



LEA – Low Energy Antimatter

con focus su ALPHA/AD-5

Simone Stracka – 01/07/2022
Preventivi sezione CSN3

LEA (Low Energy Antimatter)

- La collaborazione LEA raggruppa diversi esperimenti in un'unica sigla INFN:
 - Anti-idrogeno
 - **AEgIS** : Fascio di Hbar da accelerazione stark. In INFN dal 2010
 - **ALPHA** : Hbar confinato in trappola Joffe-Pritchard. In INFN da quest'anno
 - **ASACUSA** : Fascio di Hbar da cusp trap (+ altre attività). In INFN dal 2005
 - Positroni e positronio
 - **PsICO**: Fasci pulsati. Spin-off di AEgIS
 - **QUPLAS**: Fasci continui. Spin-off di AEgIS-ASACUSA
- **Gli esperimenti restano scientificamente indipendenti gli uni dagli altri** ma le sinergie sono benvenute
- 1 responsabile nazionale (Luca Venturelli, UniBS) + 1 responsabile per esperimento (Germano Bonomi, UniBS per ALPHA)
- **Il MoU e` in fase di aggiornamento** (richiesto da vari istituti). Una bozza e` in esame al CERN da alcuni mesi. La richiesta di aggiungere l'INFN e` stata presentata allo spokesperson (Jeffrey Hangst) e **l'INFN entrera` nel nuovo MoU**

- FTE in ALPHA, 2023:
 - Germano Bonomi (UniBs+INFN PV, 30%)
 - Marta Urioni (dottoranda UniBs+INFN PV, 100%)
 - Simone Stracka (INFN PI, >50%, riducendo DS20k)

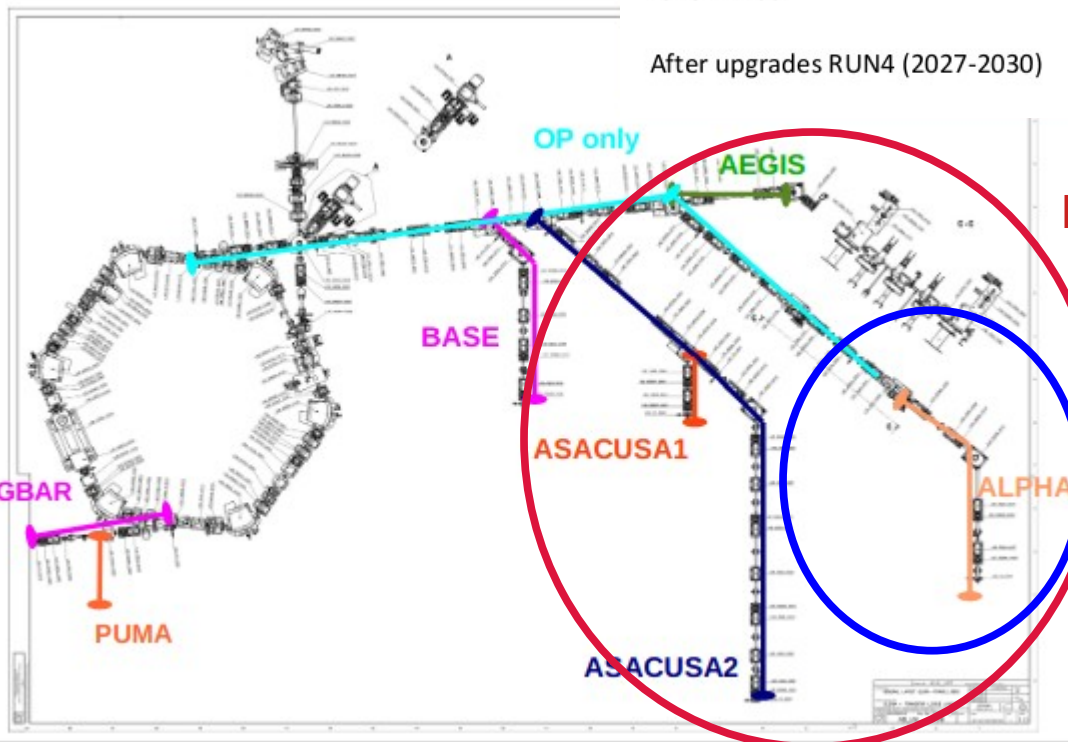
- Fondi a INFN PV

Aug-Nov 2021: runs with ELENA
(mainly for commissioning of the new apparatuses)

