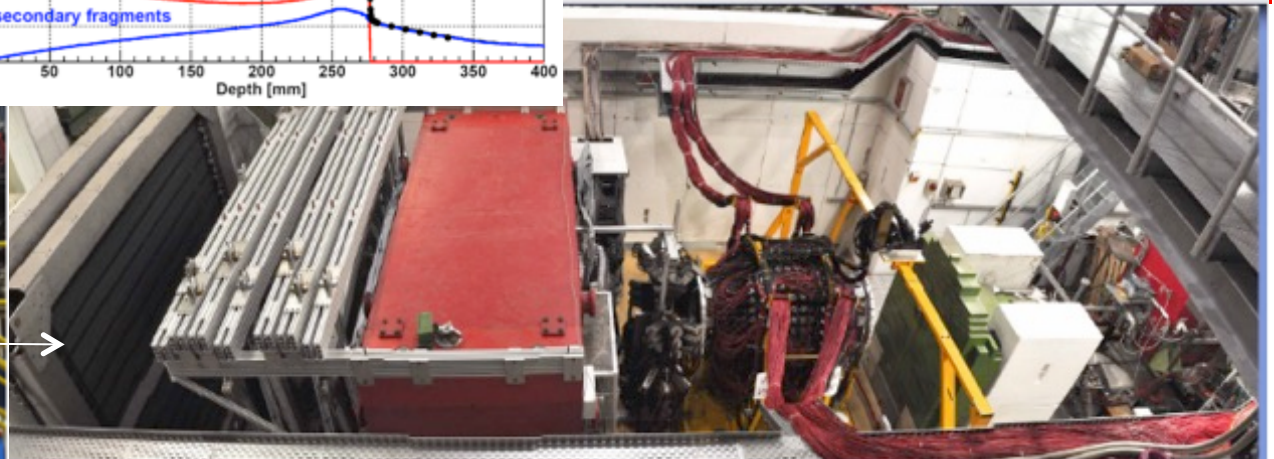
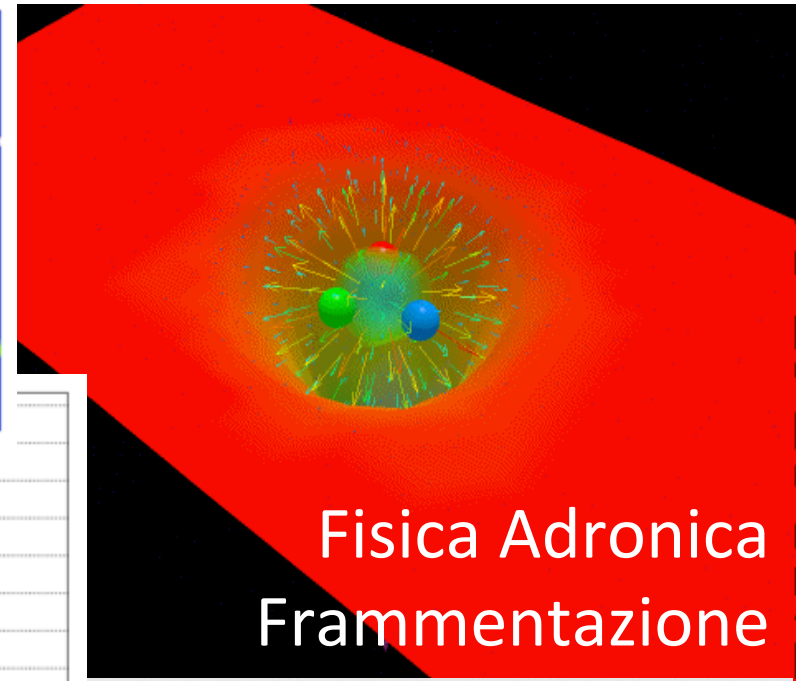
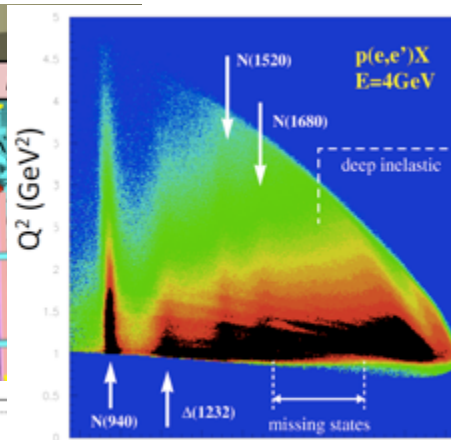
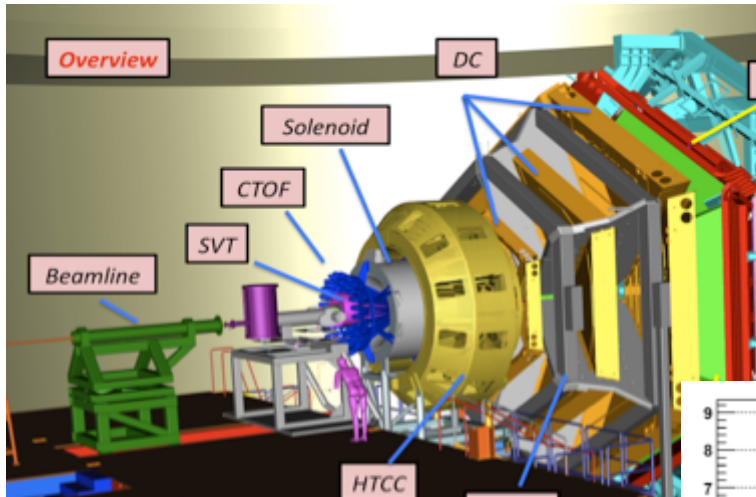


Gruppo III Roma Tor Vergata



Anagrafica – MAMBO

Ricercatori					
	Nome	Età	Contratto	Qualifica	Aff. %
1	Di Salvo Rachele Anna		Dipendente	Ricercatore	CSN III 90
2	Fantini Alessia		Associato	Ricercatore Universitario	CSN III 80
3	Romaniuk Mariia		Associato	Ricercatore straniero	CSN III 100
			Numero Totale Ricercatori	2	FTE: 1.70

Tecnologi					
	Nome	Età	Contratto	Qualifica	Aff. %
			Numero Totale Tecnologi	0	FTE: 0.00

Tecnici					
	Nome	Età	Contratto	Qualifica	Aff. %
1	Iannilli Maurizio		Associato	Tecnico Categoria B	CSN III 30
2	Nobili Giovanni		Dipendente	Collaboratore Tecnico E.R.	CSN III 40
3	Pecchi Daniele		Associato	Tecnico Categoria C	CSN III 40
4	Vitali Gianni		Associato	Tecnico Categoria C	CSN III 60
			Numero Totale Tecnici	4	FTE: 1.70

MAMBO (MAMi-BOnn)

La sigla MAMBO si articola su due attività:

BGOOD a ELSA (Bonn)

⇒ Coinvolgimento della sezione TOV

- Fascio di fotoni di energia 0.3-3.2 GeV
- Polarizzazione lineare e circolare del fascio
- **Spokespersons: P. Levi Sandri (INFN-LNF) e H. Schmieden**

A2@MAMI (Mainz)

- Fascio di fotoni polarizzati di energia fino a 1.6 GeV
- Polarizzazione lineare e circolare del fascio
- Bersaglio polarizzato
- **Spokespersons: P. Pedroni (INFN-PV) e A. Thomas**

Obiettivi di fisica:

- Studio delle proprietà delle risonanze nucleoniche attraverso la fotoproduzione di mesoni con e senza stranezza, pseudoscalari e vettoriali con fasci e/o bersagli polarizzati

Attività BGOOD

- **Periodo giugno 2020 - giugno 2021:**

- **2019:** no prese dati a causa della rottura del Klystron di ELSA e tentativi di riparazione che hanno portato alla decisione di una sostituzione completa.
- **Febbraio 2020:** Inizio sostituzione del Klystron
- **Giugno 2020:** riapertura graduale post lock-down delle attività presso l'acceleratore che hanno permesso di completare la sostituzione del Klystron di ELSA
- **Da Ottobre 2020 a Giugno 2021:** secondo lock-down con accesso in sala solo ai tecnici della macchina ed i tecnici esterni per interventi in urgenza non prorogabili
- **Febbraio 2021:** test ad ELSA con estrazione del fascio in tutte e tre le sale sperimentali (BGOOD, CB/ELSA, Beam Test Facility)
- **Maggio 2021:** primo fascio nella BTF
- **Giugno 2021:** disponibile fascio per esperimenti di fisica adronica (fascio nella sala sperimentale di CB/ELSA)

Publicazioni

1) Febbraio 2021: Pubblicazione su EPJA:

“ $K^+ \Lambda$ photoproduction at forward angles and low momentum transfer ”

2) Novembre 2020: Sottomissione articolo a PLB, accettato, in fase di revisione finale:

“ Observed cusp in the $\gamma p \rightarrow K^+ \Sigma^0$ cross section at forward angles and low momentum transfer “ <https://arxiv.org/abs/2006.12437v1>

3) Contributo all'articolo congiunto di CSN3 sulla «Particle Identification» con uno studio sulla discriminazione neutrone/fotone nel calorimetro di BGO (lavoro della sezione di Roma Tor Vergata) (articolo in fase di sottomissione)

4) Due articoli in fase di revisione interna su:

- fotoproduzione di $K^+ \Sigma^0$ su neutrone ($\gamma n \rightarrow K^+ \Sigma^0$)
- fotoproduzione di $K^+ \Lambda(1405)$ su protone ($\gamma p \rightarrow K^+ \Lambda(1405) \rightarrow K^+ \pi^0 \Sigma^0$)

NB: Queste analisi si avvalgono della proprietà di «hermetic coverage» dell'apparato e dell'elevata risoluzione energetica per fotoni e dell'elevata efficienza di rivelazione dei neutroni (30-40%) del calorimetro di BGO



$K^+\Lambda$ photoproduction at forward angles and low momentum transfer

S. Alef¹, P. Bauer¹, D. Bayadilov^{2,3}, R. Beck², A. Bella¹, J. Bieling², A. Braghieri⁴, P. L. Cole⁵, D. Elsner¹, R. Di Salvo⁶, A. Fantini^{6,7}, O. Freyermuth¹, F. Frommberger¹, F. Ghio^{8,9}, S. Goertz¹, A. Gridnev³, D. Hammann¹, J. Hannappel^{1,15}, T. C. Jude^{1,a}, K. Kohl¹, N. Kozlenko³, A. Lapik¹⁰, P. Levi Sandri¹¹, V. Lisin¹⁰, G. Mandaglio^{12,13}, F. Messi¹, R. Messi^{6,7}, D. Moricciani¹¹, V. Nedorezov¹⁰, V. A. Nikonov^{2,3}, D. Novinskiy³, P. Pedroni⁴, A. Polonskiy¹⁰, B.-E. Reitz¹, M. Romaniuk^{6,14}, A. V. Sarantsev^{2,3}, G. Scheluchin¹, H. Schmieden¹, A. Stuglev³, V. Sumachev³, V. Vegna¹, V. Tarakanov³, T. Zimmermann¹

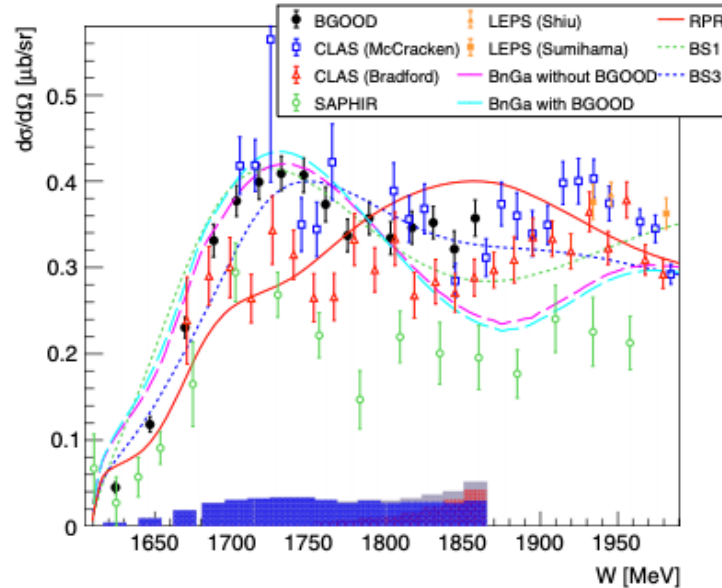


Fig. 9 $\gamma p \rightarrow K^+\Lambda$ differential cross section for $\cos \theta_{CM}^K > 0.90$ (black filled circles). The systematic uncertainties on the abscissa are

