

L'esperimento AMS-02 sulla Stazione Spaziale Internazionale

Giovanni Gallucci

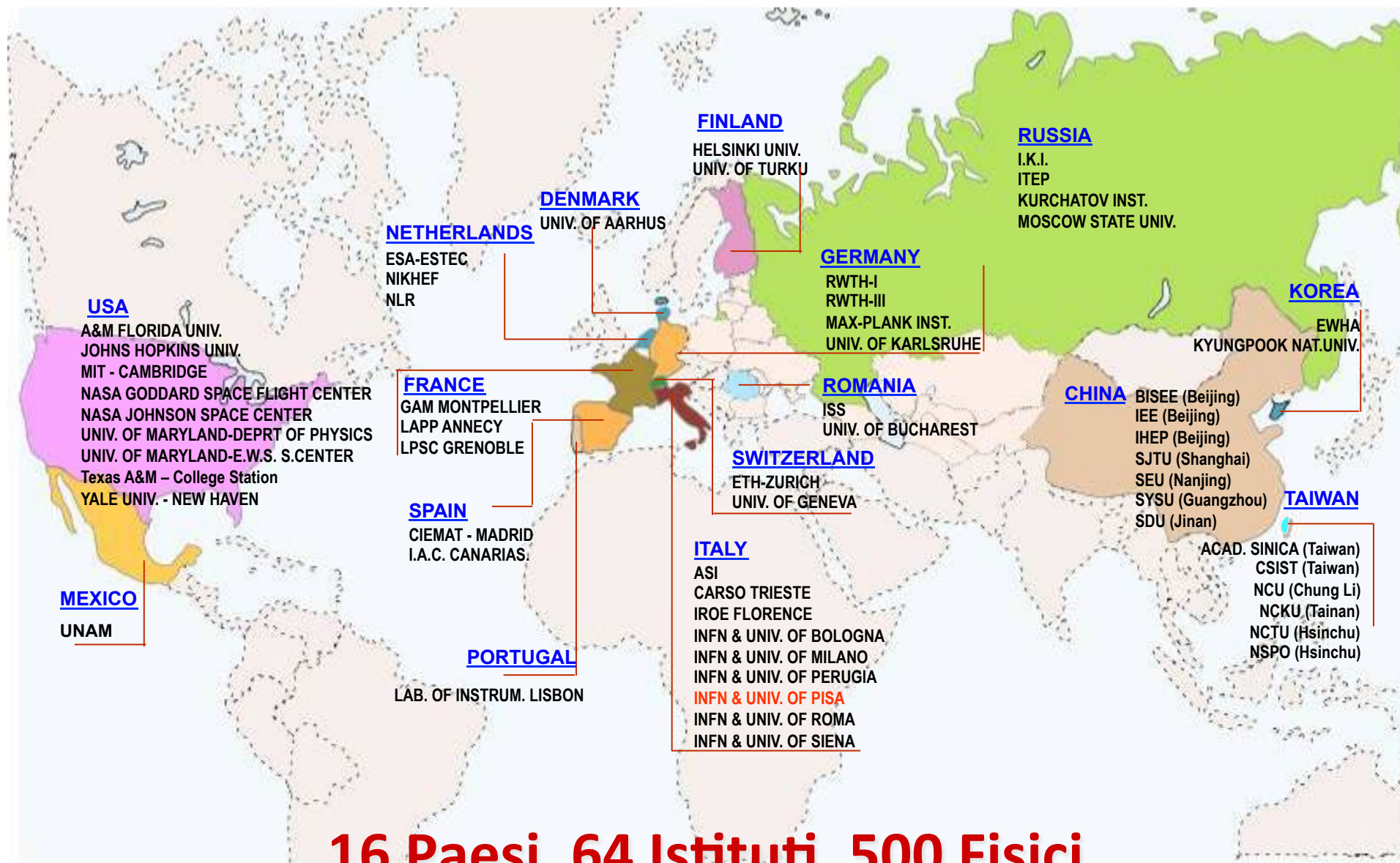
INFN Pisa, Università' di Pisa

IFAE 2012

Introduzione

- L'Esperimento AMS 02
 - Apparato sperimentale
- La fisica e gli obbiettivi di AMS
- Il Lancio e i primi dati
 - Uno Sguardo ai primi eventi
- Conclusioni

Collaborazione AMS



AMS Italia

~ 20% della collaborazione internazionale
5 Sezioni/Università (Perugia, Pisa/Siena, Milano, Bologna, Roma1)
37 fisici , 13 tecnologi



Apparato sperimentale (1)



Dimensioni:

$\sim 2 \times 2 \times 3 \text{ m}^3$

Peso:

~ 7 tonnellate

Canali lettura:

> 200000

Potenza:

$\sim 2 \text{ kW}$

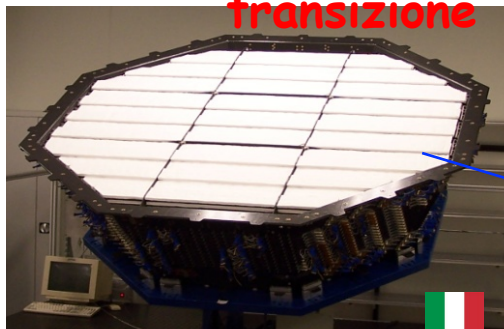
Costo:

