Gruppo 3 - Bologna

G. Scioli

Assemblea di Sezione - 11/07/2018

Esperimenti di G3 a BO

Linee di ricerca di CSN3 (*esperimenti a Bologna*):

1) Quark and Hadron Dynamics
2) Phase Transitions of Nuclear and Hadronic Matter (**ALICE**)
3) Nuclear Structure and Reaction Dynamics (**NUCL-EX, FAMU**)
4) Nuclear Astrophysics and Interdisciplinary Researches (**AEGIS**, **FOOT**, **n_TOF**)

→ EIC (G1 + G3)

FTE (totali): 28.2 (25.2 + 3)
FTE (afferenti): 25.5 (23.1 + 2.4)

Esperimento ALICE

Responsabile locale: P. Antonioli
12.5 +2.1 FTE
1 post-doc (contratto INFN per stranieri) (J. Wilkinson)

Lieve calo per entrata gruppo in altre iniziative (Dark Side, EIC_NET), una dimissione (B. Guerzoni), una persona attualmente fellow CERN (F. Bellini)

Responsabilità nell'esperimento: Conference Committee Chair (P. Antonioli), Outreach Coordinator (D. Hatzifotiadou), TOF Tech. Coord. (G. Scioli), (heavy flavour hadron decays – PAG (J. Wilkinson) PID (F. Noferini) Monte Carlo physics (R. Preghenella) , Run Manager (F. Carnesecchi, M. Colocci)

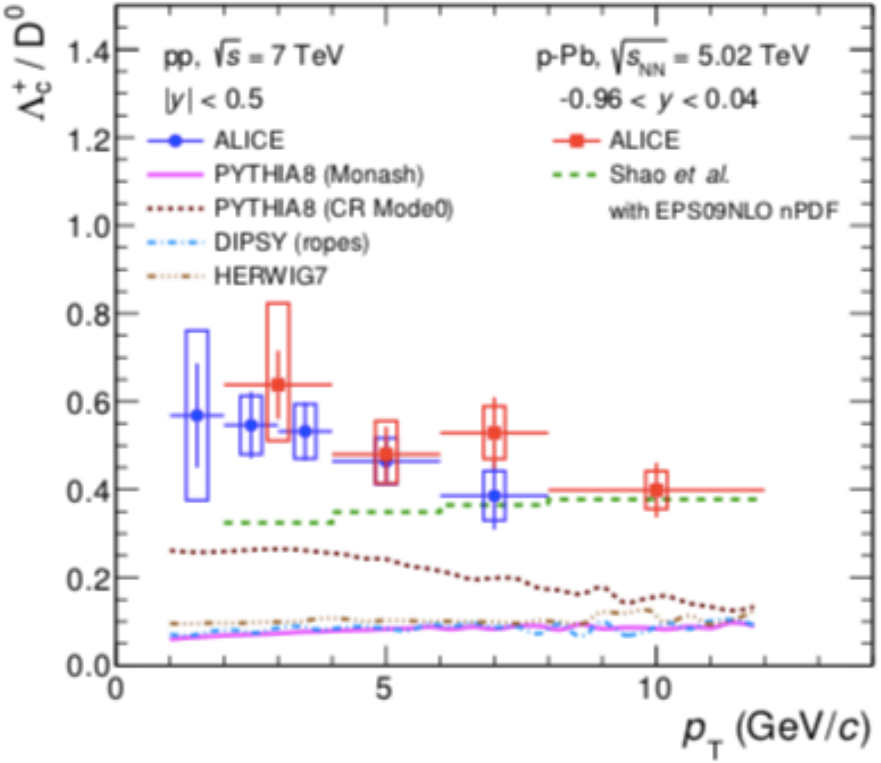
Recenti risultati in analisi:
- light flavours e soft probes: analisi $\Lambda(1520)$, f_0, spettri (Pb-Pb e Xe-Xe), (anti) deuteron vs multiplicity
- heavy flavours: Λ_c in pp, p-Pb e Pb-Pb

Hardware (durante LS2):
- manutenzione detector
- sostituzione scheda di readout (DRM2)

(Una selezione di) Risultati

JHEP 04 (2018) 108
A. Alici, , P. Antonioli, J. Wilkinson, C. Zampolli

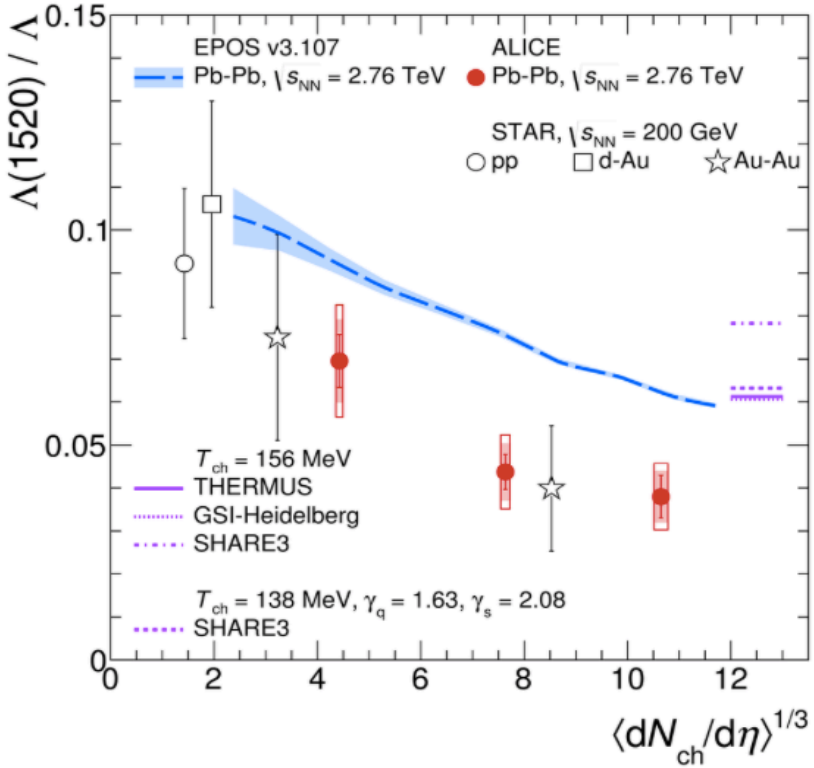
Λ_c



1) produzione del barione Λc superiore di un fattore 2-3 rispetto alle previsioni teoriche
2) dal rapporto Λc/mesone si vede che la frammentazione in barioni HF non è riprodotta nei modelli teorici.

arXiv:1805.04361
R. Pregehenella

$\Lambda(1520)$

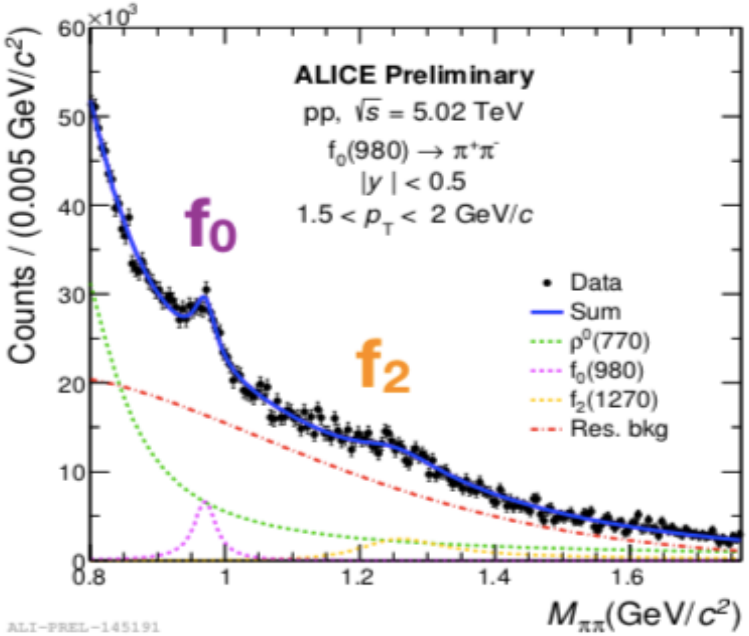


Prima evidenza della soppressione della produzione della risonanza barionica Λ(1520)
→ rescattering elastico dei prodotti di decadimento
→ forte supporto fase adronica densa $\tau(\Lambda(1520)) \simeq 12.6$ fm/c ≈ tempo di vita della fase adronica.

Quark Matter preliminary

F. Bellini, A. Lorenzo

f_0



Studio preliminare in pp del segnale fo (risonanza mesonica scalare)

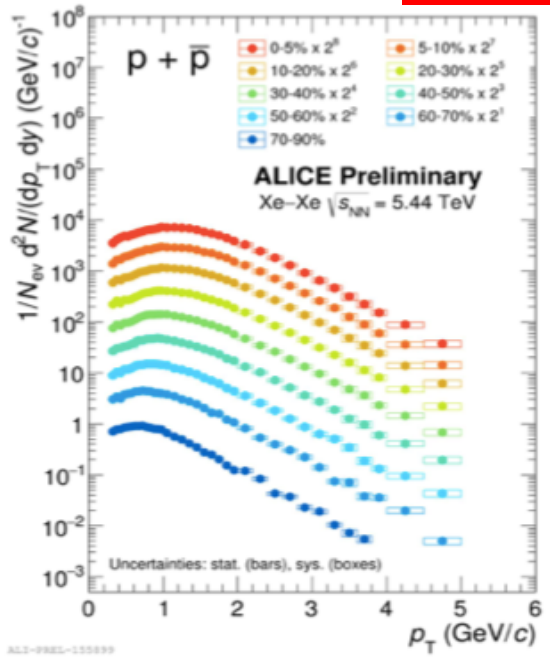
→ durata fase adronica

→ non si conosce la composizione in termini di quark.