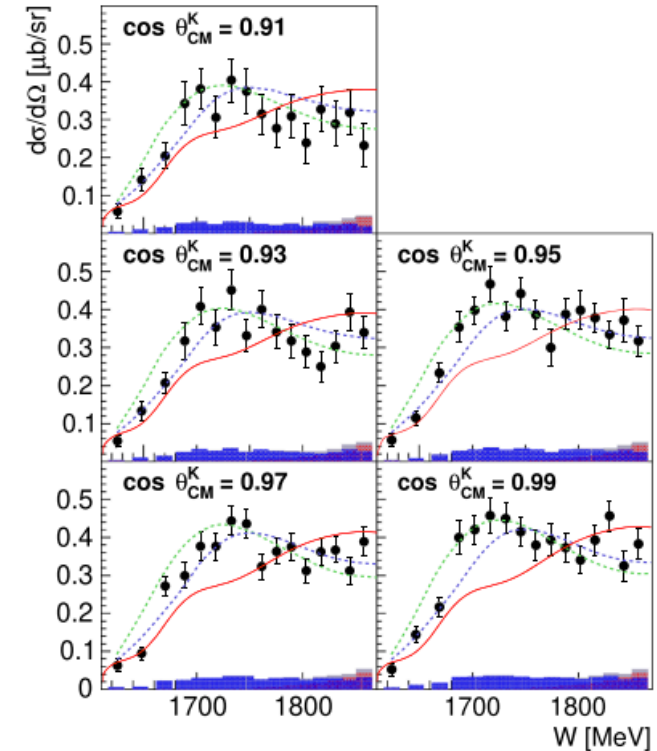


Fig. 11 $\gamma p \rightarrow K^+\Lambda$ differential cross section for intervals of 0.02 in $\cos \theta_{CM}^K$ (filled black circles). Other data points and model fits are the same as described in Fig. 9

BGOOD: elevata statistica nei dati di sezione d'urto ed elevata risoluzione angolare -> discriminazione tra data set esistenti in conflitto tra loro e rigidi *constraint* alla teoria

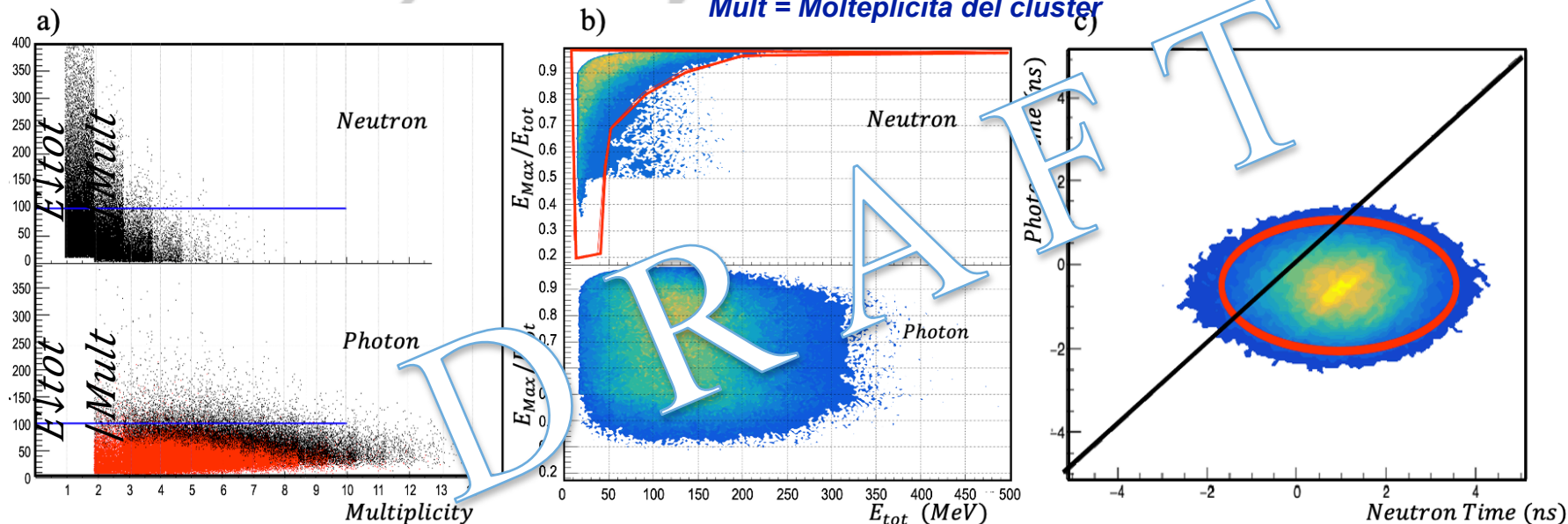
Pubblicazioni-2)

Noname manuscript No.
(will be inserted by the editor)

Trends in particle and nuclei identification
techniques in nuclear physics experiments

A. Badalà⁽¹⁾, M. La Cognata⁽²⁾, R.
Nania⁽³⁾, M. Osipenko⁽⁴⁾, S. Piantelli⁽⁵⁾,
R. Turrisi⁽⁶⁾, L. Barion⁽⁷⁾, S. Capra⁽⁸⁾⁽⁹⁾,
D. Carbone⁽²⁾, F. Carnesecchi⁽³⁾⁽²⁶⁾,
E.A.R. Casula⁽¹¹⁾⁽¹²⁾, C. Chatterjee⁽¹³⁾,
G.F. Ciani⁽¹⁴⁾⁽²⁵⁾, R. Depalo⁽⁶⁾⁽¹⁵⁾, A. Di
Nitto⁽¹⁶⁾⁽¹⁷⁾, A. Fantini⁽¹⁸⁾, A. Goasduff⁽¹⁹⁾,
G. L. Guardo⁽²⁾, A.C. Kraan⁽²⁰⁾, A.
Manna⁽¹⁰⁾⁽³⁾, L. Marsicano⁽⁴⁾, N.S.
Martorana⁽²¹⁾⁽²⁾, L. Morales-Gallegos⁽¹⁶⁾,
E. Naselli⁽²⁾⁽²¹⁾, A. Scordo⁽²²⁾, S. Valdré⁽⁵⁾,
G. Volpe⁽²³⁾⁽²⁴⁾

Received: da



Metodi per discriminare neutroni da fotoni utilizzando la risposta del calorimetro di BGO in termini di:

-Molteplicità del cluster neutro

-Distribuzione dell'energia rilasciata nel cluster tra i singoli cristalli

-Tempo del segnale

E_{max} = Energia massima rilasciata in un cristallo del cluster

E_{tot} = Energia del cluster

Mult = Molteplicità del cluster

Analisi dati

Estrazione delle asimmetrie di fascio nella fotoproduzione dei mesoni pseudoscalari π^0 , η ed η' su neutrone quasi libero

$$\gamma + n \rightarrow \pi^0 + n$$

Confronto con dati esistenti in letteratura (GRAAL)

$$\gamma + n \rightarrow \eta + n$$

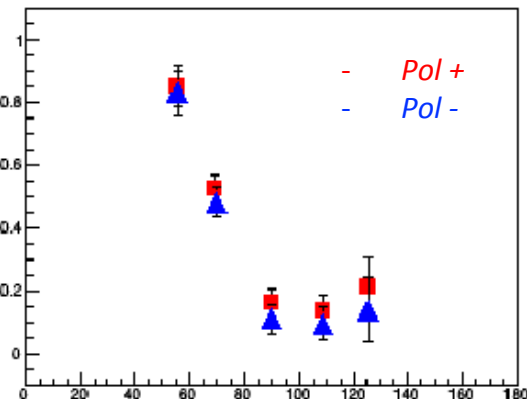
In attesa di ulteriore statistica

$$\gamma + p \rightarrow \eta' + p$$

Reazione in soglia (necessità di ulteriore statistica)

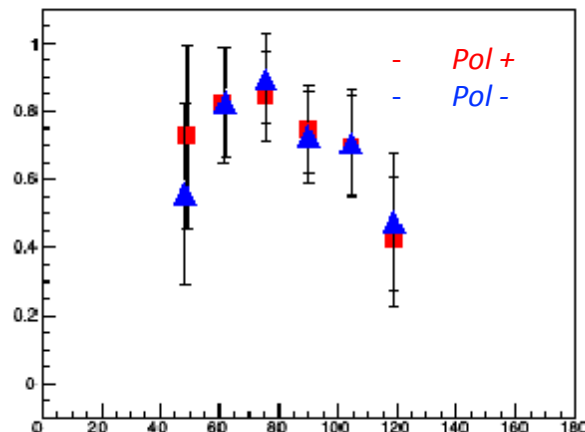
$$\gamma + n \rightarrow \pi^0 + n$$

PolPlus-PolMinus 1070_1150

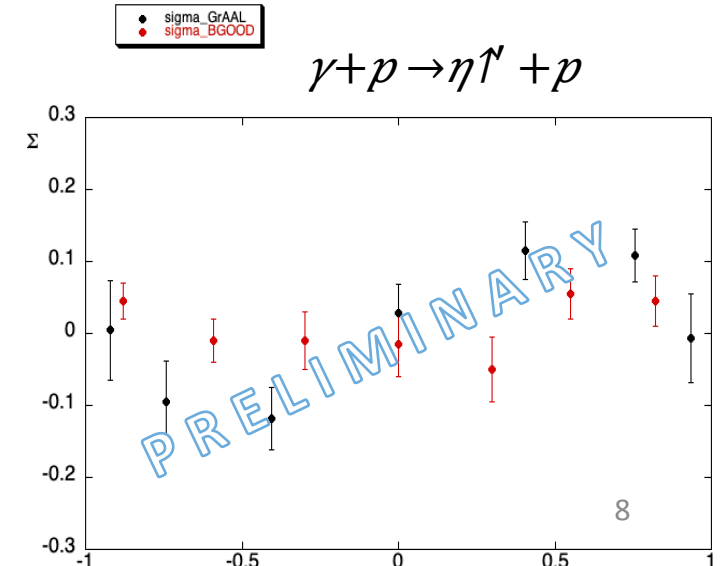


$$\gamma + n \rightarrow \eta + n$$

PolPlus-PolMinus 1150_1230



$$\gamma + p \rightarrow \eta' + p$$



Attività prevista 2021-2022

➤ Esperimento BGOOD in corso:

- 19-20 luglio 2021: test totale dell'apparato in previsione della prossima presa dati
- settembre-ottobre 2021 Prevista una presa dati di 3 settimane
- Ancora in via di definizione un'altra presa dati in primavera/estate 2022 di almeno tre settimane

➤ Attività della sezione per il 2021-2022:

- Partecipazione ai lavori per la ripartenza dell'apparato e alle prese dati
- Analisi dei nuovi dati per l'estrazione delle asimmetrie di fascio su neutrone
- Perfezionamento della simulazione della risposta del rivelatore di BGO ai neutroni di energie comprese tra 10 MeV ed 1 GeV (contatto con i referenti del programma GEANT4)

Esperimento MAMBO Richieste Roma Tor Vergata

Missioni	
Turni di Misura BGO-OD, manutenzione rivelatori e riunioni di collaborazione	14. K€
Trasporti	
3 Trasporti Materiale da Roma a Bonn e viceversa (circa 0.5k€ a trasporto)	1.5 K€
Manutenzione	
Manutenzione per ripartenza dopo periodo di stop per emergenza sanitaria	3.0 K€
Consumo	
Componentistica elettronica per MRPC	1.0K€
Totale Richieste	19.5 k€

Anagrafica – JLAB12 Roma Tor Vergata

Ricercatori					
	Nome	Età	Contratto	Qualifica	Aff. %
1	D'Angelo Annalisa		Associato	Prof. Ordinario	CSN III 80
2	Lanza Lucilla		Dipendente	Assegno di Ricerca	CSN III 90
3	Rizzo Alessandro		Associato	Ricercatore Confermato (Ricercatore)	CSN III 100
			Numero Totale Ricercatori	3	FTE: 2.70

Tecnologi					
	Nome	Età	Contratto	Qualifica	Aff. %
			Numero Totale Tecnologi	0	FTE: 0.00

Tecnici					
	Nome	Età	Contratto	Qualifica	Aff. %
1	Iannilli Maurizio		Associato	Tecnico Categoria B	CSN III 20
2	Nobili Giovanni		Dipendente	Collaboratore Tecnico E.R.	CSN III 50
3	Pecchi Daniele		Associato	Tecnico Categoria C	30
4	Reali Enzo		Associato	Tecnico Categoria B	CSN II 30
5	Tusi Enrico Maria		Associato	Tecnico Categoria B	30
			Numero Totale Tecnici	5	FTE: 1.60

