzione dell'angiogenesi*
- *attivazione dell'immortalità replicativa*
  
- *sviluppo di un microambiente adatto alla crescita tumorale*
- *formazione di regioni necrotizzate*
- *formazione di strutture disorganizzate che si oppongono ai processi di diffusione*
- *angiogenesi disorganizzata*
- *disorganizzazione del sistema linfatico e insorgenza di pressione interna (IFP)*
- *acidificazione del microambiente*







Representative three-color composite images showing the perivascular distribution of doxorubicin (blue) in relation to blood vessels (red) and hypoxic regions (green) in tissue sections from PC-3,16C, and EMT6 tumors. Bar,100 μm. (fr  rimeau et al., Clin Cancer Res 2005;11(24) )

# Conseguenze della struttura del microambiente tumorale

- resistenza alla chemioterapia associata a
  - ridotta diffusività
  - IFP
  - metabolismo ridotto
- resistenza alla radioterapia associata a
  - ipossia
  - metabolismo ridotto
- possibili interazioni negative tra radio- e chemioterapia
  - ridotta permeabilità del microambiente in seguito a radioterapia

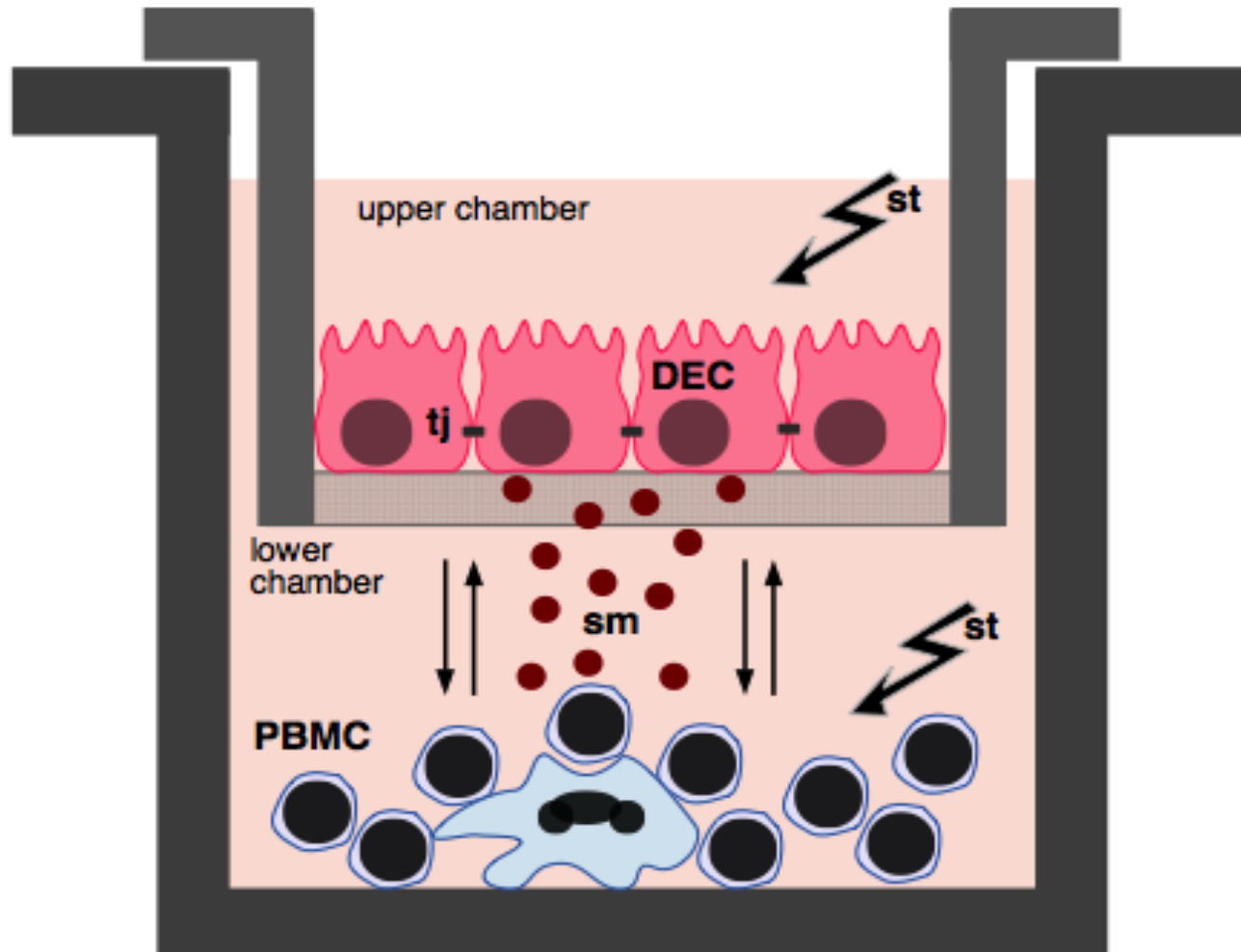
# Radioterapia e microambiente tumorale

- la radioterapia induce infiammazione (circuiti molecolari del TNF-alpha, NF-kappaB, segnali mediati da citochine)
- la radioterapia produce modificazioni della matrice extracellulare e modifiche conseguenti della permeabilità ai chemioterapici
- l'efficacia della radioterapia è influenzata dal microambiente (tramite ipossia e acidità)
- la radioterapia influenza l'interazione tra tumore e cellule del sistema immunitario

*In questo progetto noi ci proponiamo di utilizzare una variante di coltura in vitro che ci permetterà di esplorare diversi aspetti del microambiente e la sua relazione con l'irraggiamento, ed inoltre di investigare il differenziamento e l'interazione con cellule del sistema immunitario in presenza di radiazione.*







DEC	differentiated epithelial cells
PBMC	peripheral blood mononuclear cells
tj	tight junctions
ms	molecular signals (e.g. cytokines)
st	stimuli (e.g. radiation)