Xe-Xe spectra

identified spectra

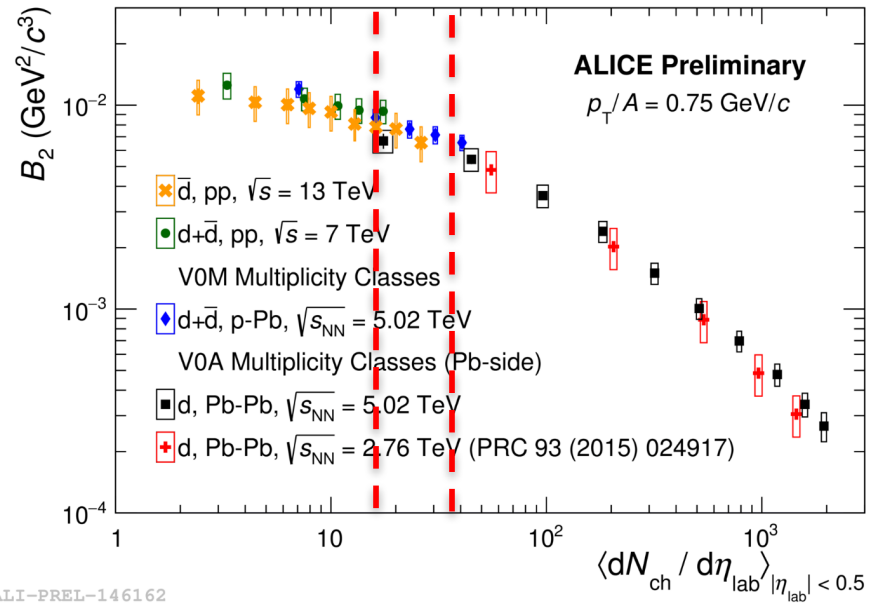
S. Ragoni, F. Noferini, N. Jacazio



Grazie alla risoluzione del TOF di 56ps

→ separazione p/K fino a 5 GeV/c

M. Colocci



(anti) deuteron vs multiplicity

Due regioni di produzione:

→ sinistra: dimensione sistema < dimensione del deutone → produzione per coalescenza del deutone è favorita

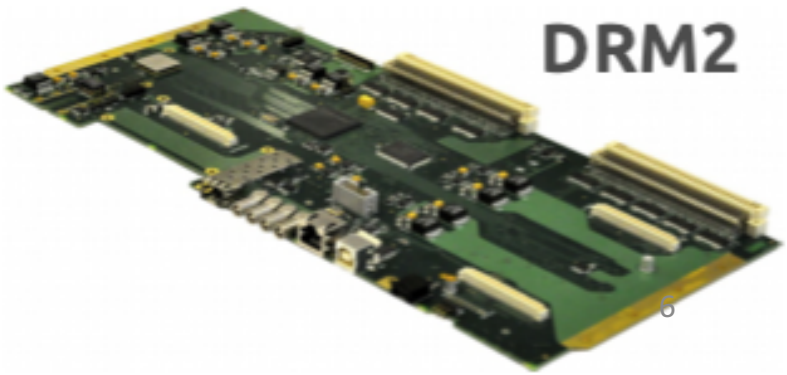
→ destra: dimensione sistema > dimensione del deutone → è ridotta

N.B.: la misura del parametro di coalescenza B2, B3 rilevante per fondi $^3\overline{\mathrm{He}}$ in AMS/02 (Blum et al., PRD 96 (2017) 103021)

Attività 2019

- impegno su analisi "as usual" (attesi risultati/pubblicazioni su Λc (p-Pb, Pb-Pb), spettri Xe-Xe e Pb-Pb, (anti) deutone vs molteplicità e f0)

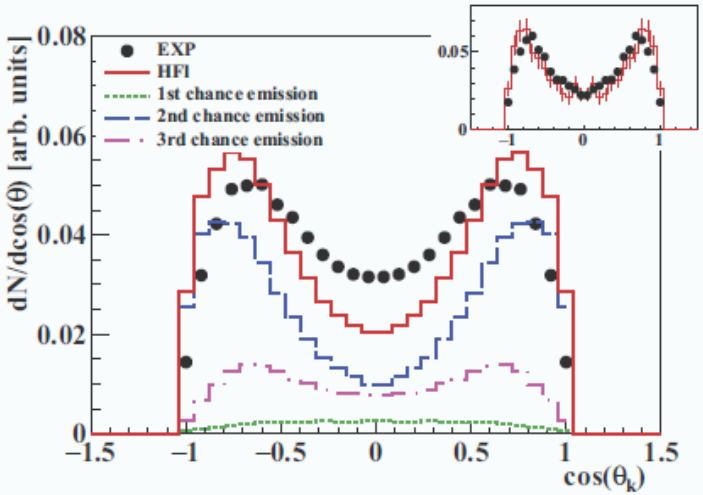
- **LS2**:
  - test, installazione e commissioning DRM2 (Lab. Elettronica)
  - maintenance della configurazione cluster slow control (CCL)
  - re-furbishment A1395 (DC/DC converter) → Officina meccanica, STG (movimentazione SM)
  - in generale manutenzione elettronica (piu' facile accessibilità durante LS2) STG



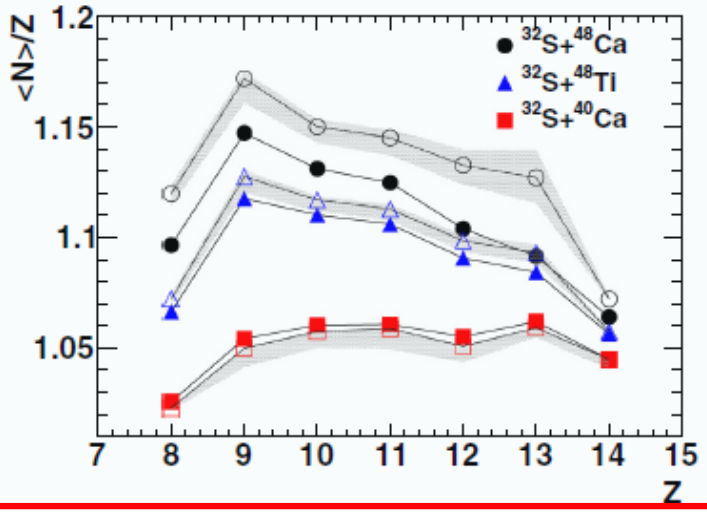
Pubblicazioni/attività sperimentale 2017-2018

GARFIELD + RCo

Analisi terminate: reazione $^{13}C+^{12}C$
Differenze fra Branching ratio exp e da modello statistico



Reazioni $^{32}S+^{40,48}Ca$ e $^{32}S+^{48}Ti$
Effetti di diffusione di isospin

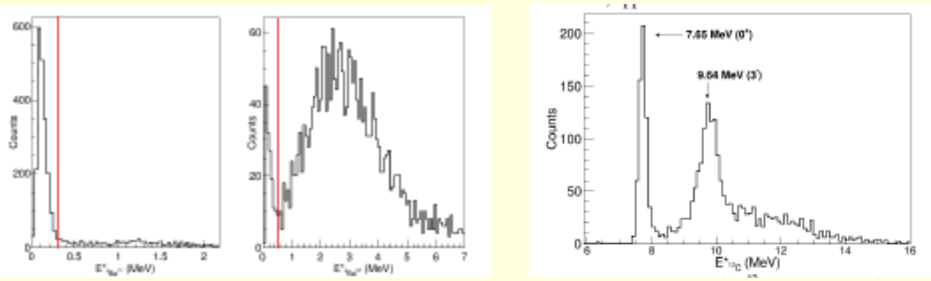


- S. Valdre' et al. Acta Phys Pol. (2017) 142
- G. Poggi et al. Acta Phys Pol. 48 (2017) 377
- I. Lombardo et al. Acta Phys Pol. 48 (2017) 467
- D. Dell'Aquila et al. Phys. Rev. Lett. 119 (2017) 132501
- S. Piantelli et al. Phys. Rev. C 96 (2017) 34622
- D. Dell'Aquila et al. Nucl. Instr. Meth. A877(2018) 227
- A. Camaiani et al. Phys. Rev. C 97 (2018) 44607
- M. Cicerchia Nuovo Cimento (in press)

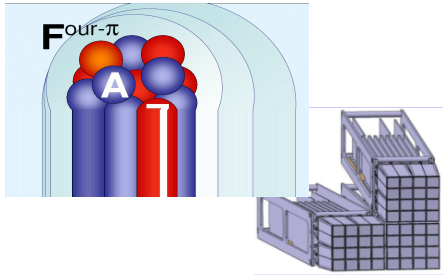
Prossimi turni sperimentali:

- ***Studio dei livellli a particella singola del ^{33}Cl (LNL)***
- ***Studio della perdita di energia di ioni pesanti in gas (ATS a LNS)***
- ***Sezioni d'urto totali (FAZIA a LNS)***
- ***Misure MSU, GANIL, Polonia***

Analisi in corso: reazione $^{16}O+^{12}C$
quasi proiettile $^{16}O \rightarrow \alpha+\alpha+\alpha+\alpha$



Studio dell'importanza relativa dei canali
$^{16}O \rightarrow ^{8}Be+^{8}Be$ e $^{16}O \rightarrow ^{12}C+\alpha$