$\sim 1500 \text{ M€}$

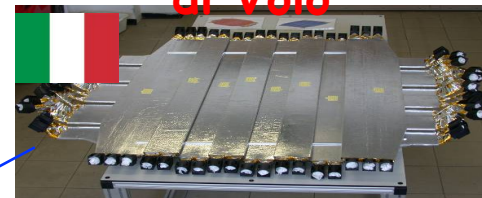
(400 M€ lancio,
15 anni x 600 persone)

Apparato sperimentale (2)

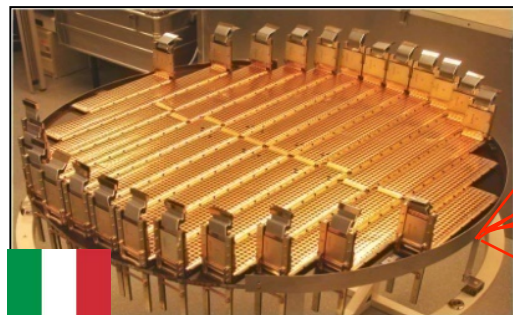
Rivelatore a radiazione di transizione



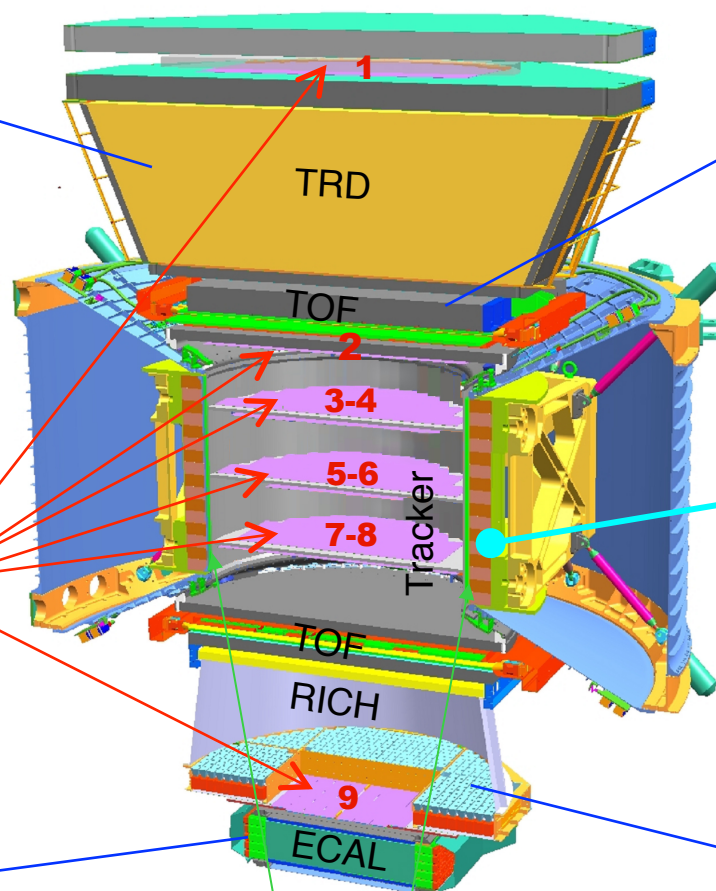
Rivelatore di tempo di Volo



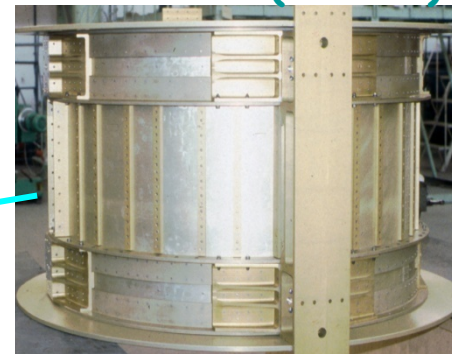
Tracciatore al Silicio



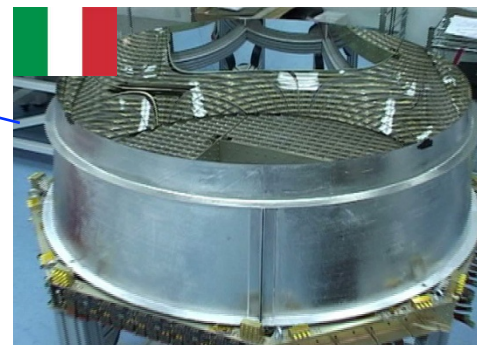
Calorimetro elettromagnetico



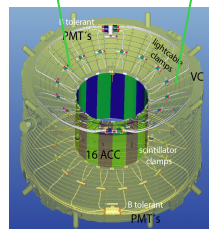
Campo Magnetico Dipolare Permanente di AMS-01 (1.5 kG)