2022-2024 physics at AD-ELENA

2025 → LS3

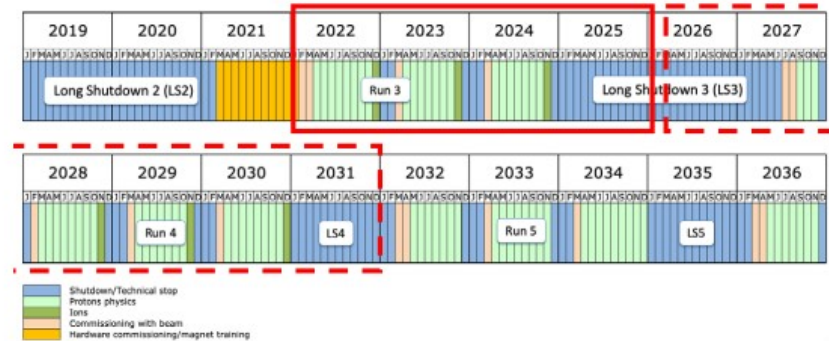
After upgrades RUN4 (2027-2030)



LEA

ALPHA

LHC schedule nov.2020



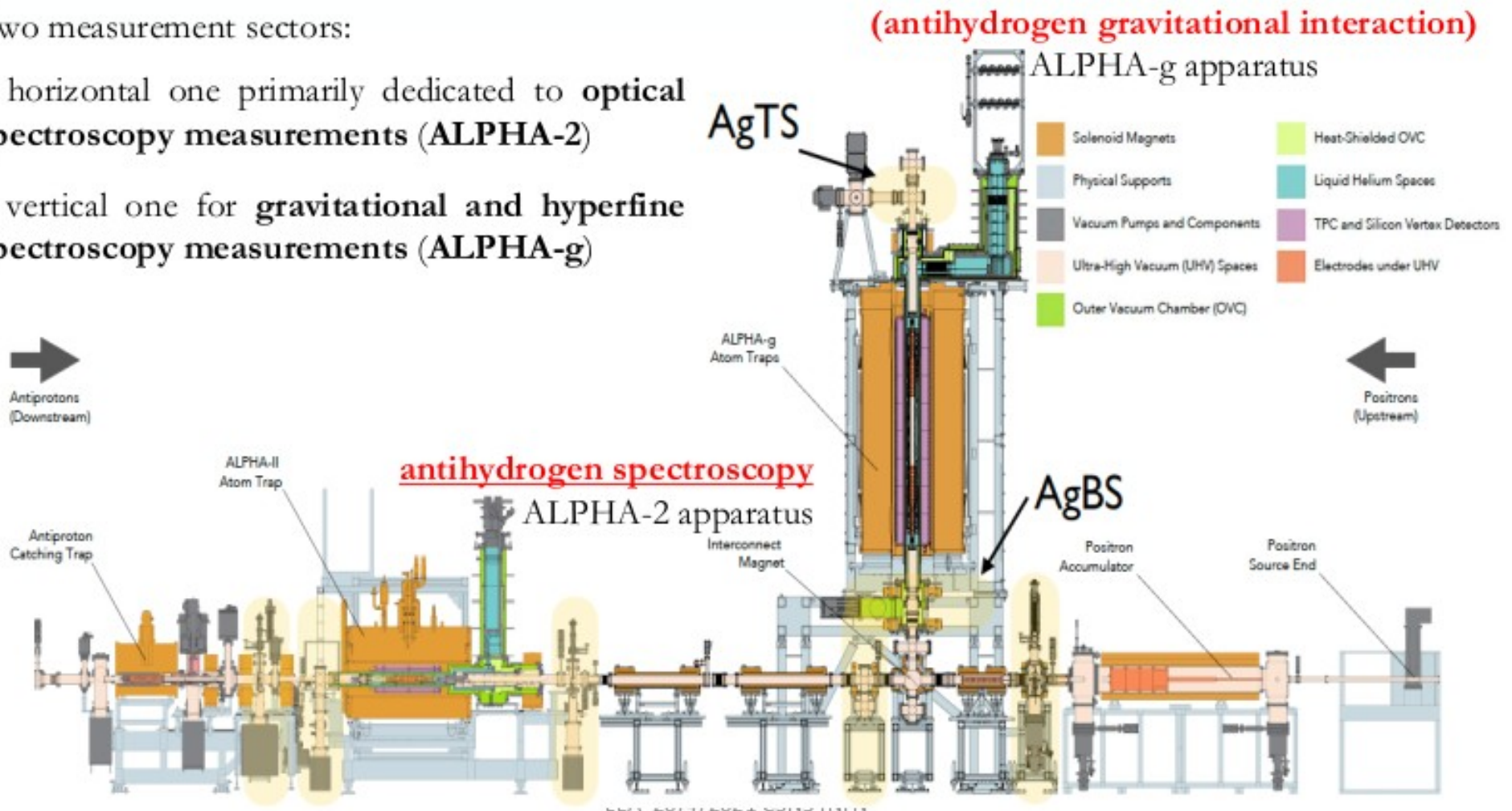
