

Attività di Gruppo V

A.Montanari

Notizie dalla CSN5

- Finanziamenti di nuovo tipo nel 2015:
 - 0 Call
 - 6 Grant per giovani:
 - IMPART (Pattern rec), MRFBRAIN (MRI), CLASSIC (SiC), OPTOTRACKER(Tracking scint), MONDO(Neutron det), UTS(Solar cells tracking)
- Nuovo bando per Call generiche + 1 Call tematica su “Rivelatori per Dark Matter” per 2016
 - possibilità di finanziare assegni
- **Nuovo bando per 6 Grants 2016 (scade 12 Luglio 2015)**
www.infn.it/job (bando n. 17367)

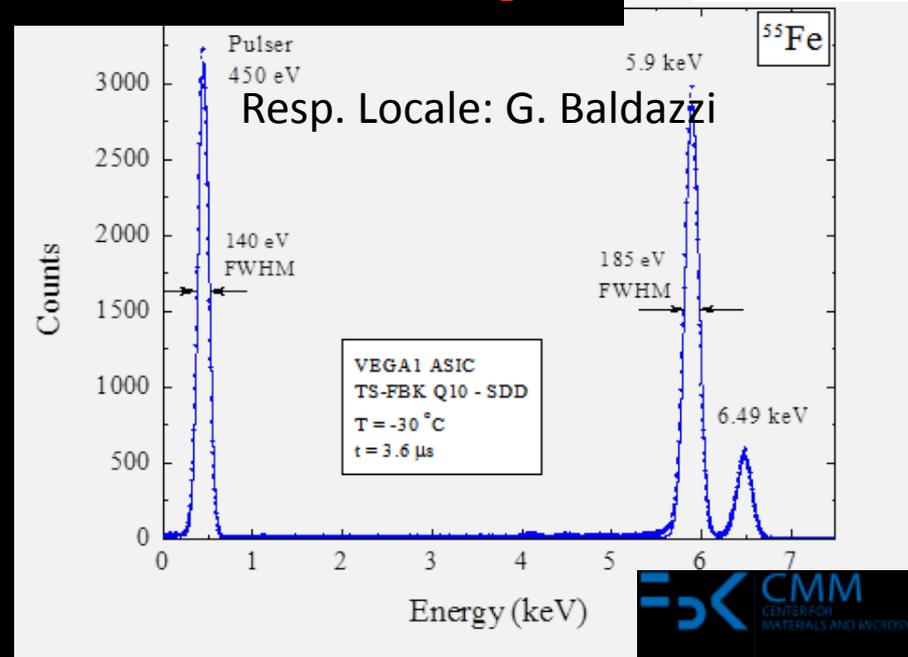
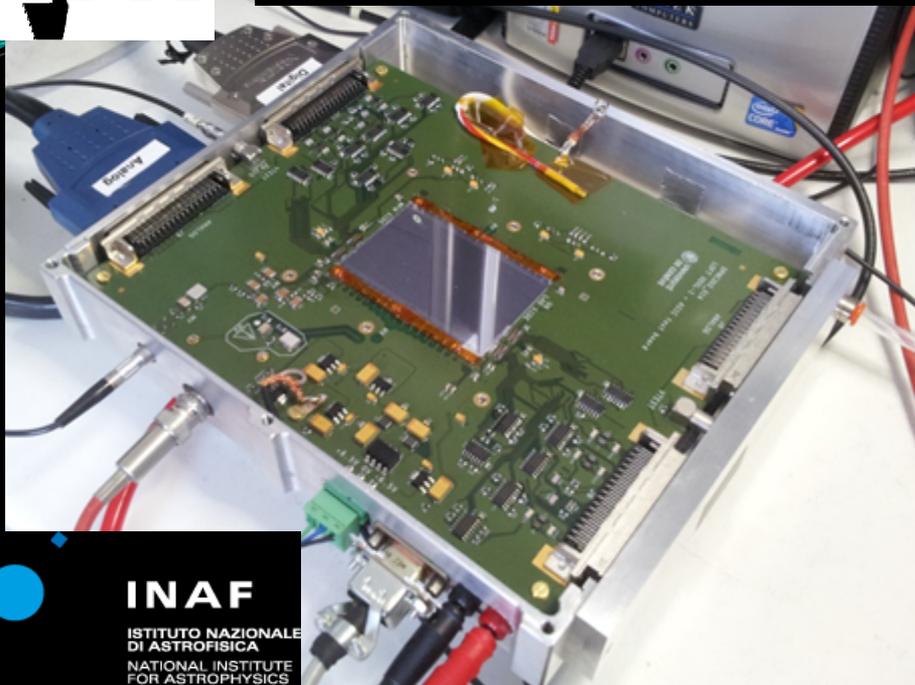
Continua

Chiude

Nuovo

Rivelatori

Sigla	Attività	Resp.	Sezioni	Durata
REDSOX	Rivelatore di X-Compton Camera	Giuseppe Baldazzi	BO, MI,PV, RM2,TS	2013-2015
HVR_CCPD	Pixel in CMOS	Carla Sbarra	BO, GE, MI	2015-2017
FLARES	Scintillatore + SDD per eventi rari	Giuseppe Baldazzi	BO, MIB	2015-2017
UFSD.dtz	Rivelatori al Si ultra veloci	Anselmo Margotti	FI,TO, BO	2014-2016
REDSOX2	Evoluzione di SDD	G. Baldazzi	BO, MI,PV, RM2,TS	2016-
SCENTT	Calorimetro shashlik per esp. di neutrini	L. Patrizii	BO, LNF, MIB	2016-2017



Rivelatori X e γ innovativi: SILICON DRIFT DETECTORS di grande area (7x7 cm²) con ASIC dedicato: position sensitive e spettrometria.

Applicazioni: Spazio. Imaging medico (multi-energy CT).

Industria (diffrazione). Ricerca (luce di sincrotrone e FEL).

Progetto REDSOX2

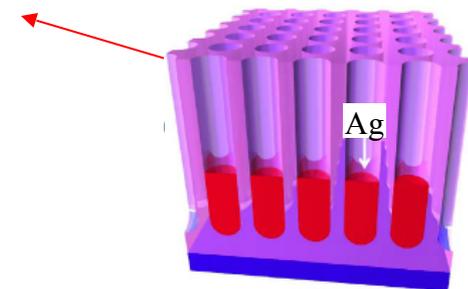
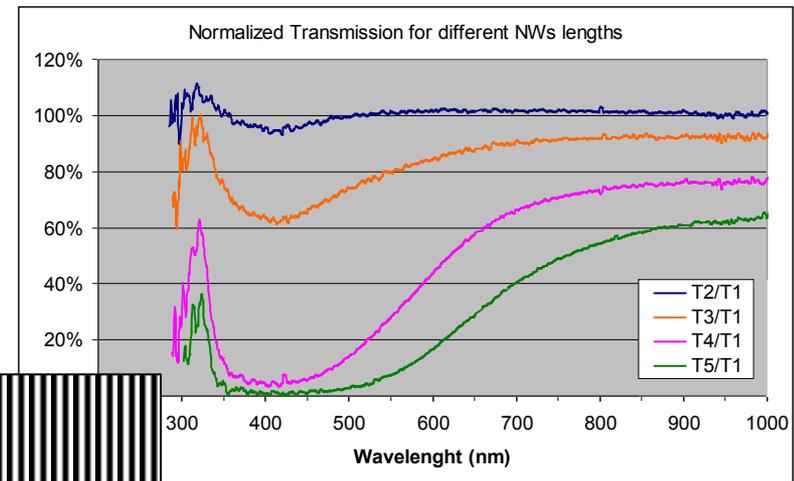
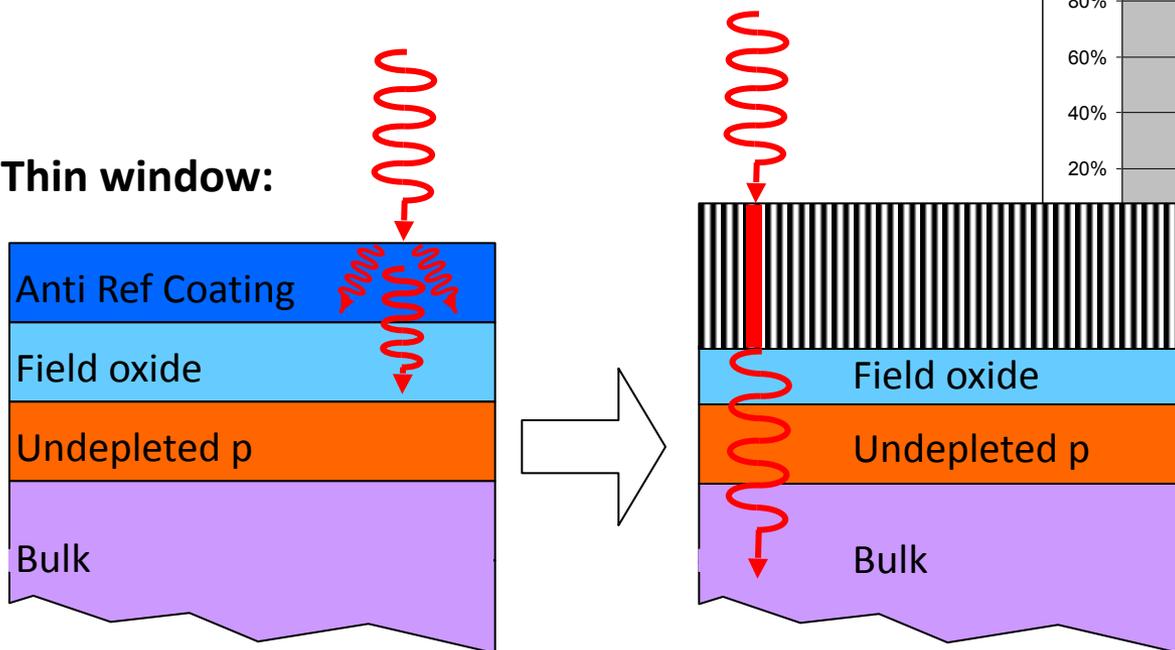
workpackage: nanotecnologie applicate ai Silicon Drift Detectors

Obiettivi: estendere l'efficienza/sensibilità del rivelatore SDD a fotoni sub-keV, mediante accoppiamento di layer nanostrutturati alla finestra d'ingresso del rivelatore. Si sfruttano le proprietà nano-fotoniche e la possibilità di creare risonanze plasmoniche di assorbimento e trasmissione della radiazione, su determinate lunghezze d'onda, al fine di aumentare l'efficienza quantica del rivelatore. Prove preliminari con nanofili di argento in allumina porosa.

[L.Malferrari, A. Montanari e F.Odorici (INFN),
C. Summonte, R. Rizzoli (CNR-IMM)]

Richieste servizi: trascurabili ...

Thin window:



L'Esperimento, nel 2016 avvierà una nuova che ha fornito promettenti risultati preliminari: l'accrescimento *nanotubi* su SDD: fattibilità e caratterizzazione dei rivelatori realizzati. Motivazione: rendere il SDD sensibile ai raggi X di bassa energia (UV – 12keV) per applicazioni in luce di FEL (richiesta Sincrotrone ELETTRA di Trieste).

Inoltre, il DPP (digital pulse processor) sviluppato nell'ambito dell'esperimento FAMU (GR5) verrà applicato anche ai sistemi di spettrometria X dedicati al FEL del Sincrotrone ELETTRA (sviluppando un nuovo firmware dedicato).

