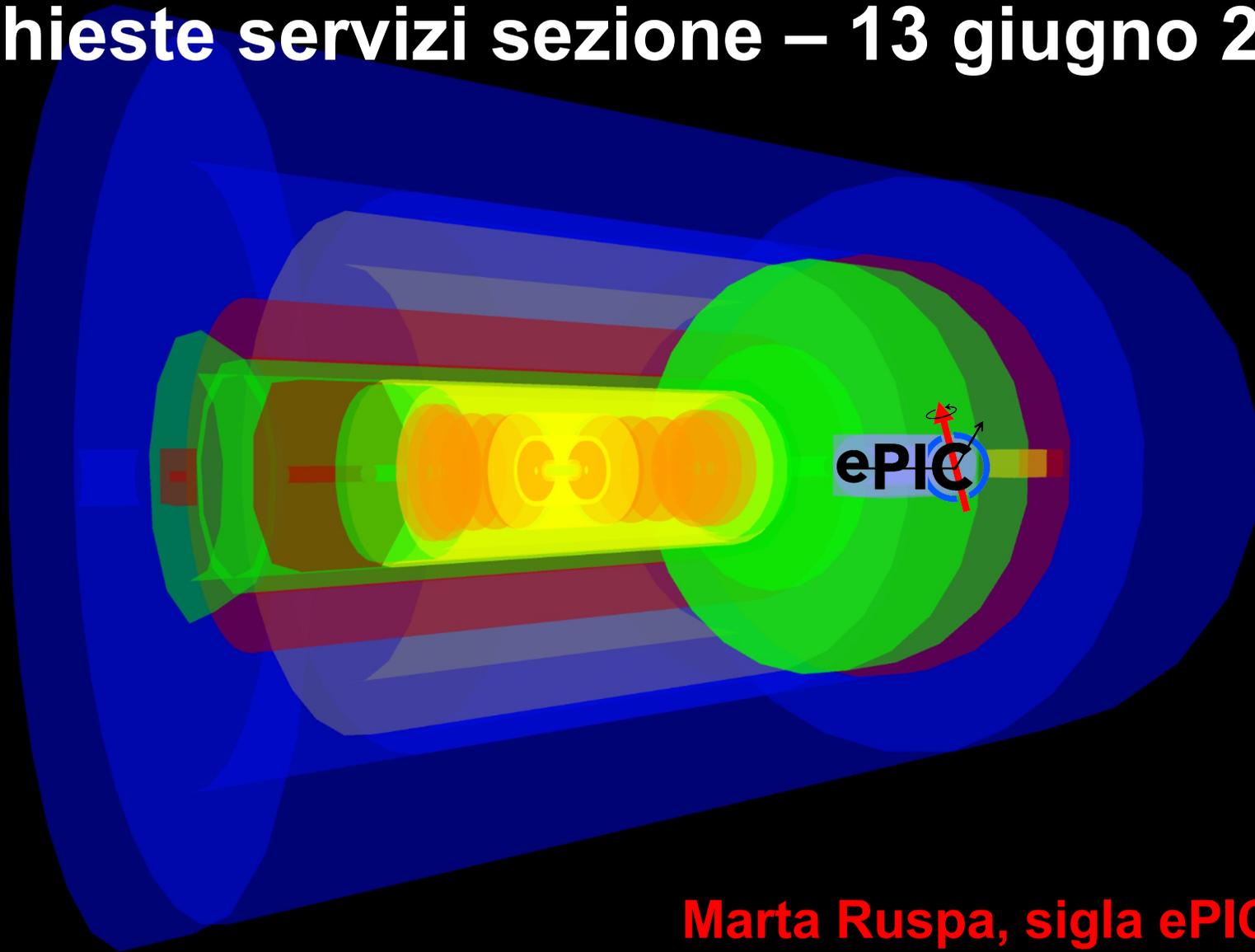


# Richieste servizi sezione – 13 giugno 2025

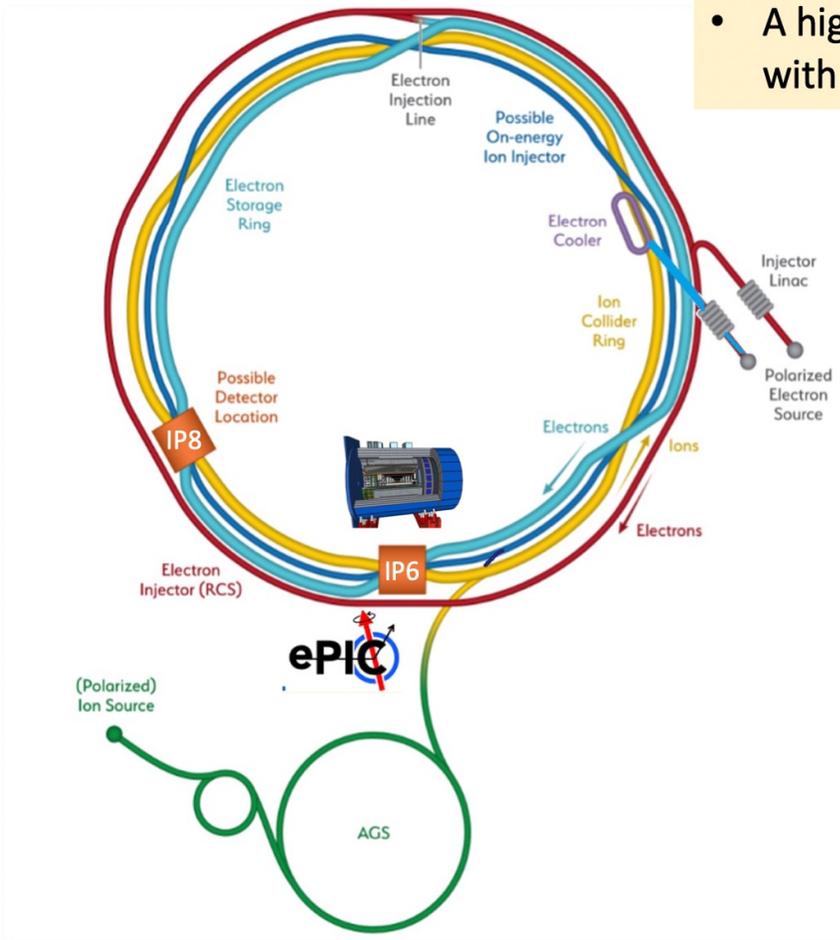


**Marta Ruspa, sigla ePIC**

# The Electron-Ion Collider



- Evolution of RHIC (pp/pA/AA) facility at BNL → electron ring ( $E_e = 5-18$  GeV)
- A high luminosity ( $10^{33} - 10^{34} \text{ cm}^{-2}\text{s}^{-1}$ ) polarized electron proton / ion collider with  $\sqrt{s_{ep}} = 29 - 140$  GeV