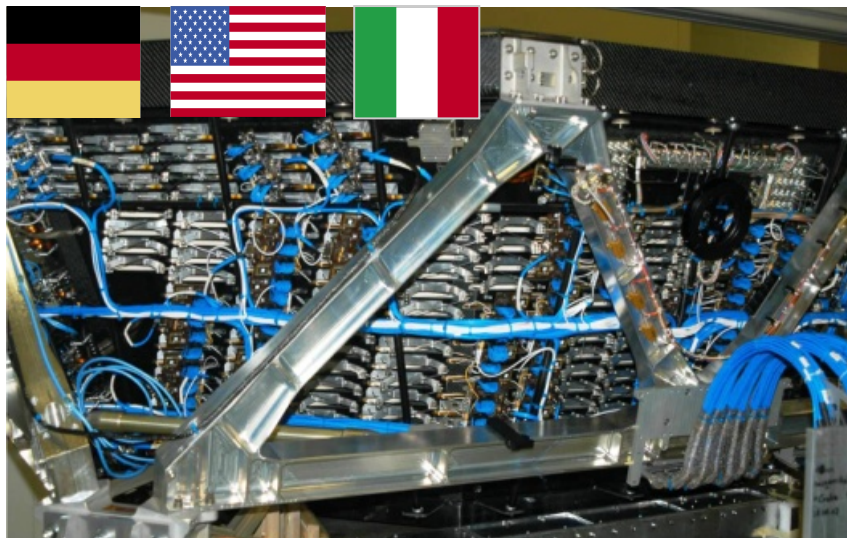
Rivelatore di luce Cherenkov



Contatori di Veto (Anticoincidenze)

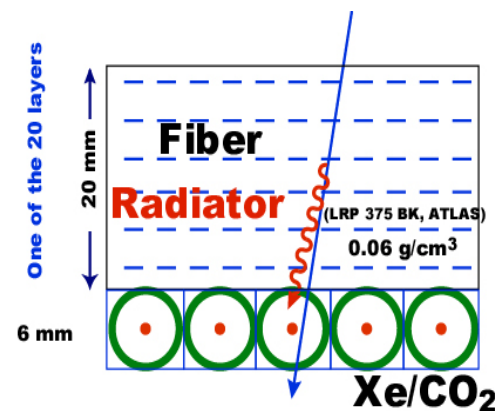
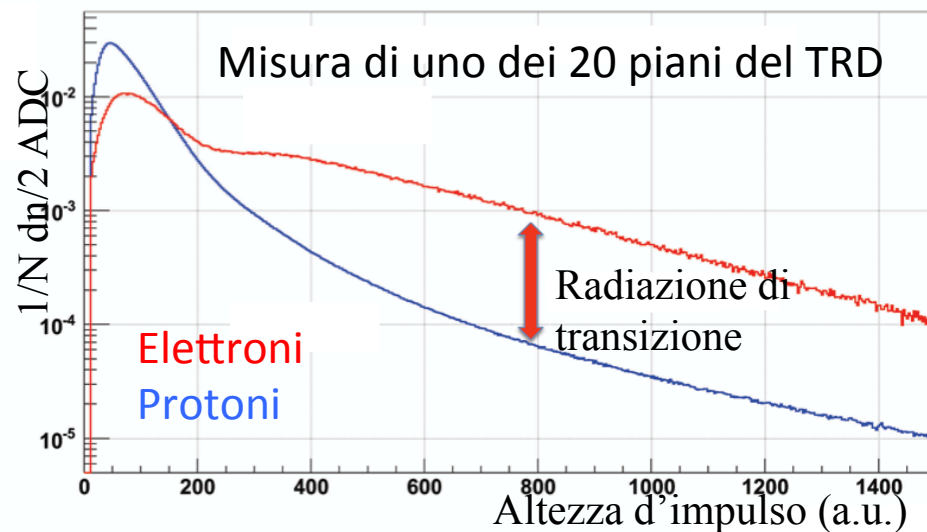


Rivelatore a radiazione di transizione (TRD)(1)