Infine si prevede il completamento sviluppo del SISTEMA DI RIVELAZIONE SDD FULL RUNNING (foto pag. precedente) e la sua caratterizzazione nell'ambito di: spettrometria, imaging (medicale) 3D, diffrattometria 3D (industria), nota: la terza dimensione consiste nelle capacità spettrometriche del rivelatore;

FTE impegnati: 2.3

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

SCENTT: Shashlik Calorimeters for Electron Neutrino Tagging

Resp. Locale: L. Patrizii

- Un nuova iniziativa di R&D nell'ambito del Gruppo V che:

affronta per la prima volta la questione del “limite intrinseco” delle sezioni d'urto assolute dei neutrini

propone una soluzione originale al problema del campionamento longitudinale degli sciami nei layout di tipo shashlik

- Estende e adatta a nuovi scopi i risultati di FACTOR/TWICE
- Un programma di lavoro biennale che include test su fascio al CERN-PS, attività di laboratorio e l'utilizzo della BTF dei LNF

(Univ. e INFN Bologna,
INFN Lab. Nazionali di Frascati, Univ. dell'Insubria,
Univ. e INFN Milano-Bicocca)

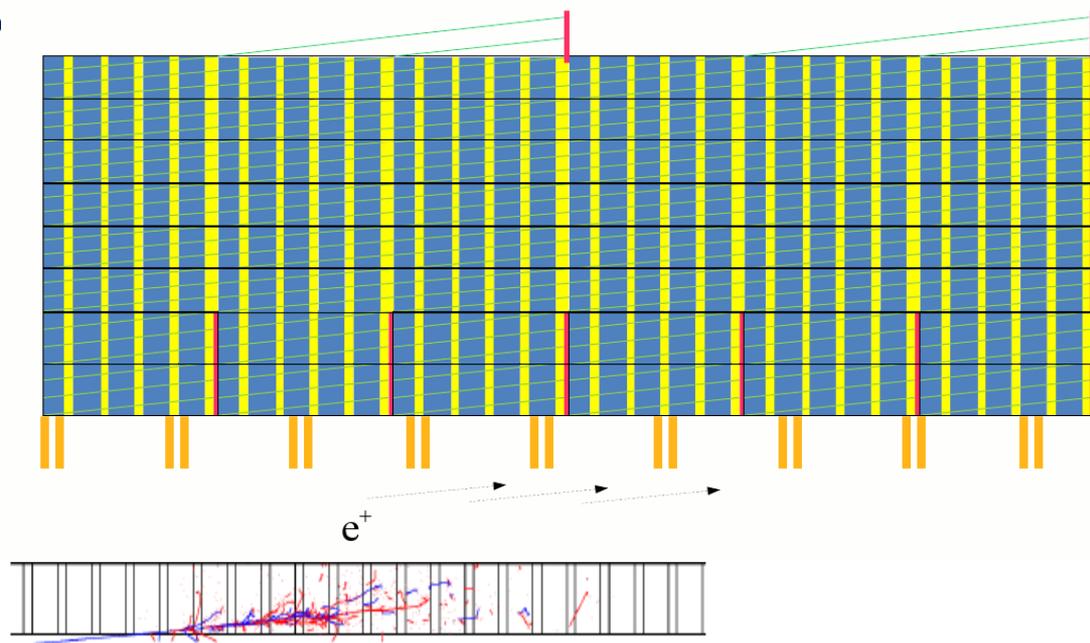
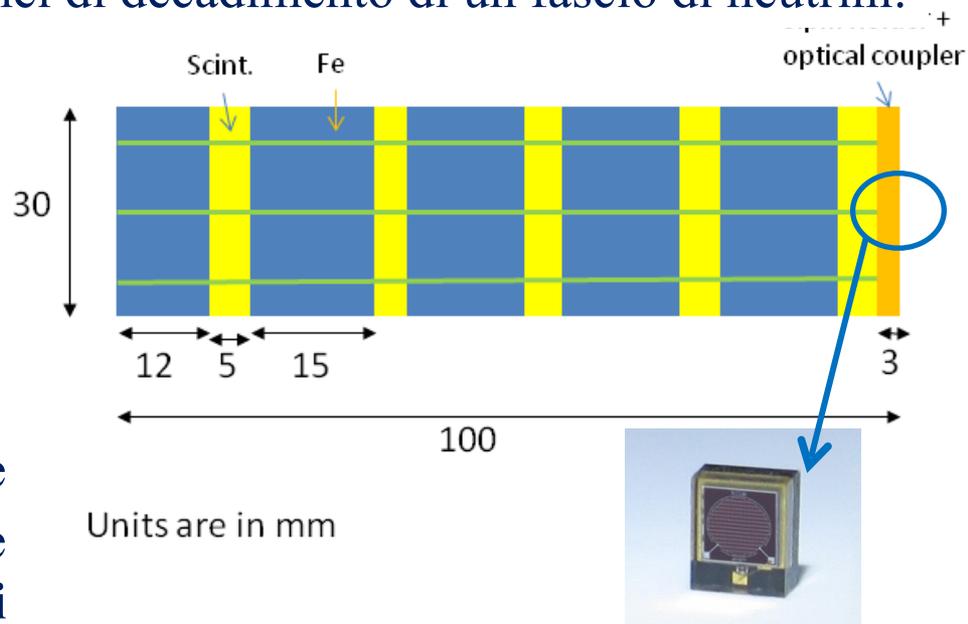
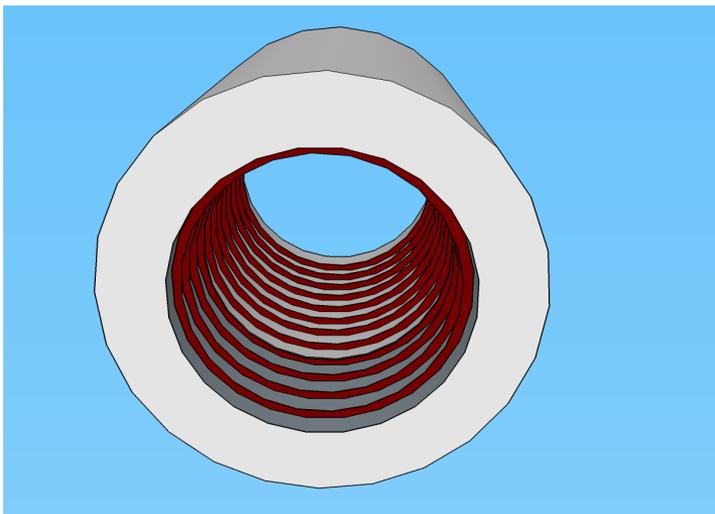


SCENTT

Monitoraggio del rate di positroni nel tunnel di decadimento di un fascio di neutrini.

Un calorimetro shashlik a campionamento longitudinale equipaggiato di un photon veto integrato all'interno della beam-pipe

Unità di base (“modulo e.m.”):
Modulo da $4 X_0$ in cui la luce delle fibre WLS (orizzontali o leggermente inclinate) è letta **direttamente da SiPM posizionati di fronte alla fibra** (matrice 3×3 in vetrovite)



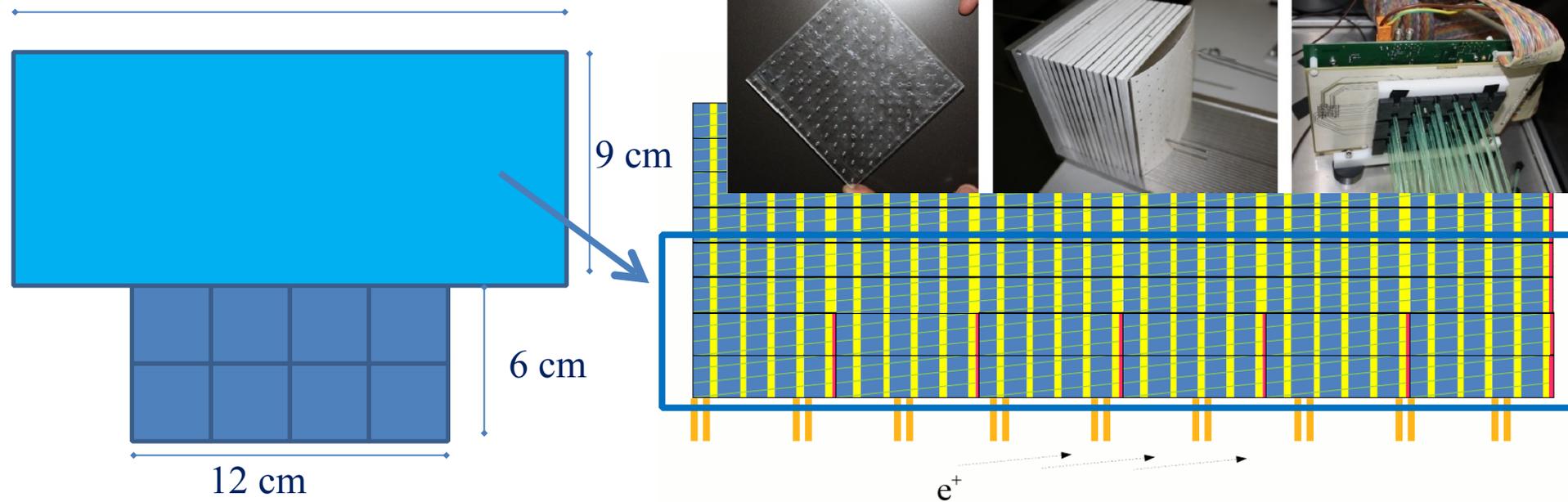
Calorimetria

Indipendentemente dalla fisica del neutrino, la soluzione di SCENTT è molto interessante perchè risolve un classico problema della calorimetria shashlik: la difficoltà di realizzare shashlik a campionamento longitudinale senza introdurre zone morte [v. e.g. A. Benvenuti et al. NIMA432 (1999) 232]

Quello che realizzeremo in Gruppo V è un setup leggermente semplificato:

- Fibre orizzontali
- Coverage azimutale ridotta
- Full containment per adroni sotto i 200 mrad nel range 1-10 GeV

20 cm (20 fibre a 1 cm di dist)



Le sfide tecnologiche di SCENTT

- **Il sistema di lettura della luce incorporato nel bulk del calorimetro** senza fiber bundling richiede un accurato sistema di accoppiamento ottico fibra-SiPM con una meccanica precisa, riproducibile e integrabile su grande scala.
- In un implementazione realistica all'interno del tunnel di decadimento, **il recovery time del calorimetro non può essere superiore ad alcune decine di ns**. Questa richiesta pone vincoli sulla formatura del segnale e sulla risposta temporale dello scintillatore, delle fibre e dei SiPM e non deve compromettere in modo sostanziale la risposta calorimetrica del rivelatore.
- La struttura del fascio in un tunnel di decadimento è costituita da estrazioni relativamente lunghe (1-10 ms) ripetute ogni 100 ms per 2s (20 estrazioni) seguite da un lungo periodo di inattività (>10 s). Durante l'estrazione il calorimetro è esposto a un flusso non inferiore a 200 kHz/cm². Questa struttura del fascio richiede **un readout in triggerless mode con intervalli di sampling non superiori a 10 ns**.
- Le soluzioni tecnologiche per il calorimetro e il photon veto devono essere **cost-effective**