2.25 B\$ project

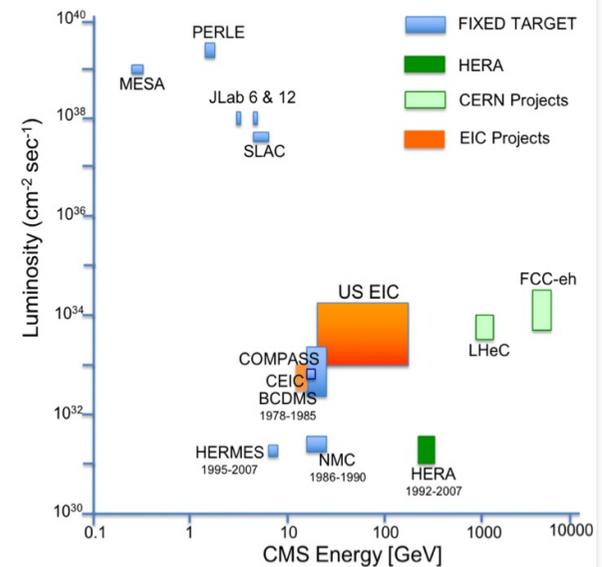
## EIC key points

with respect to HERA:

- luminosity x 100 to 1000 higher
- both (p, d,  $^3\text{He}$ ) and e polarized
- nuclear beams (d to U)

with respect to fixed target facilities:

- more than 2 decades increase in kinematic coverage in x and  $Q^2$



Currently DoE supports EIC project for one detector, but the facility can support two detectors/IRs (IP6/IP8)

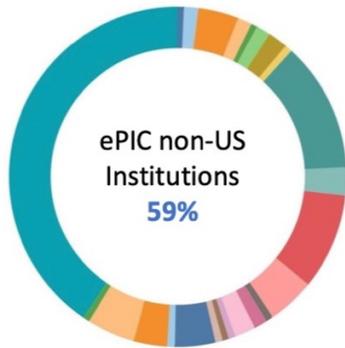
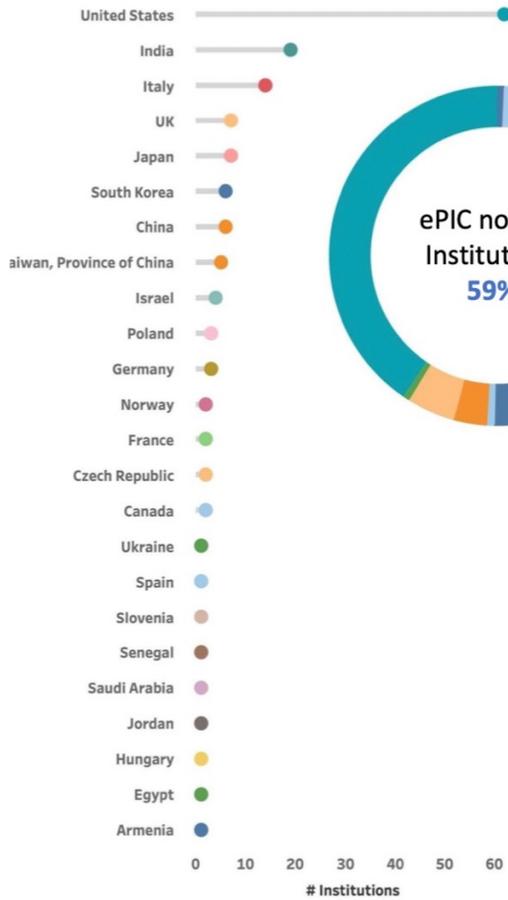
# The ePIC Collaboration



171 institutions  
24 countries

500+ participants

*A truly global pursuit for  
a new experiment at the  
EIC!*



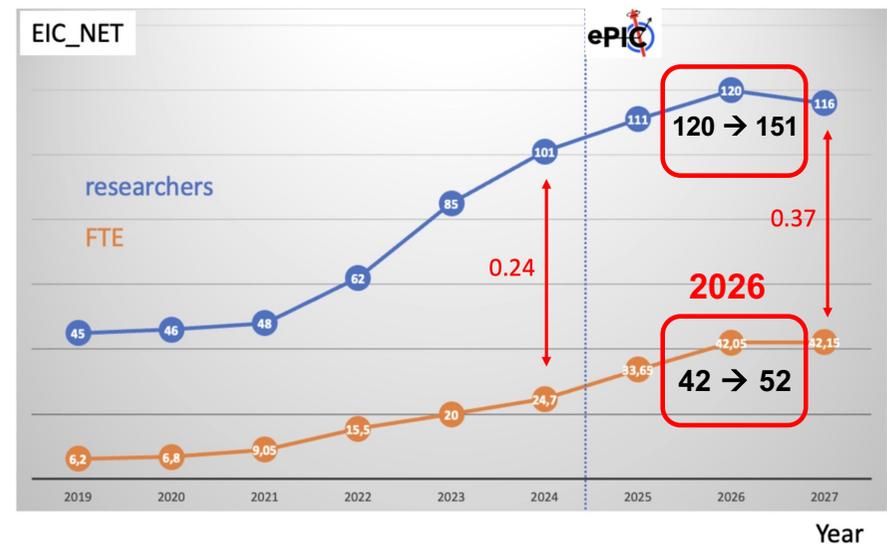


# ePIC Italia organization and size

## FTE evolution vs 2024 LoI prospects (preliminary 2026 vs final numbers 2025)

Anagrafica		
	2025	2026
Ricercatori	93,0	112,0
Tecnologi	27,0	30,0
Sinergie	6,0	9,0
Ricercatori staff	61,0	65,0
Tecnologi staff	25,0	24,0
FTE Ricercatori	26,6	42,2
FTE Tecnologi	8,9	6,2
FTE Sinergie	3,3	4,5
FTE Ricercatori staff	15,5	18,2
FTE Tecnologi staff	4,9	5,3
<b>Tot Persone</b>	<b>126,0</b>	<b>151,0</b>
<b>Tot FTE</b>	<b>38,8</b>	<b>52,8</b>
<b>FTE/Persona</b>	<b>0,31</b>	<b>0,35</b>

### FTE from EIC\_NET to ePIC (LoI 2024)



### Quite larger increase in FTE: 35% (expected 25%)

- increasing FTE of collaborators (avg FTE 0.31 → 0.35)
- including new interested colleagues (new FTEs)
- doing quite well with DOE-funded contracts (new FTEs)
- prepare for further increase (PhDs, outreach activity etc)

# ePIC Italia organ

**FTE evolution vs 2024 Lo**  
(preliminary 2026 vs final numb

Anagrafica	
	202
Ricercatori	93
Tecnologi	27
Sinergie	6
Ricercatori staff	61
Tecnologi staff	25
FTE Ricercatori	26
FTE Tecnologi	8
FTE Sinergie	3
FTE Ricercatori staff	15
FTE Tecnologi staff	4
<b>Tot Persone</b>	<b>126</b>
<b>Tot FTE</b>	<b>38</b>
<b>FTE/Persona</b>	<b>0,3</b>