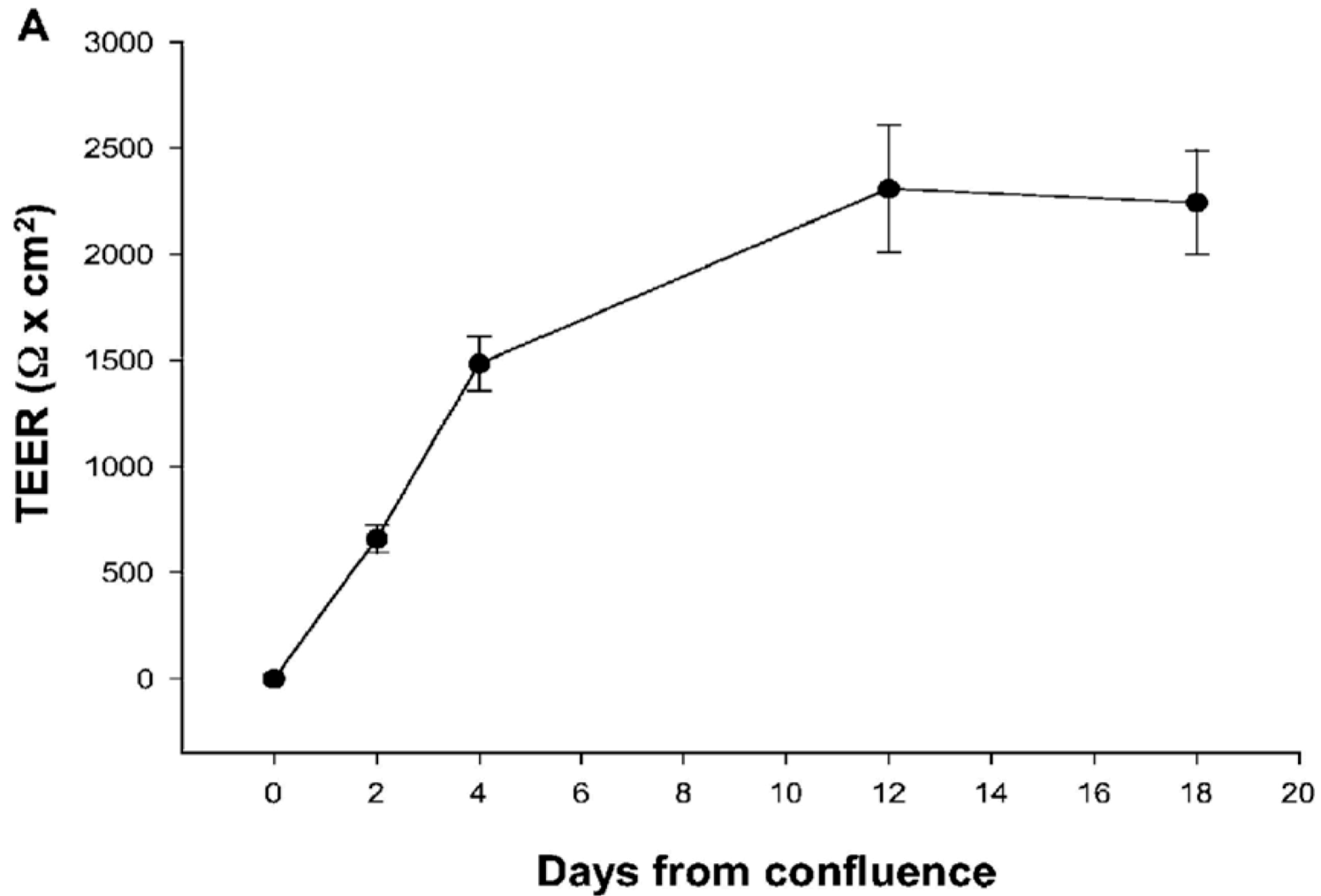


In particolare vogliamo eseguire misure *in vitro* ed affrontare con metodi fisici, modellistici e computazionali i seguenti aspetti della biologia dei tumori:

- 1.dinamica di differenziazione cellulare, anche in presenza di radiazioni ionizzanti
- 2.processi infiammatori legati alla radiazione
- 3.interazione con cellule del sistema immunitario, con irraggiamento differenziale
- 4.effetti dell'irraggiamento sui processi di diffusione dei farmaci



## Esempio: misure resistive di permeabilità agli ioni



(tratto da C. Dalla Pellegrina, C. Rizzi, S. Mosconi, G. Zoccatelli, A. Peruffo, R. Chignola. Plant lecithins as carrier