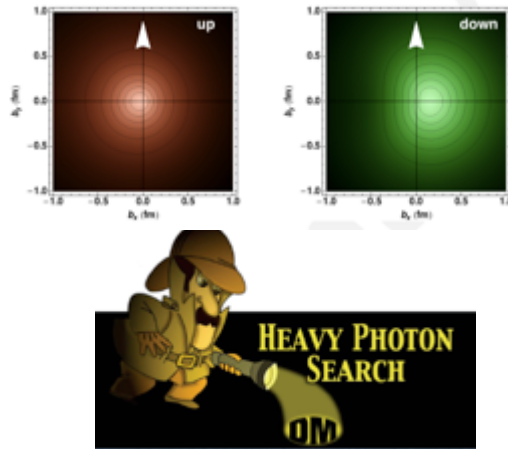
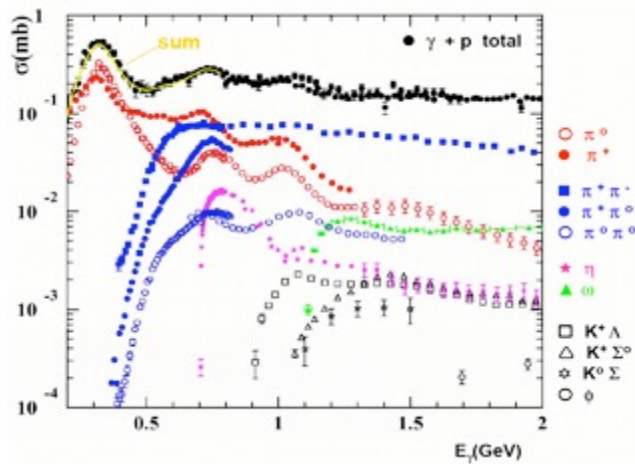
Percentuale di partecipazione 1.8 FTE / 2 RIC = 90%

Esperimento JLAB12

JLAB12 Jefferson Laboratory at 12 GeV

Motivation. Photo- and electro-production reactions on nucleons and nuclei with polarized beams and targets for:

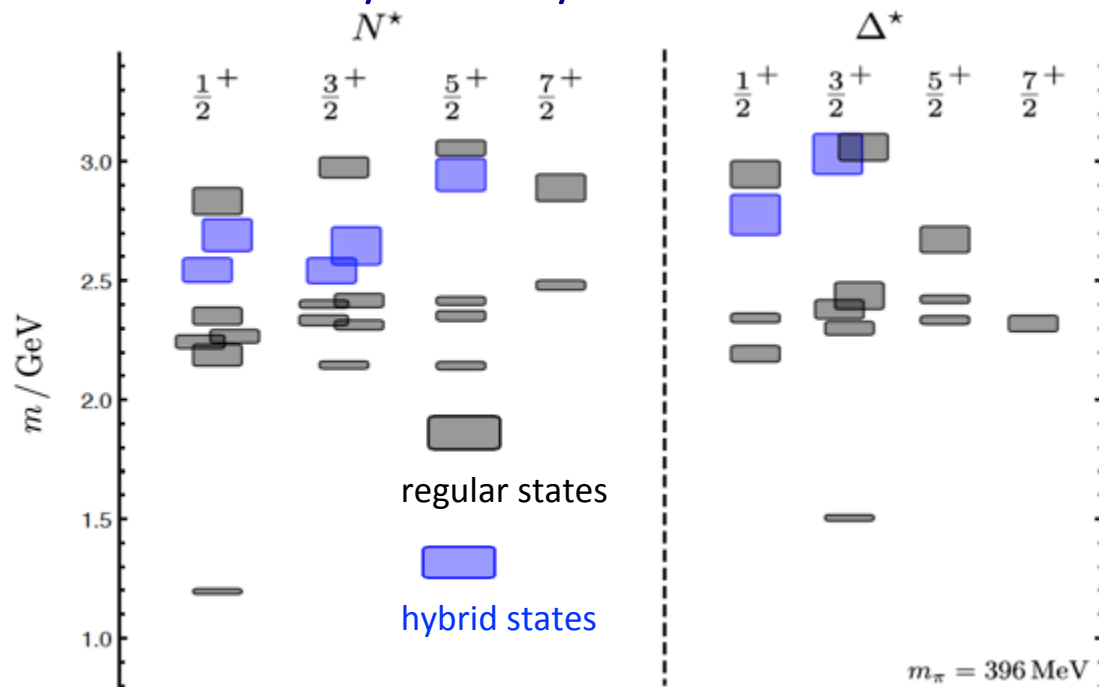
- ✓ Hadron spectroscopy
- ✓ Nucleon Structure
- ✓ HPS – Heavy Photon Search



Bari, Brescia, Catania, Ferrara, Genova, LNF, LNS, Roma1, Roma Tor Vergata, Sassari, Torino, Padova, Pavia
 Thomas Jefferson National Accelerator Facility – Virginia, USA People: 46 researchers, 25,65 FTE
 Data taking 2018-2027@ JLAB, Virginia

Hadron Spectroscopy: search for hybrid baryons at CLAS12

Hybrid Baryons in LQCD



A Search for Hybrid Baryons in Hall B with CLAS12

Volker Burkert (*Spokesperson*), Daniel S. Carman (*Spokesperson*), Valery Kubarovsky, Victor Moiseev (*Spokesperson*), Maurizio Ungaro, Veronique Ziegler
Thomas Jefferson National Accelerator Facility, Newport News, Virginia 23606, USA

Annalisa D'Angelo (*Contact Person*, *Spokesperson*), Lucilla Lanza, Alessandro Rizzo
Università di Roma Tor Vergata and INFN Roma Tor Vergata, 00133 Rome, Italy

Gleb Fedotov, Evgeny Golovach (*Spokesperson*), Boris Ishkhanov, Evgeny Isupov, Igor T. Obukhovskiy[†]
Skobeltsyn Institute of Nuclear Physics, Lomonosov Moscow State University, 119991 Moscow, Russia

Ralf W. Gothe (*Spokesperson*), Iuliia Skorodumina
University of South Carolina, Columbia, South Carolina 29208, USA

Vincent Mathieu[†], Vladyslav Pauk, Alessandro Pilloni, Adam Szczepaniak[†]
Theory Center, Jefferson Laboratory, Newport News, Virginia 23606, USA
([†]Joint with Indiana University, Bloomington, Indiana 47405, USA)

Simon Capstick[‡], Volker Crede, Johnathan Gross[‡]
Florida State University, Tallahassee, Florida 32306, USA

Approved experiment:

A⁻ rating + 100 PAC days beam time

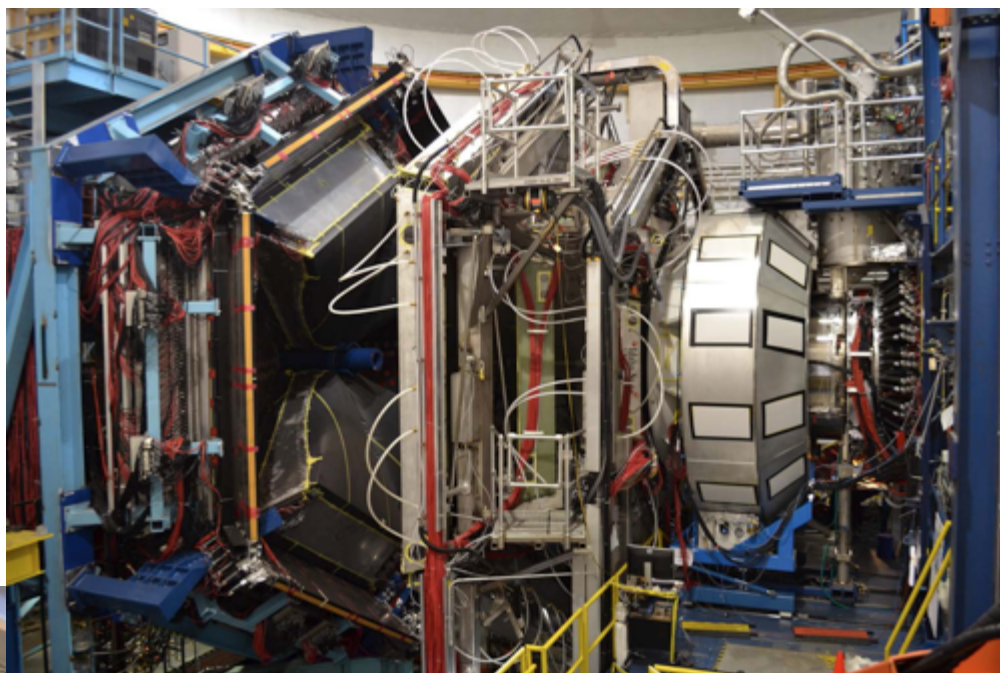
Hybrid states have same J^P values as qqq baryons. How to identify them?

- Overpopulation of $N \frac{1}{2}^+$ and $N \frac{3}{2}^+$ states compared to QM projections.
- $A_{1/2}$ ($A_{3/2}$) and $S_{1/2}$ show different Q^2 evolution. Can we do it?

Study of Q^2 evolution of resonances electro-couplings from $K^+\Lambda$ electro production from the proton

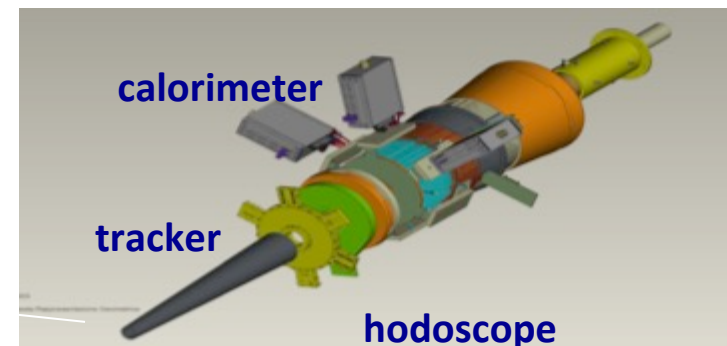
20 days of data taking have been collected by the experiment in 2018