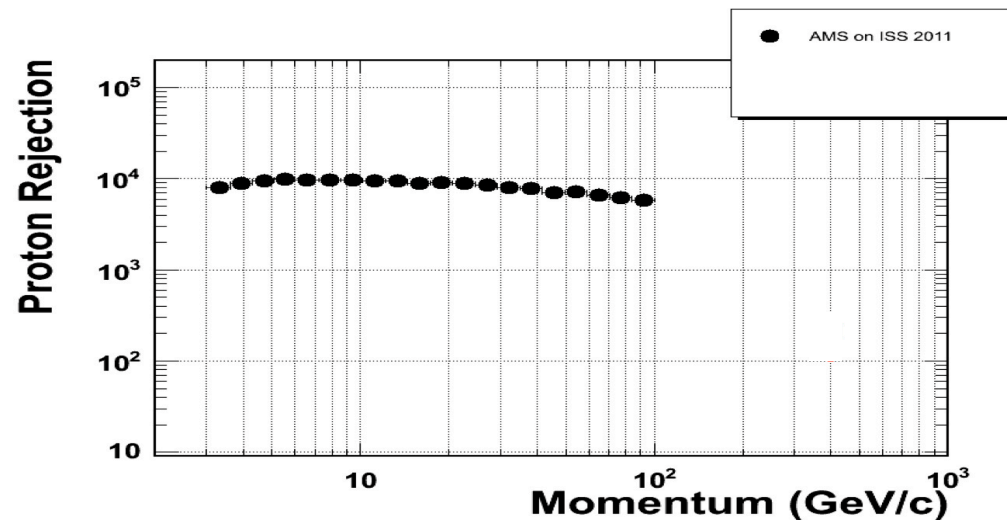
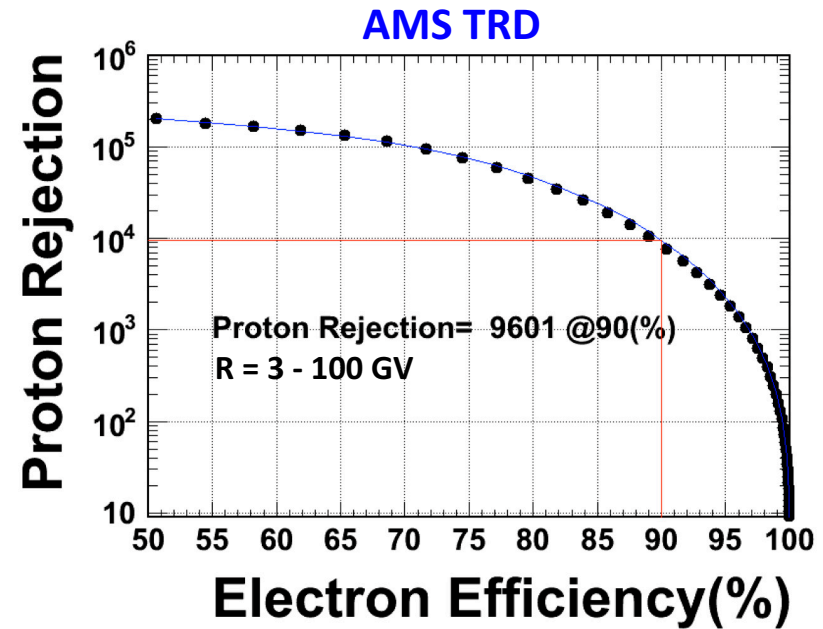
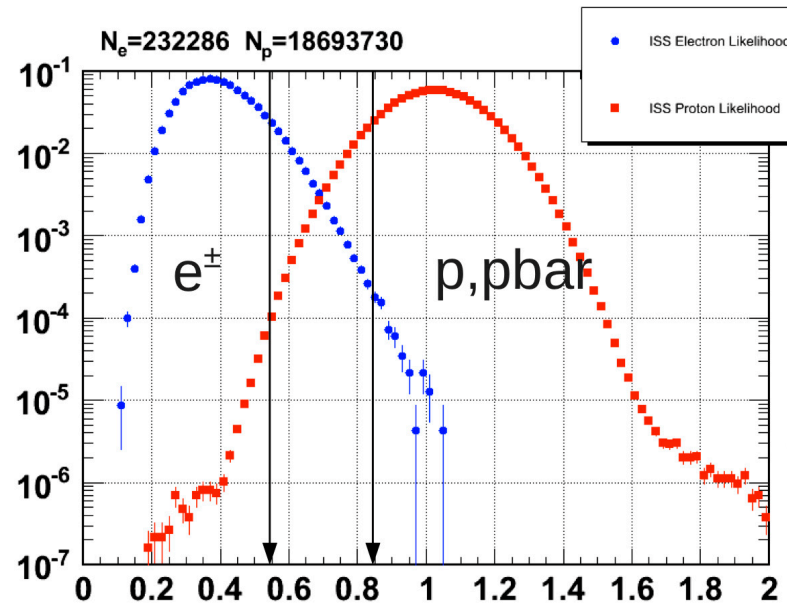


Rivelatore a Radiazione di Transizione

- 20 strati di radiatore *e straw tubes* disposti in modo stereo (tracciamento 3D) Durata del gas: ~24 anni
 1. Potere di discriminazione elettroni/protoni superiore a 10^2 fino a 400 GeV



Rivelatore a radiazione di transizione (TRD)(2)



Rivelatore del tempo di volo (TOF)