ALPHA

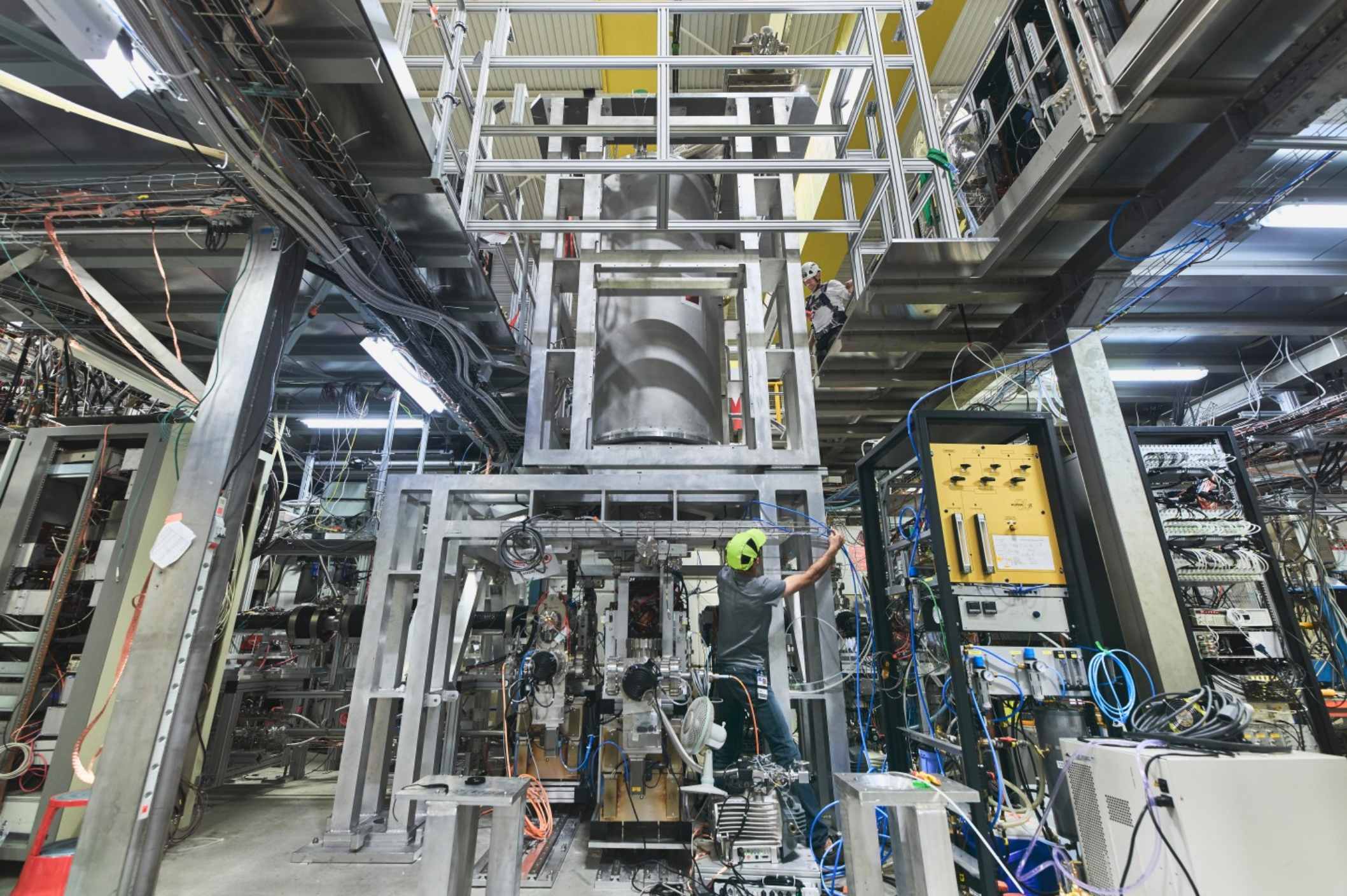
ALPHA adopted a modular design, in which the antiproton-catching Penning trap is separated from the atomic-measurement regions