Anagrafica e Richieste

Anagrafica:

Bologna: S. Cecchini, L. Degli Esposti, I. D'Antone, I. Lax, G. Mandrioli, L. Pasqualini, M. Pozzato, L. Patrizii (resp. loc), G. Sirri, C. Valieri
(fisici 1.6 FTE)

Personale coinvolto a livello nazionale: 11 fisici/tecnologi – 3.3 FTE
Sezioni Bo, LNF, Mi-B

Richieste ai Servizi (se attività al	FTE	Periodo
STG	9 m-u	tutto l'anno
Elettronica	18 m-u	
Officina Meccanica	6 m-u	

Multidisciplinare

Sigla	Attività	Resp.	Sezioni	Durata
CHNET	TAC beniculturali	M.P. Morigi	BA,BO,CT,FE,FI, LNF,LNS,	2014-2016
MERIDIAN	Radiobiologia	G.Castellani	BO, NA, PV, TS	2014
ESSMIUR (fondi est.)	Lente a carica spaziale (CNT)	F. Odorici	BO, LNL, LNS, MI	2013-2025
LAUPER	Lente per raggi X per radioterapia	M. P. Morigi	BO, FE	2016-
ETHICS	Radiobiologia	G. Castellani	AQ, LNL, NA RM1 ,PV	2015-
BIOSECTOR	Radiobiologia	D. Remondini	BO, NA, PV, TS	2016-
AUREUS(Call)	Imaging NMR e biofisica	D. Remondini	BA, BO, GE, TO, PA	2016-2018

Progetto ESS - *European Spallation Source*

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



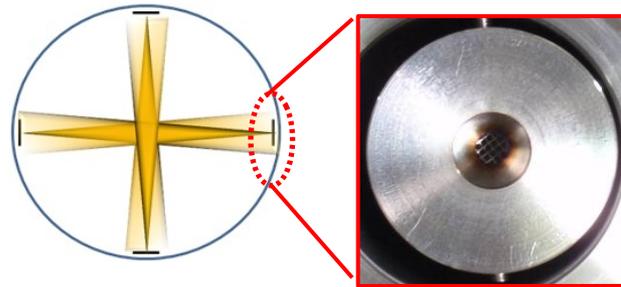
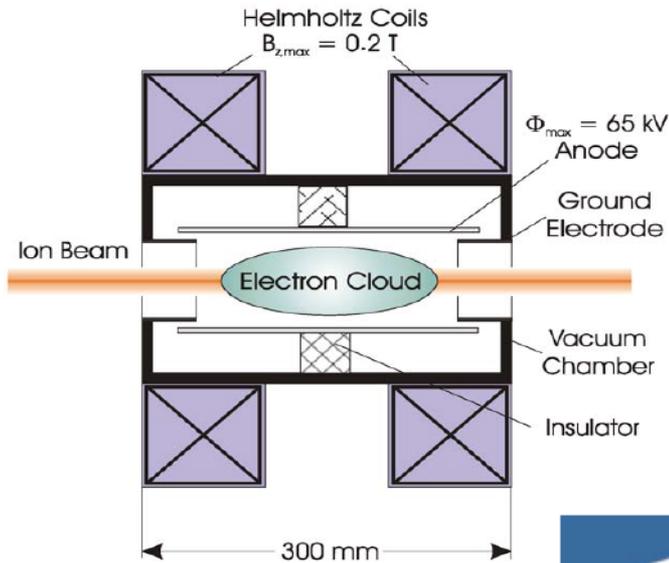
ESS: facility per ricerca (pubblica e privata) con **fasci di neutroni lenti**, prodotti **per spallazione di protoni da 2.5 GeV** (50 mA, 5 MW), impulsati su target di W (2.86 ms @ 14 Hz) tramite linac (482 m); 22 stazioni di misura instrumentate, per studi di fisica, chimica, biologia, scienza dei 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 focheggiamento di fasci da e-guns, per ridurre l'emittanza del fascio di protoni sullo stadio di bassa energia (75 keV).

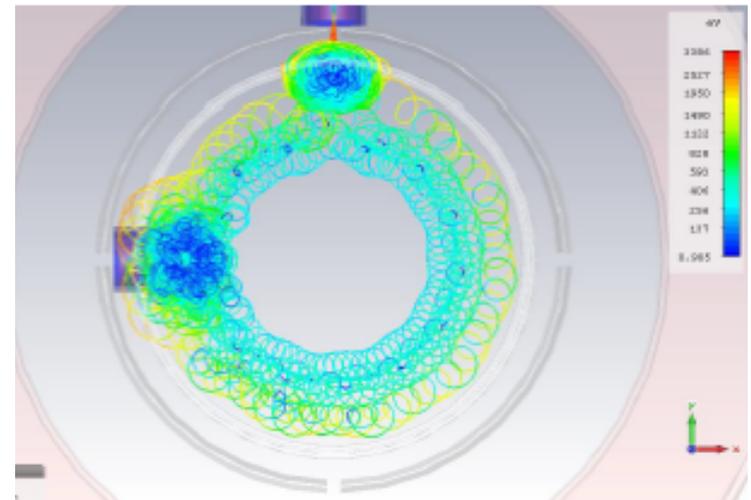
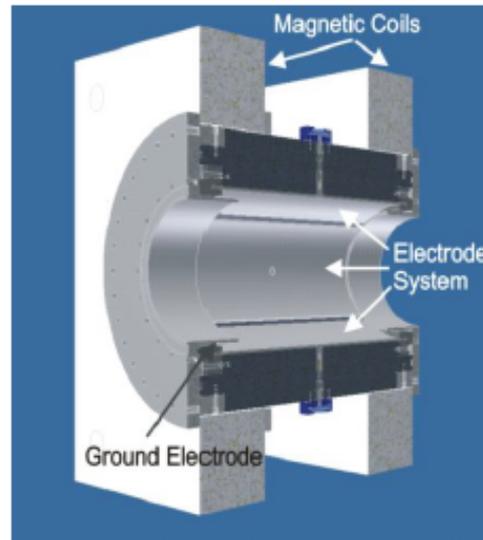
1) Applicazioni di e-gun: riduzione di emittanza in fasci protonici

Metodo: basato su **fasci di elettroni emessi da 4 o più e-gun** 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.



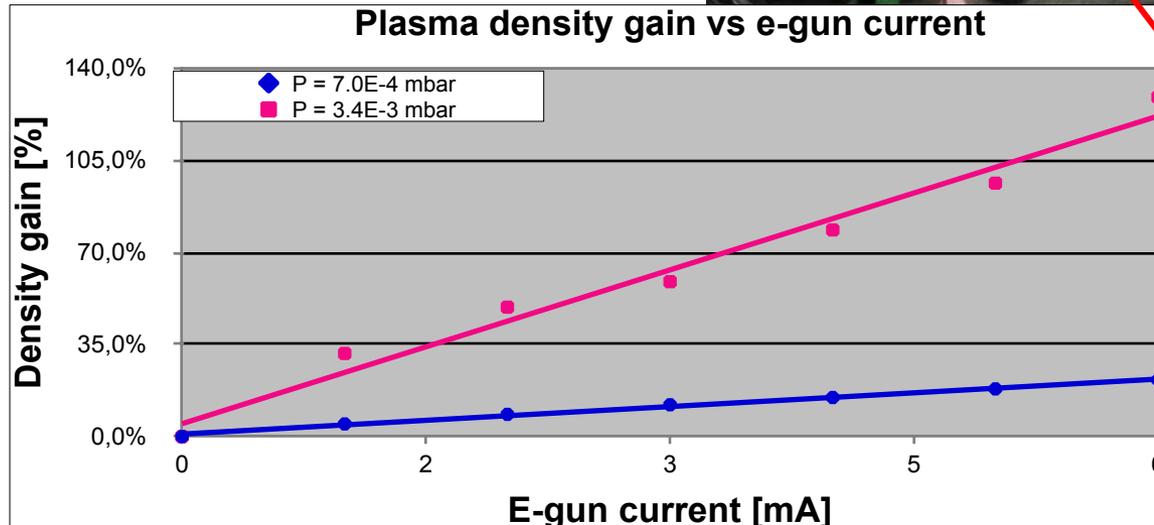
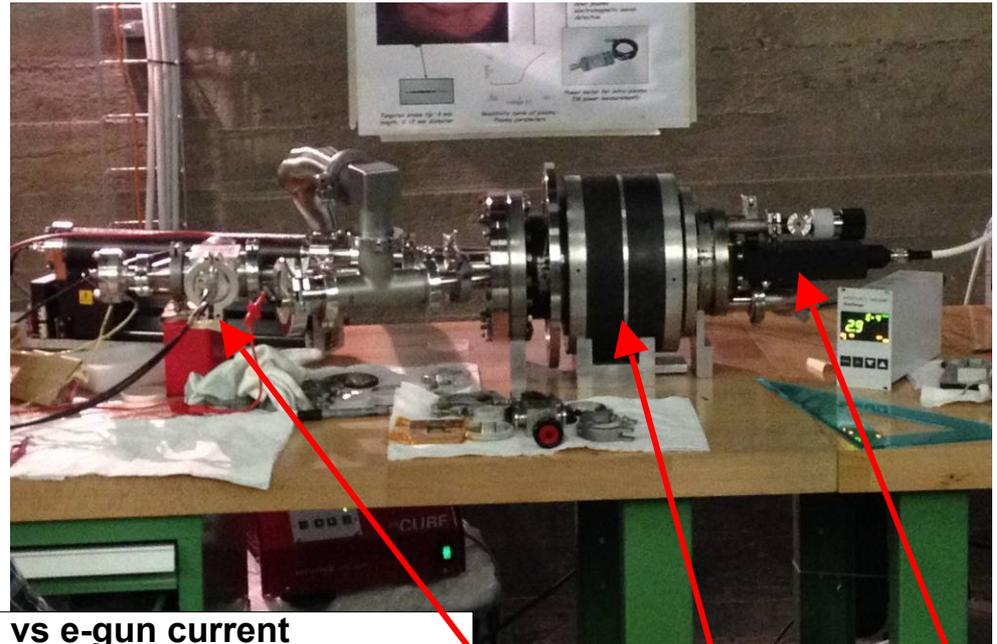
e-gun costruiti @ Bo

Confinamento alternativo mediante lente di Gabor modificata. Studi in collaborazione con Goethe University di Francoforte: prime simulazioni (Frankfurt 2015) per definire il setup sperimentale



2) Applicazioni di e-gun: aumento di densità dei plasmi

Metodo: iniezione di elettroni ausiliari nella camera, tramite e-gun (già testato su sorgente ECRIS). **Ultimi risultati** su reattore al plasma “a scarica di microonde” @ LNS: il guadagno sulla densità del plasma arriva al 130%.