for oral drugs: is wheat germ agglutinin a suitable candidate? *Toxicology and Applied Pharmacology* (2005) **207**: 170-178 )

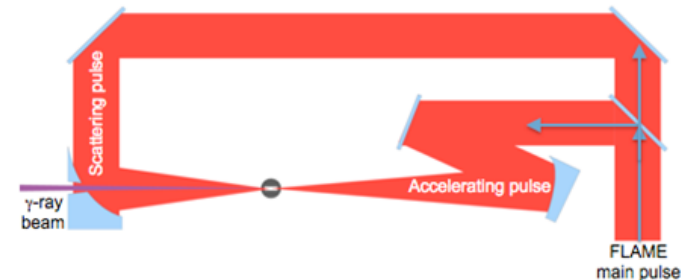
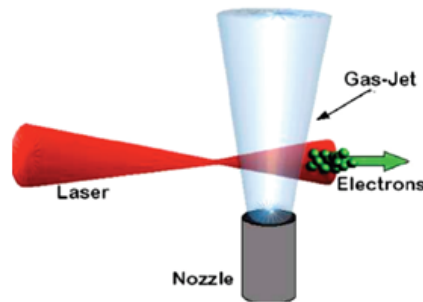


# SL- $\gamma$ -resist

(SparcLab- $\gamma$ -Ray Emitter from Self-Injected Staged Thomson scattering)

## Componenti gruppo Bologna

- **Responsabile**  
**Prof. G. Servizi**
- **F. Rossi**  
**(dottorando)**



Obiettivo: realizzare [una nuova sorgente di raggi  \$\gamma\$  compatta](#), con l'obiettivo di raggiungere altissime luminosità, fino a due ordini di grandezza maggiori di quelle accessibili con l'attuale stato dell'arte basato su storage-ring-FEL.