Two measurement sectors:

a horizontal one primarily dedicated to **optical spectroscopy measurements (ALPHA-2)**

a vertical one for **gravitational and hyperfine spectroscopy measurements (ALPHA-g)**





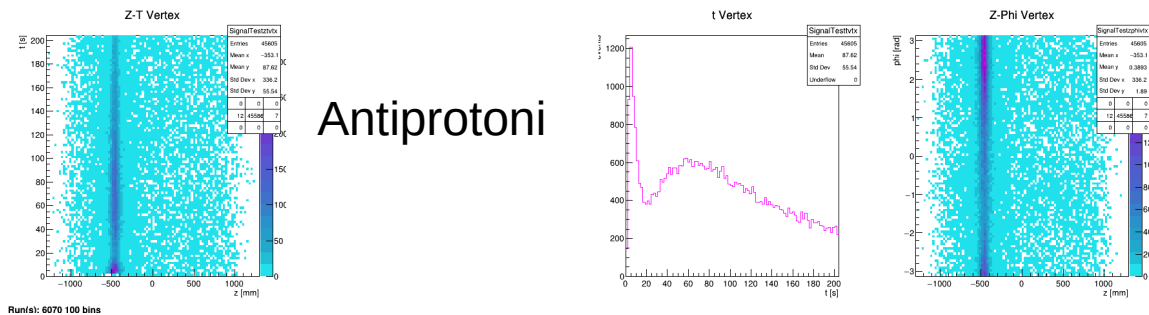
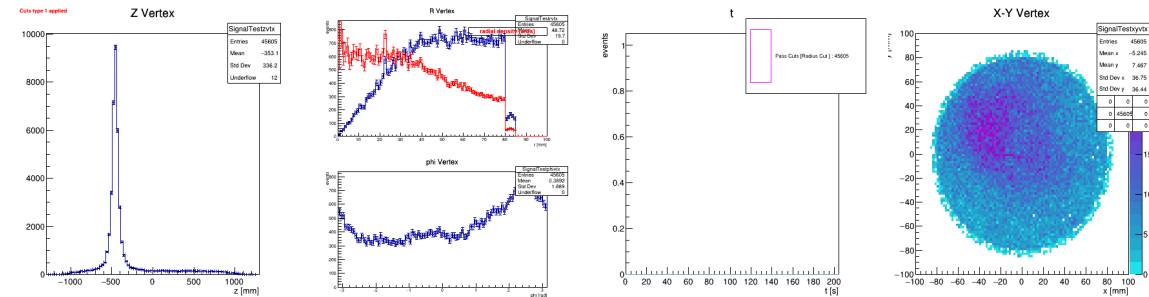
ALPHA – wishlist misure (2022 - 2025)

ALPHA	2022		2023		2024		2025	
ELENA beamline and pbar trapping commissioning	X							
First measurement of matter-antimatter gravitational interaction (sign of g)	X	X	X	X				
Metrology upgrades (hydrogen maser and cesium fountain clock) to achieve 10^{-13} absolute frequency accuracy	X	X	X	X	X	X	X	X
Improvements of the Lyman-alpha laser cooling (to achieve antiproton temperatures below 20 mK)			X	X	X	X	X	X
Precise measurements of matter-antimatter gravitational interaction (up to 1% accuracy)			X	X	X	X		
Improvement of the 1S-2S transition measurement (x10)			X	X	X	X		
Measurement of the d to c hyperfine [NMR - nuclear magnetic resonance] transition					X	X		
Improvement of the 1S-2P transition measurement					X	X		