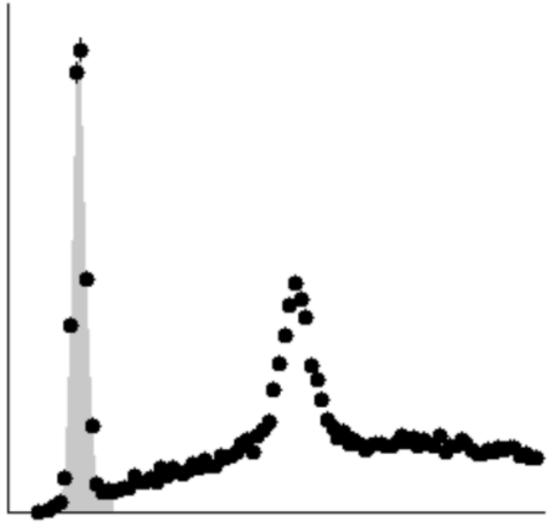


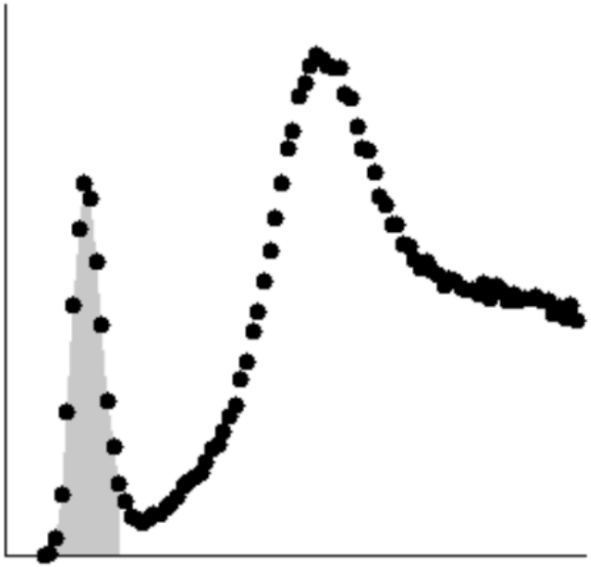
FAZIA

Attività sperimentale 2017-2018

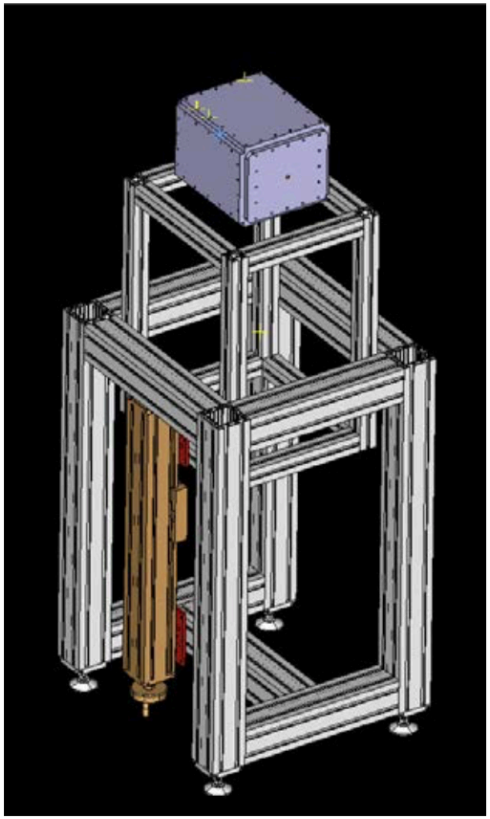
In medium effects on nuclear structure properties
$^{32,36}S+^{12}C$ @ 25, 50 AMeV

Studio del decadimento dello stato di Hoyle del ^{12}C quando si trova all'interno di un nucleo pesante eccitato: ricerca di effetti del mezzo.
Diversa importanza relativa (e larghezza) fra lo stato di Hoyle e lo stato a 9,64 MeV di eccitazione in funzione dell'energia cinetica del ^{12}C.
Analisi in corso

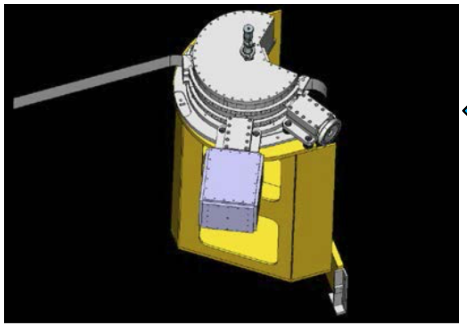




ATS (Active Target x SPES)



Realizzato un supporto regolabile che serve per allineare l'apparato alle linee di fascio LNL e LNS e per il trasporto fra laboratori.
Misure previste
2018 (LNS)
2019 (LNL)

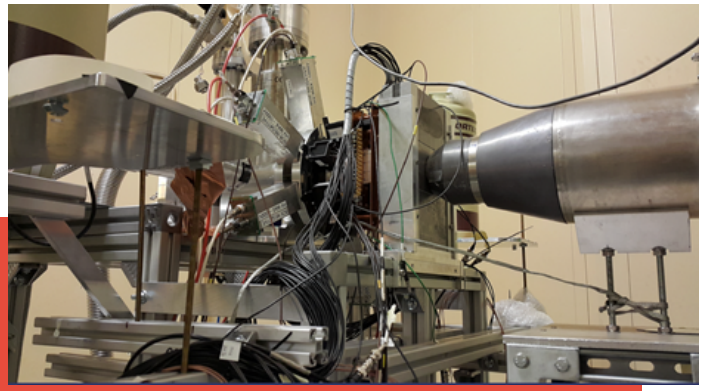


Camera di scattering con sliding seal che permettera' di misurare con fasci stabili e radiattivi a SPES
(progettazione INFN BO)

FAMU

Fisica degli Atomi MUonici

TRIESTE
BOLOGNA
PAVIA
ROMA 3
GSSI
MILANO BICOCCA
II° UNIVERSITA' DI NAPOLI

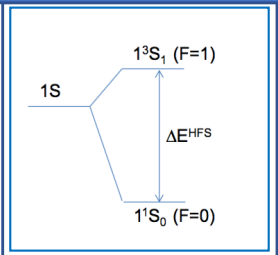


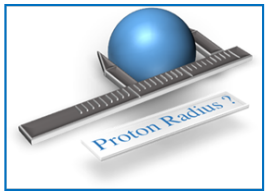
International experimental project, Italian leaded. X-ray spectroscopy of muonic atoms for the inner nucleus investigation.

Target:

- Measure of the **hyperfine splitting** (ΔE^{hfs}), in the ground state, of the **muonic hydrogen**.
- The **Zemach radius** (rZ) is the only observable related both to the **electric** and **magnetic** distribution of the **proton** and is depending on ΔE^{hfs}.
- This could provide an hint to solve the so called '**proton radius puzzle**'

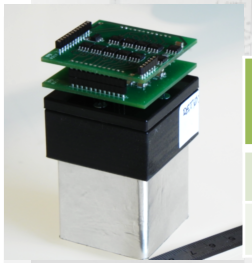
*Pohl, Randolf; Antognini, Aldo; Nez, François; et al. (8 July 2010). "The size of the proton". Nature. **466** (7303): 213–6.*





Sezione di Bologna: main detectors

- Develop a crown of **16 X-ray detectors**
- Made by coupling **LaBr3** scintillation crystal to UltraBiAlkaly **PMT**
- **Custom electronics** needed.

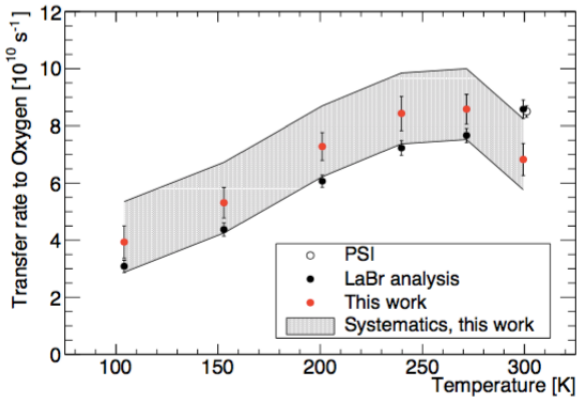


Energy (keV)	Literature resolution	Famu detector
122 keV	7.4%	8.8%
662 keV	2.8%	3.5%

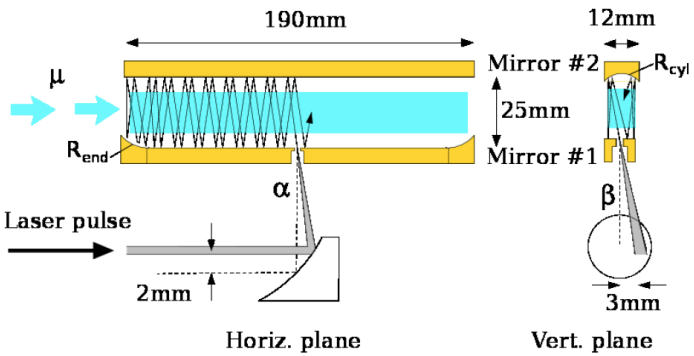
G. Baldazzi and al., The LaBr 3 (Ce) based detection system for the FAMU experiment, jinst, 12 (2017) 03

Activity update

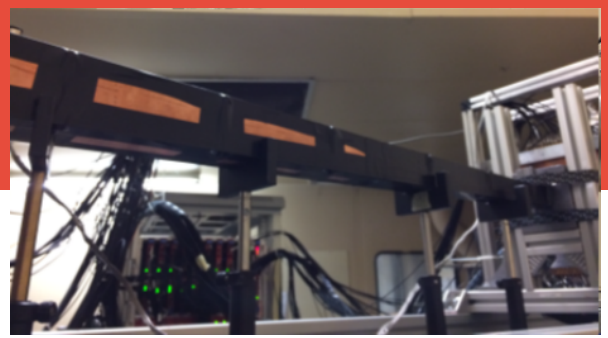
- Muons transfer rate from hydrogen to oxygen.