## SCOPRI L'AVVENTURA ITALIANA NELL'ESPERIMENTO ePIC

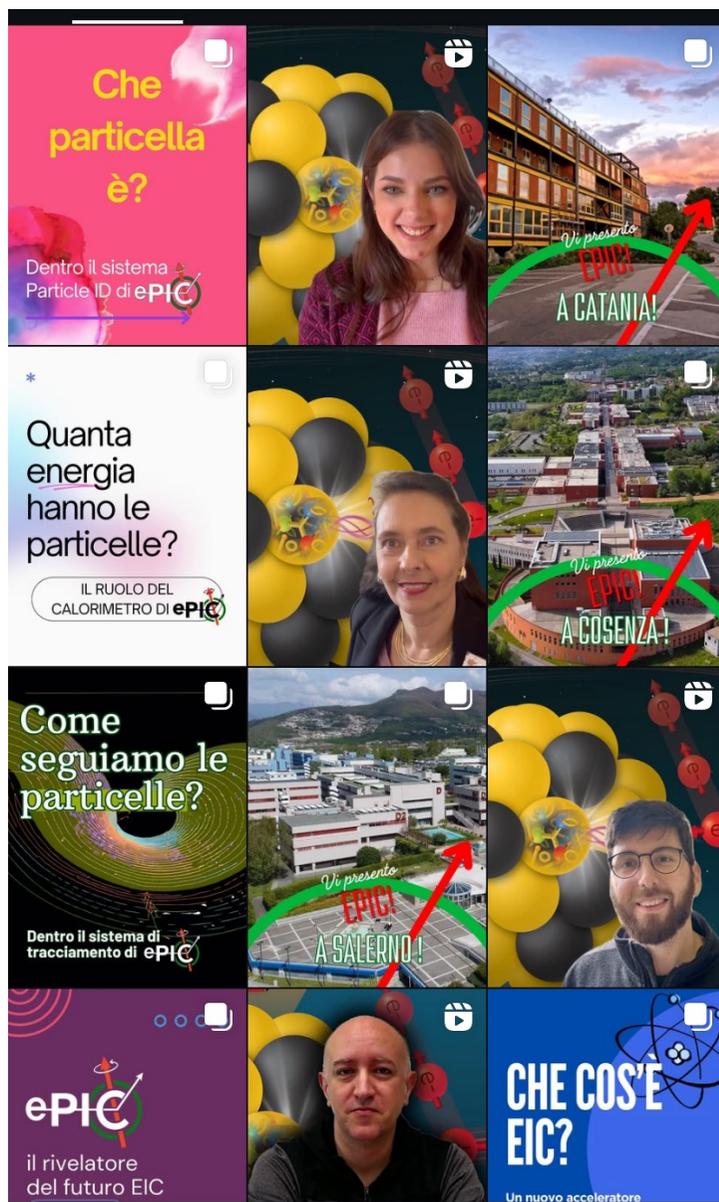


**SEGUICI SU Instagram**

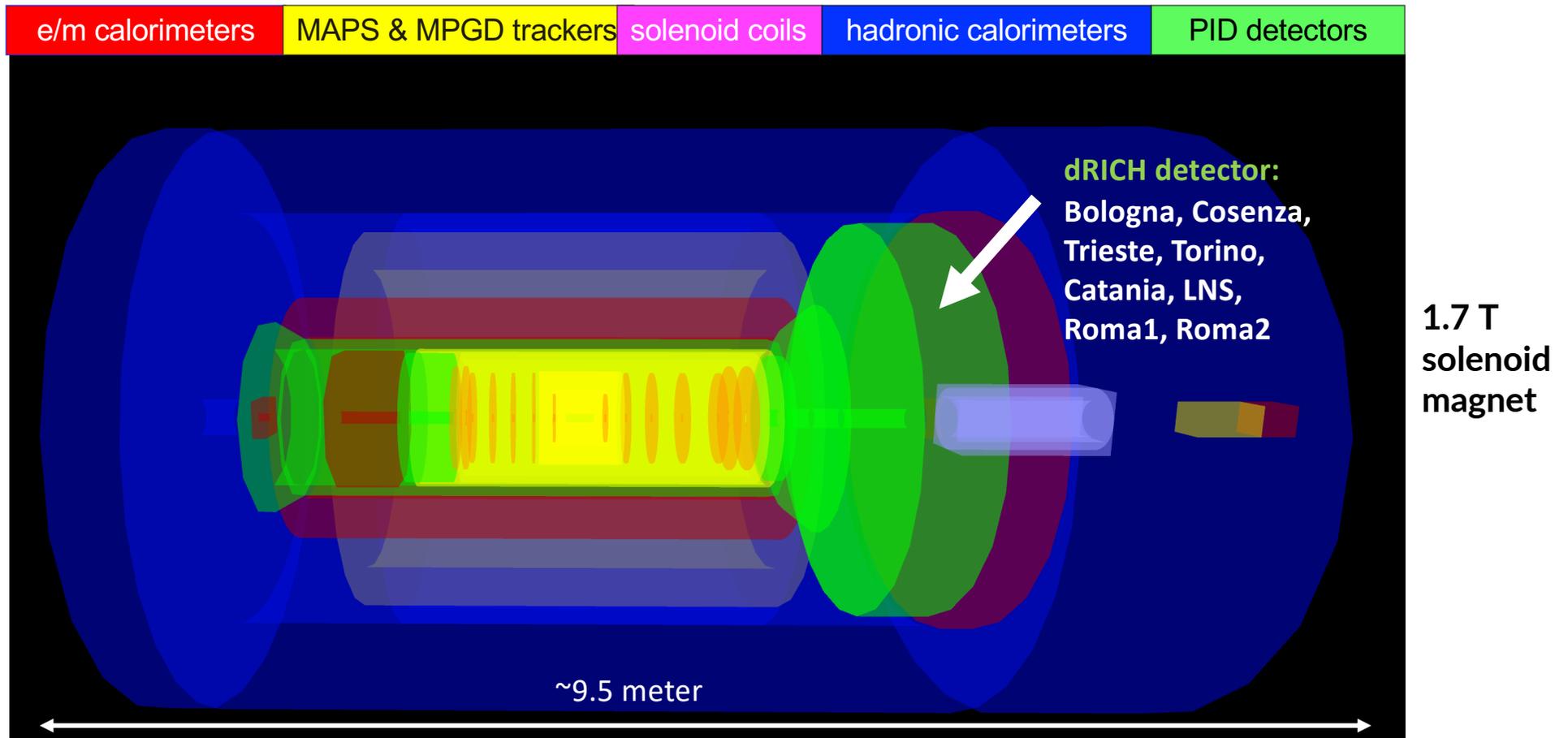
**NET to ePIC (LoI 2024)**



**FTE: 35% (expected 25%)**  
 operators (avg FTE 0.31 → 0.35)  
 colleagues (new FTEs)  
 E-funded contracts (new FTEs)  
 use (PhDs, outreach activity etc)