Il design sfrutta i laser sia nel meccanismo di accelerazione del bunch di elettroni (nel cosiddetto schema di autoiniezione), sia nel meccanismo di scattering Thomson/Compton, tramite l'interazione del bunch con un secondo impulse contropropagante.



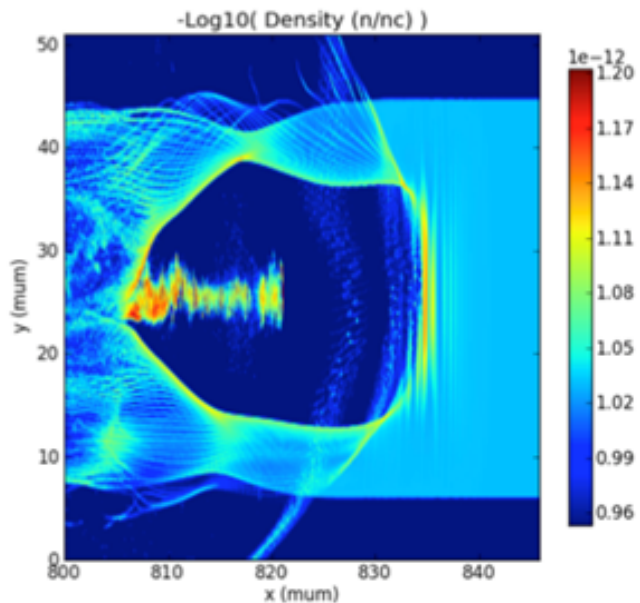
# SL-G-RESIST

Elevata tunabilità  $E_x(\text{KeV}) = 0.024 E_e^2(\text{MeV})$ .

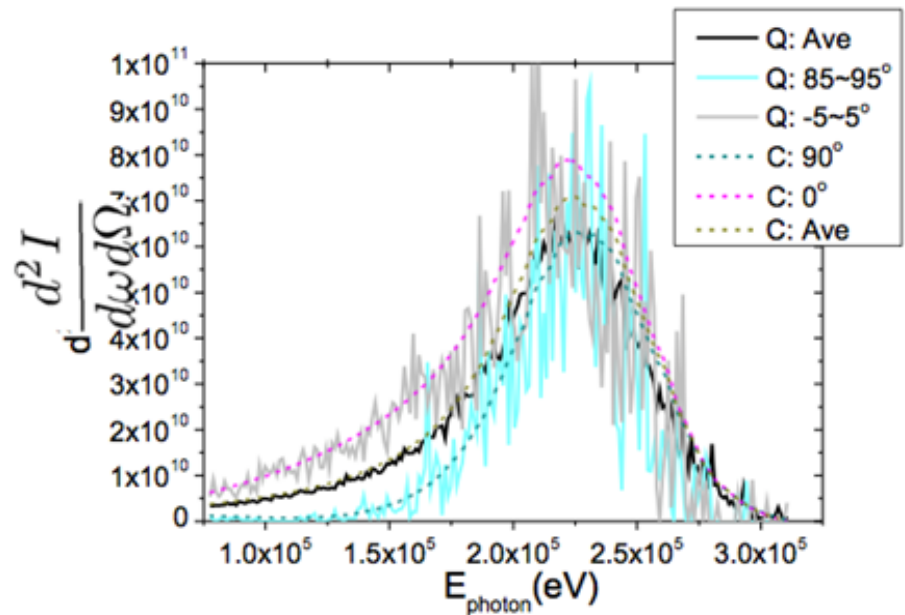
Con elettroni da 100 MeV si generano fotoni da 240 KeV