CLAS12

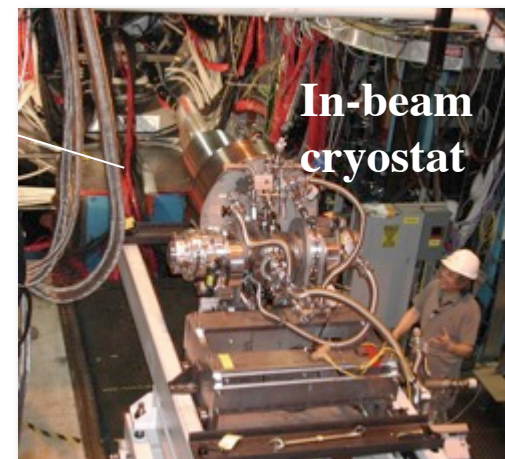


$$\theta = 2.5^\circ \rightarrow 4.5^\circ$$

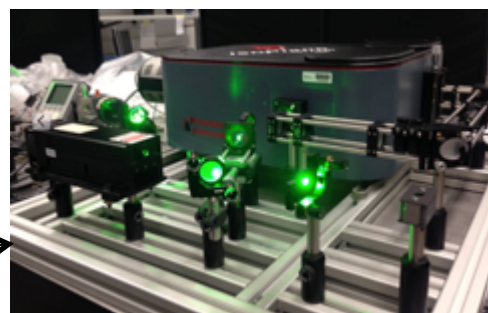
Forwar Tagger

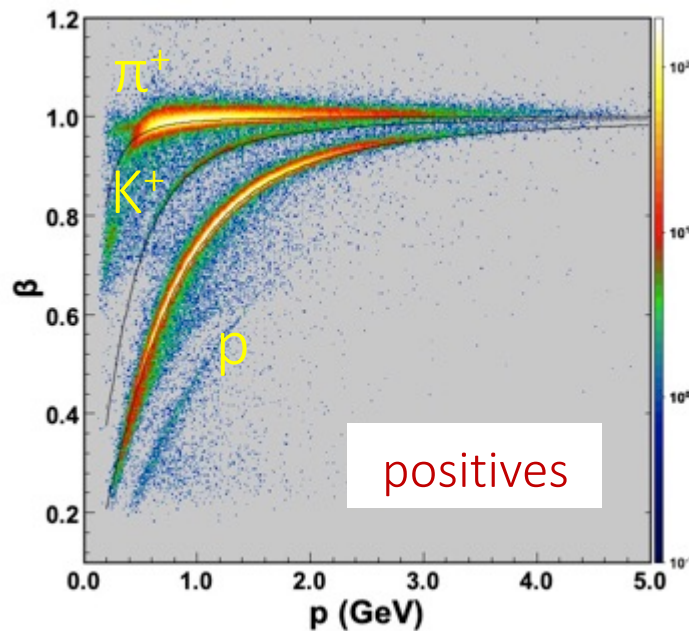
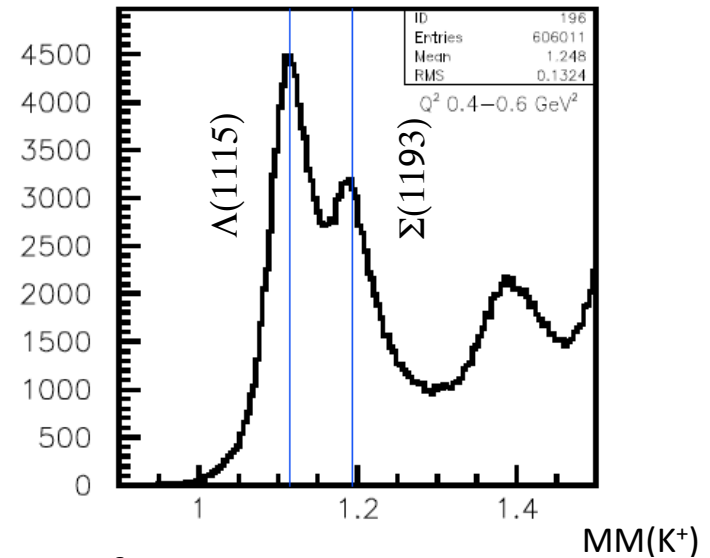
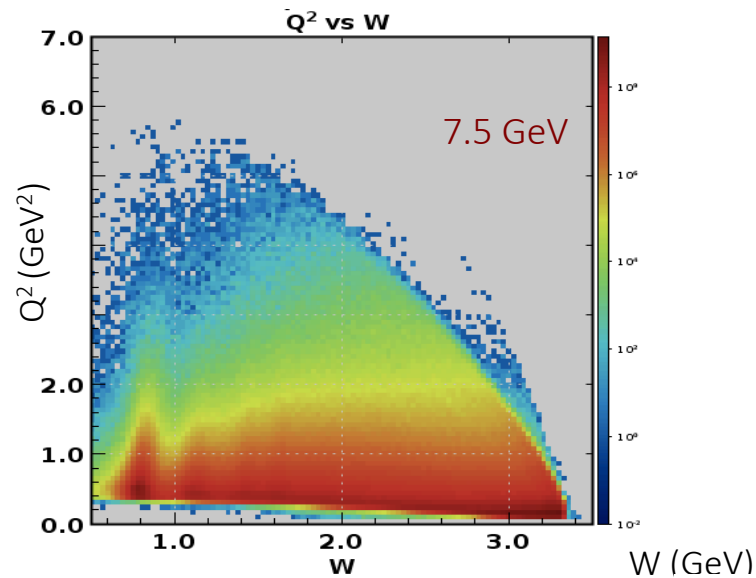


Polarized target

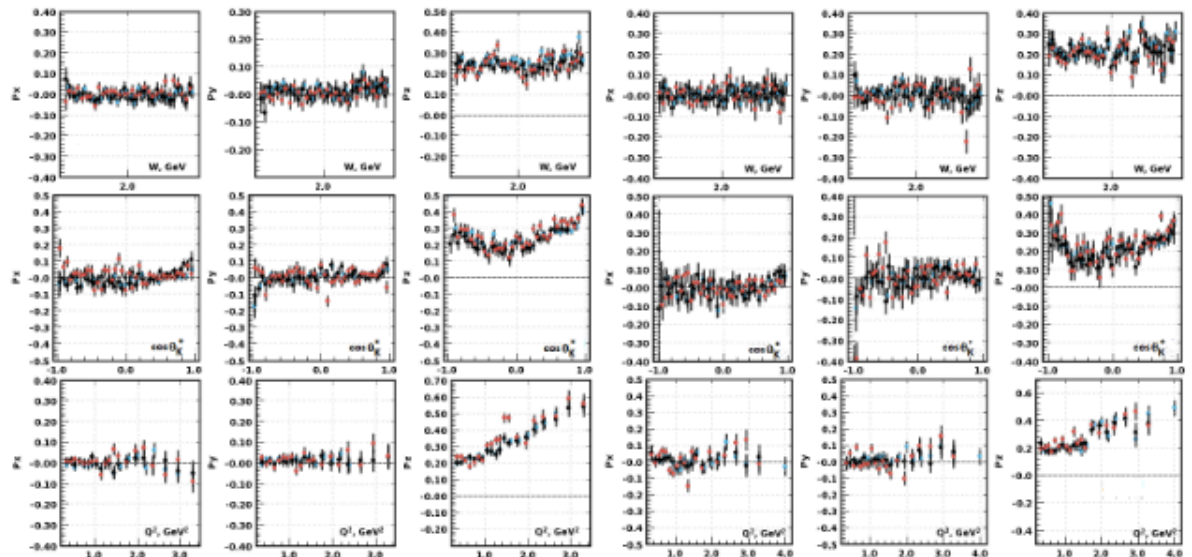


HD gas distiller
Portable Raman





Polarization Transfer asymmetries



Analysis Notes

RG_K
Data set

Precision Beam-Recoil Transferred Polarization in K^+Y Electroproduction in the Nucleon Resonance Region

D.S. Carman, Jefferson Laboratory

V.I. Mokeev, Jefferson Laboratory

A. D'Angelo, INFN, Sezione di Roma Tor Vergata, Università di Roma Tor Vergata

L. Lanza, INFN, Sezione di Roma Tor Vergata

(Dated: June 28, 2021)

Study of polarization asymmetries in the
 $\vec{\gamma} \vec{N} \rightarrow \pi^+ \pi^- N$ reaction with circularly
polarized photons and a polarized target at
CLAS

Annalisa D'Angelo

Alessandra Filippi

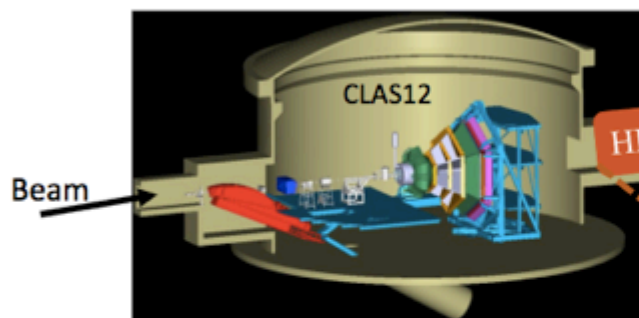
Lucilla Lanza

July 13, 2021

G14
Data set



Hall B

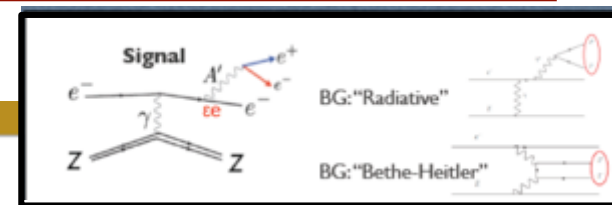
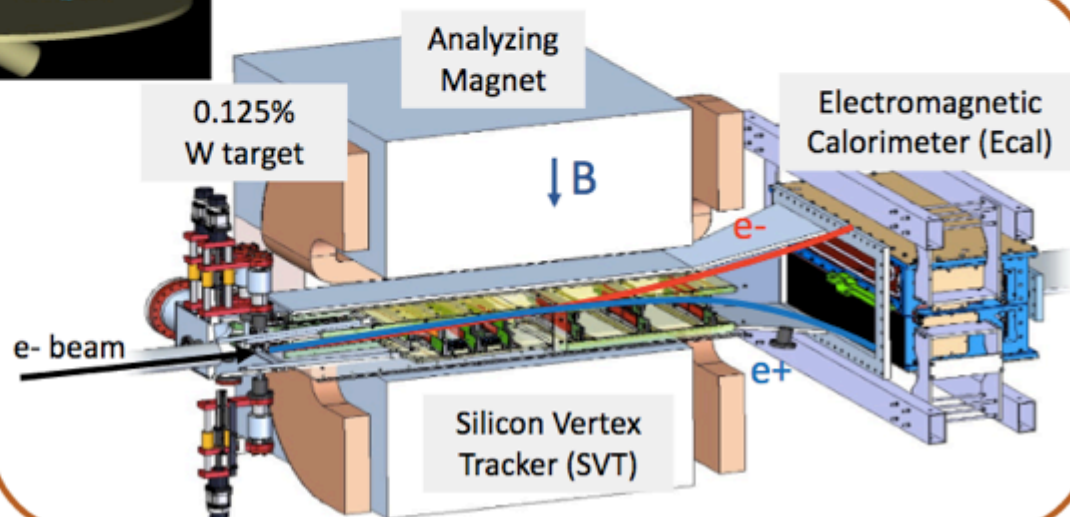


Silicon Vertex Tracker:

- Tracks particles
- Momentum and vertex reconstruction

EM Calorimeter:

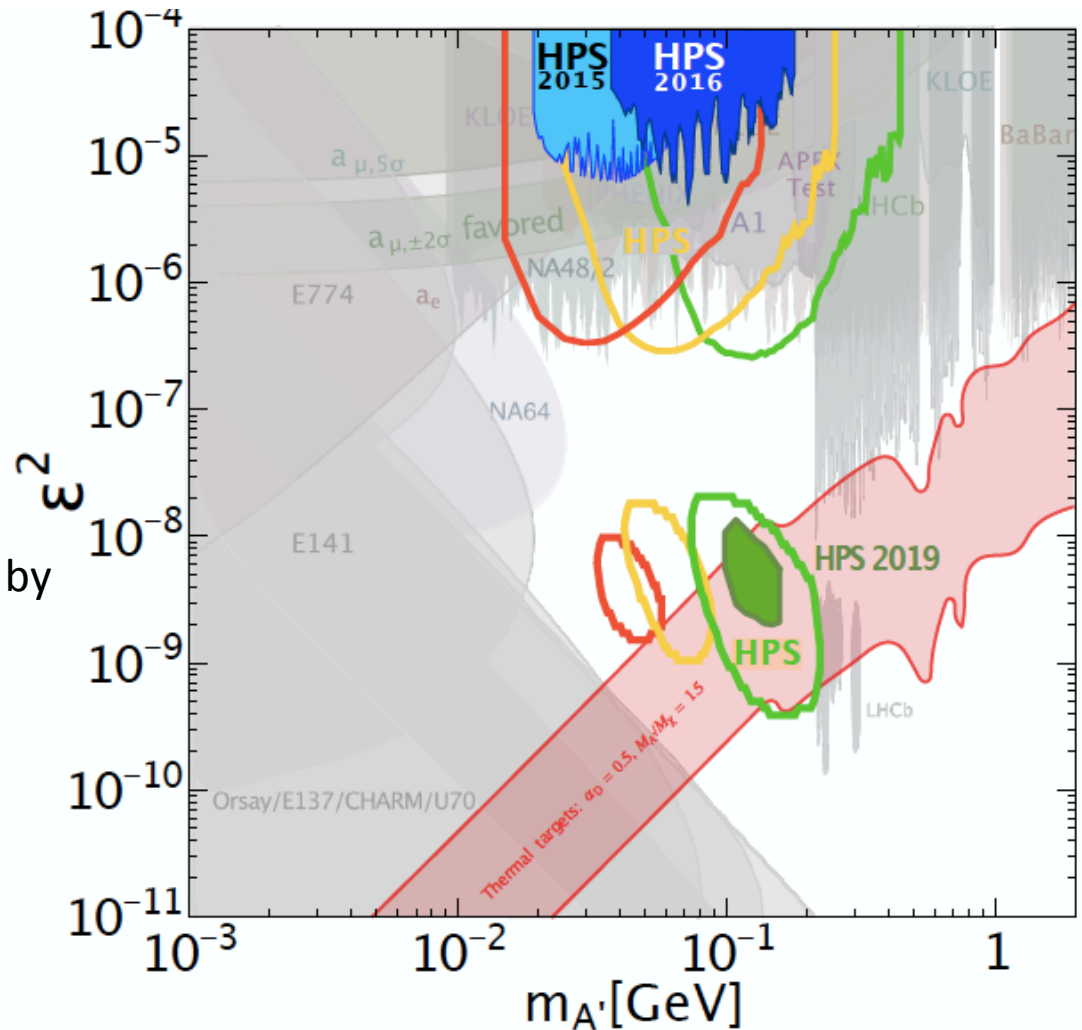
- Triggers events
- Energy and timing



- Searches for A' with **prompt** and **displaced** vertices
- Downstream Hall B alcove
- 2015 Engineering Run, 1 GeV beam at 50 nA
- 2016 Physics Run, 2,3 GeV beam at 200 nA
- 2019 Physics Run **completed**.