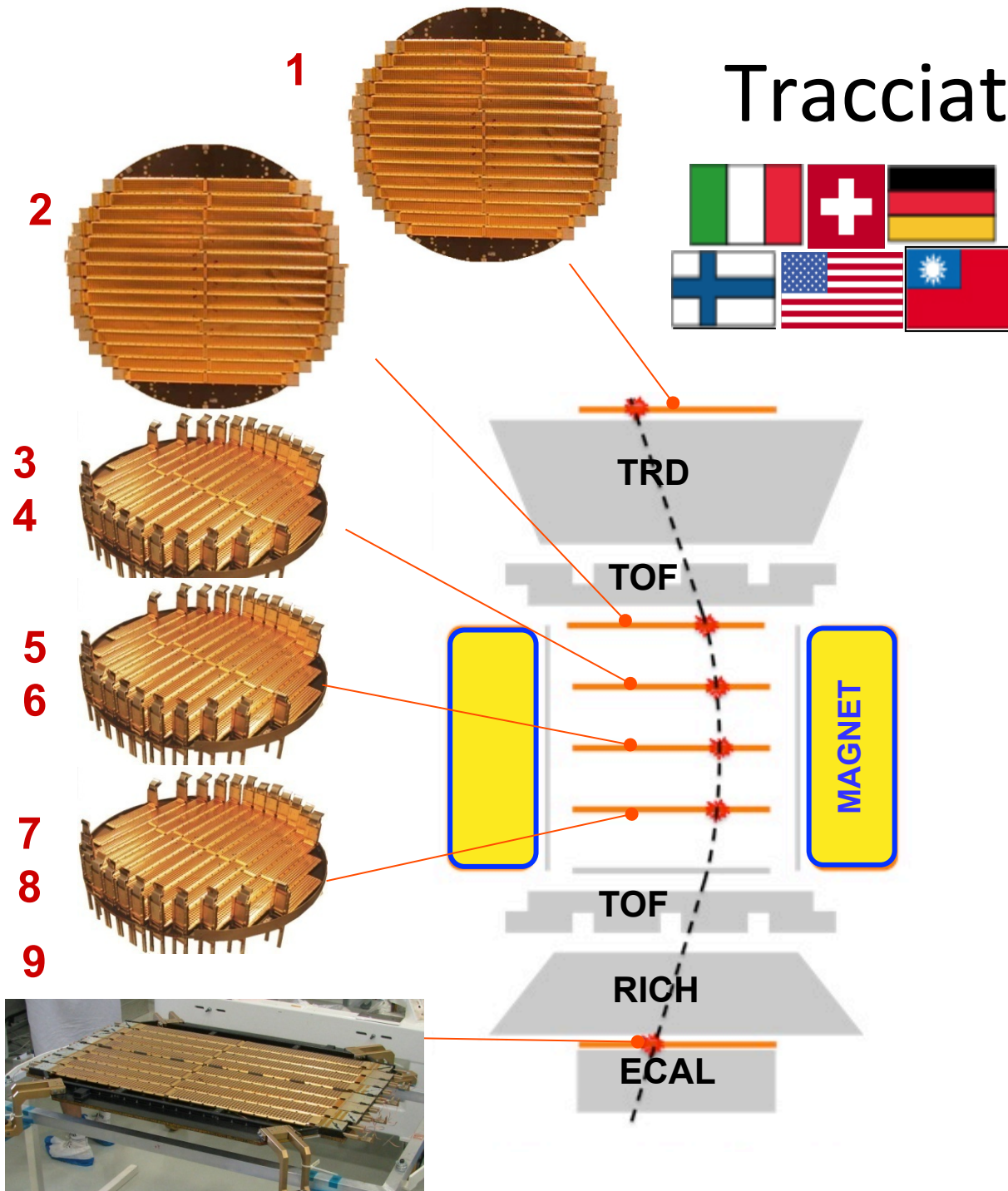
1 metro



Rivelatore di Tempo di Volo

- 2x2 strati di pale di scintilatori
- Risoluzione 120 ps
- *Trigger* per particelle cariche
- Determinazione della carica fino al Fosforo ($Z=15$)
- Determinazione di beta (qualche % di risoluzione)

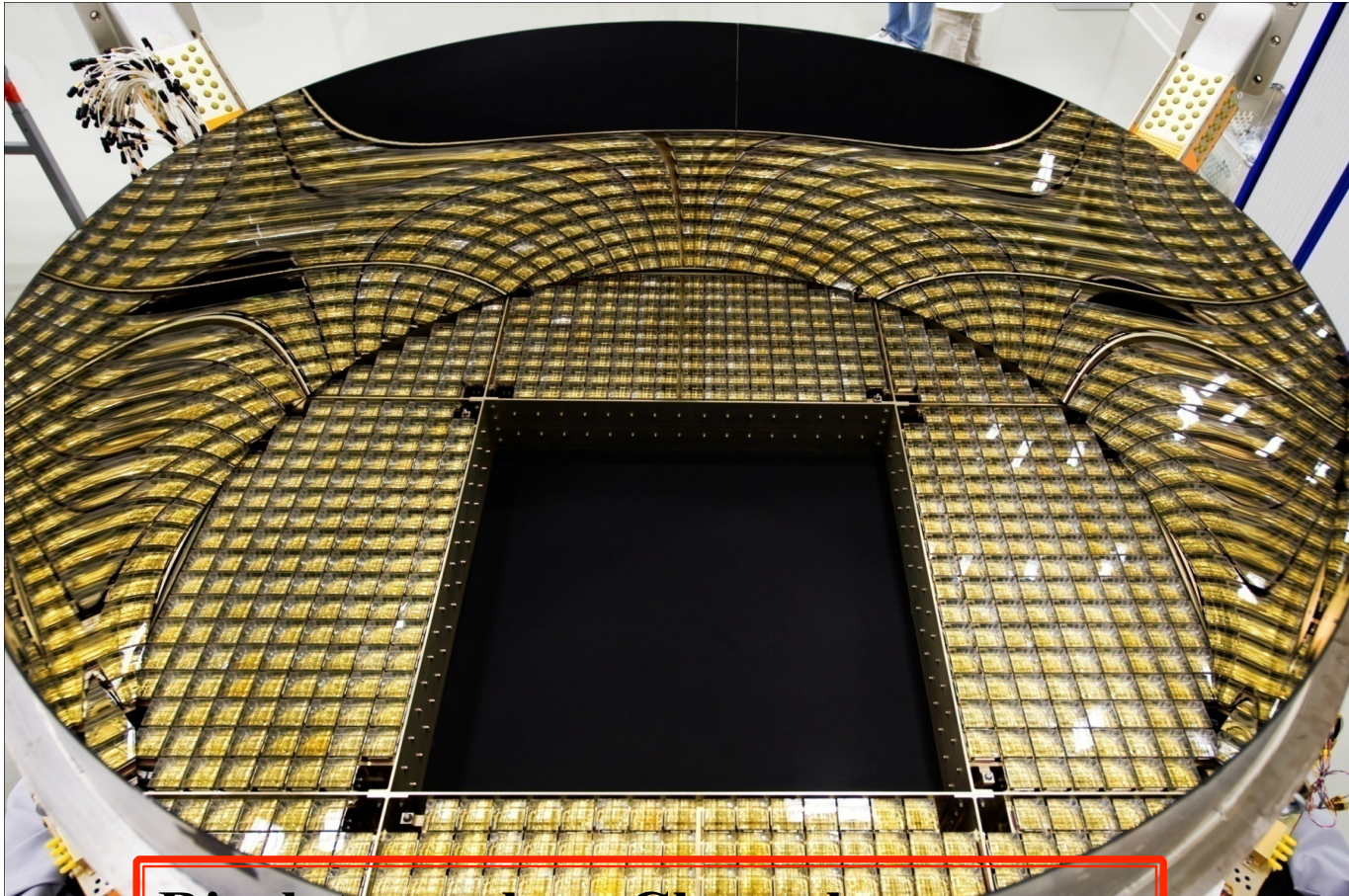
Tracciatore (Tracker)