In figura simulazioni PIC di Bologna

### Densità di elettroni



### Spettro di fotoni Thomson



# SL- $\gamma$ -resist

(SparcLab- $\gamma$ -Ray Emitter from Self-Injected Staged Thomson scattering)

Articoli peer-reviewed **con contributi della sezione di Bologna nel periodo 2013-2014:**

- Gizzi, L. A., Anania, M. P., Gatti, G., Giulietti, D., Grittani, G., Kando, M., ... & Rossi, F., Acceleration with self-injection for an all-optical radiation source at LNF. *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section B: Beam Interactions with Materials and Atoms*, 309, 202-209.
- Gizzi, L. A., Anania, M. P., Ciofini, M., Esposito, L., Ferrara, P., Gatti, G., ... & Vannini, M., Laser-Plasma Acceleration and Radiation Sources for Applications. In *Conference on Lasers and Electro-Optics/Pacific Rim* (p. TuD3\_1). Optical Society of America.
- Grittani, G., Anania, M. P., Gatti, G., Giulietti, D., Kando, M., Krus, M., ... & Gizzi, L. A., High energy electrons from interaction with a structured gas-jet at FLAME. *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section A: Accelerators, Spectrometers, Detectors and Associated Equipment*, 740, 257-265.
- Grittani, G. M., Anania, M. P., Gatti, G., Giulietti, D., Kando, M., Krus, M., ... & Gizzi, L. A., High energy electrons from interaction with a 10 mm gas-jet at FLAME. In *SPIE Optics+ Optoelectronics* (pp. 87791B-87791B). International Society for Optics and Photonics.



# ELI.MED/PLASMA.MED

(Proton LASer-drive beam transport, diagnostic and Multidisciplinary Applications)

Accelerazione laser di protoni, trasporto, dosimetria, radiobiologia

## Componenti gruppo Bologna

- **Responsabile**  
Prof. A. Bazzani
- G. Castellani (prof. associato)
- S. Rambaldi (prof. associato)
- G. Servizi (prof. associato)
- M. Sumini (prof. associato)
- D. Remondini (ricercatore)
- S. Sinigardi (assegnista)
- F. Rossi (dottorando)

INFN PLASMAMED nasce per studiare e realizzare gli elementi di trasporto e diagnostica necessari per la fase preparatoria del progetto ELIMED europeo.

ELIMED, progetto realizzato in collaborazione con la facility ELI-BEAMLINES di Praga, dove un laser da 10 PW sarà installato e operativo entro il 2017, è un progetto europeo finalizzato al design, studio e realizzazione di una linea di trasporto che ha come obiettivo la [dimostrazione dell'applicabilità clinica dei laser in ambito adroterapico](#).





# ELI.MED/PLASMA.MED

(Proton LASer-drive beam transport, diagnostic and Multidisciplinary Applications)

**Altri membri INFN della collaborazione ELI.MED/PLASMA.MED:**

- INFN Sezione di Lecce
- INFN Gruppo congiunto di Messina
- INFN Sezione di Milano
- INFN Sezione di Napoli
- INFN Sezione di Roma
- Laboratori Nazionali di Legnaro
- Laboratori Nazionali del Sud

**Collaboratori esterni:**

- Queen's University of Belfast
- Vincka Institute of Belgrade
- Dipartimento di Farmacia dell'Università di Catania
- ELI-Beamlines, struttura di Praga