# ePIC detector subsystem overview



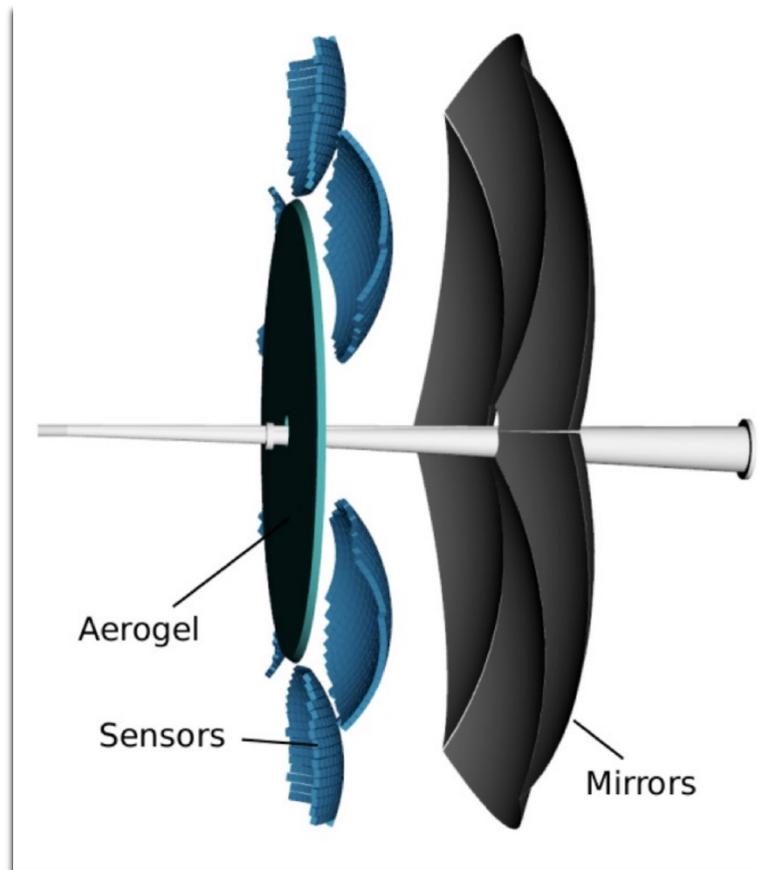
# Forward hadron-going PID detector - dRICH

## Physics requirements:

separazione  $e$   
 identificazione  $\pi/K/p$  fino  
 a 50 GeV/c nell'endcap  
 adronico

## Sfide tecnologiche:

Limiti geometrici  
 Campo magnetico  
 Livelli di radiazione



- $1.5 < \eta < 3.5$  coverage
- 4cm aerogel + C<sub>2</sub>F<sub>6</sub> gas
- 6 spherical mirrors to focalize photons
- **SiPM based sensors for photon detection** hosted in 6 sectors, 0.5 m<sup>2</sup>/sector

## Passi compiuti nell' R&D su SiPM:

- prova di fattibilità (dark current rate, condizioni operative, rivelazione di fotone singolo,...)
- tolleranza della radiazione
- elettronica di readout

# dRICH @Torino: ALCOR ASIC!

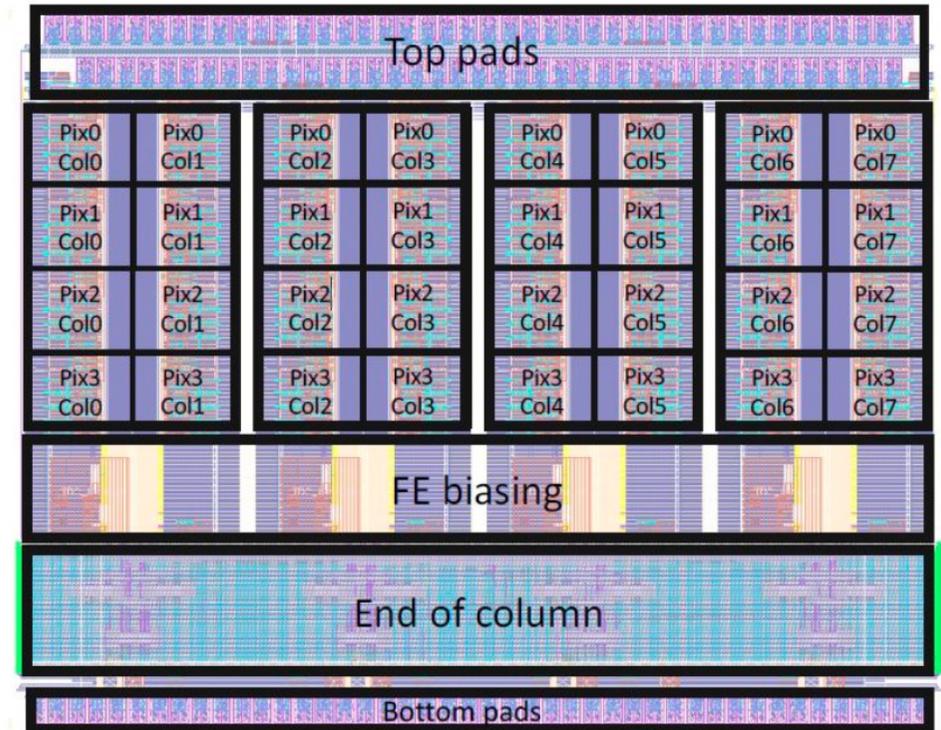
**ALCOR FE ASIC attività 100% INFN Torino!** (sviluppato per DARKSIDE)  
**scelto per lettura SiPM del dRICH**

Maxim Alexeev  
Michela Chiosso  
Fabio Cossio  
Giulio Dellacasa  
Davide Giordano  
Daniele Panzieri  
**Marta Ruspa**  
Ada Solano  
Umberto Tamponi

# ALCOR (A Low Power Chip for Optical Sensor Readout)

[http://personalpages.to.infn.it/~fcossio/projects/ALCOR/ALCOR\\_user\\_guide.pdf](http://personalpages.to.infn.it/~fcossio/projects/ALCOR/ALCOR_user_guide.pdf)

- **32-pixel** matrix (8x4) mixed-signal ASIC (4.95 mm × 3.78 mm), new version will be **64-pixel** matrix (8x8)
- Single-photon time tagging + **Time-over-Threshold** or **Slew-Rate** measurements for **time walk correction**
- On-chip **signal amplification, conditioning** and **digitization**, 32-bit event word
- **Fully digital output**: 4 LVDS 320 MHz DDR Tx links
- Power consumption **~10-12 mW/channel**
- 0.11  $\mu\text{m}$  CMOS technology



- ALCOR must provide **single-photon time tagging** of signals coming from SiPM sensors
- ALCOR must cope with **SiPM DCR: 300 kHz/channel** (at max SiPM radiation damage)

# dRICH @Torino: ALCOR ASIC!

**ALCOR FE ASIC attività 100% INFN Torino!** (sviluppato per DARKSIDE)  
**lettura SiPM del dRICH**

- v1 disponibile a inizio 2021 –
- Successivo sviluppo di una **nuova versione di ALCOR ottimizzata**  
→ v2 disponibile a giugno 2023
- **Versione v3 (64 canali, flip chip BGA package) sottomessa a MPW a fine marzo 2025**

v1 e v2 utilizzate per **test irradiazione e test su fascio**

Sensori caratterizzati prima e dopo irraggiamento

Prototipo dRICH testato su fascio più volte (ultimo test beam **Maggio 24**)

**Fondamentale contributo del nostro laboratorio di elettronica, grazie!**

Maxim Alexeev  
Michela Chiosso  
Fabio Cossio  
Giulio Dellacasa  
Davide Giordano  
Daniele Panzieri  
**Marta Ruspa**  
Ada Solano  
Umberto Tamponi