Spettrometro

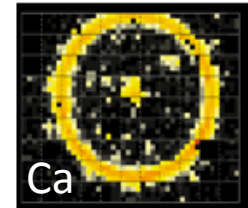
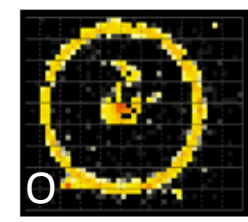
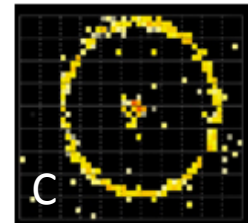
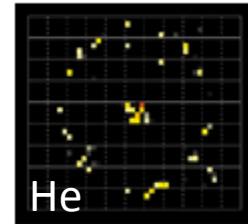
- Nove strati di *microstrip* di silicio
 - Risoluzione delle coordinate di $\approx 10 \mu\text{m}$
1. Misura dell'impulso
 2. Massimo impulso rivelabile $\approx 2 \text{ TeV}$
 3. Determinazione della carica fino al Ferro

Rivelatore di luce Cherenkov(RICH)



Rivelatore a luce Cherenkov

- 680 PMT, 10,880 anodi
- Misura di beta con risoluzione $\approx 0.1\%/Z$
- Carica fino al Ferro
- Misura della direzione di volo

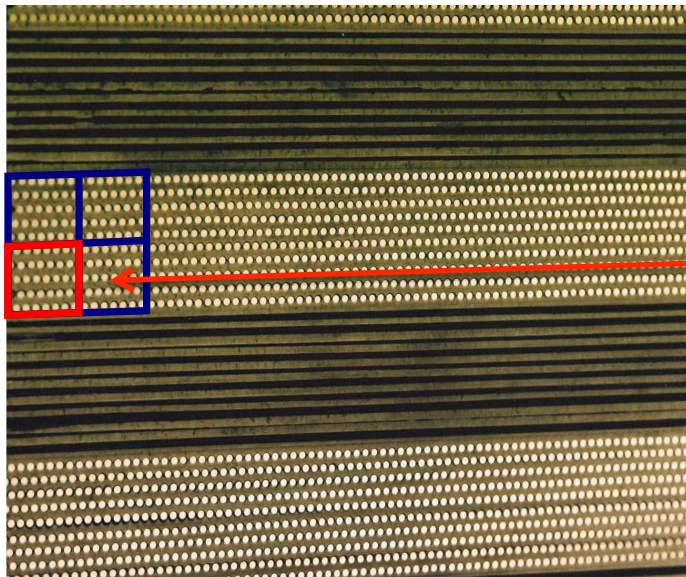


Calorimetro elettromagnetico (ECAL) (1)