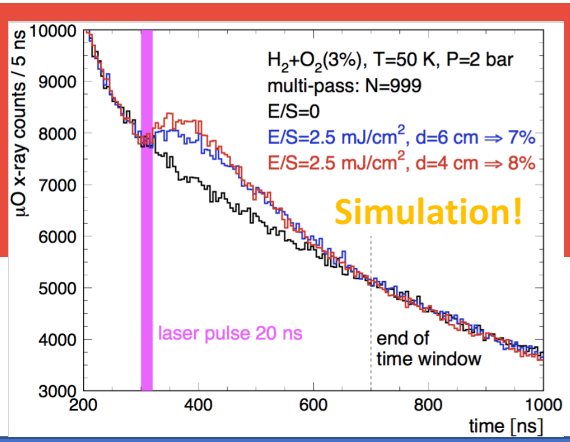
- Optical cavity study and definition of the final design



- Study on muon density enhancement with copper pyramidal optics.



- Towards the final measurement!



FTE

Andreani Lucia Associato Docente CSN III	10
Baldazzi Giuseppe Associato Ricercatore CSN III	50
Campana Riccardo Associato Assegnista CSN III	20
Fuschino Fabio Associato Assegnista CSN V	25
Gabrielli Alessandro Associato Ricercatore CSN I	20
Labanti Claudio Associato Ricercatore CSN V	25
Rossi Pier Luca Associato Tecnico Categoria D CSN III	20
Rignanese Luigi Pio Associato Dottorando	60
Numero Totale Ricercatori 8 FTE:	**2.3**

Tecnologi :

Travaglini Riccardo Dipendente Primo Tecnologo.	20
Zuffa Mirco Dipendente Tecnologo	50

INFN
Istituto Nazionale di Fisica Nucleare

TRIESTE
BOLOGNA
PAVIA
ROMA 3
GSSI
MILANO BICOCCA
II° UNIVERSITA' DI NAPOLI

FOOT: FragmentatiOn Of Target

13 Sections/Labs: Bari, Bologna, Frascati, Milano, Nagoya, Napoli, Perugia, Pisa, Roma1, Roma2, Strasburgo, Torino, Trento

People: ~85 researchers, ~40 FTE

Experiment accepted in CSN3 on September 2017

FOOT Status:

- Apparatus simulation in final phase
- Performed test beam on subdetectors
- First paper submitted
- 2018 and 2019 beam at GSI

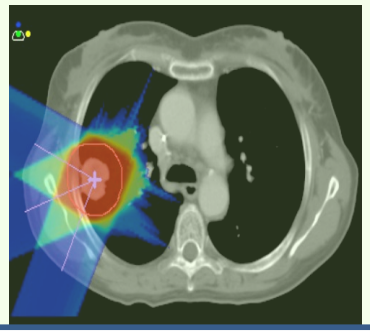
Responsibility of Bologna:

- software: track reconstruction and analysis
- Hardware: TDAQ of the apparatus

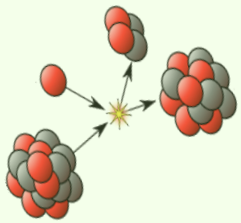
NOME	RUOLO	FTE
S. Biondi	Ass. di Ricerca	0.3
G. Bruni	Dirigente Ricerca	0.2
M. Franchini	Ass. di Ricerca	0.3
M. Garbini	Ricercatore	0.2
A. Mengarelli	Ass. di Ricerca	1.0
G. Sartorelli	Prof. Ord.	0.2
R. Ridolfi	PhD	1.0
M. Selvi	Ric. INFN III	0.2
R Spighi	Ric. INFN II	1.0
M. Villa	Prof. Ord.	0.3
A. Zoccoli	Prof. Ord.	0.1
TOTALE (2019)		4.8
Totale (2018)		2.1

Primary Goals: pA cross section fragmentation

Medicine: hadrontherapy



Nuclear physics



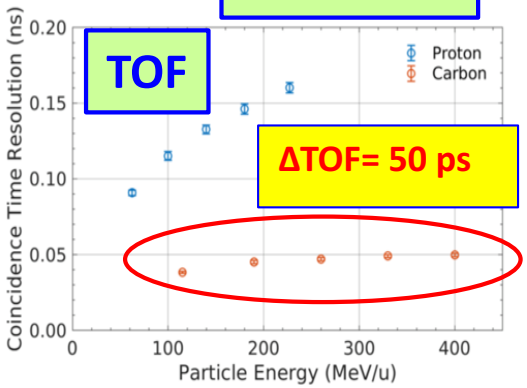
Spacecraft shielding

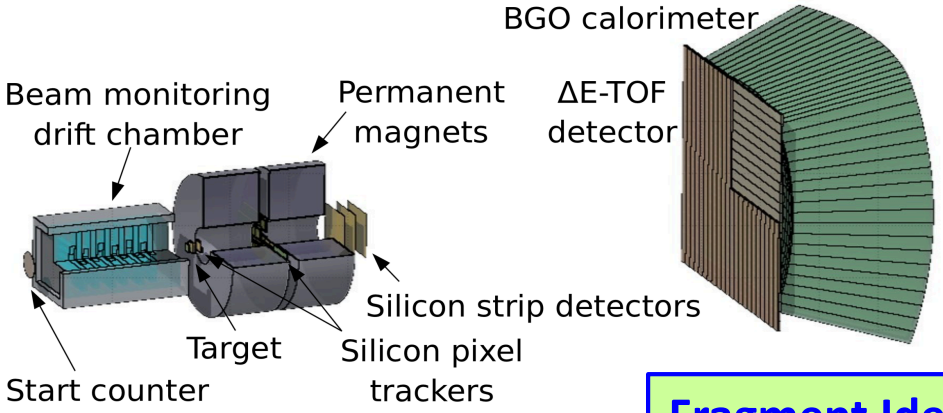
SERVIZI (2019)	m.u.
Centro Calcolo	1
Elettronica	2
Officina	2

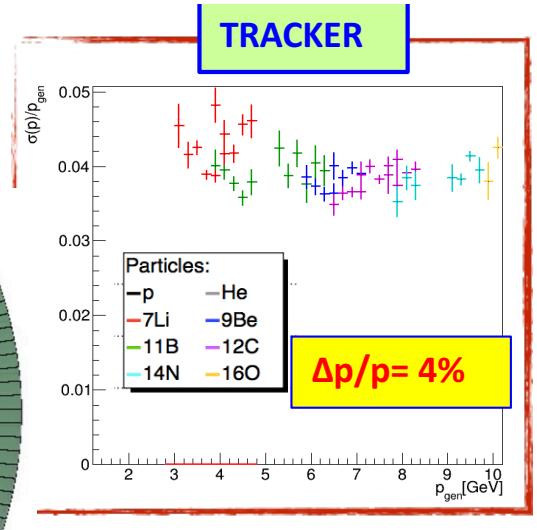
2018	kEuro
Richiesto	33.5
Stanziato	26.0