# Fondi esterni

Partecipazione nel 2022, 2023 e 2024 alla **call eRD109 del bando "EIC Project Research & Development program"** programma finanziato dal Department of Energy (DOE), Office of Nuclear Physics (USA)

[https://wiki.bnl.gov/conferences/index.php?title=General\\_Info](https://wiki.bnl.gov/conferences/index.php?title=General_Info)

La call eRD109 riguarda lo sviluppo di ASIC per l'elettronica di Front-End per tutti i rivelatori di EIC e abbiamo sottomesso ripetutamente un **progetto basato su ALCOR**

**60000 USD, 40000 USD e 40000 USD assegnati al nostro progetto** rispettivamente nel 2023, 2024 e 2025

- Nel 2023 abbiamo pagato un **assegno di ricerca biennale cofinanziato**
- Nel 2024 abbiamo bandito e conferito un **assegno di ricerca annuale cofinanziato**
- A breve bandiremo un **contratto di ricerca**

# Sinergie

- PRIN\_2022E2N8FN, «Silicon Integrated GeNEration and Detection of photon number squeezed states of light. (SIGNED)» PI: G. Dellacasa
- ALCOR applications: DARKSIDE, DUNE, IBISNEXT

# Reminder: ALCOR v2

**v2 marks the start of a specific branch of the ASIC devoted to EIC application**

## ALCOR v2

- MPW, submitted in Dec 2022
- 60 chips, received in June 2023
- Includes new features targeted for EIC dRICH and bug fixes:
  - ✓ TDC logic critical error at high rates solved also for DCR rate at room temperature
  - ✓ New FE gain settings more suited for single photon applications
  - ✓ On-chip test-pulse also for EIC SiPM polar
- Successfully validated in 2023 beam test

## ALCOR v2.1

- INFN internal engineering run, chips received in Jan 2024
- Includes small bug fixes w.r.t. ALCOR v2
- Very high number of chips available to increase instrumented area for dRICH prototype and assemble other test setups
- Version currently used: beam test (May-June 2024) to validate ALCOR-based dRICH readout and evaluate its performance

## Disegno di ALCOR v3

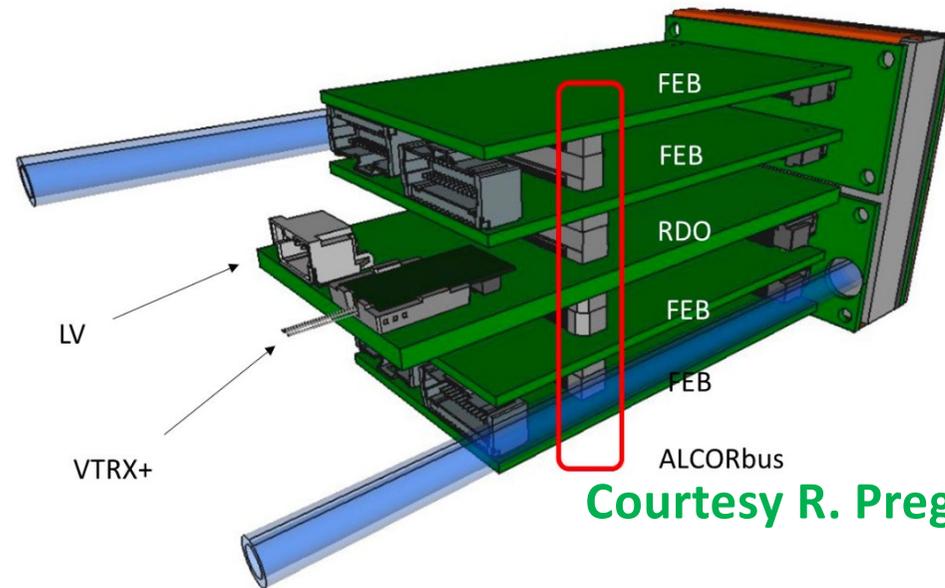
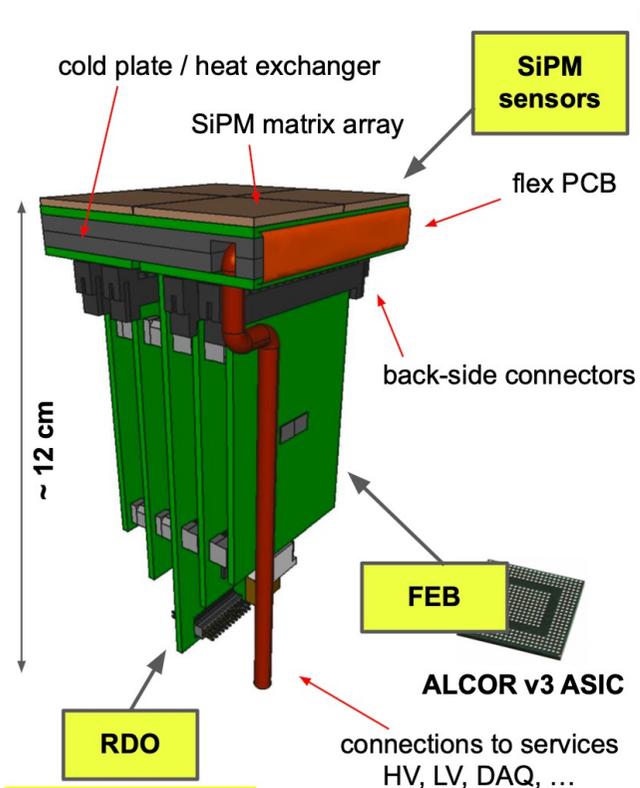
- **64 channel version** inside a **BGA package** (256 IO pins)
- Small revisions of FE design to **improve time resolution** and rate capability of the SIPM+ALCOR system
- **Digital shutter:** inhibit pixel digital logic for data reduction (EIC bunch crossing 10 ns, about 300 ps bunch length → 2-3 ns time window provides factor 3-5 data reduction before digitization)
- Operation with multiple of EIC clock frequency (98.52 MHz): digital logic, TDCs and serializers re-implemented and verified at 394.08 MHz
- Protection for Single Event Upset (SEU) extended to periphery configuration registers

**Submitted to Multi-Project Wafer (MPW) in March '25**

# Future RO system: final FEB



## Photo Detector Unit (PDU)



Courtesy R. Preghenella

**Schede Front-End Board (FEB) deve montare gli ALCOR v3 in package BGA e interfacciarsi al SiPM e al readout**

**Stretta collaborazione con i colleghi di Bologna per il disegno**

# FEB-ology

**Versione intermedie della FEB finale** sviluppate o da sviluppare a Torino e Bologna per permettere di testare e validare progressi lato PDU, RDO e ALCOR