Calorimetro elettromagnetico

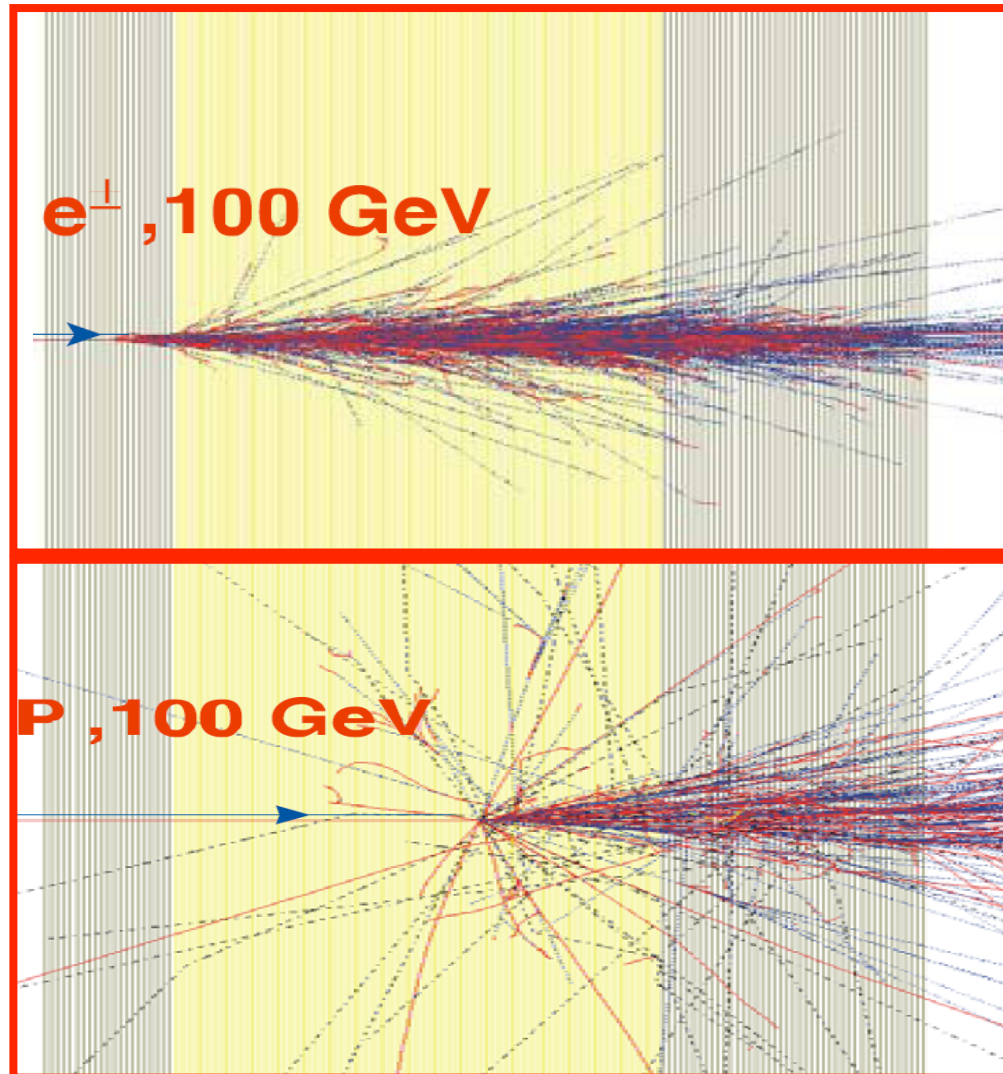
- Calorimetro a *sampling* di piombo e fibre scintillanti ($\approx 70 \times 70 \times 17 \text{ cm}^3$)
- 18 strati sovrapposti a due a due perpendicolari
- 36 PMT a 4 anodi ogni due strati $\rightarrow 1296$ celle. Ogni cella $9 \times 9 \text{ mm}^2$
- $X_0 \approx 17$, $\lambda_1 \approx 0.6$



$$\frac{\sigma_E}{E} = \frac{9.9\%}{\sqrt{E(\text{GeV})}} \oplus 1.5\% \text{ a } 0^\circ$$

- ✓ Misura di energia
- ✓ Immagine 3D
- ✓ Separazione e/h
- ✓ Trigger elettroni, fotoni

Calorimetro elettromagnetico (ECAL) (2)



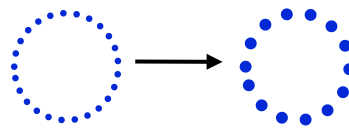
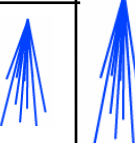
Reiezione e/h:

- 1) profilo longitudinale del deposito di energia
- 2) profilo laterale del deposito di energia
- 3) Confronto energia impulso