FOOT: Status

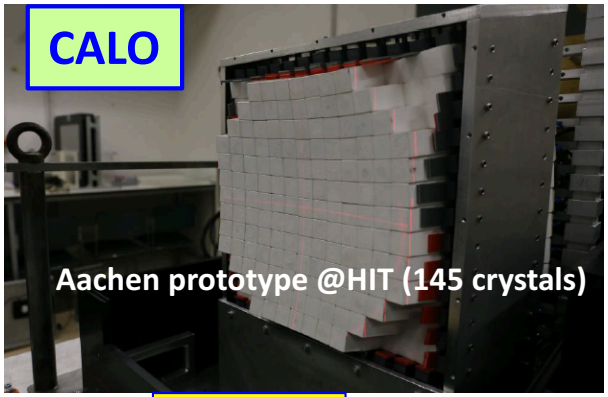
Test beam

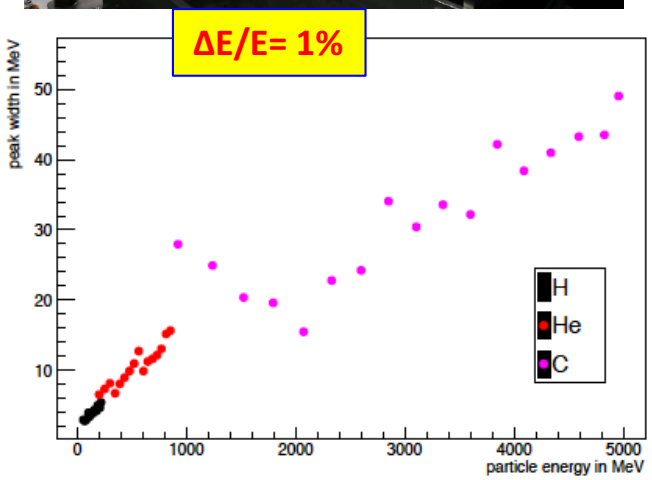


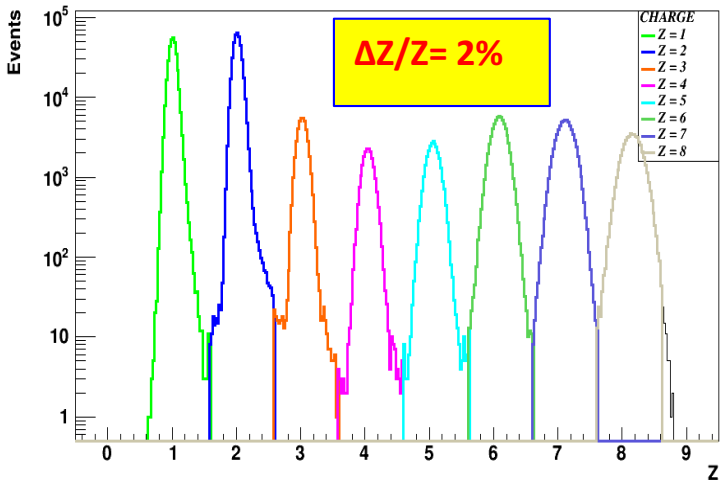




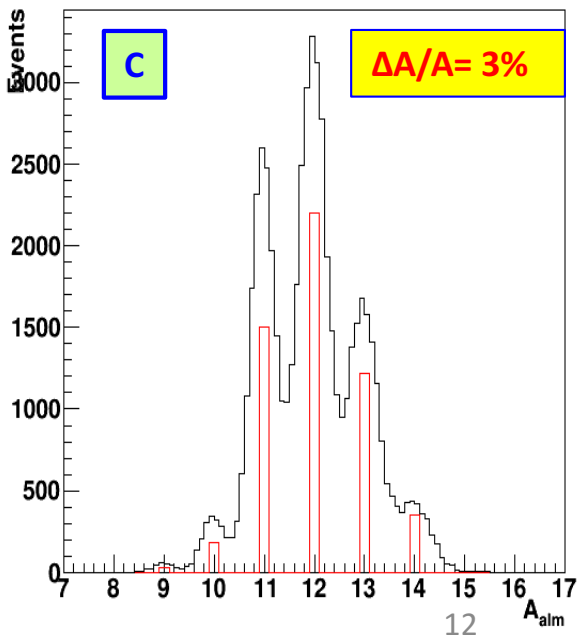
Fragment Identification (A,Z)







→ con le risoluzioni per TOF, CALO e Tracker è possibile ottenere per Z il 2% e A il 3%



Attività 2018

$^{7}Be(n,p)^{7}Li$

nucleosintesi del big bang/problema del litio cosmologico

$^{155,157}Gd(n,\gamma)$

applicazioni nelle tecnologie nucleari

$^{154}Gd(n,\gamma)$, $^{140}Ce(n,\gamma)$

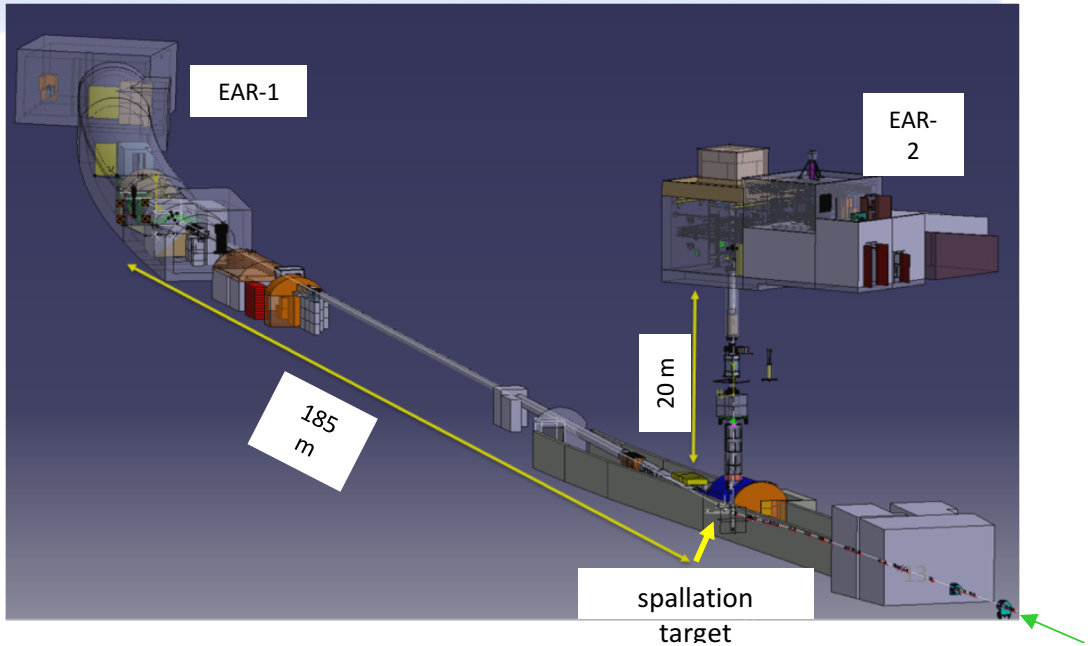
nucleosintesi stellare per cattura neutronica

PRT (proton recoil telescope)

sviluppo, test e presa dati con nuovi rivelatori per misure ad alta energia

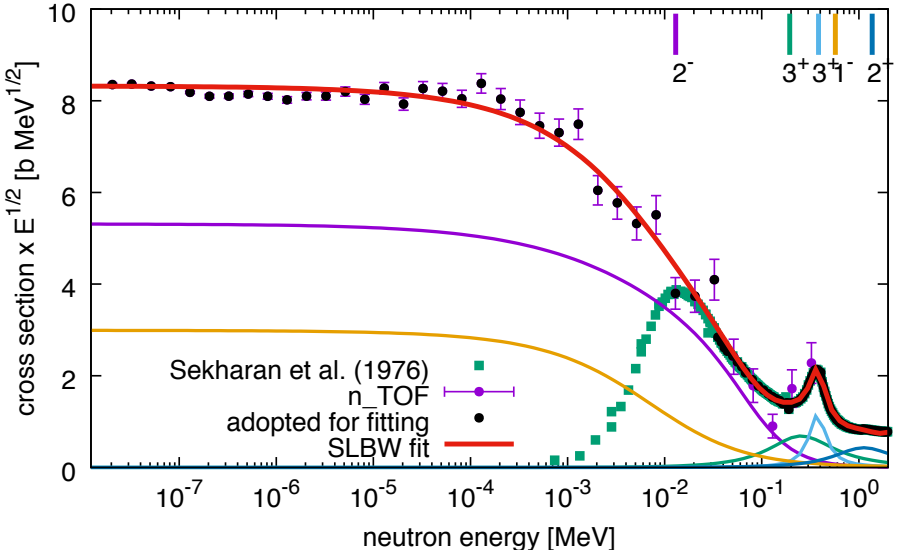
Il gruppo n_TOF di Bologna:
G. Vannini, A. Ventura, C. Massimi, G. Clai, A. Manna, D.M. Castelluccio, A. Mengoni (RL)

→ 7 persone, 5 FTE



Problem: a factor 3-4 overproduction of ^{7}Li abundance in Big Bang Nucleosynthesis calculations, respect to observations → CLiP

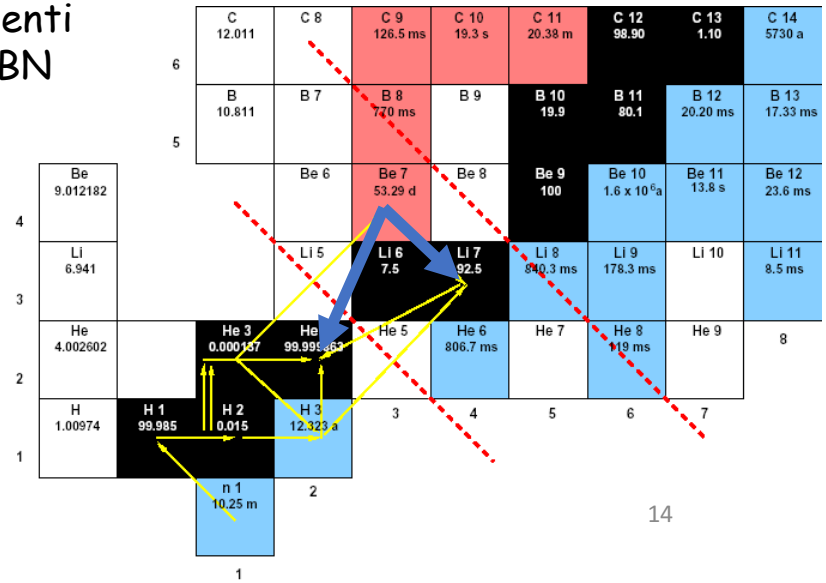
Possible solution investigated at CERN/n_TOF: destruction of ^{7}Be (progenitor of ^{7}Li) by neutron induced reactions.