## Produzione : Panoramica schede FEB

- **fatte nel 2025**
  - 10x coppie
  - non sufficienti
    - acquisti
- **da fare nel 2026**
  - 10x coppie
    - spese
    - FON
    - 6 KEI
  - 6x coppie :
    - assu
    - disp
- **da fare nel 2027**
  - 20x coppie
- **Fake-FEB**
  - test RDO con ALCOR v2.1 (montato su ALCOR-FE-dual)
  - dRICH test beam 2025 (elettronica v2 + RDO)
  - abbiamo 10 RDO, potenzialmente possiamo fare 9 Fake-PDU + 1 spare per il test beam
    - servono 20x coppie (master/slave) = 40 pezzi
- **SMA-FEB**
  - test annealing e circuiteria annessa con PDU v3
  - test qualità / integrità segnali SiPM
  - possibili primi test integrati con MasterLogic v3
  - idealmente, testare 2 PDU intere insieme
    - servono 4x coppie (master/slave) = 8 pezzi
    - meglio avere anche degli spares → 6x coppie (master/slave) = 12 pezzi
- **Pre-FEB**
  - la FEB che monterà gli ALCOR64 e che si adatta con l'attuale RDO
    - nota: questa non è la FEB finale, perché dobbiamo rendere tutto differenziale su ALCOR bus
  - idealmente, un numero sufficiente per rimpiazzare le Fake-FEB di cui sopra
  - potremmo montare e testare a inizio 2026 10x final PDU
    - pre-produzione, test assemblaggi e pre-test procedure di QA
  - abbiamo 10 RDO, avremo almeno 40x ALCOR64

Courtesy R. Preghenella

# Richieste elettronica 2026

- Disegno scheda con zoccolo "zero force" (ZIF) per test del nuovo Alcor64 in laboratorio
- Disegno di una adapter board per collegare le FEB ai sistemi di test basati su kit commerciali di FPGA (sistemi già disponibili in laboratorio)
- Modifica disegno FEB (ci sarà qualche linea da cambiare tra FEB e connettore FPGA)
- Attività di supporto ed eventuali modifiche sul packaging

Mignone

- Eventuali modifiche a nuovo disegno chip e continuazione attività in corso

Cossio  
Dellacasa

- Supporto sul sistema di test
- Realizzazione nuovo sistema di test più automatizzato in vista dei test di massa

Wheadon et al.

**Cossio responsabile del WP «Front-End ASICS» nel Detector Subsystem WG del dRICH**

# Richieste elettronica 2026

- Disegno scheda con zoccolo "zero force" (ZIF) per test del nuovo Alcor64 in laboratorio
- Disegno di una adapter board per collegare le FEB ai sistemi di test basati su kit commerciali di FPGA (sistemi già disponibili in laboratorio)
- Modifica disegno FEB (ci sarà qualche linea da cambiare tra FEB e connettore FPGA)
- Attività di supporto ed eventuali modifiche sul packaging
- Eventuali modifiche a nuovo disegno chip e continuazione attività in corso
- Supporto sul sistema di test
- Realizzazione nuovo sistema di test più automatizzato in vista dei test di massa

Mignone

Cossio  
Dellacasa

Wheadon et al.

**Cossio responsabile del WP «Front-End ASICS» nel Detector Subsystem WG del dRICH**

# Richieste elettronica 2026

- Disegno scheda con zoccolo "zero force" (ZIF) per test del nuovo Alcor64 in laboratorio
- Disegno di una adapter board per collegare le FEB ai sistemi di test basati su kit commerciali di FPGA (sistemi già disponibili in laboratorio)
- Modifica disegno FEB (ci sarà qualche linea da cambiare tra FEB e connettore FPGA)
- Attività di supporto ed eventuali modifiche sul packaging

Mignone

- Eventuali modifiche a nuovo disegno chip e continuazione attività in corso

Cossio  
Dellacasa

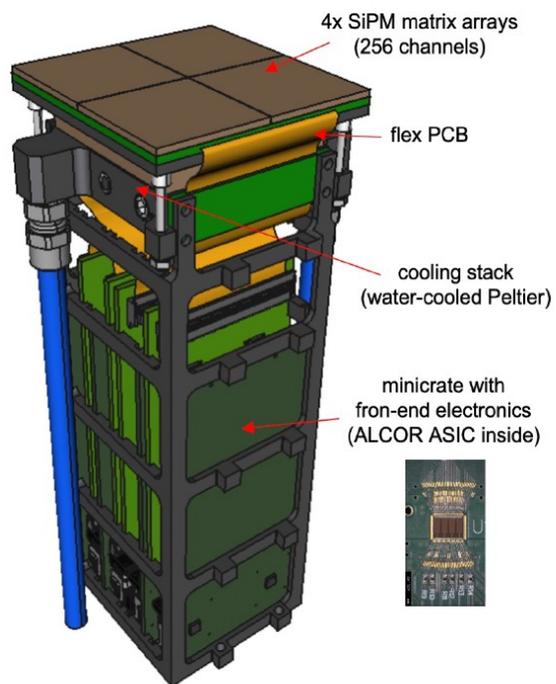
- Supporto sul sistema di test
- Realizzazione nuovo sistema di test più automatizzato in vista dei test di massa

Wheadon et al.

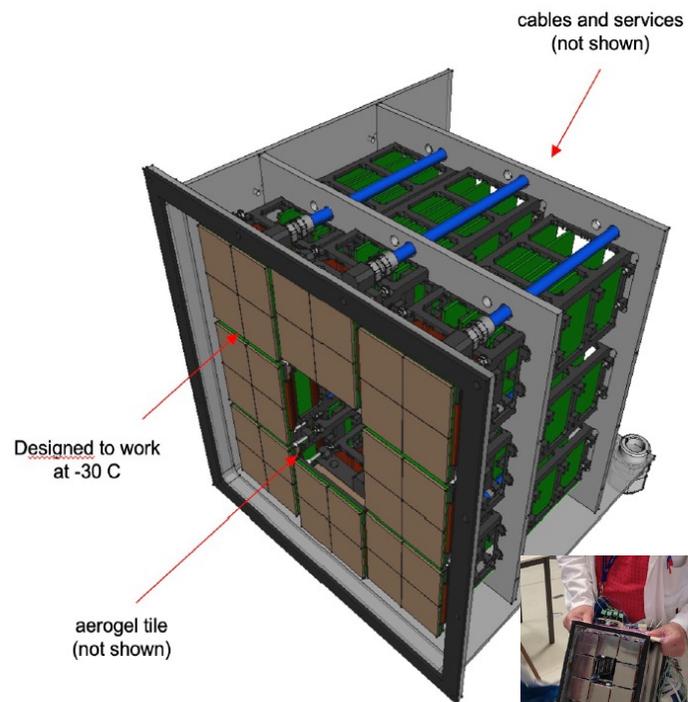
**Cossio responsabile del WP «Front-End ASICS» nel Detector Subsystem WG del dRICH**