Iniezione
elettroni
(0÷6 mA)

Iniezione
microonde
(2.54 GHz)

Camera al
plasma (~
2 dm³)

Proposta nuovo esperimento

Resp. Locale: M.P. Morigi

LAUPER (LAUe-Peak Radiotherapy)

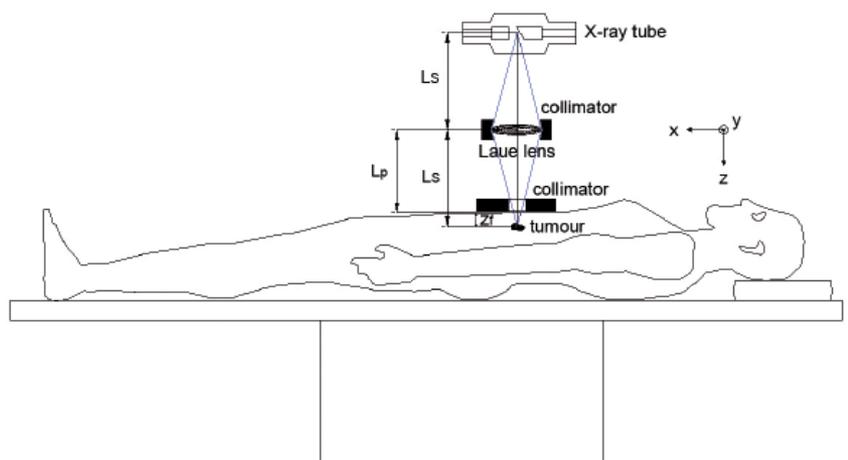
Coordinatore Nazionale: A. Mazzolari (INFN Ferrara)

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

Sezioni coinvolte: Ferrara, Bologna

Altro Personale Bologna: Baldazzi, Bettuzzi, Brancaccio, Lanconelli, Peccenini

Obiettivo del progetto: dimostrare la fattibilità di un sistema in grado di focalizzare fasci di raggi X per applicazioni radioterapiche per mezzo di una lente di Laue



Rappresentazione schematica di un sistema per radioterapia basato sull'utilizzo di una lente di Laue. Una frazione dei raggi X emessi da un tubo per diagnostica viene focalizzata dalla lente su un volume bersaglio (il tumore) dentro il corpo del paziente. Opportuni collimatori e un beam stopper posizionato nella parte centrale della lente assorbono il fascio primario e i fotoni diffusi per effetto Compton, quindi in condizioni ideali solo il fascio diffratto raggiunge il paziente.

Proposta nuovo esperimento: LAUPER

Attività Sezione Ferrara:

- Utilizzo di un codice Monte Carlo «custom made» per simulare la focalizzazione dei raggi X mediante lente di Laue, al fine di indirizzare la fabbricazione dei cristalli e l'assemblaggio del prototipo di lente
- Fabbricazione del prototipo di lente di Laue
- Utilizzo di Geant4 per calcolare la distribuzione di dose in fantocci matematici corrispondenti a specifici distretti anatomici

Attività Sezione Bologna:

- Test di allineamento degli elementi ottici del prototipo di lente di Laue con il fascio RX mediante analisi dell'immagine di diffrazione nel piano focale della lente (già disponibile facility radiologica presso il Dipartimento di Fisica e Astronomia)
- Misure della distribuzione di dose in funzione della profondità in materiali tessuto equivalenti.

ETHICS

Resp. Locale: G. Castellani

Pre-clinical experimental and theoretical studies to improve treatment and protection by charged particles

Understanding the underlying action mechanisms on normal cells by charged particles used in medicine to reduce the risks for human health

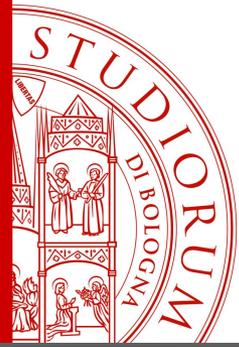
Participating INFN Sections NA, RM1-Gr.coll.Sanità, PV, LNL, AQ
National Responsible Lorenzo Manti (NA)

External collaborators: Centre for Cancer Research and Cell Biology, Queen's University, Belfast (UK), Biophysics Department, GSI Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung, (Germany), Translational Biology Group, Strathclyde University of Glasgow (UK), Experimental Medicine Department, Seconda Università degli Studi di Napoli (SUN), Napoli (I), Laboratorio di Fisica Medica e Sistemi Esperti-IFO, Rome (I), Istituto Scientifico Romagnolo per la Cura dei Tumori (IRST), Meldola (I), Centro di Riferimento Oncologico (CRO) di Aviano (I) and Department of Molecular and Experimental Medicine, The Scripps Research Institute, La Jolla (US)

The main objective of this research project is to study the basic mechanisms underlying the biological effects brought about by charged particles that are of relevance for the integrity and normal functions of healthy tissues/organs, including cellular senescence and aging.

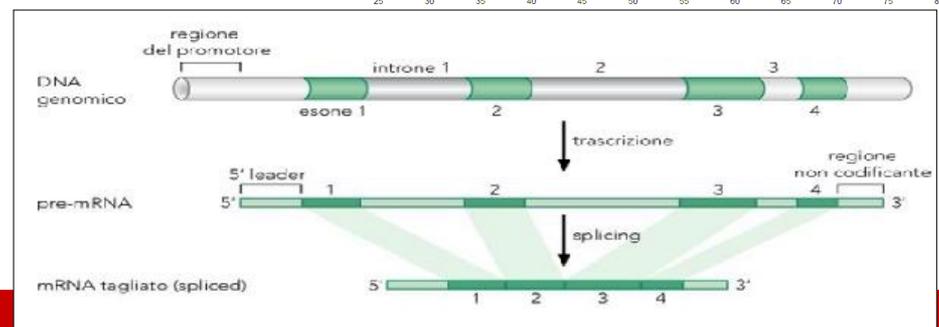
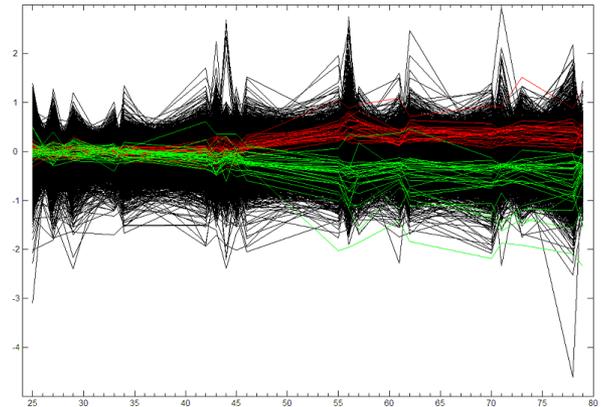
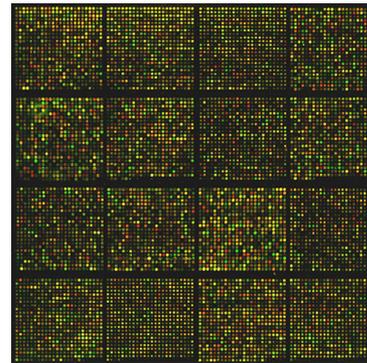
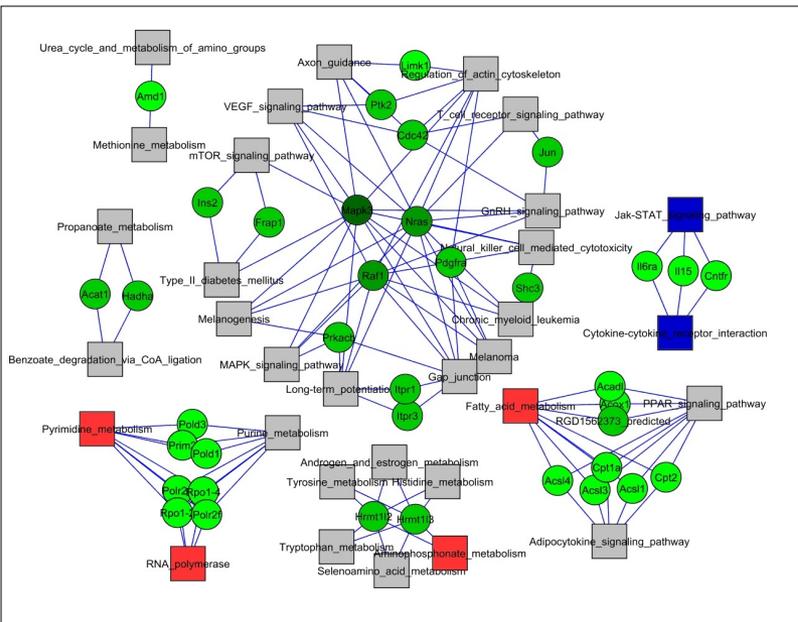
The contribution of the Bologna unit will be along three lines:

- 1) Measurement of DNA methylation level by the highest-throughput and state-of-the art technology actually available, the Illumina Infinium 450k Human Methylation array, that allows to measure the methylation level in about 480000 loci along whole human DNA chain.
- 2) Gene expression measurements by Affymetrix, GeneChip Human Transcriptome analysis HTA 2.0: containing more than 80000 probes, able to quantify expression level of genes.
- 3) Reactive Oxygen Species production and cell motility after Ionizing Radiation irradiation by Scanning Electrochemical Microscopy and Phase contrast and fluorescence Microscopy

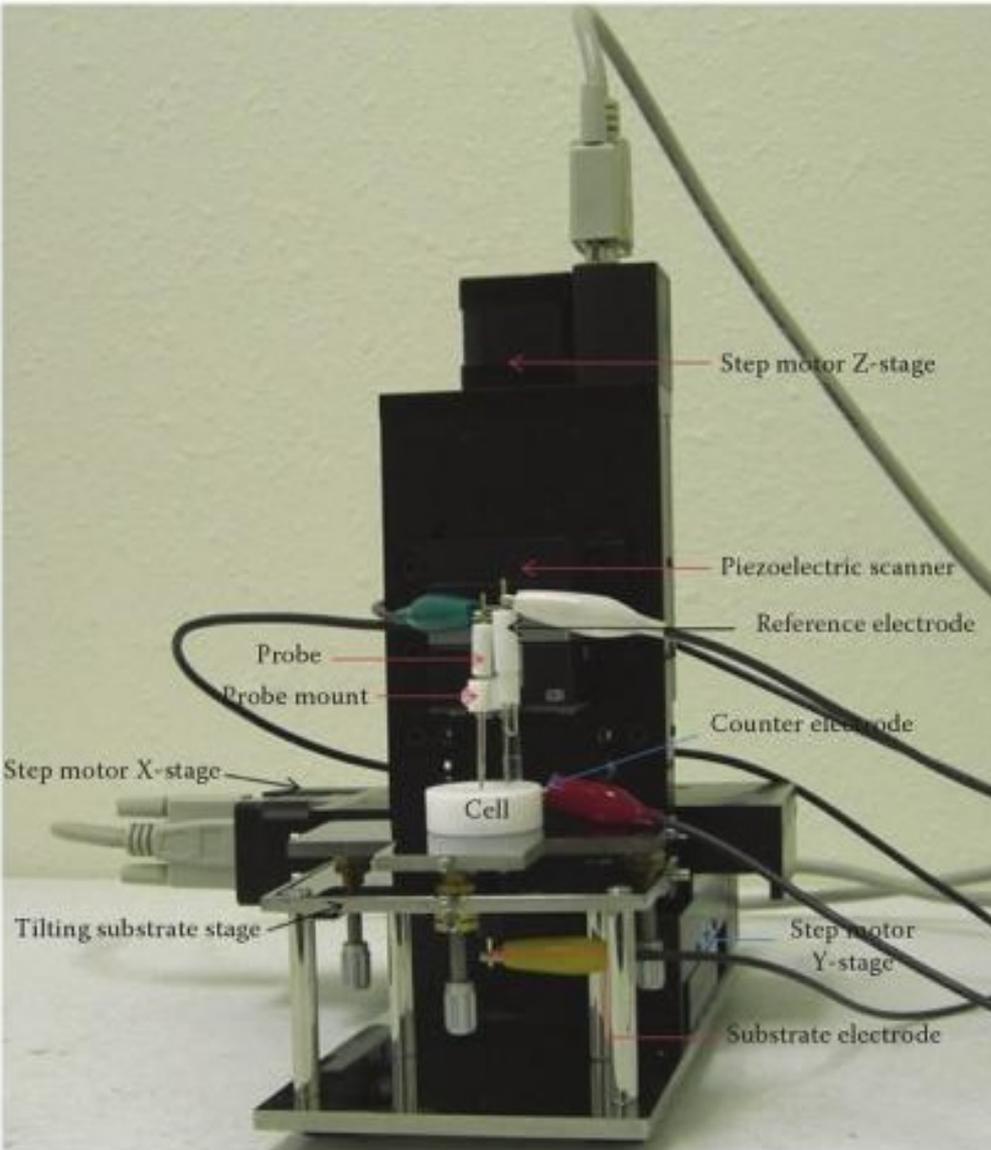


The data produced by the omic techniques 1) and 2) will be analysed by Systems Biology methods such as gene-network reconstruction aimed to identify the pathways involved in radiation response