HPS Projected Reach with upgraded detector.

- **2015 data published**
Phys Rev D98, 091101(R) 2018
First Publication on PRD
Editor's suggestion
- 2016 data analysis has been approved by the collaboration for publication
- 2019 – data taken
- 2021 – shift assigned





From HD-ICE to HI-LUMI

Attività Future

- ✓ Il progetto HD-ice al JLAB è in chiusura dopo i test di resistenza della polarizzazione del bersaglio al fascio di elettroni.
- ✓ Sono in corso le ultime misure di purezza del gas HD-ice, utilizzando il nuovo spettrometro RAMAN ed il gas-cromatografo.
- ✓ Per aumentare di un fattore 2 la luminosità di CLAS12 è necessaria una più efficace ricostruzione delle tracce nella prima regione delle camere a drift.

La Sezione di Roma Tor Vergata è stata coinvolta nella realizzazione di un set di 6x3 camere gas del tipo μ Rwell da montare a monte della prima regione delle camere a drift.

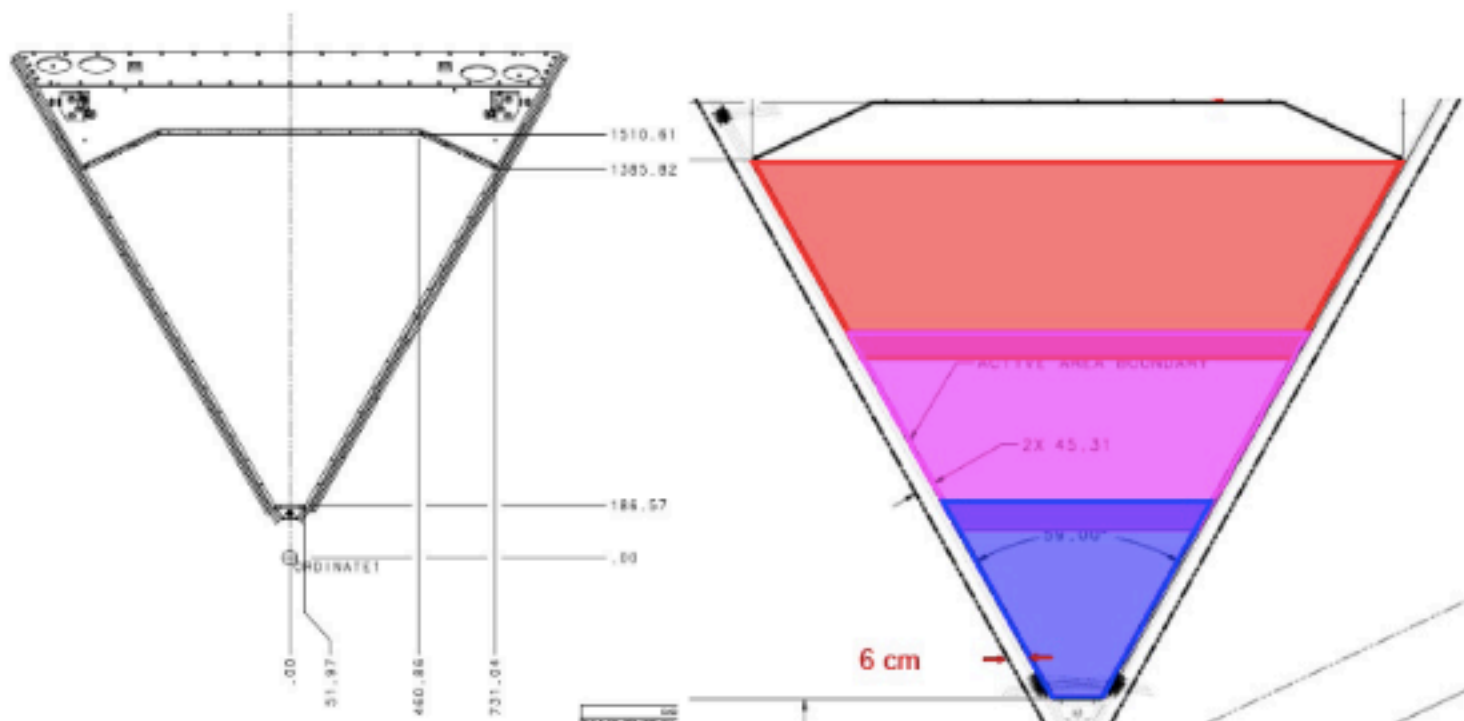
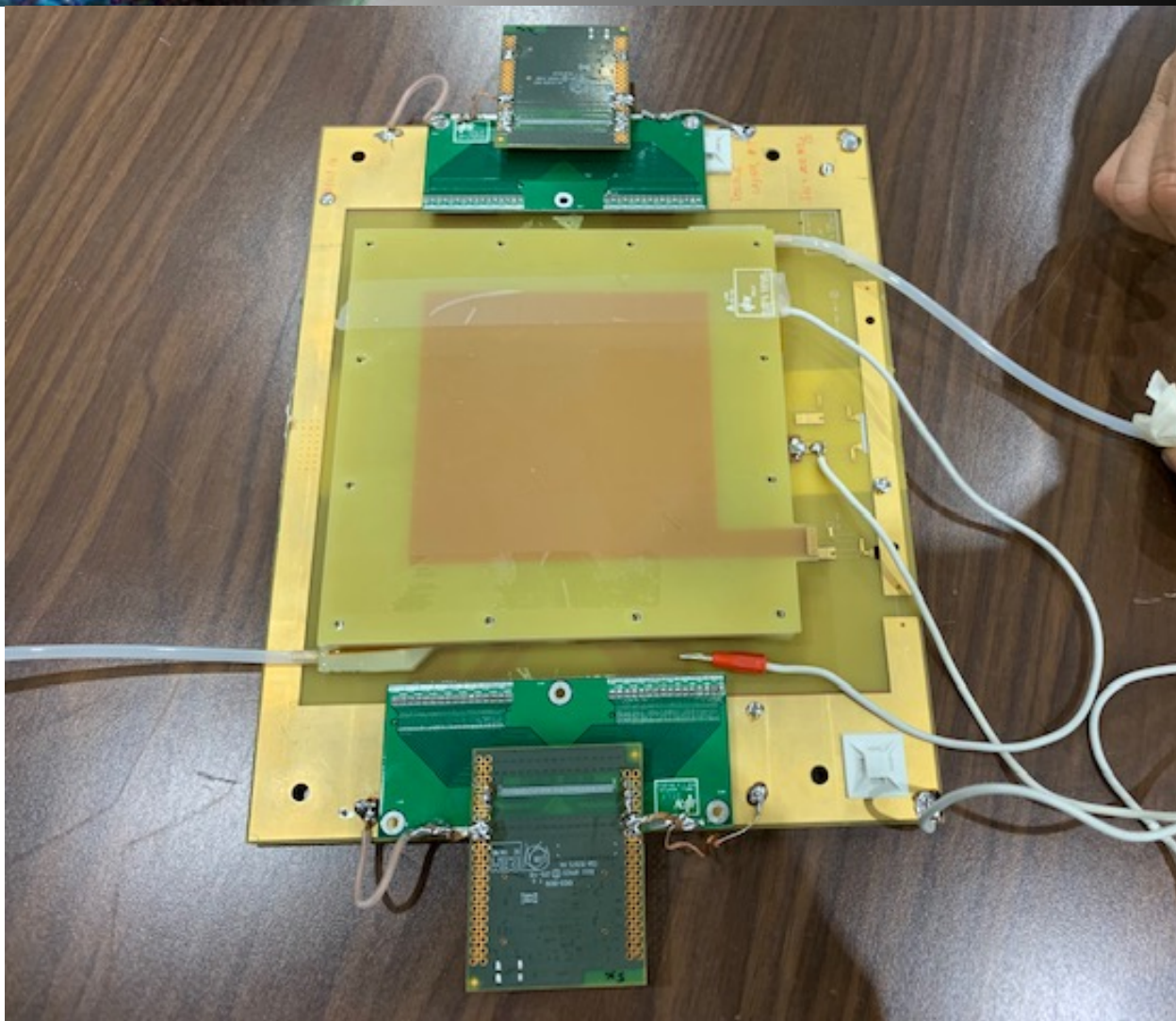


Figure 1: Left: Dimensions of the R1 DC. Right: Proposed 3-section design of MPGD detector for CLAS12 FD region-1 tracking.



Attività sperimentali previste

HD-ice -> Hi-Lumi

Il laboratorio attrezzato per ospitare un distillatore di gas di HD verra' riconvertito in laboratorio per test rivelatori micro-R well.

Partecipazione a run di presa dati:

- CLAS (12 GeV)

Le richieste maggiori sono relative al progetto Hi-luminosity:

- Attrezzature di laboratorio per test rivelatori μ -R well
- Sviluppo rivelatori a ridotta densita' di materiali (low material budget)
- Analisi del gas per le camere μ -R well (Spettrometria Raman e gas cromatografia)

Roma Tor Vergata – Lab startup

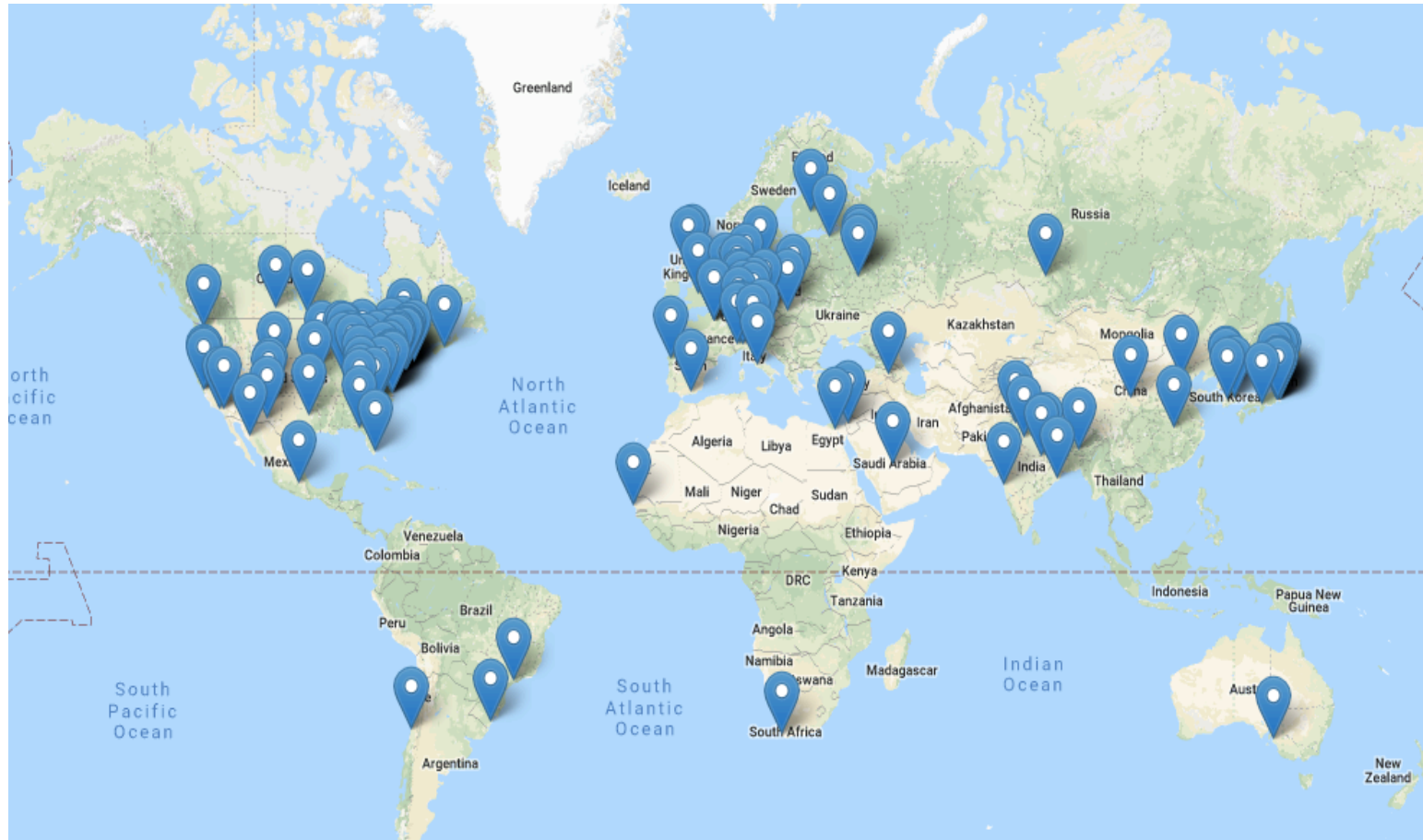
Item	Costo Unitario €	Costo Totale IVA inclusa€
2 rivelatori 30x30	3500	7000
Multi-tester Megger	800	1000
HV Caen DT 552	3500	4250
DAQ APV25 SRS (CERN)	8500	10500
2 Bombol3 gas pre-miscelato Ar:CO2:CF4 (45:15:40)	1000	1200
Riduttore, regolatore di flusso	4000	4880
Materiale di Consumo	5000	6100
Totale		35 000

In Collaborazione con le Sezioni di Genova e Ferrara

Missioni	
Turni di Misura CLAS12, missioni Ge per collaborazione FT e analisi	20 K€
Consumo	
Materiali per realizzazione Micro-R well test detectors	13 K€
Altro Consumo	
Gas Ar:CO ₂ :CF ₄ (45:15:40)	1,5 K€
Inventariabile	
DAQ+HV	15 K€
Apparati	
Sistema distribuzione gas + riduttore gas + regolatore flusso	7 K€
Totale Richieste	56,6 K€

Da rimodulare per numero fte?