Risultati:

1. Tassi di reazione molto diversi (superiori) rispetto ai precedenti
2. Aggiornamento delle stime di produzione del ^{7}Li nei calcoli BBN
3. Canale neutronico insufficiente per risolvere il CLiP

- ❑ due articoli su PRL (dicembre 2016 e luglio 2018)
- ❑ entrambi i lavori con primi autori e corrispondenti INFN
- ❑ il secondo articolo, sulla ^{7}Be(n,p)^{7}Li, in corso di stampa



M Barbagallo *et al.* (the n_TOF Collaboration), Phys. Rev. Lett. **117**, 152701 (2016)
L Damone *et al.* (the n_TOF Collaboration), Phys. Rev. Lett. (2018), in press

#corresponding author: Alberto Mengoni

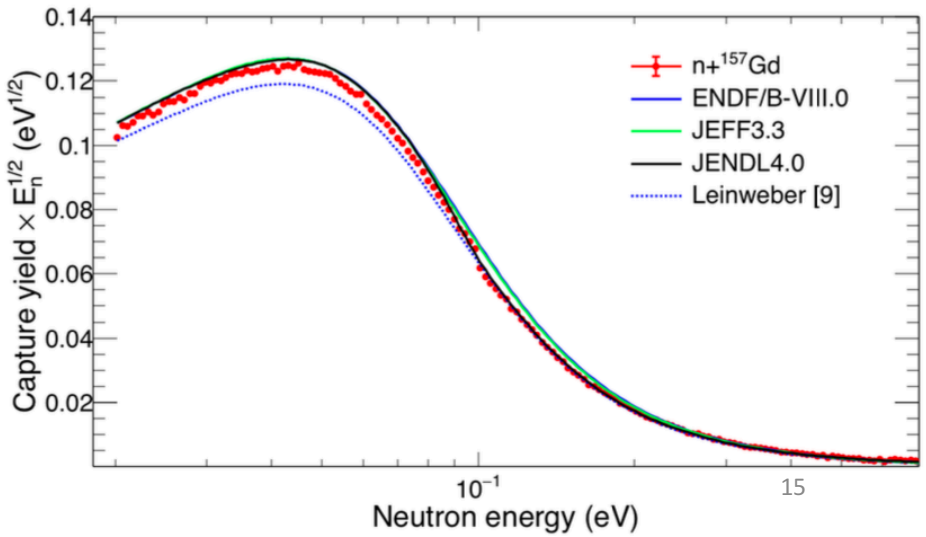
Motivations: ^{155,157}Gd(n,γ) (Gadolinio) cross section data have a relevant role in the neutron balance and the safety features of Light Water Reactors and Canada deuterium uranium (CANDU) reactor types, since gadolinium is used as burnable poison in the fuel pin elements or in the moderator of the reactor core.

In addition, (n,γ) cross section data on even-A gadolinium isotopes are needed in the modeling of *s*-process nucleosynthesis in low-mass AGB stars.

Risultati:

1. sezioni d'urto di cattura neutronica su tutto il range energetico di interesse per le applicazioni, inclusi i valori ad energia termica (E_n = 0.0253 eV)
2. Espansione dell'intervallo di energia delle risonanze risolte
3. Valori ~ 6% diversi da quelli presenti in letteratura e nelle librerie

❑ Articolo sottomesso per pubblicazione su Phys. Rev. C. (maggio 2018)

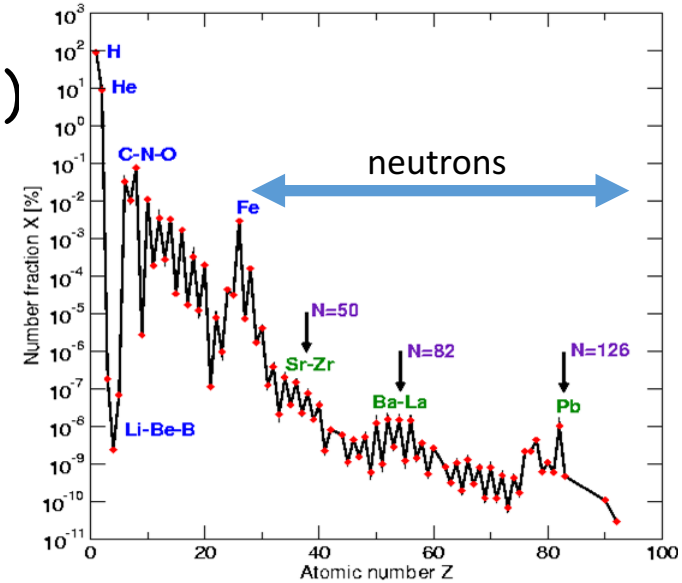


M Mastromarco *et al.* (the n_TOF Collaboration), Phys. Rev. C (2018), submitted

#(co)spokeperson & corresponding author: Cristian Massimi

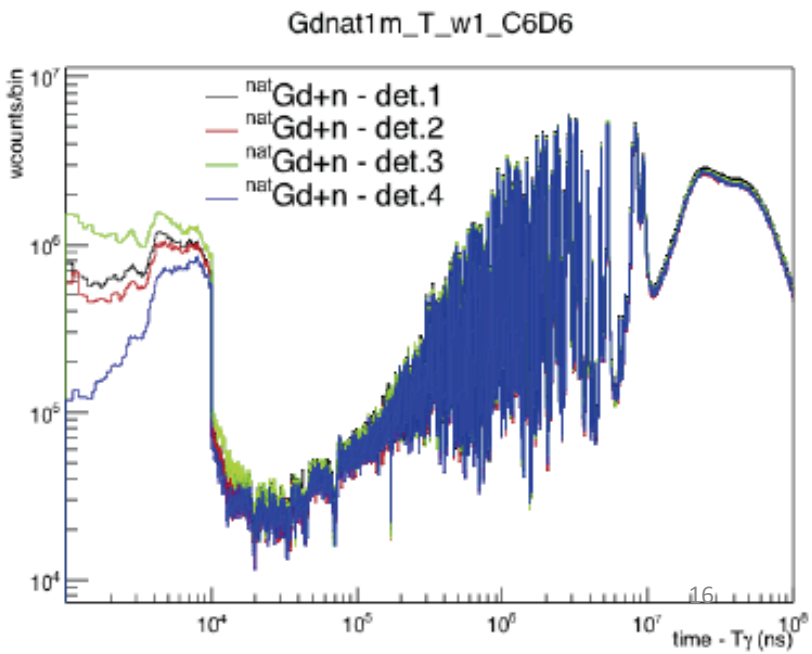
Scenario: nucleosynthesis of the heavy elements (beyond Fe) in stars by neutron capture (*s*-process)

Key physical quantities needed: neutron capture cross sections in the keV energy region



Programma di lavoro & primi risultati:

1. ^{154}Gd(n,γ) e ^{nat}Gd(n,γ): misura effettuata in agosto-settembre 2017
2. Analisi dei dati in progress (primi spettri disponibili)
3. ^{140}Ce(n,γ) misura effettuata nel maggio 2018



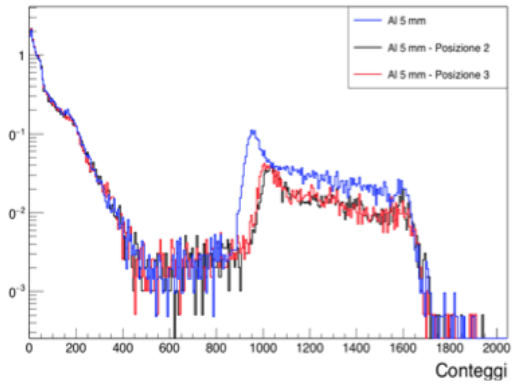
- ❑ Completamento analisi dati della misura ^{154}Gd(n,γ) entro fine 2018

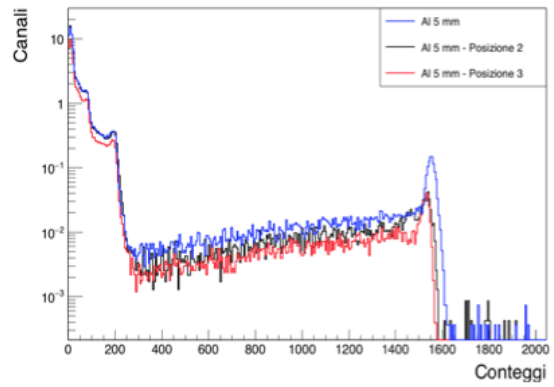
#^{154}Gd(n,γ) : (co)spokesperson: Cristian Massimi
#^{140}Ce(n,γ) : (co)spokespersons: Cristian Massimi, Alberto Mengoni

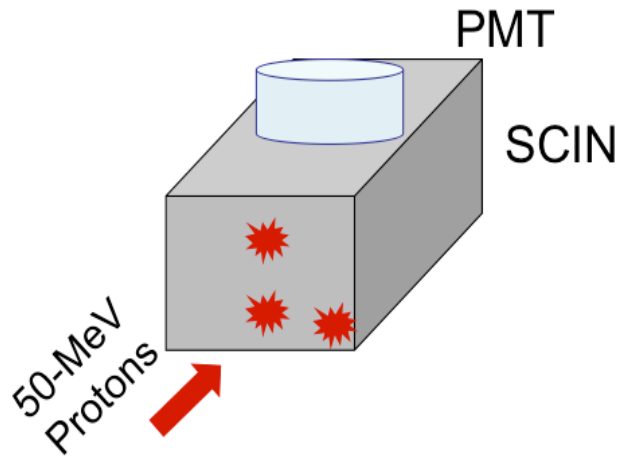
Framework: Detection of proton recoils from n-p elastic diffusion with a telescope made of plastic scintillators + silicon detectors

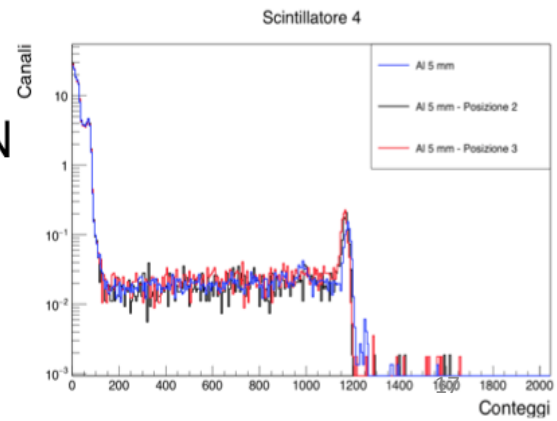
Programma di lavoro:

1. Primo test su fascio nel 2016
2. Simulazioni GEANT4 e test con protoni a LNS nel 2017
3. Presa dati con setup finale nell'autunno 2018









#tesi di dottorato di Alice Manna

attività 2018

$^{7}Be(n,p)^{7}Li$

nucleosintesi del big bang/problema del litio cosmologico

$^{155,157}Gd(n,\gamma)$

applicazioni nelle tecnologie nucleari

$^{154}Gd(n,\gamma)$, $^{140}Ce(n,\gamma)$

nucleosintesi stellare per cattura neutronica

PRT (proton recoil telescope)

sviluppo, test e presa dati con nuovi rivelatori per misure ad alta energia

- in generale, la collaborazione n_TOF ha prodotto 132 articoli su rivista (42 Phys. Rev. C, 24 NIMA)
- nel 2018 gli articoli già pubblicati sono stati 7
- altre informazioni: www.cern.ch/ntof

il gruppo n_TOF di Bologna: G Vannini, A Ventura, C Massimi, G Clai, A Manna, DM Castelluccio, A Mengoni (RL)

Il Progetto EIC
Electron Ion Collider

S. Dalla Torre – CSN3 giugno 2018
R. Preghenella – CdS

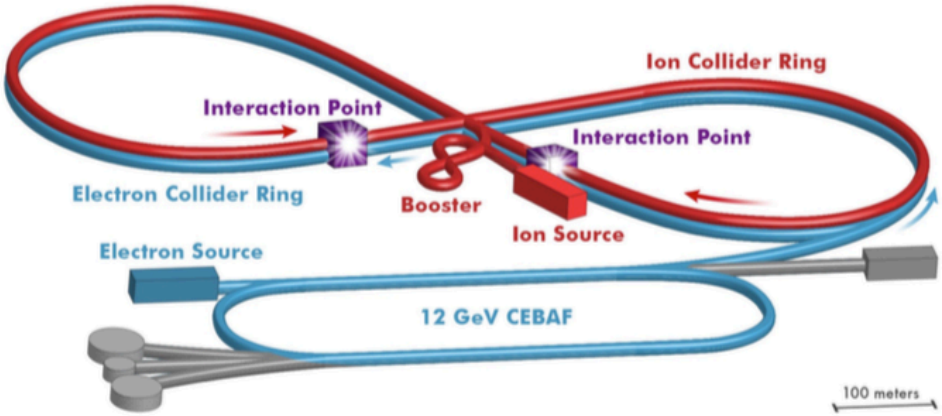
Perché electron – ion collider?

- Verso la QCD non perturbativa, le domande a cui EIC risponderà
  - Come sono distribuiti (momento, spazio, spin) all'interno del nucleone i quark del mare, i gluoni nel nucleone? Come emergono le proprietá del nucleone da quark, gluoni e loro interazioni?
  - Come sono modificate queste distribuzioni in presenza di un mezzo nucleare denso? E come è modificata la loro interazione e correlazione? Cosa succede alla densità gluonica nei nuclei? Satura a piccolo x?
  - Come avviene l'interazione tra quark e gluoni colorati o colorless jets con il mezzo nucleare? Come emergono stati adronici confinati da quark e gluoni e come quark e gluoni creano le forze nucleari?
  - E ancora:
    - Spettroscopia di quark pesanti
    - Alle più alte luminosità, finestra su BSM
    - Studio di 'initial state' nelle collisioni HI (perseguibile per via indiretta e con rilevante incertezza alle macchine adroniche)
- Ampia tradizione italiana sperimentale e teorica da mantenere
  - ZEUS, COMPASS, HERMES, ALICE, esperimenti @ JLAB
  - La polarizzazione del gluone da open charm
  - Azione pionieristica per lo spin trasverso
  - Convergenza comunità HI e DIS, come già in USA (comunità BNL e JLAB collaborano per EIC)

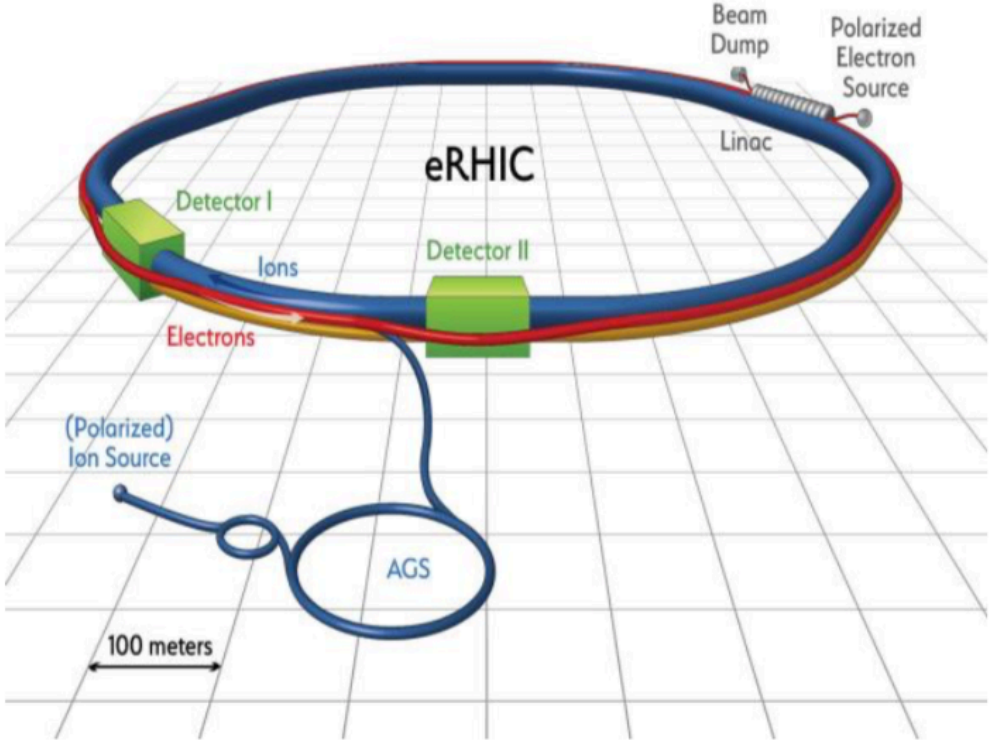
S. Dalla Torre – CSN3 giugno 2018

Acceleratori

JLEIC @ JLAB



eRHIC @ BNL



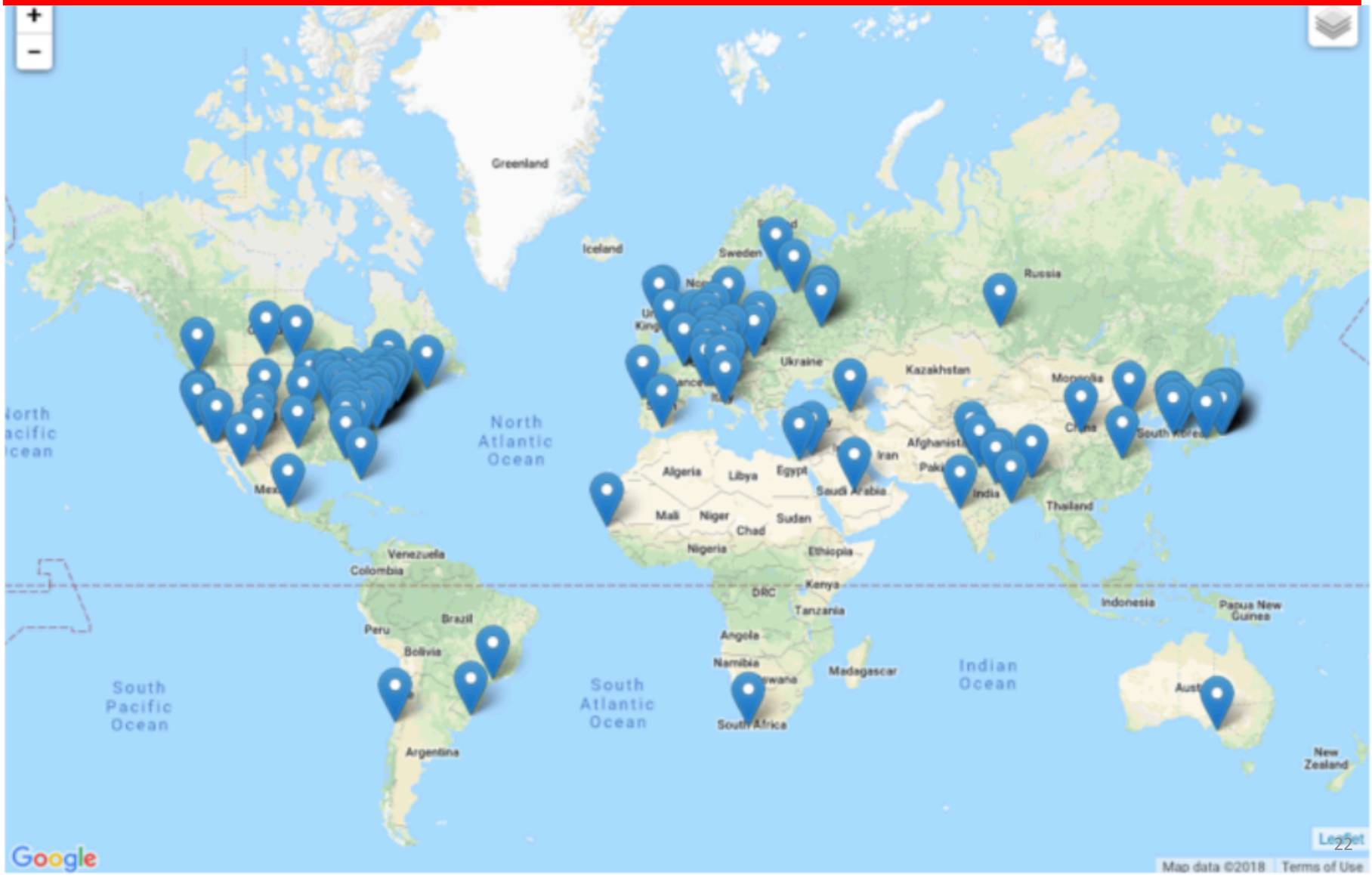
1) fasci polarizzati (~70%): elettroni, protoni e nuclei leggeri
2) fasci di ioni: da deuterone a nuclei stabili pesanti
3) energia nel centro di massa variabile: 20-100 GeV, > di 140 GeV
4) alta luminosità: 10^{33-34}
5) più regioni di interazione (più esperimenti)