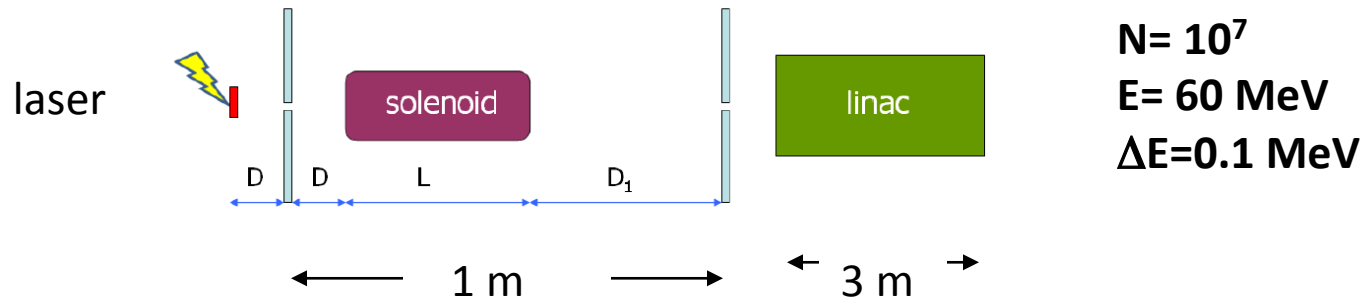


# ELIMED

Esperienza del gruppo di Bologna su questa tematica:

E' stata simulata l' **accelerazione** di protoni su bersagli strutturati (foam+Al)  
il **trasporto** e la **post-accelerazione**.

Con impulsi laser di  $2 \cdot 10^{21}$  W/cm<sup>2</sup>, selezione a 30 MeV con **solenoid** e iniezione in **linac** compatto  $\sim 10^7$  protoni a 60 MeV (soglia di interesse clinico)



Fuoco del solenoide per protoni da 30 MeV nel secondo collimatore

Uno schema alternativo basato su **quadrupoli** a magneti permanenti fornisce  $\sim 10^6$  protoni dopo la post-accelerazione.

A Frascati con impulsi di  $5 \cdot 10^{19}$  W/cm<sup>2</sup> del **laser FLAME** osservati protoni tra 2 e 5 MeV compatibili con le simulazioni PIC di Bologna.







# ELI.MED/PLASMA.MED

(Proton LASer-drive beam transport, diagnostic and Multidisciplinary Applications)

Articoli peer-reviewed **con contributi della sezione di Bologna** nel **periodo 2013-2014**:

- S. Sinigardi, G. Turchetti, P. Londrillo, F. Rossi, D. Giove, C. De Martinis, M. Sumini  
Transport and energy selection of laser generated protons for postacceleration with a compact linac  
Phys. Rev. ST Accel. Beams 16, 031301 (2013)
- S. Sinigardi, G. Turchetti, F. Rossi, P. Londrillo, D. Giove, C. De Martinis, P. R. Bolton  
High quality proton beams from hybrid integrated laser-driven ion acceleration systems  
Nucl. Instr. and Meth. A, 740, 99 (2014) doi:10.1016/j.nima.2013.10.080
- S. Sinigardi, P. Londrillo, F. Rossi, G. Turchetti, P. R. Bolton, Post-acceleration of laser driven protons with a compact high field linac, Proc. SPIE 8779, 87791J, doi:10.1117/12.2017235 (2013)
- S. Agosteo, M. P. Anania et al., The LILIA (Light ions laser induced acceleration) experiment at LNF, in Lasers and Electro-Optics Europe (CLEO EUROPE/IQEC), 2013 Conference on and International Quantum Electronics Conference, doi:10.1109/CLEOE-IQEC.2013.6801173 (2013)
- S. Agosteo, M. P. Anania et al., The LILIA project: ion beams for hadrontherapy, Proceedings of the 3rd Workshop on Plasmi, Sorgenti, Biofisica ed Applicazioni, 149-157 (2013)
- S. Agosteo, M. P. Anania et al., The LILIA (laser induced light ions acceleration) experiment at LNF, Nucl. Instr. and Meth. B, 331, 15-19 doi:10.1016/j.nimb.2013.12.035 (2014)