Stato e obiettivi di ALPHA, e risultati da scorsi preventivi

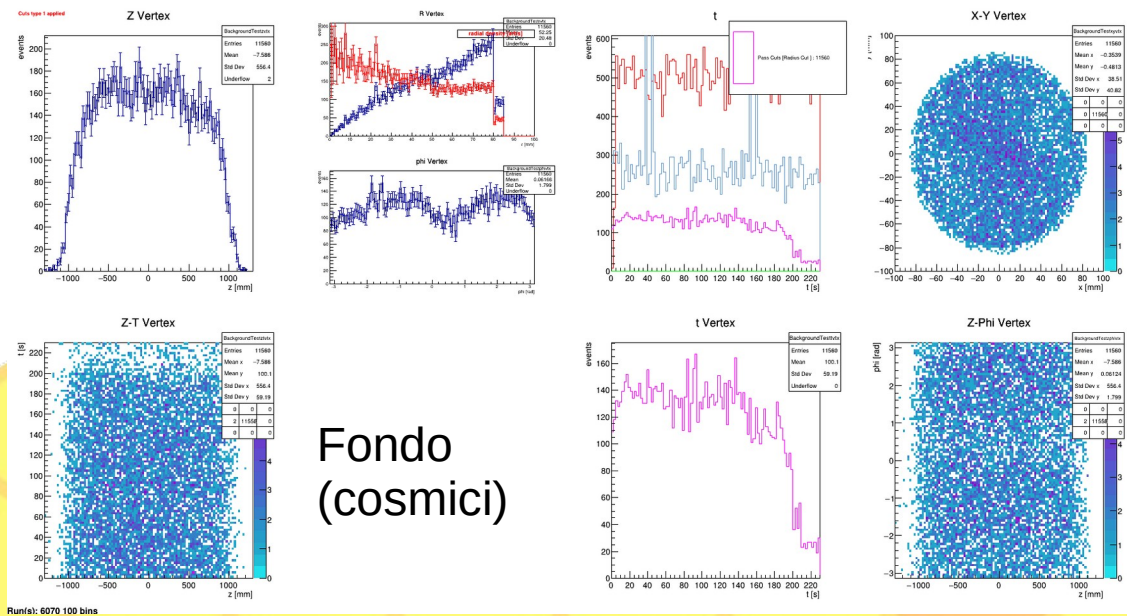
- Obiettivi di fisica:
 - Test di CPT con spettroscopia ottica e microonde (confronto $H - \bar{H}$ su precisioni comparabili)
 - Misure di g diretta (con anti-idrogeno)
- 2021:
 - Fascio da ELENA e $p\bar{p}$ intrappolati nella catching trap
 - Installazione rivelatori in ALPHA-g e collegamento di ALPHA-g alla beam line
 - Antiprotoni e positroni intrappolati in ALPHA-g
- 2022 (in corso):
 - Operazioni 24/7 da aprile
 - Antiprotoni e positroni intrappolati in ALPHA-g [done]
 - Mixing antiprotoni-positroni (senza trapping) [ongoing]
 - Studio delle procedure di mixing finalizzate all'intrappolamento [ongoing]
 - Risoluzione problemi DAQ (event-building, sincronizzazione) e rivelatore [ongoing]

Antiprotoni in ALPHA-g. TPC view



Run/1: 6070 100 bins

Antiprotoni



Fondo
(cosmici)