- Network-based approaches to Biological Systems
- Novel algorithms for *omics* data analysis



Scanning Electrochemical Microscopy



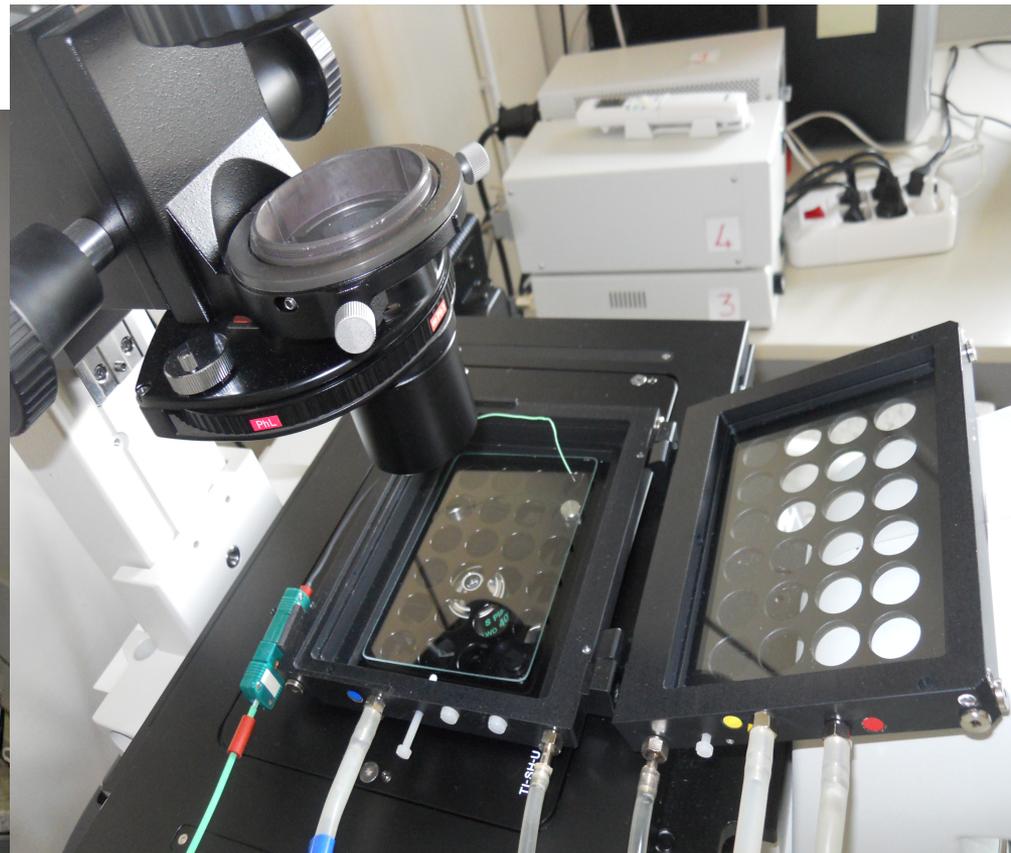
This “microscope” uses a micropipette (electrode) capable to detect chemical species at a nanomolar concentration. The electrode can be placed near to the cell surface or inside the cell by a piezoelectric scanner. The electrical current is proportional to the Reactive Oxygen Species concentration. By a scanning of the surface near to the cell membrane it is possible to obtain a “topographic map” of the ROS concentration.

Cell motility measurements. Our lab is equipped with an optical workstation with a stage incubator and a computerized system allowing live cell experiments and data acquisition with the desired frequency up to one week

Panoramic view of the microscope



Detailed view of the stage incubator



- 1: Menichetti G, Bianconi G, Castellani G, Giampieri E, Remondini D. Multiscale characterization of ageing and cancer progression by a novel network entropy measure. *Mol Biosyst.* 2015 Jun 16;11(7):1824-31.
- 2: Virelli A, Zironi I, Pasi F, Ceccolini E, Nano R, Facoetti A, Gavoçi E, Fiore MR, Rocchi F, Mostacci D, Cucchi G, Castellani G, Sumini M, Orecchia R. EARLY EFFECTS COMPARISON OF X RAYS DELIVERED AT HIGH-DOSE-RATE PULSES BY A PLASMA FOCUS DEVICE AND AT LOW DOSE RATE ON HUMAN TUMOUR CELLS. *Radiat Prot Dosimetry.* 2015 Apr 16.
- 3: Bacalini MG, Boattini A, Gentilini D, Giampieri E, Pirazzini C, Giuliani C, Fontanesi E, Remondini D, Capri M, Del Rio A, Luiselli D, Vitale G, Mari D, Castellani G, Di Blasio AM, Salvioli S, Franceschi C, Garagnani P. A meta-analysis on age-associated changes in blood DNA methylation: results from an original analysis pipeline for Infinium 450k data. *Aging (Albany NY).* 2015 Feb;7(2):97-109.
- 4: Garagnani P, Bacalini MG, Pirazzini C, Gori D, Giuliani C, Mari D, Di Blasio AM, Gentilini D, Vitale G, Collino S, Rezzi S, Castellani G, Capri M, Salvioli S, Franceschi C. Methylation of ELOVL2 gene as a new epigenetic marker of age. *Aging Cell.* 2012 Dec;11(6):1132-4.
- 5: Francesconi M, Remondini D, Neretti N, Sedivy JM, Cooper LN, Verondini E, Milanese L, Castellani G. Reconstructing networks of pathways via significance analysis of their intersections. *BMC Bioinformatics.* 2008 Apr 25;9 Suppl 4:S9.
- 6: Remondini D, O'Connell B, Intrator N, Sedivy JM, Neretti N, Castellani GC, Cooper LN. Targeting c-Myc-activated genes with a correlation method: detection of global changes in large gene expression network dynamics. *Proc Natl Acad Sci U S A.* 2005 May 10;102(19):6902-6.

Esperimento BioSECTOR

Biofisica dei Secondary Effects e Comunicazione nella Terapia Oncologica con Radiazioni

Coordinatore:

Sezione di Trieste – Università di Trieste – Università di Verona – CNR-IOM Trieste

Partners:

Sezione di Bologna – Università di Bologna

Sezione di Napoli – Università di Napoli

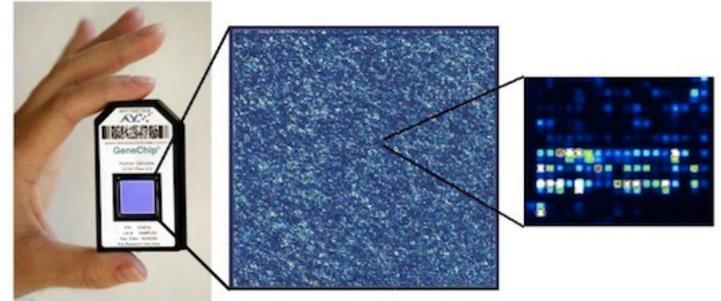
Sezione di Pavia – Università di Pavia

OBJECTIVE: characterization of the biophysical mechanisms related to radiotherapy inducing fibrosis (radiobiology project)

Bologna UO: 2.4 FTE

UO Bologna - objectives

- Generation of whole-genome transcriptomics data (gene expression microarray chips with 80000 measured probes for each sample)

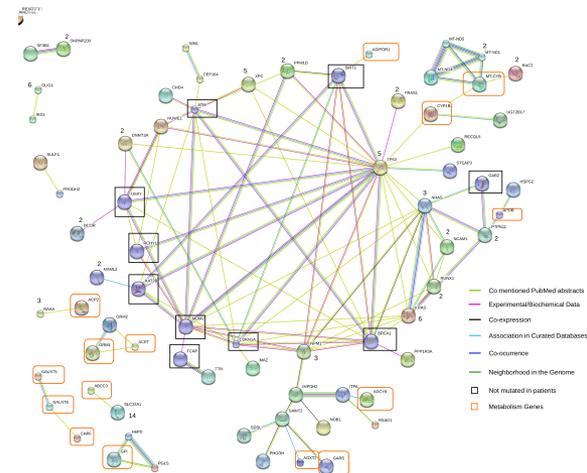
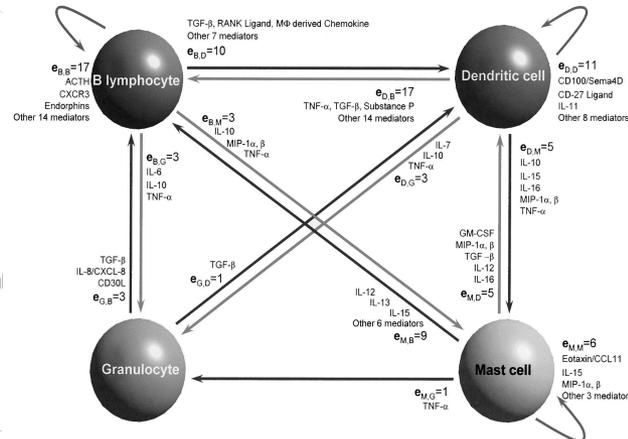
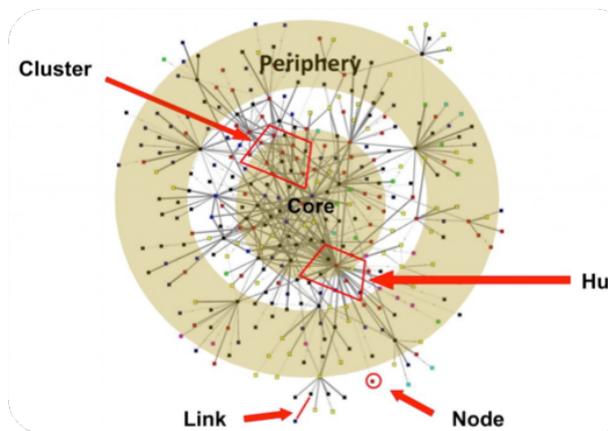