EIC - NET



I. EIC User Group:

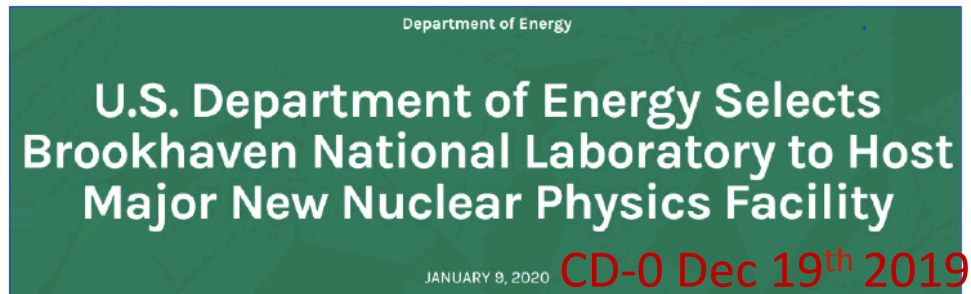
- 795 members
- 170 institutions
- 29 countries (7 world regions)

EIC-NET Roma Tor Vergata

Annalisa D'Angelo
Rachele Di Salvo
Alessia Fantini
Lucilla Lanza

Experiment Scientists: 453, Theory Scientists: 158, Accelerator Scientists: 142, Support: 3, Other: 39

BREAKING NEWS, January 2020



The Electron Ion Collider (EIC), to be designed and constructed over ten years at an estimated cost between \$1.6 and \$2.6 billion, will smash electrons into protons and heavier atomic nuclei in an effort to penetrate the mysteries of the "strong force" that binds the atomic nucleus together.

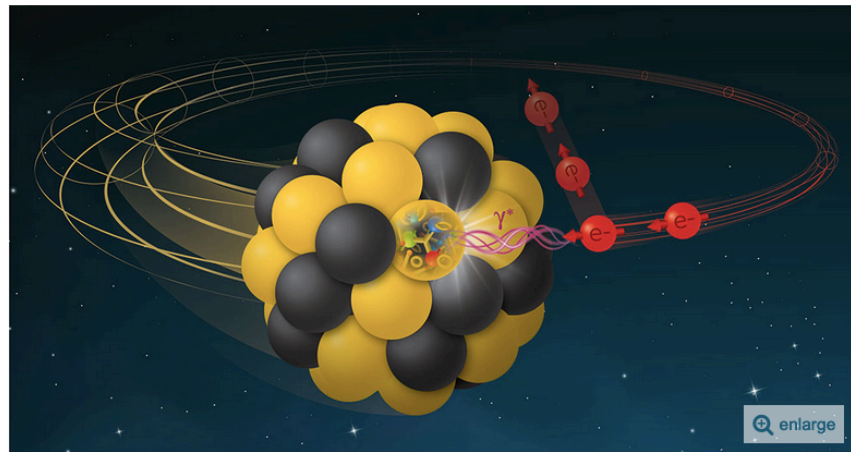
Secretary Brouillette approved Critical Decision-0, "Approve Mission Need," for the EIC on December 19, 2019.

Electron-Ion Collider Achieves Critical Decision 1 Approval

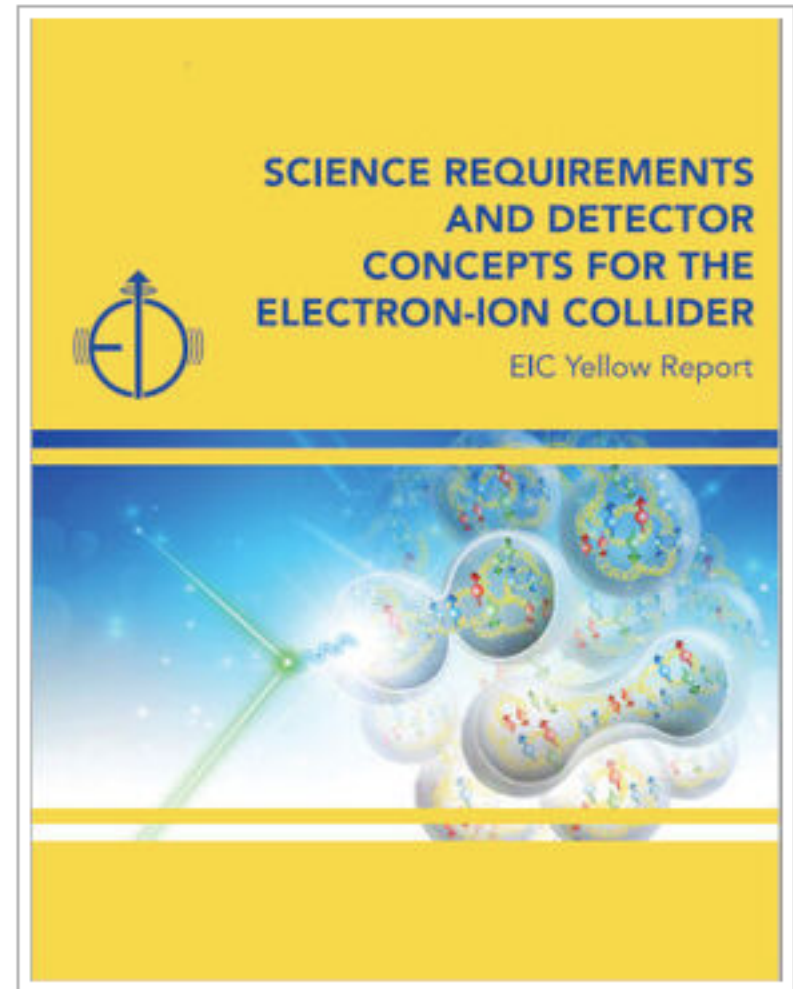
CD-1 milestone marks start of project execution phase for next-generation nuclear physics facility that will probe the smallest building blocks of visible matter

July 6, 2021

CD-1 July 6th 2021



EIC Yellow Report
March 18th 2021



EIC-NET - Roma Tor Vergata

Attività prevista:

- triggerless DAQ

in collaborazione con INFN – Genova

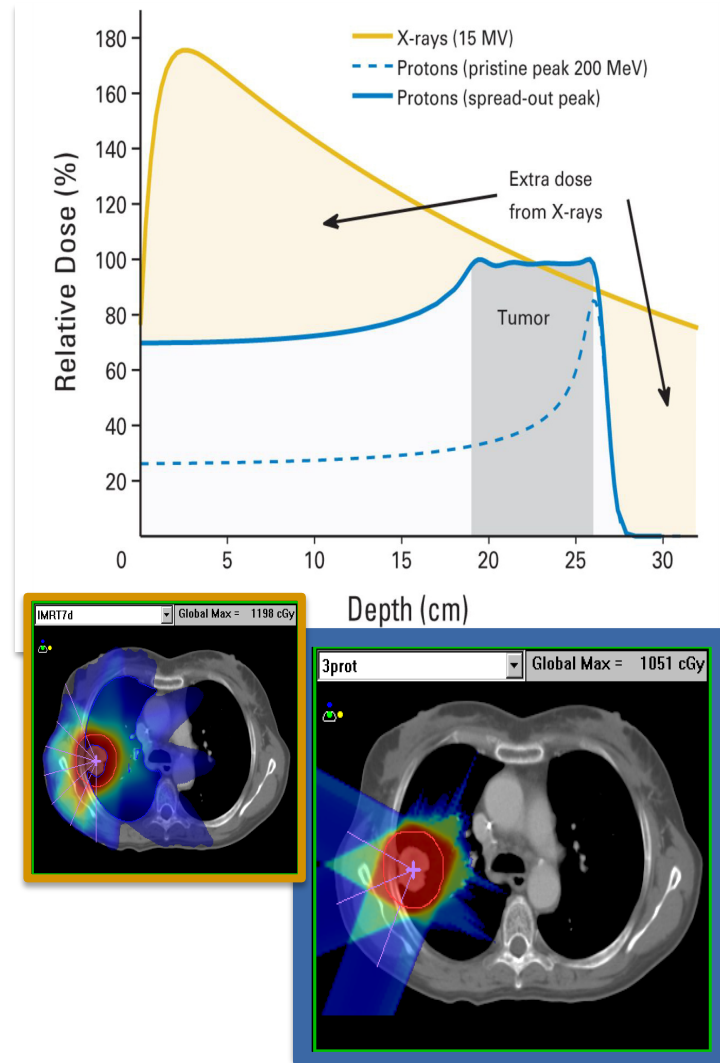
Partecipanti:

Annalisa D'Angelo 10% Rachele Di Salvo 10%
Alessia Fantini 20% **Lucilla Lanza 10%**

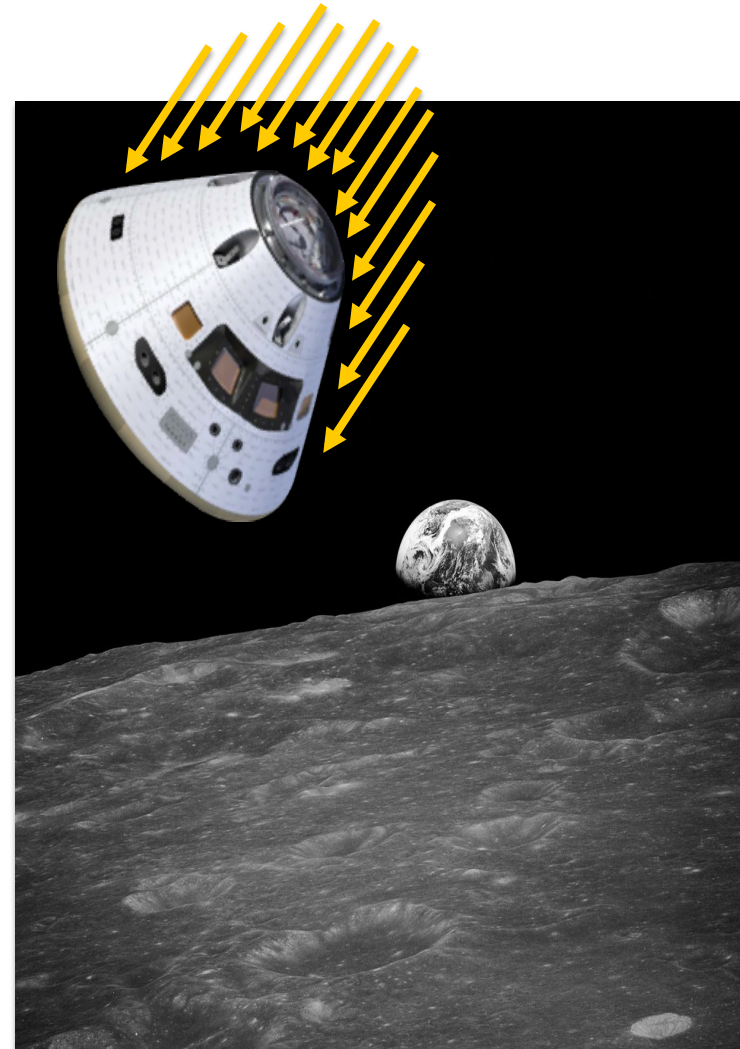
Richieste di Finanziamento: 5 K€ Missioni
Networking per triggerless DAQ

FOOT

Particle therapy



Spacecraft shielding Radio-protection in Space



The FOOT Collaboration

99 Authors

34 Institutions

Italy, France,
Germany, Japan,
Russia, Cuba

3 Continents
(Europe, Asia,
America)

INFN:

10 units (Bo, LNF, Mi, Na, Pg, Pi, Rm1,
Rm2, TIFPA, To)