EIC User Group nel mondo

I. EIC User Group:

- **788** members
- **169** institutions
- **29** countries (**7** world regions)

Experiment Scientists: **447**, Theory Scientists: **158**, Accelerator Scientists: **141**, Support: **3**, Other: **39**



EIC User Group in Italia

→Coinvolti e attivi in:
ALICE
JLAB12
COMPASS

→ EIC_NET: sigla temporanea (3-4 anni) per formalizzare l'interesse
→coinvolgimento leggero: 35 persone/ 5.5 FTE totali di questi 4.0 da personale strutturato
→ favorire la partecipazione di giovani (a basse %)

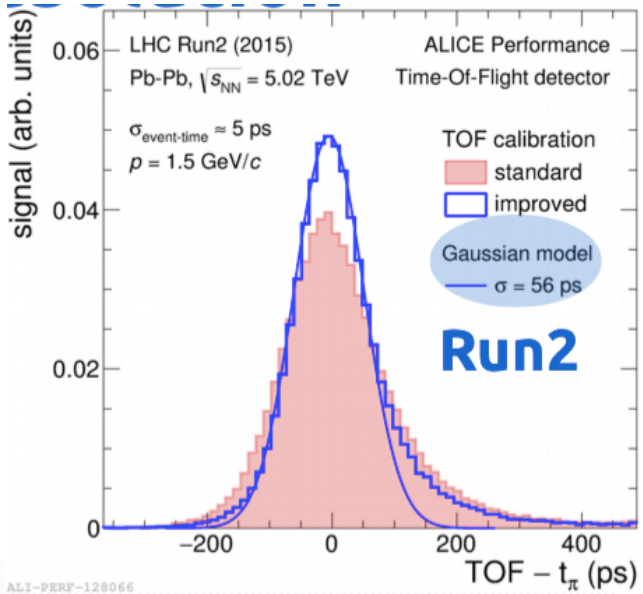
Sezione INFN		Riferimento
1	Bari	Elia
2	Bologna	Preghenella
3	Catania	Bellini
4	Ferrara	Contalbrigo
5	Genova	Celentano
6	LNF	Mirazita
7	Padova	Turrisi
8	Roma 1	Urcioli
9	Roma 2	D'Angelo
10	Torino	Chiosso
11	Trieste	Dalla Torre

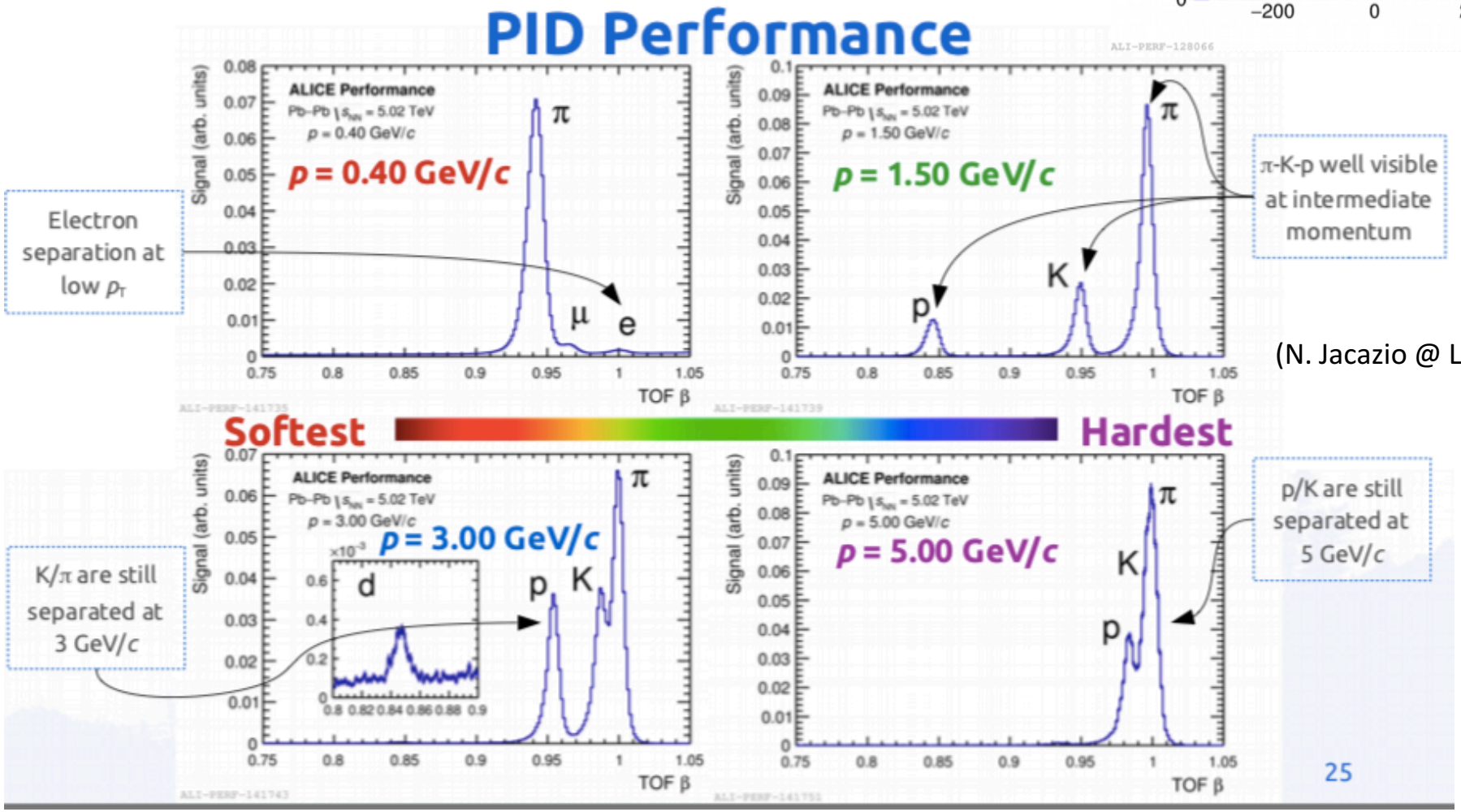
Per il Direttore: previsione 2019 - 2020

Esperimento	Task	Personale	Servizio	2019	2020
ALICE	Movimentazione SuperModuli per sostituzione DRM2 e A1395 (power crate), realizzazione sistema per la pulizia delle serpentine del cooling dei crate o sviluppo sistema alternativ con celle di Peltier	A. Margotti	Officina	0.5	0.5
	Movimentazione SuperModuli per sostituzione DRM2 e A1395 (power crate), realizzazione sistema per la pulizia delle serpentine del cooling dei crate o sviluppo sistema alternativ con celle di Peltier	M. Furini	Officina	0.5	0.5
	Sostituzione DRM2, pulizia delle serpentine del cooling dei crate. Realizzaizone di nuovi distributori di HV per le MRPC	D. Cavazza	STG	0.4	0.4
	Sostituzione DRM2, pulizia delle serpentine del cooling dei crate. Realizzaizone di nuovi distributori di HV per le MRPC	A. Flamini	STG	0.3	0.3
	Test e validazione firmware DRM2, commissioning firmware, realizzazione scheda per misure clock delay sui 72 crate. Misure al TIFPA e al CERN per radiation tolerance	D. Falchieri	Elettronica	0.6	0.6
	Test e collaudi DRM2, schematico scheda clock. Misure al TIFPA e al CERN per radiation tolerance	C. Baldanza	Elettronica	0.4	0.3
	Backup & recovery infrastructure per macchine slow control, upgrade sistema operativo (nel 2022-2025 forse bisognerà pensare anche a replacement hardware, difficile da schedulare ora)	A. Paolucci	Calcolo	0.1	0.1
FOOT	Sviluppo di schede di elettronica per il sistema di acquisizione e trigger (TDAQ)	S. Meneghini (?)	Elettronica	0.4	0.4
	Supporto per la gestione del sotware	F. Semeria	Calcolo	0.1	0.1
FAMU	Progettazione e sviluppo rivelatori. Elettronica: di front-end, acquisizione, pre-elaborazione (DSP) trasmissione dati. Software per elaborazione e visualizzazione dati. Evoluzione e moltiplicazione dei rivelatori nel tempo.	R. Travaglini, M. Zuffa, S. Meneghini	Elettronica	0.75	0.75

Back-up

Nuovi risultati su perfromance TOF in Run2
(F. Carnesecchi, N. Jacazio, R. Pregehenella)





(N. Jacazio @ LHCP)