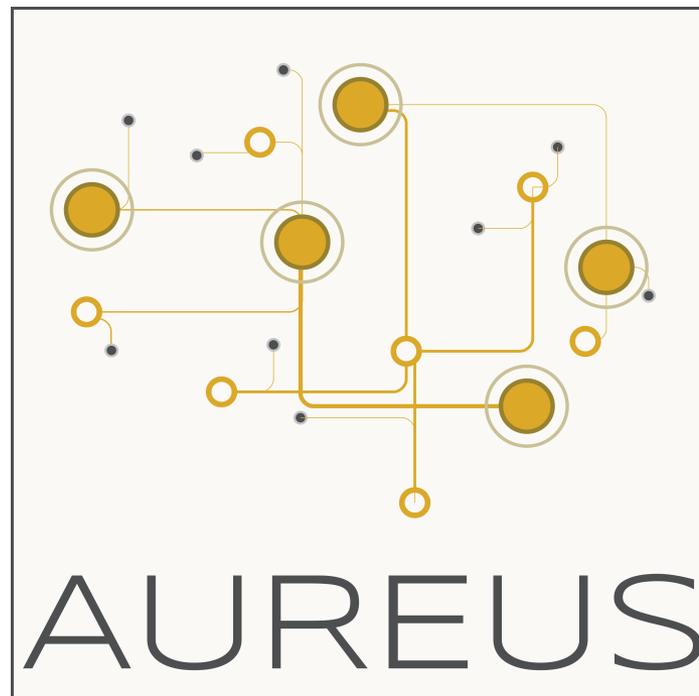
AIM: to characterize the cellular response to stressors (radiations) at a high-resolution microscopical level (i.e. the activity of single genes and functional RNAs)

UO Bologna - objectives

- Analysis of the generated gene expression data
- Modeling of biological mechanisms related to gene expression by network-based approaches

AIM: to characterize the biological processes that cause fibrosis, in order to suggest novel therapeutic protocols (radiation+pharmacological) to prevent or mitigate it





Resp. Nazionale: D. Remondini

Integration of multiscale analysis and modelling approaches with high-throughput omics data for the characterization of a “gold standard” in healthy ageing

INFN - CSN5 Call - 2016

Unità Operative

INFN / Università

- Bologna (Coordinatore) 3.1 FTE
- Genova
- Torino
- Bari
- Palermo

COLLABORAZIONI ESTERNE

- GENOS Ltd (KR)
- DIMES/DIBINEM/CIRC (UniBO IT),
- Neurofisiologica Clinica - Dipartimento di Neuroscienze (DINO GMI) IRCSS S. Martino, (UniGE, IT);
- Dipartimento di Medicina (UniPG, IT)

General scopes

- Construct and characterize a database – golden standard – of healthy controls, that will allow to increase the resolution and discrimination power of pathological subjects (early stage or “mild” neurodegenerative pathologies)
- Generate novel high-throughput “omics” measures (gene expression, methylation, glycomics) to be integrated with imaging data, in order to increase the observables available for diagnosis/prognosis/modelling
- Apply novel methods based on stochastic processes and network theory, in order to develop powerful machine learning methods for sample classification
- Final goal: to understand the underlying biological mechanisms (at a cellular and subcellular level) to suggest novel therapeutic targets and strategies

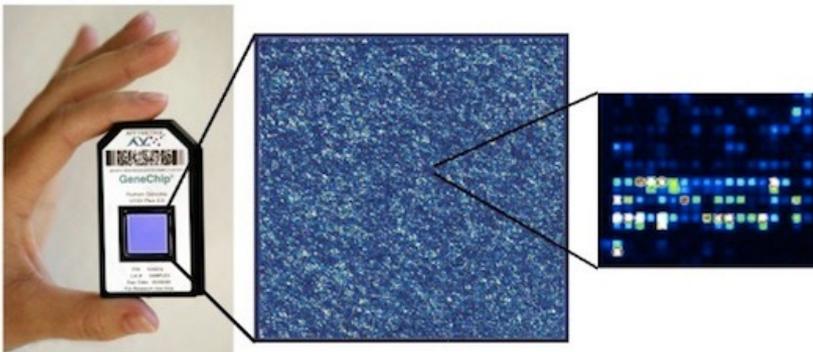
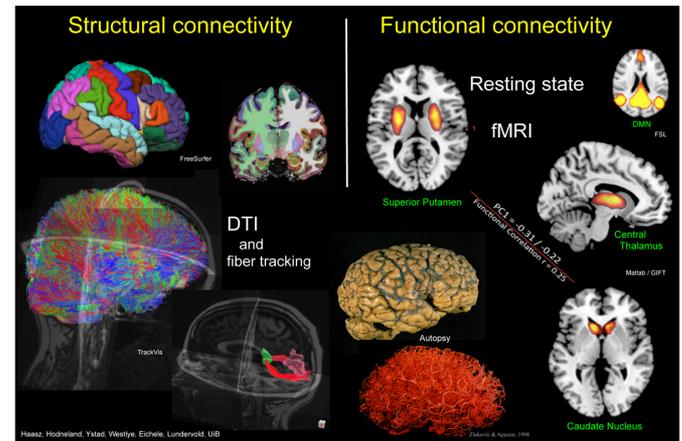
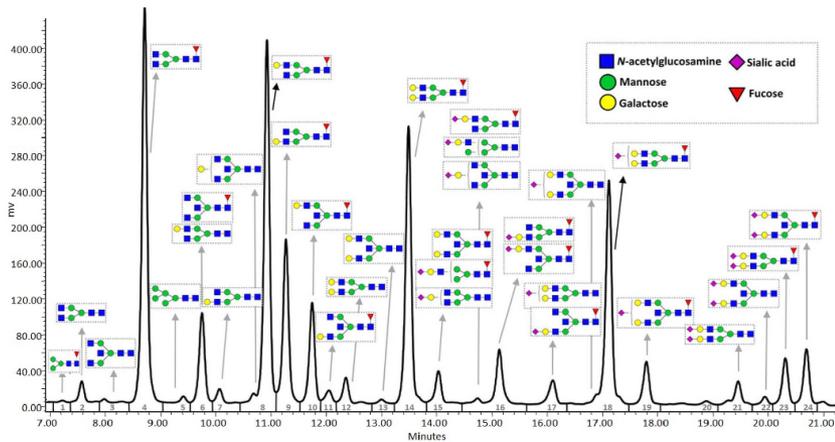
Objectives - 1

Create a **database** of highly characterized samples in order to define a **golden standard** versus which compare specific neurodegenerative case studies (such as Alzheimer, Parkinson, Mild Cognitive Impairment)

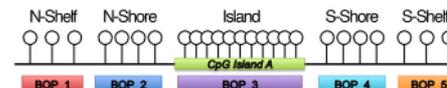


Objectives - 2

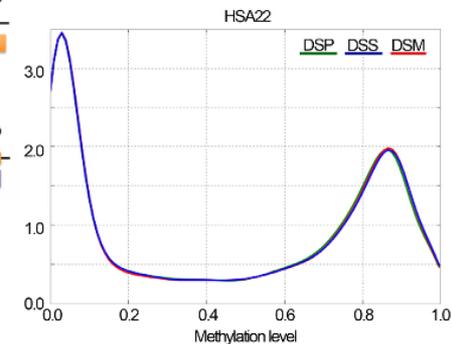
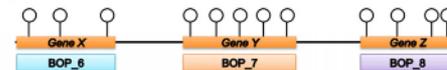
Generate imaging (NMR, BOLD, DTI) and omics data (gene expression, methylation, glycomics) for the studied samples for a more complete characterization of their state



Class A and Class B



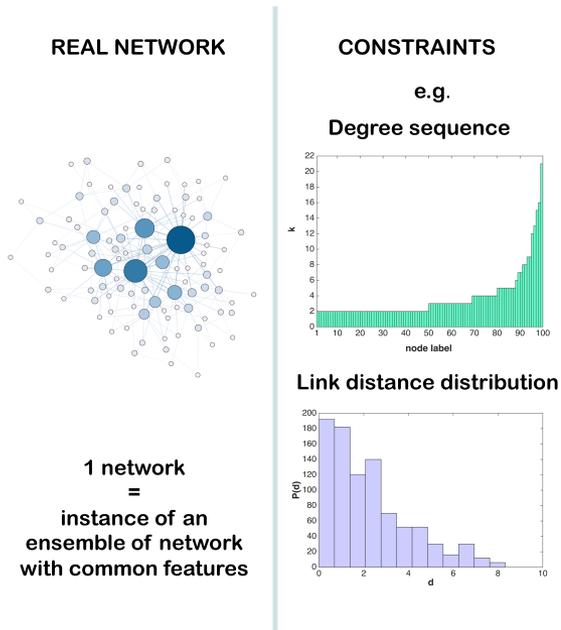
Class C



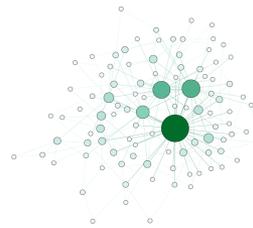
Objectives - 3

Apply novel methods (stochastic, network-based) to integrate the experimental observables obtained:

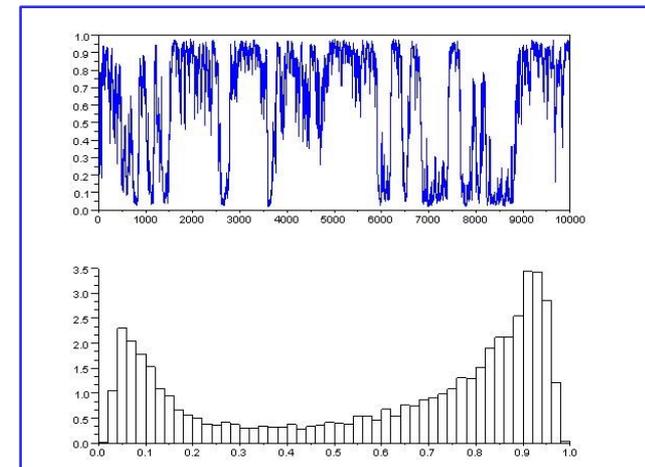
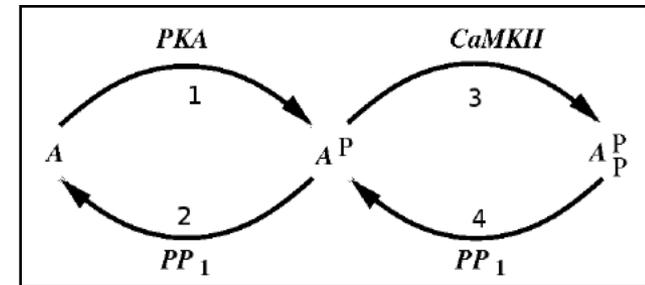
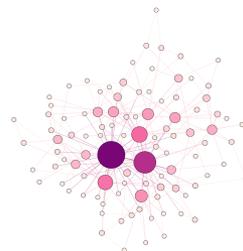
- For defining robust and performing **biomarkers**
- To characterize the underlying **biological mechanisms**
- To propose **novel therapeutical targets**



NETWORK ENSEMBLE



$S \approx \#N$ of networks



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
ESSMIUR	Simulazione linea fascio bassa energia	Bazzani	BO, LNL, LNS, MI	2013-2025