Esperimento (sigla nel database INFN)	ePIC
<b>Ruoli di responsabilità nazionali ed internazionali ricoperti all'interno della collaborazione/esperimento da personale della Sezione</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Membro dell'Institutional Board della Collaborazione ePIC: Marta Ruspa</li> <li>- Membro dello Steering Committee dell'Electron-Ion Collider (EIC) User Group: Marta Ruspa</li> <li>- Membro del Publication Committee della Collaborazione ePIC: Michela Chiosso</li> <li>- Responsabile del Work Package "Front-End Asics" nell'organizzazione del sottorivelatore dRICH: Fabio Cossio</li> <li>- Convenor del Cross-Cutting PID (Cerenkov+TOF) Working Group: Umberto Tamponi</li> </ul>
<b>Numero di FTE coinvolti (ricercatori e tecnologi) nel gruppo locale, compresi dottorandi e post-doc</b>	3
<b>Responsabile scientifico locale dell'attività richiesta</b>	Marta Ruspa
<b>Servizio in cui si richiede l'attività (Servizio di Progettazione Meccanica, Officina Meccanica, Centro di Calcolo, Laboratorio di Elettronica)</b>	Laboratorio di Elettronica
<b>Altri servizi a cui si richiedono attività strettamente correlate alla presente (indicare solo il nome del servizio)</b>	Laboratorio di Meccanica
<b>Specificare se si tratta di nuova attività o continuazione di attività già approvata e supportata in anni precedenti. In caso di attività pluriennali in corso indicare l'anno di inizio e l'anno previsto per la conclusione</b>	Attività in corso (cominciata nel 2021)
<b>Descrizione tecnica sintetica dell'attività richiesta (max 1 pagina)</b>  Dove applicabile, la descrizione deve fornire elementi quantitativi, indicando, ad esempio, il numero di pezzi meccanici da fabbricare, il numero di schede di elettronica da assemblare o testare, il numero di chip da bondare, etc..).  Non sono ammesse schede complessivamente superiori a due pagine.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Disegno scheda con zoccolo "zero force" (ZIF) per test del nuovo ALCOR64 in laboratorio</li> <li>- Disegno di una adapter board per collegare le Front-End Boards (FEB) ai sistemi di test basati su kit commerciali di FPGA (sistemi già disponibili in laboratorio)</li> <li>- Modifica disegno FEB (ci sarà qualche linea da cambiare tra FEB e connettore FPGA)</li> <li>- Attività di supporto ed eventuali modifiche sul packaging di ALCOR64</li> <li>- Eventuali modifiche del disegno di ALCOR64 in vista della produzione e continuazione attività in corso</li> <li>- Supporto sul sistema di test attualmente in uso e realizzazione di nuovo sistema di test in vista dei test per la produzione di massa</li> </ul>
<b>Milestones</b>	
<b>Ulteriori annotazioni</b>	

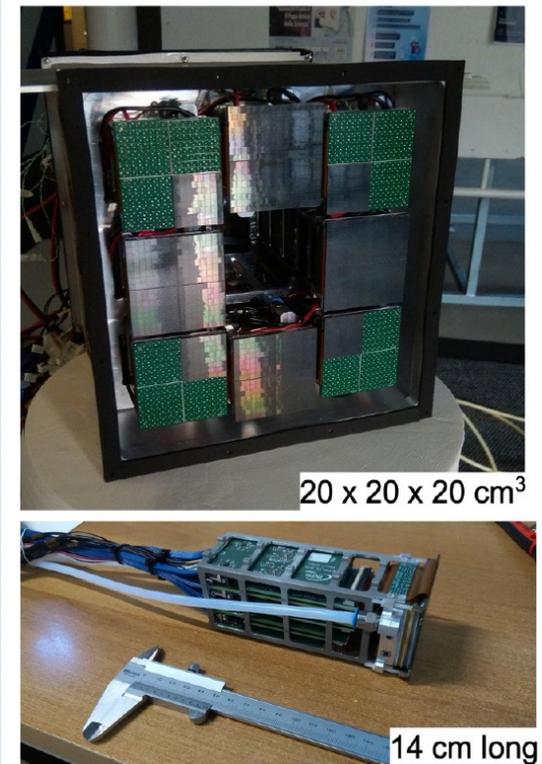
### Photon Detection Unit Streaming readout mode



### Readout Box 8 PDUs, 2048 channels



### Prototype Working Pooint -40:-20 C

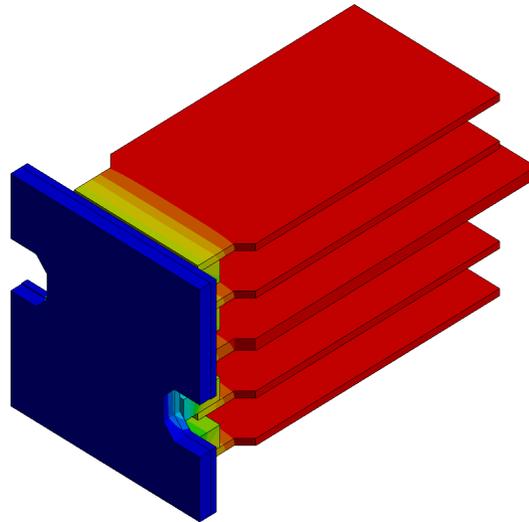
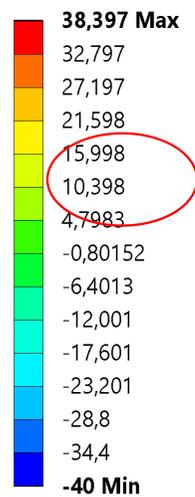


# Laboratorio tecnologico

- L'anno scorso iniziato coinvolgimento laboratorio tecnologico sulla detector box e in particolare sul **raffreddamento dell'elettronica di FE**

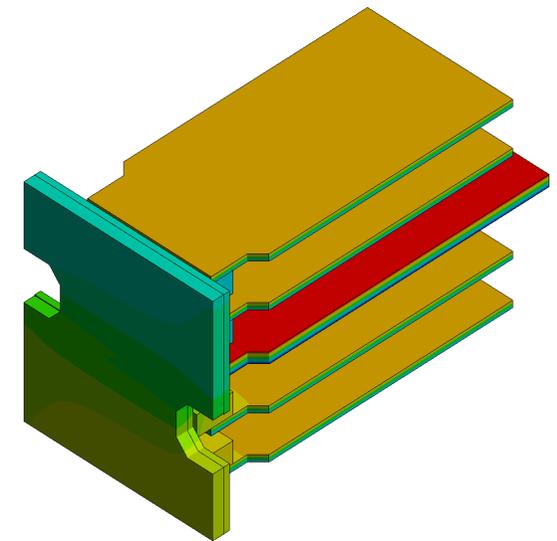
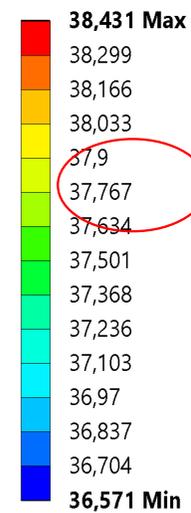
**A: Steady-State Thermal**  
Temperature  
Type: Temperature  
Unit: °C  
Time: 1 s  
22/05/2025 15:00