73 researchers & 11 technologists

36.8 FTE (33.7 researchers, 3.1
technologists)

Tor Vergata:

M.Cristina Morone 70%
L. Narici 30%

The FOOT Physics Program

Specific measurements related with Particle Therapy & Radioprotection in Space

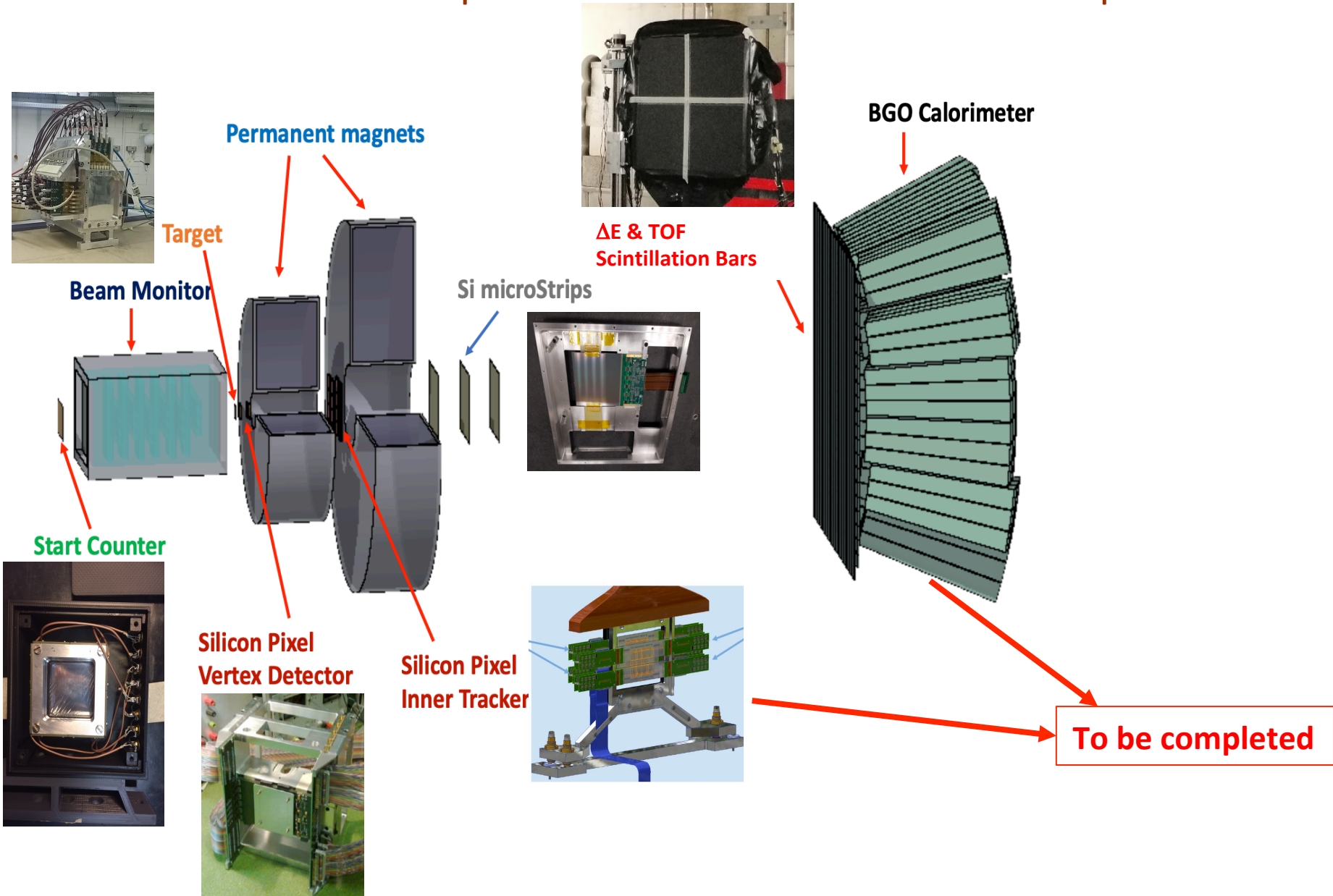
- Using C, C₂H₄ → cross sections on C and H
- Using C, C₂H₄, PMMA → cross sections on C, O and H

PMMA is a combination of C,O,H.

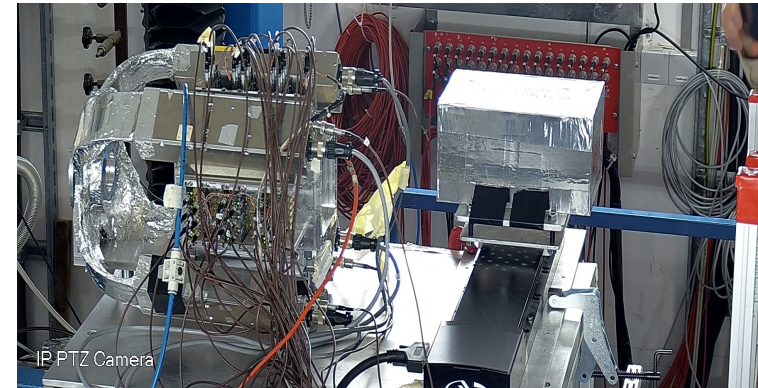
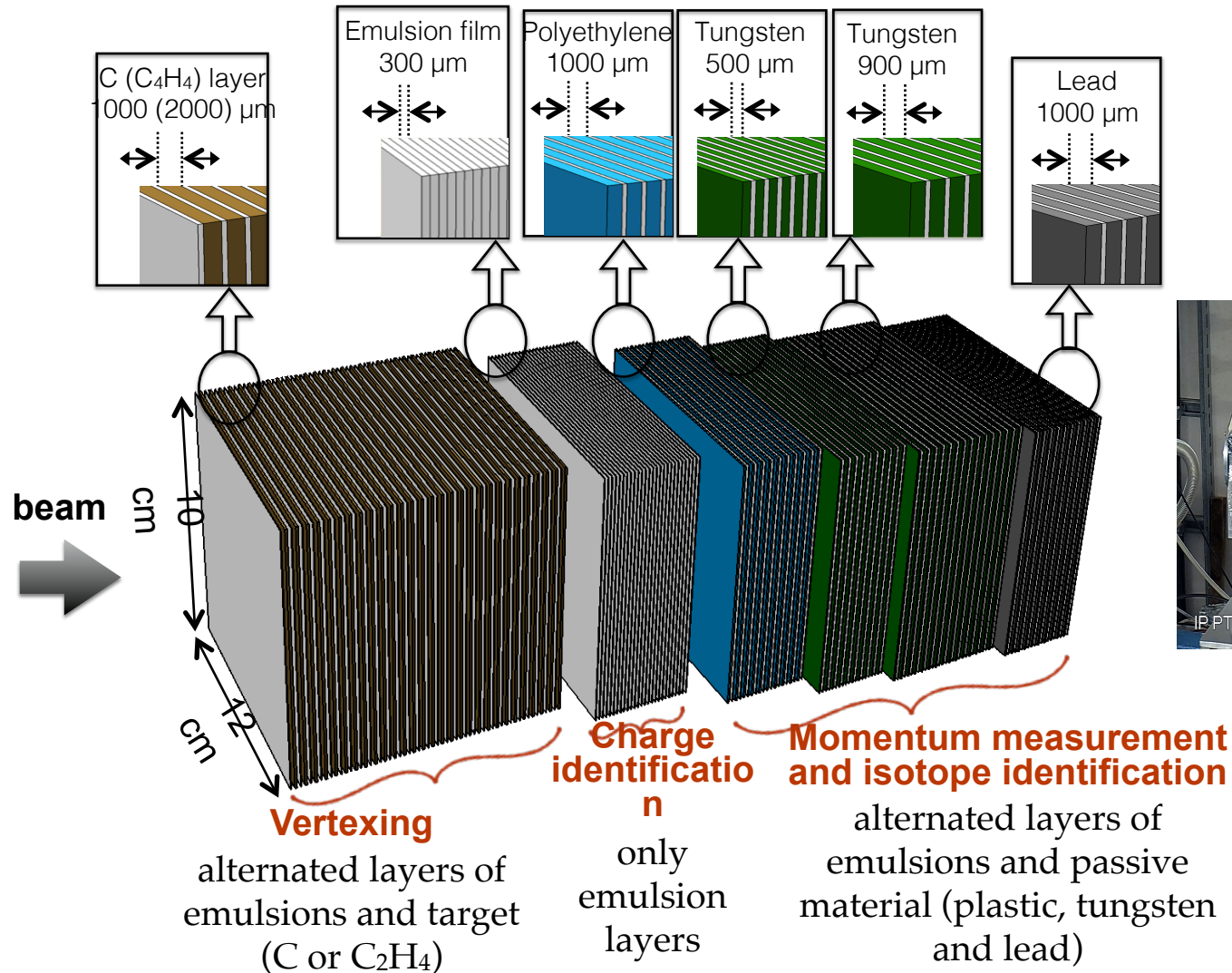
Phys	Beam	Target	Energy (MeV/u)	Inv/direct
Target Frag. PT	¹² C	C, C ₂ H ₄	200	inv
Target Frag. PT	¹⁶ O	C, C ₂ H ₄	200	inv
Beam Frag. PT	¹² C	C, C ₂ H ₄ , PMMA	350	dir
Beam Frag. PT	¹⁶ O	C, C ₂ H ₄ , PMMA	400	dir
Beam Frag. PT	⁴ He	C, C ₂ H ₄ , PMMA	250	dir
Rad. Prot.space	⁴ He	C, C ₂ H ₄ , PMMA	700	dir
Rad. Prot.space	¹² C	C, C ₂ H ₄ , PMMA	700	dir
Rad. Prot.space	¹⁶ O	C, C ₂ H ₄ , PMMA	700	dir

open to other possible physics programs

The FOOT experiment: the electronic spectrometer



The FOOT experiment: the emulsion spectrometer



FOOT Highlights 2020-2021

Pandemic hit FOOT also between october 2020 till today: No CNAO activity up to today. Nevertheless many improvements and preparatory works have been done:

- ✓ Completed MSD construction; first (and successfull) test on proton beam in Trento
- ✓ A calorimeter module is ready
- ✓ After the successfull magnet bid (Sigma-Phi) and delays on material procurement, we're converging on the executive project: magnet delivery expected by the end of the year
- ✓ Refurbishment Drift Chamber done (replacement of a broken wire)
- ✓ DAQ system has been tested on all detectors
- ✓ Several progresses on reconstruction software; several analyses ongoing on GSI2019 data
- ✓ Emulsion data analyses is in progress (development and scanning lab closed during pandemic)
- ✓ Several published articles; some in the accepted stage; other in preparation.
- ✓ New measurement proposals and detector upgrade studies are ongoing
- ✓ Currently we're preparing the new GSI data taking with ^{16}O beam (15-16 July); planning a data taking in autumn at CNAO with ^{12}C

Emulsion data analysis: Charge identification analysis

Article published on Open Physics

- Oxygen Beam @200 MeV on C_2H_4 target
- Identification of $Z \leq 2$ fragments with a cut-based analysis (provide also cosmic rays selection)
- Identification of $Z \geq 2$ fragments with the Principal Component Analysis

DE GRUYTER Physics 2020

Research Article

Open Access

G. Galati*, A. Alexandrov, B. Alpat, G. Ambrosi, S. Argirò, R. Artech Diaz, N. Bartosik, G. Battistoni, N. Belcari, E. Bellinzona, S. Biondi, M. G. Bisogni, G. Bruni, P. Carra, P. Cerello, E. Ciarrocchi, A. Clozza, S. Colombi, A. Del Guerra, M. De Simoni, A. Di Crescenzo, B. Di Ruzza, M. Donetti, Y. Dong, M. Durante, R. Faccini, V. Ferrero, E. Fiandrini, C. Finck, E. Fiorina, M. Fischetti, M. Francesconi, M. Franchini, G. Franciosini, L. Galli, V. Gentile, G. Giraudo, R. Hetzel, E. Iarocci, M. Ionica, A. Iuliano, K. Kanxheri, A. C. Kraan, V. Lante, C. La Tessa, M. Laurenza, A. Lauria, E. Lopez Torres, M. Marafini, C. Massimi, I. Mattei, A. Mengarelli, A. Moggi, M. C. Montesi, M. C. Morone, M. Morrocchi, S. Muraro, F. Murtas, A. Pastore, N. Pastrone, V. Patera, F. Pennazio, P. Placidi, M. Pullia, F. Raffaelli, L. Ramello, R. Ridolfi, V. Rosso, C. Sanelli, A. Sarti, G. Sartorelli, O. Sato, S. Savazzi, L. Scavarda, A. Schiavi, C. Schuy, E. Scifoni, A. Sciubba, A. Sécher, M. Selvi, L. Servoli, G. Silvestre, M. Sitta, R. Spighi, E. Spiritelli, A. Stahl, V. Tioukov, S. Tomassini, F. Tommasino, M. Toppi, G. Traini, S. M. Valle, M. Vanstalle, M. Villa, U. Weber, R. Zarella, A. Zoccoli, and G. De Lellis