Prospettive per il 2016

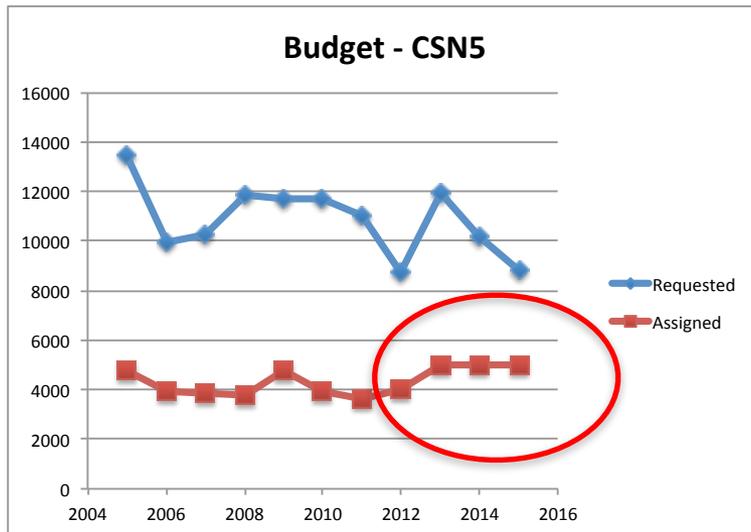
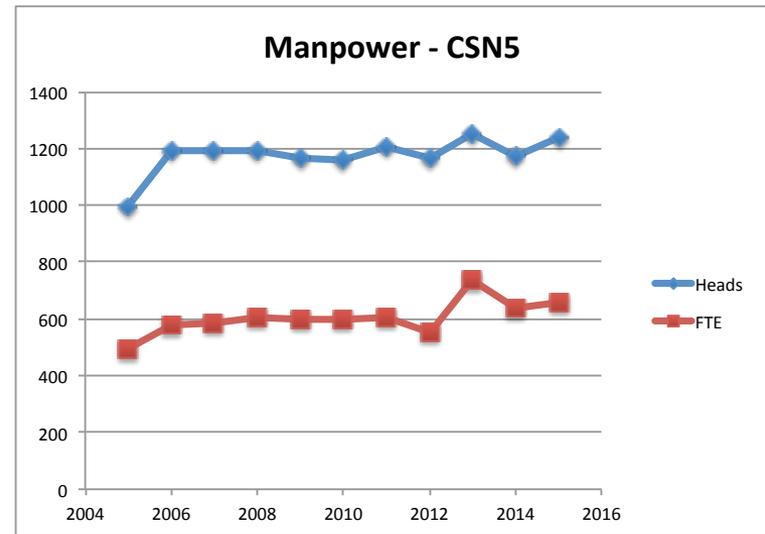
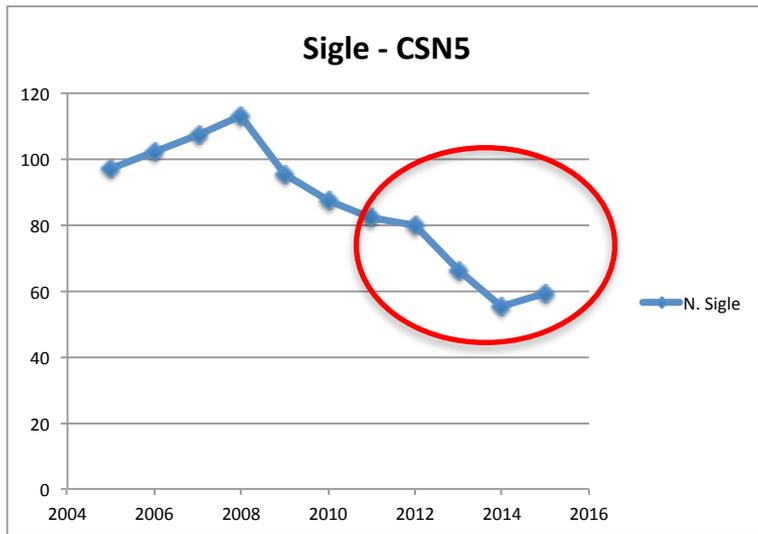
- **Terminano 5** esperimenti
REDSOX, CHNET, MERIDIAN, SL-G-RESIST, ELIMED
- **Continuano 4** esperimenti
FLARES, HVR_CCPD, UFSD, ESS_MIUR
- **6 Nuove** proposte:
 - REDSOX2: SDD
 - SCENTT:
 - LAUPER: raggi X per radioterapia
 - ETHICS: radiobiologia
 - BIOSECTOR: radiobiologia
 - AUREUS (Call): imaging NMR combinata con studi biologici

Richieste servizi

Servizio	m.u.	Periodo
Elettronica	21	Gen-Dic
S. Tecn. Generale	9	Gen-Dic
Officina Meccanica	7.5	Gen-Dic
Progett. Meccanica	-	-
Calcolo e reti	-	-

Grazie per l'attenzione !

Quadro Storico CSN5



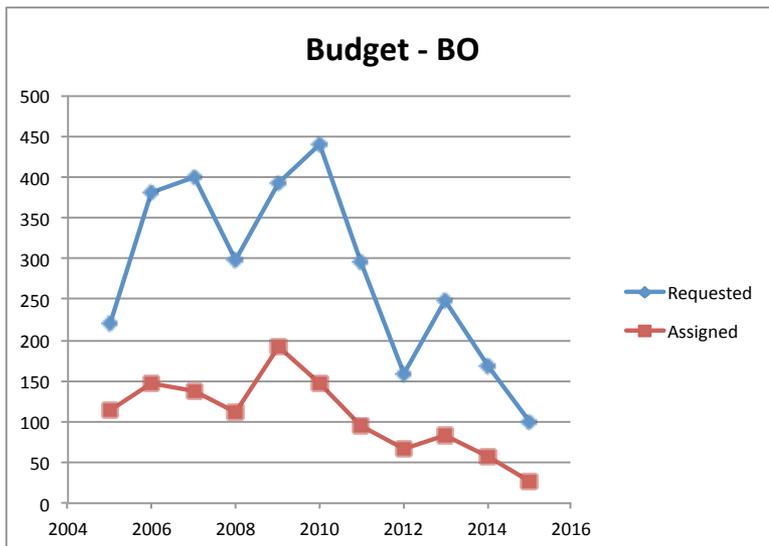
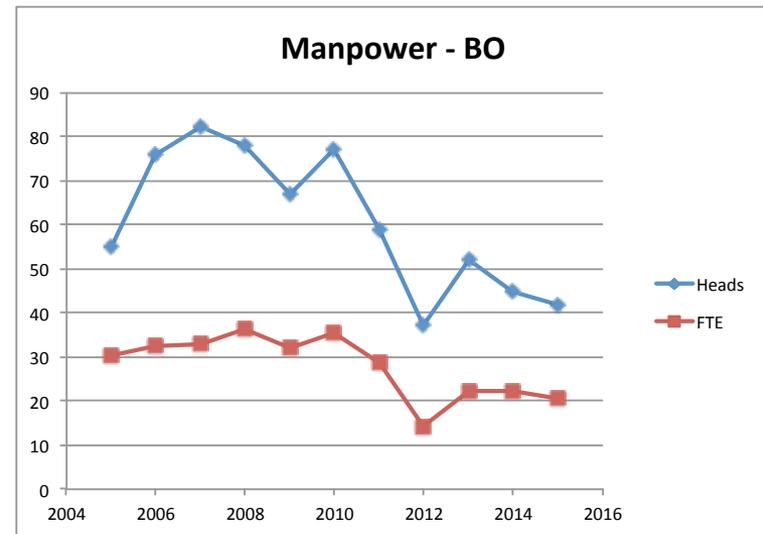
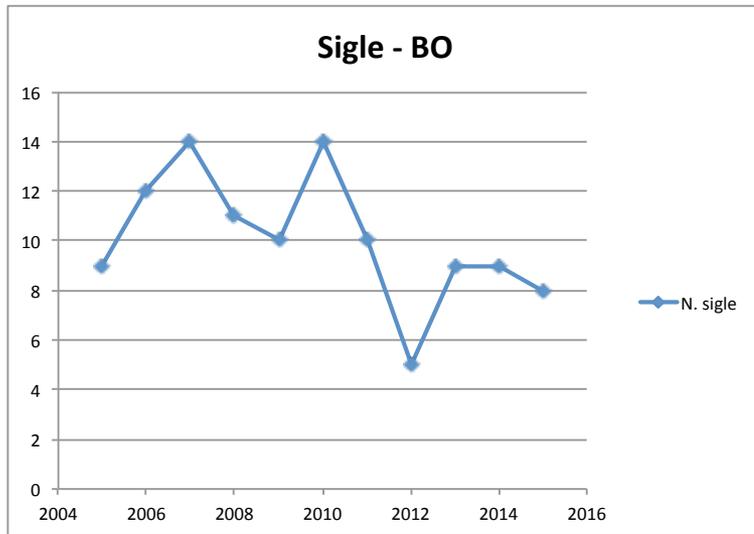
Nel 2015:

59 Sigle

658 FTE

5007 kE budget

Quadro Storico Locale



Nel 2015:

8

Sigle

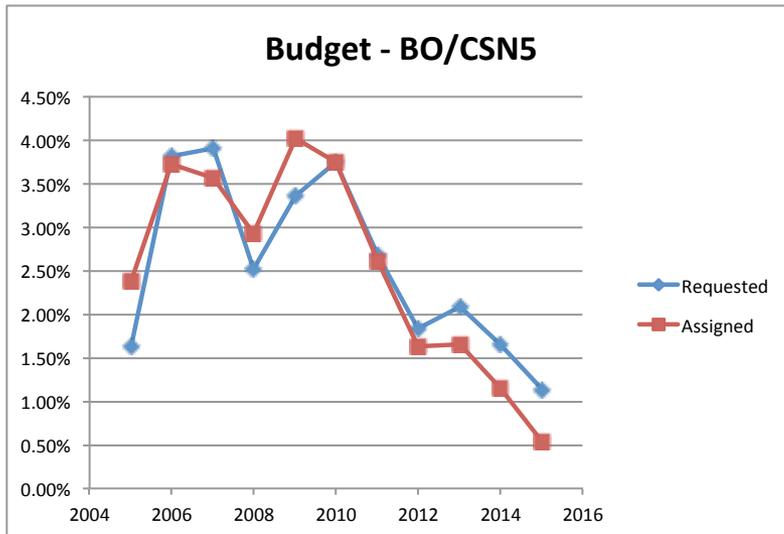
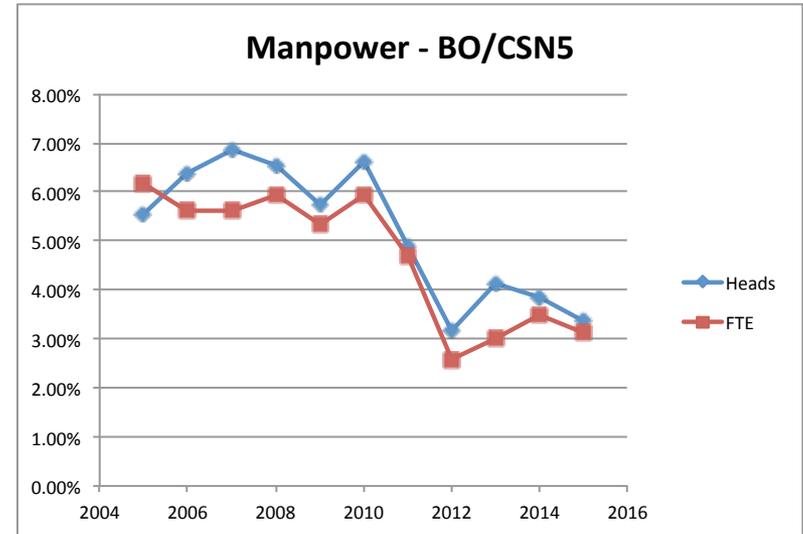
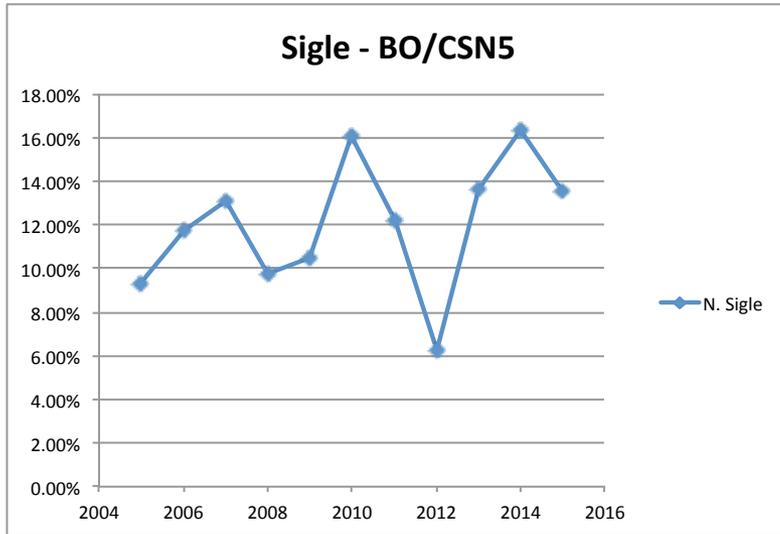
20.6