### Con interfaccia a -40° C



**A: Steady-State Thermal**  
Temperature  
Type: Temperature  
Unit: °C  
Time: 1 s  
22/05/2025 15:02

### Senza interfaccia



Courtesy C. Mingioni, M. Nenni

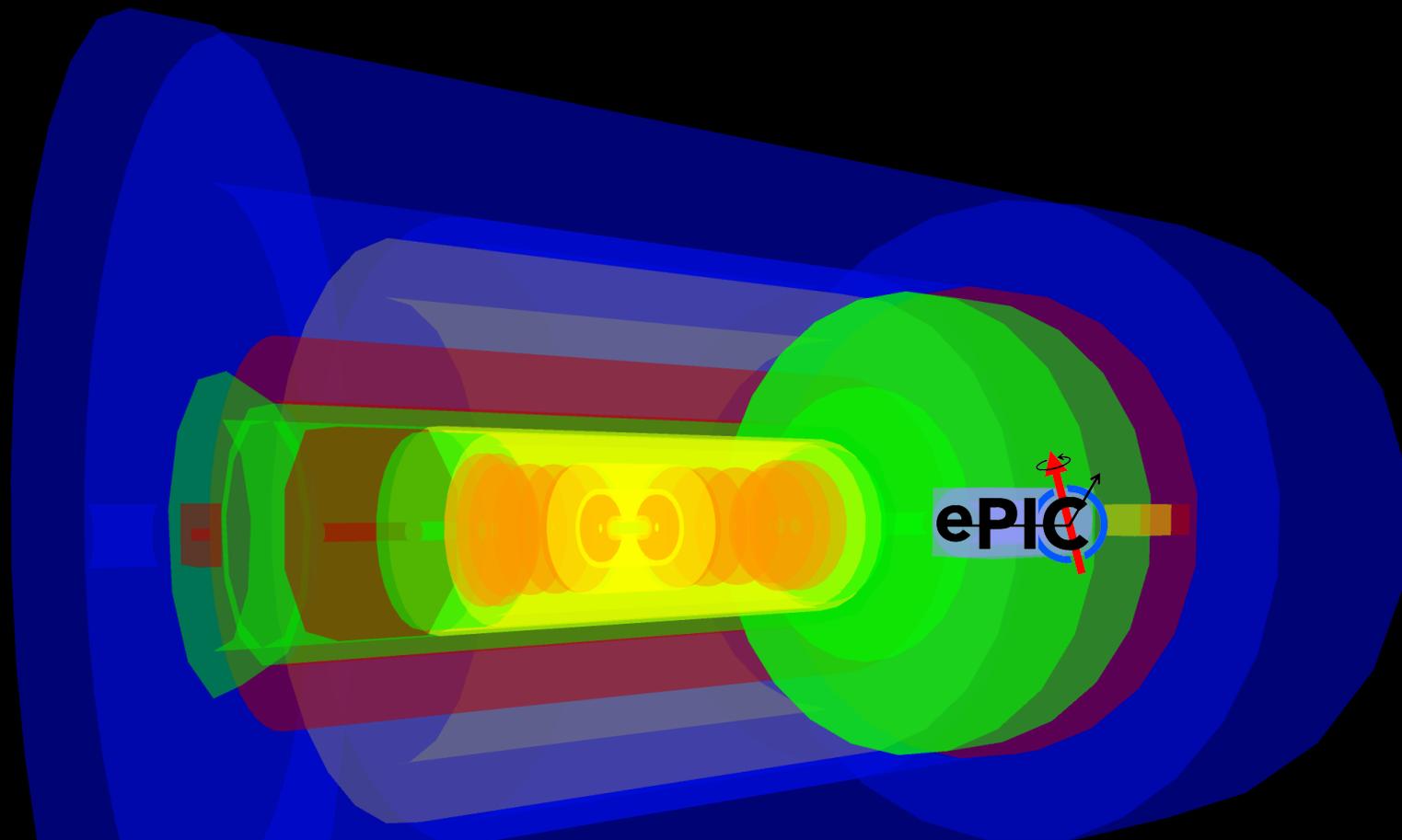
### CASI ANALIZZATI

- Singolo PDU, definendo un opportuno volume di controllo
- Cella di 4x PDU, con due diverse velocità di inlet
- Singolo PDU con aria dall'alto
- Singolo PDU con aria dall'alto, con setto
- Cella di 4x PDU, aria dall'alto, con setto

# Laboratorio tecnologico

- L'anno scorso iniziato coinvolgimento laboratorio tecnologico sulla detector box e in particolare sul **raffreddamento dell'elettronica di FE**
- La **meccanica del dRICH è coordinata dalla sezione di Ferrara**
- **Pre-TDR atteso per fine 2026 e TDR atteso per fine 2027**
- **Per quest'anno iteriamo richiesta simile allo scorso anno (2 mesi uomo, Mingioni e Nenni)**

<b>Esperimento (sigla nel database INFN)</b>	ePIC
<b>Ruoli di responsabilità nazionali ed internazionali ricoperti all'interno della collaborazione/esperimento da personale della Sezione</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Membro dell'Institutional Board della Collaborazione ePIC: Marta Ruspa</li> <li>- Membro dello Steering Committee dell'Electron-Ion Collider (EIC) User Group: Marta Ruspa</li> <li>- Membro del Publication Committee della Collaborazione ePIC: Michela Chiosso</li> <li>- Responsabile del Work Package "Front-End Asics" nell'organizzazione del sottorivelatore dRICH: Fabio Cossio</li> <li>- Convenor del Cross-Cutting PID (Cherenkov+TOF) Working Group: Umberto Tamponi</li> </ul>
<b>Numero di FTE coinvolti (ricercatori e tecnologi) nel gruppo locale, compresi dottorandi e post-doc</b>	3
<b>Responsabile scientifico locale dell'attività richiesta</b>	Marta Ruspa
<b>Servizio in cui si richiede l'attività (Servizio di Progettazione Meccanica, Officina Meccanica, Centro di Calcolo, Laboratorio di Elettronica)</b>	Laboratorio Tecnologico
<b>Altri servizi a cui si richiedono attività strettamente correlate alla presente (indicare solo il nome del servizio)</b>	Laboratorio Elettronica
<b>Specificare se si tratta di nuova attività o continuazione di attività già approvata e supportata in anni precedenti. In caso di attività pluriennali in corso indicare l'anno di inizio e l'anno previsto per la conclusione</b>	Attività in corso (cominciata nel 2025)
<p><b>Descrizione tecnica sintetica dell'attività richiesta (max 1 pagina)</b></p> <p>Dove applicabile, la descrizione deve fornire elementi quantitativi, indicando, ad esempio, il numero di pezzi meccanici da fabbricare, il numero di schede di elettronica da assemblare o testare, il numero di chip da bondare, etc..).</p> <p>Non sono ammesse schede complessivamente superiori a due pagine.</p>	<p>Il Laboratorio di Elettronica è significativamente coinvolto su questa sigla: l'ASIC (ALCOR) designato per la lettura dei fotosensori del rivelatore Cherenkov per la PID forward ("dual RICH" per via del doppio radiatore) è progettato, realizzato, testato e sarà anche prodotto (circa 5000 chip funzioneranno sul dRICH) a Torino. Il coordinamento della struttura meccanica di supporto e alloggiamento del dRICH fa capo alla Sezione di Ferrara, con una serie di task di progettazione che vengono affidate ad altre Sezioni. Dallo scorso anno il laboratorio tecnologico è stato coinvolto, nell'ambito dell'attività di progettazione del detector box che alloggia i fotosensori del dRICH, in studi di simulazione di cooling. Iteriamo la richiesta per la continuazione di tali studi, in particolare sul carico termico e raffreddamento delle schede di elettronica montate nella detector box. L'attività richiesta è <b>nell'ordine dei 2 mesi uomo</b>.</p>
<b>Milestones</b>	



**Understanding the visible matter via the  
electron-Proton and Ion Experiment at the EIC**