Run/1: 6070 100 bins

Contributi INFN PV + PI, UniBS

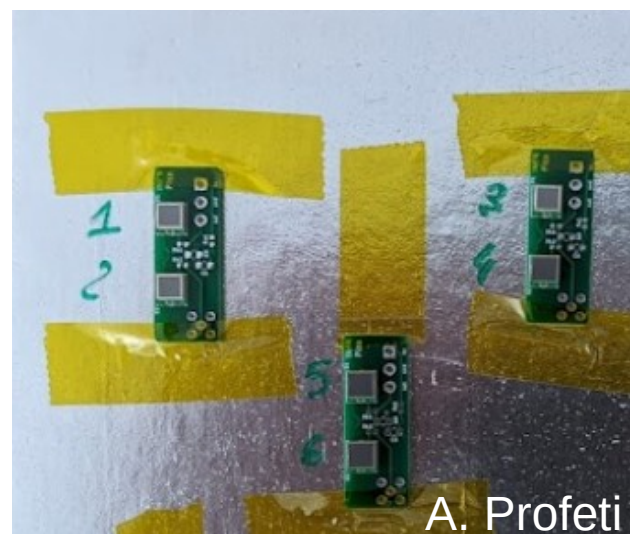
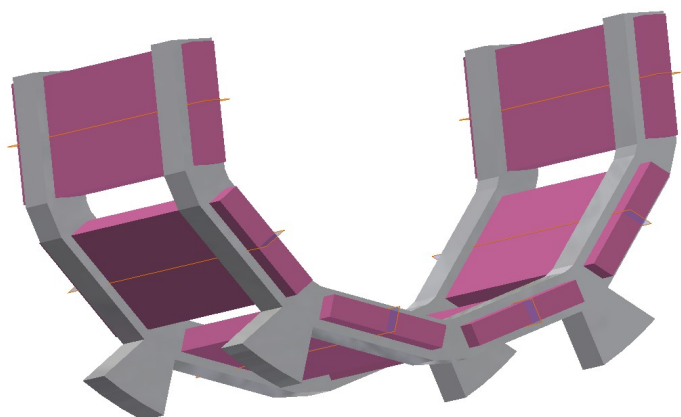
- Analisi e simulazione
 - Simulazioni MC per ALPHA-2: annichilazione degli antiprotoni in vari punti dell'apparato sperimentale per valutazione dell'efficienza di rivelazione di scintillatori esterni
 - Simulazioni MC per ALPHA-g: simulazione del Barrel Veto (64 barre scintillanti) per studi di ricostruzione e classificazione segnale/fondo
 - Applicazione di machine learning alla classificazione in ALPHA-g (data driven per il momento), in corso di integrazione nel software online
- Servizio
 - Manutenzione e sviluppo di software «online» e «offline» dell'esperimento
 - Partecipazione ai turni di presa dati e al funzionamento generale dell'esperimento (senior 3-4 settimane, junior quasi tutto il periodo): 2400 turni in una collaborazione di ~ 40-60 persone
 - **Wishlist / To do: automatizzazione di alcune procedure sperimentali per ridurre il carico di lavoro e il numero di persone necessarie on-shift → discussione in corso, possibili sinergie in LEA**
- Hardware
 - Disegno rivelatore da posizionare attorno a trappole di antiprotoni per monitoring perdite

Attività in ALPHA 2023

- Analisi dati: ottimizzazione parametri sperimentali, ottimizzazione analisi per studio della caduta dell'anti-idrogeno (sistematici, etc ...)
- Sviluppo e manutenzione SW, presa dati
- Prototipo, costruzione e commissioning rivelatori ancillari (fondi sub-judice)
- Anche per il 2023 la richiesta di risorse di sezione è limitata
 - e.g., incollaggio modica quantità di SiPM su PCB

Monitoring antiprotoni catching trap

- Rivelatore “tipo FOOT”, ma senza TOF



- Disegno e realizzazione piccolo prototipo in corso
- Per l'elettronica di lettura, l'affitto di moduli CERN, se disponibili, sembra l'opzione piu` conveniente

Preventivi LEA 2023 (kEUR)

- Per ALPHA, le voci principali sono:
 - common funds (che e` possibile eventualmente anticipare nel 2022)
 - Missioni (N.B.: numero turni: $3/d \times 200 d = 600$)
 - Al momento 4 px/turno => 2400 caselle, 40-60 persone

Voce	Richiesta 2023	Assegnati 2022	Commenti
Common funds	16	15	2 staff x 8
Missioni	33	38	8 m.u. @ CERN + Italia
Consumo	1	0	11 m.u. @ CERN
Servizi	2 (+ 3-4 s.j.)	(1 da Gr3 PV)	Affitto auto CERN, affitto moduli CERN EIPool
HW esperimento	10-12	0	Pompe vuoto, Network
HW costruzione	(10-12 s.j.)	0	Rivelatore per CT
Totale	62-64 (+13-16 s.j.)	53 (+ 1 Gr3 PV)	