Charge identification of fragments with the emulsion spectrometer of the FOOT experiment

DOI: DOI

*Corresponding Author: G. Galati: INFN Section of Napoli, Napoli, Italy, E-mail: giuliana.galati@na.infn.it

A. Alexandrov, V. Gentile: National University of Science and Technology, MISIS, RUS-119049 Moscow, Russia

A. Alexandrov, A. Di Crescenzo, A. Iuliano, G. De Lellis: University of Napoli, Department of Physics "E. Pancini", Napoli, Italy

A. Alexandrov: Lebedev Physical Institute of the Russian Academy of Sciences, RUS-119991 Moscow, Russia

B. Alpat, M. Donetti, V. Lante, M. Pullia, S. Savazzi: Centro Nazionale di Adroterapia Oncologica (CNAO), Pavia, Italy

G. Ambrosi, E. Fiandrini, M. Ionica, K. Kanxheri, P. Placidi, L. Servoli, G. Silvestre: INFN Section of Perugia, Perugia, Italy

S. Argirò, L. Scavarda: University of Torino, Department of Physics, Torino, Italy

S. Argirò, N. Bartosik, P. Cerello, M. Donetti, V. Ferrero, E. Fiorina, G. Giraudo, E. Lopez Torres, N. Pastrone, F. Pennazio, L. Ramello, L. Scavarda, M. Sitta: INFN Section of Torino, Torino, Italy

R. Artech Diaz: CEADEN, Centro de Aplicaciones Tecnológicas y Desarrollo Nuclear, Havana, Cuba

G. Battistoni, Y. Dong, I. Mattei, S. Muraro, S. M. Valle: INFN Section of Milano, Milano, Italy

N. Belcari, M. G. Bisogni, P. Carra, E. Ciarrocchi, A. Del Guerra, M. Francesconi, L. Galli, A. C. Kraan, A. Moggi, M. Morrocchi, F. Raffaelli, V. Rosso, G. Sportelli: INFN Section of Pisa, Pisa, Italy

N. Belcari, M. G. Bisogni, P. Carra, E. Ciarrocchi, A. Del Guerra, M. Francesconi, M. Morrocchi, V. Rosso,

G. Sportelli: University of Pisa, Department of Physics, Pisa, Italy

E. Bellinzona, S. Colombi, B. Di Ruzza, C. La Tessa, A. Lauria, E. Scifoni, F. Tommasino: Trento Institute for Fundamental Physics and Applications, Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (TIFPA-INFN), Trento, Italy

S. Biondi, G. Bruni, M. Franchini, C. Massimi, A. Mengarelli, G. Sartorelli, M. Selvi, R. Spighi, M. Villa, R. Zarella, A. Zoccoli: INFN Section of Bologna, Bologna, Italy

S. Biondi, M. Franchini, C. Massimi, R. Ridolfi, G. Sartorelli, M. Villa, R. Zarella, A. Zoccoli: University of Bologna, Department of Physics and Astronomy, Bologna, Italy

A. Clozza, E. Iarocci, M. Laurenza, C. Sanelli, A. Sciubba, E. Spiritelli, S. Tomassini, M. Toppi: INFN Laboratori Nazionali di Frascati, Frascati, Italy

S. Colombi, C. La Tessa, F. Tommasino: University of Trento, Department of Physics, Trento, Italy

M. De Simoni, R. Faccini, M. Fischetti, G. Franciosini, M. Marafini, V. Patera, A. Sarti, A. Schiavi, G. Traini: INFN Section of Roma 1, Rome, Italy

M. De Simoni, R. Faccini, G. Franciosini, F. Murtas: University of Rome La Sapienza, Department of Physics, Rome, Italy

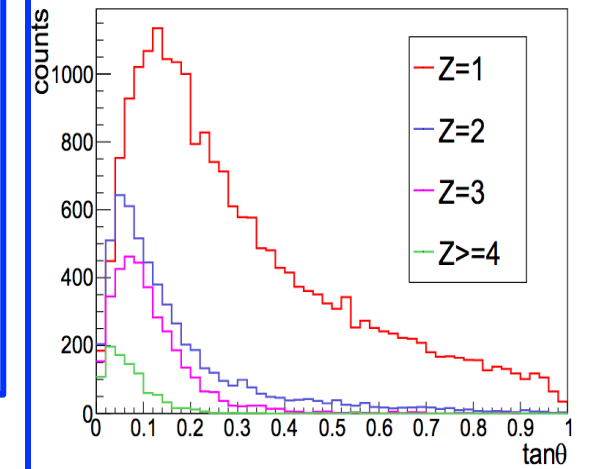
Y. Dong: University of Milano, Department of Physics, Milano, Italy

M. Durante, C. Schuy, U. Weber: Biophysics Department, GSI Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung, Darmstadt, Germany

M. Durante: Technische Universität Darmstadt Institut für Festkörperphysik, Darmstadt, Germany

Z	Fragments classification					
	CB	PCA	Total	%	Syst. Err. (%)	Stat. Err. (%)
1	21,199	/	21,199	70	5	0.7
2	1,438	3,506	4,943	16	2	1.4
3	/	2,915	2,915	10	2	1.9
≥ 4	/	1,108	1,108	4	1	3.0
Total	22,637	7,529	30,166			

Charge distribution of identified fragments



Angular distribution of fragments

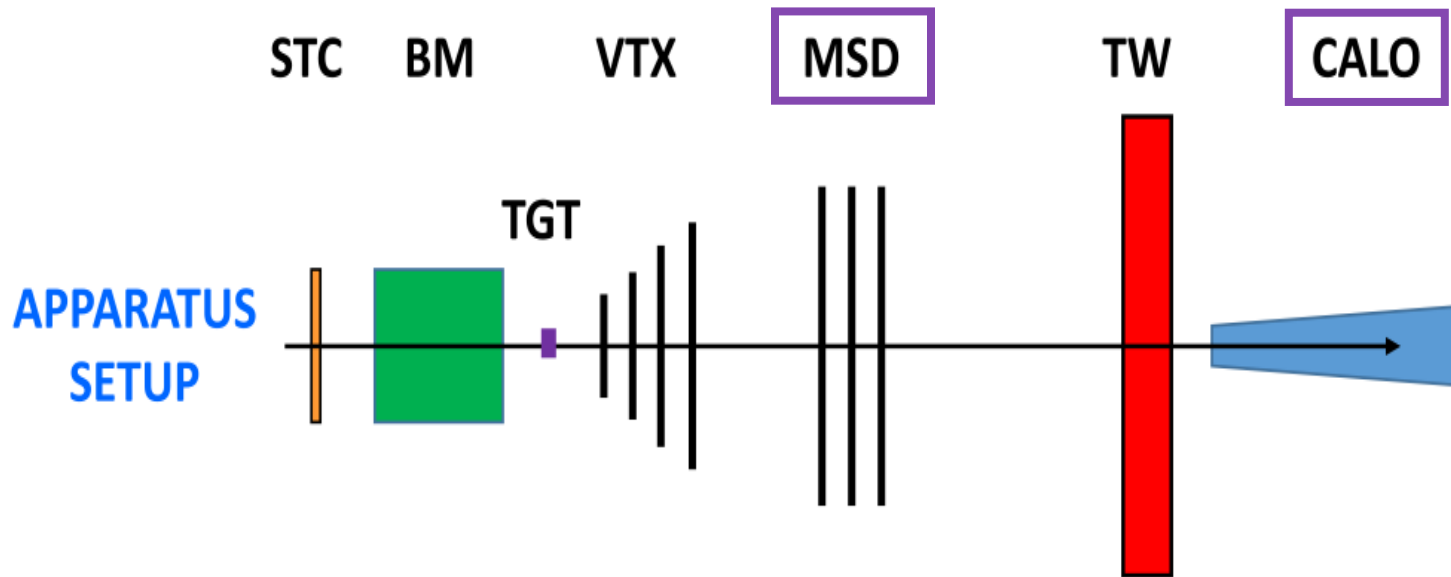
The charge was measured/assigned for 99.4% of the tracks reconstructed in Section 2

Papers – published since 2020

1. I. Mattei et al, *Measurements of ^{12}C fragmentation cross sections on C, O and H in the energy range of interest for particle therapy applications*, IEEE TRPMS. **4**
2. L. Galli et al, *Fragment charge identification technique with a plastic scintillator detector using clinical carbon beams*, NIM A **953**
3. Y. Dong et al, *The Drift Chamber detector of the FOOT experiment: Performance analysis and external calibration*, NIM A **986 (2021) 164786**
4. M. Morrocchi et al, *Performance Evaluation of the TOF-Wall Detector of the FOOT Experiment*, IEEE Trans. Nucl. Sci. (doi:10.1109/TNS.2020.3041433)
5. G. Battistoni et al, *Measuring the impact of Nuclear Interaction in Particle Therapy and in Radio Protection in Space: the FOOT experiment*, Front. Phys. **8 (2021) 568242**
6. A. C. Kraan et al, *Charge identification of nuclear fragments with the FOOT Time-Of-Flight system*, NIM A **1001 (2021) 165206**
7. G. Galati et al, *Charge identification of fragments with the emulsion spectrometer of the FOOT experiment*, Open Physics **(2021) accepted**

Next data takings and tests - 1

GSI July 15-16th - 48 h, ^{16}O @ 200 – 400 MeV/n on C and C_2H_4



* Beam test goals:

- Integration of new systems (MSD, CALO)
- Tests for the Triggers on fragmentation
- Production cross sections for «heavy» fragments
- First measurements of **Target (p-O) Fragmentation with the electronic set-up**

Next data takings and tests - 2



- **- October 2021– few hours**

- Tests and DAQ Integration of Intermediate tracker modules



- **CNAOn** - **October 2021 – 30-35 h, ^{12}C @ 110 – 400 MeV/**

- Apparatus: all except magnet, part of IT, wider part of calo.
- Beam test goals:
 - Integration of IT
 - Extensive use of the Triggers on fragmentation
 - Neutron detector tests
 - Measurement of the production cross sections for «heavy» fragments
 - Measurements of **p-C Fragmentation**

Year 2022

CNAO

- March/April/May – 30-40 h, ^{12}C @ 110 – 400 MeV/n

- Final apparatus; high statistics, max accuracy measurements:
 - production cross sections for «heavy» fragments with mass identification
 - Measurements of **p-C Fragmentation**

HIT
Heidelberg Ionenstrahl-Therapiezentrum

- Heidelberg - ? - 48 h, p, ^4He , ^{12}C , ^{16}O @ 50 – 400 MeV/n

• Final apparatus; beam test goals:

- Characterisation BGO with different beams and energies
- Fully physics: production cross sections with a ^4He beam for «heavy» fragments

In addition:

- CERN – n-tof facility – from january, 4-5 days foreseen
 - Tests and characterization of neutron detectors
- CNAO - further tests to characterize calorimeter modules
 - use of 3rd source: ^4He (if not at HIT)

Richieste finanziarie per il 2022

- Missioni (meeting di collaborazione e prese dati) 4.5 k€
- Consumo 0.5 k€

Totale Afferenti al gruppo 3 ed FTE

	Nome	Età	Posizione	Qualifica	Afferenza	EIC.NET.DTZ	FOOT	JLAB12	MAMBO	UE-STRONG_2028	DOT3	CSN I	CSN II	CSN IV	CSN V	P.S.
1	D'Angelo Annalisa		Inc. Ric.	Prof. Ordinario	CSN III	10		80								10
2	Di Salvo Rachele Anna		Dipendente	Ricercatore	CSN III	10			90							
3	Fantini Alessia		Inc. Ric.	Ricercatore Universitario	CSN III	20			80							
4	Morone Maria Cristina		Inc. Ric.	Prof. Associato	CSN III		70									
5	Narici Livio		Inc. Ric.	Prof. Associato	CSN II		30						70		30	
6	Rizzo Alessandro		Associato	Ricercatore Confermato (Ricercatore)	CSN III			100								

Tot FTE: 4,9

Richieste metabolismo Gr3

Sez./Lab	nFTE	coordinatore	Interno	Estere	Missioni met.	Consumo	Seminari	Pubblicazioni	Inventario	Totale NON missioni	TOTALE
Tor Vergata	4,9	1	2,50	2,00	4,50	2,50	0,50	1,00	7,00	11,00	15,50