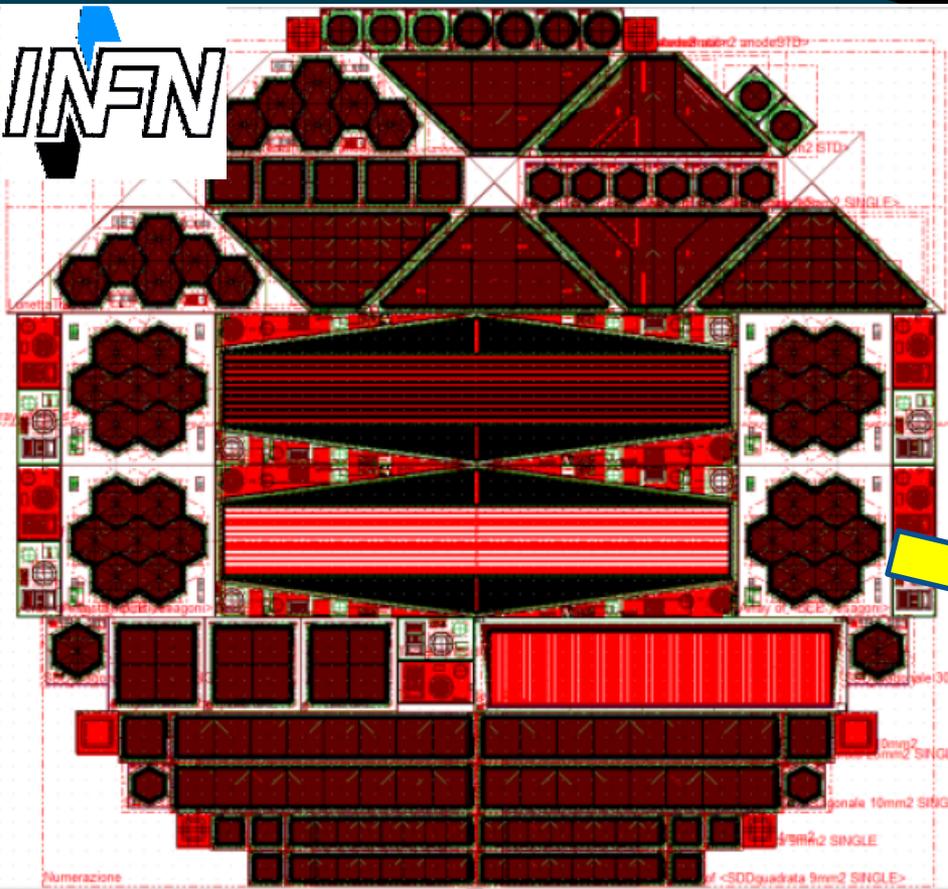
FTE

27 k€

budget

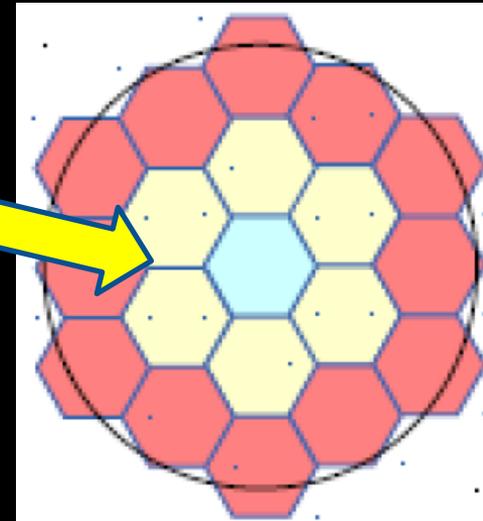
Storico BO/CSN5





FLARES

Flexible Light Apparatus for Rare Events Searches



cristallo
cilindrico di 5
cm di
diametro
Coperto con
SDD su
entrambe le
facce
circolari

Fisica del neutrino (doppio decadimento β) : 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.

- 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.

- Sono state sviluppate diverse tecnologie per l'elettronica di front-end criogenica a bassissimo rumore testate con celle SDD (matrici di 7 elementi) testate a -35°C .

- A settembre sono programmati i test criogenici a 75K.

- E' in corso di sviluppo un sistema di acquisizione completo a 36 canali.

• Per il 2016, si prevede di sviluppare due unità di rivelazione basate su due topologie possibili per la lettura di uno scintillatore di $30 \times 30 \times 30 \text{ mm}^3$:

a) array di 9 celle identiche per un totale di 900 mm^2

b) cella unica di 900 mm^2

Il sistema di acquisizione servirà 4 cristalli accoppiati con matrici di SDD per un totale di 36 canali.

FTE impegnati: 2.0

Richieste: 0.1 FTE Laboratorio di elettronica.

Esperimento CHNet



Ricerca
Trasferimento Tecnologico
Servizi verso terzi: soggetti pubblici e privati

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

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

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

La rete CHNet

BaL. Schiavulli

BoM. P. Morigi

Ct O. Troja

Fe F. Petrucci

Fi F. Taccetti

LNF A. Esposito

LNS P. Romano

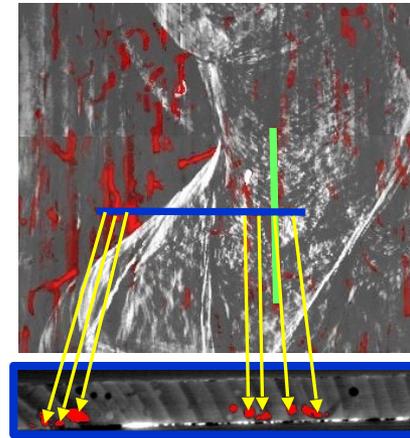
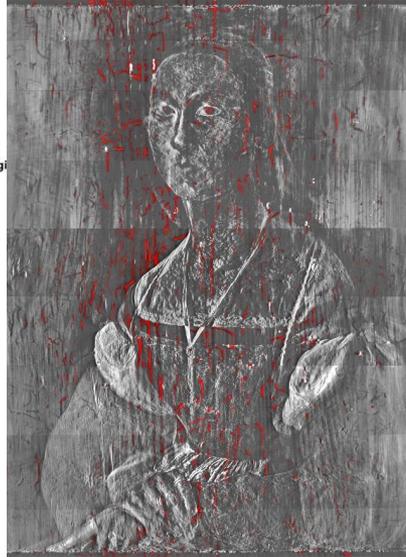
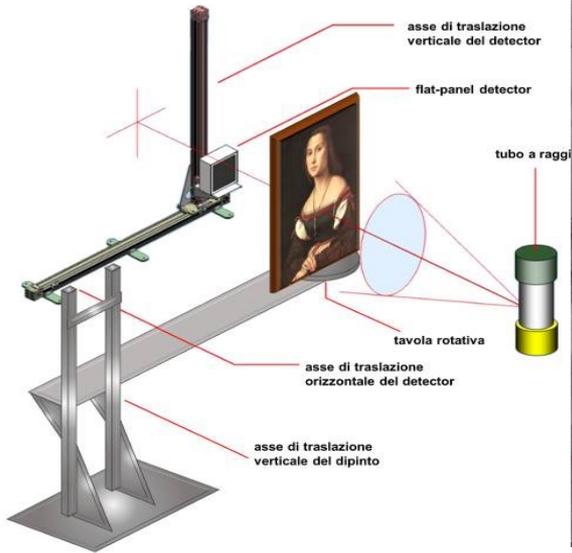
MiB E. Sibilia

NaL. Campajola

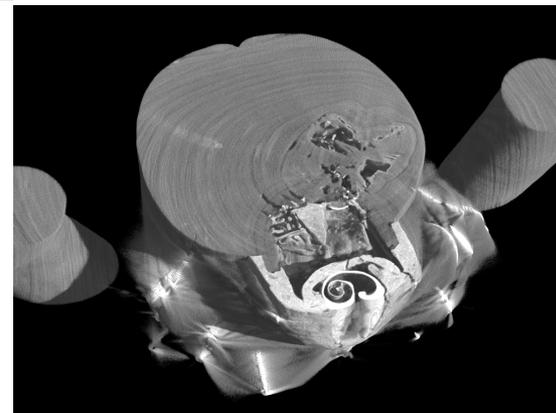
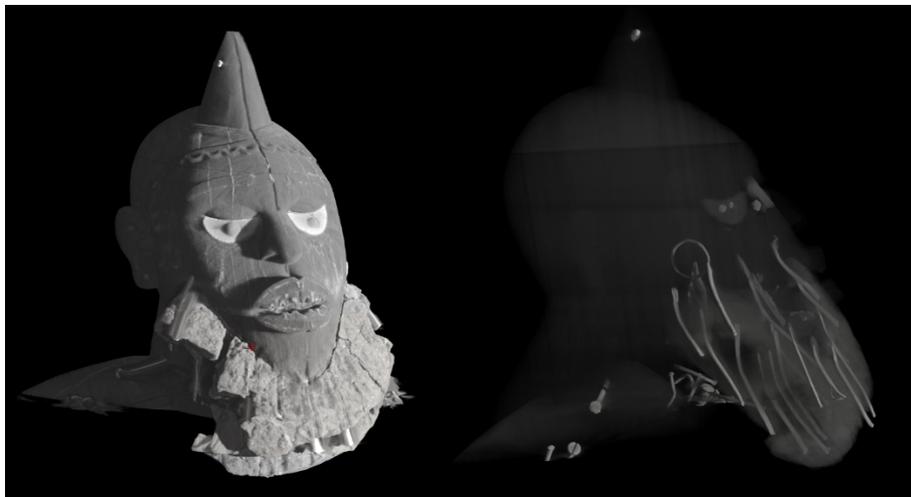
To A. LoGiudice



Attività presso Musei e Centri di Restauro



➤ Indagine tomografica di un dipinto di Raffaello, "La Muta", presso Opificio delle Pietre Dure di Firenze.



➤ TAC in situ di un feticcio africano presso il Museo Nazionale Preistorico Etnografico «Luigi Pigorini» di Roma.