Reiezione misurata al *test beam* $\approx 10^4$

Caratteristiche di AMS-02

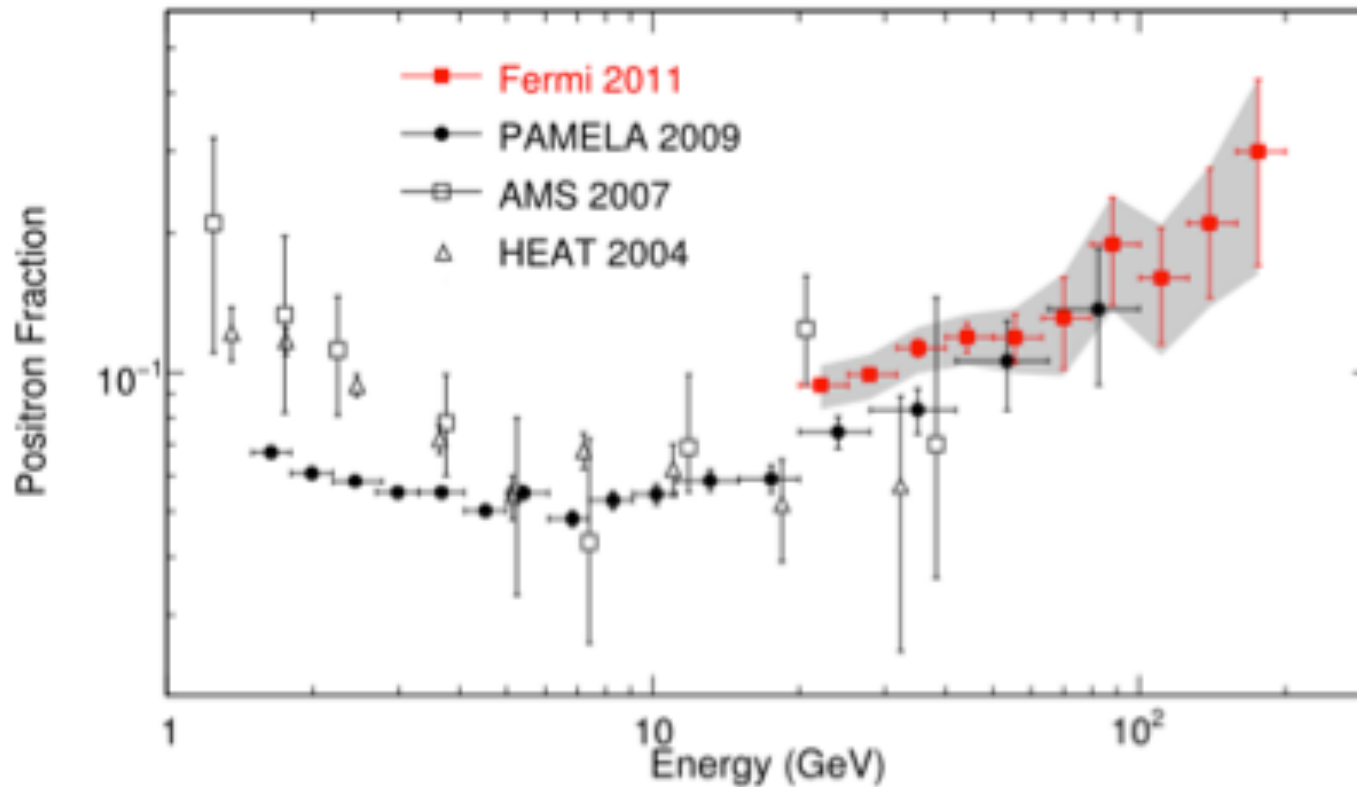
$\Delta t = 100 \text{ ps}$, $\Delta x = 10 \text{ }\mu\text{m}$, $\Delta v/v = 0.001$

	e^-	P	He, Li, Be, ... Fe	γ	e^+	$\bar{P}, \bar{D}$	$\bar{\text{He}}, \bar{C}$
TRD							
TOF							
Tracker							
RICH							
ECAL							
Esempi	Spettroscopia dei raggi cosmici				Materia Oscura		Antimateria

La fisica di AMS

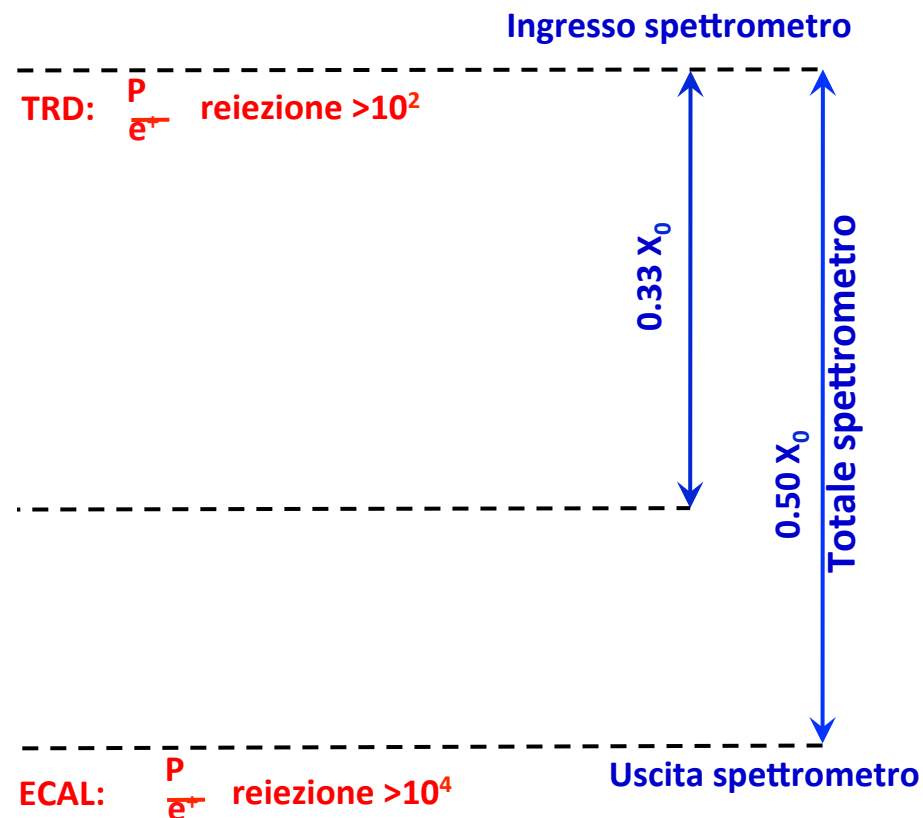
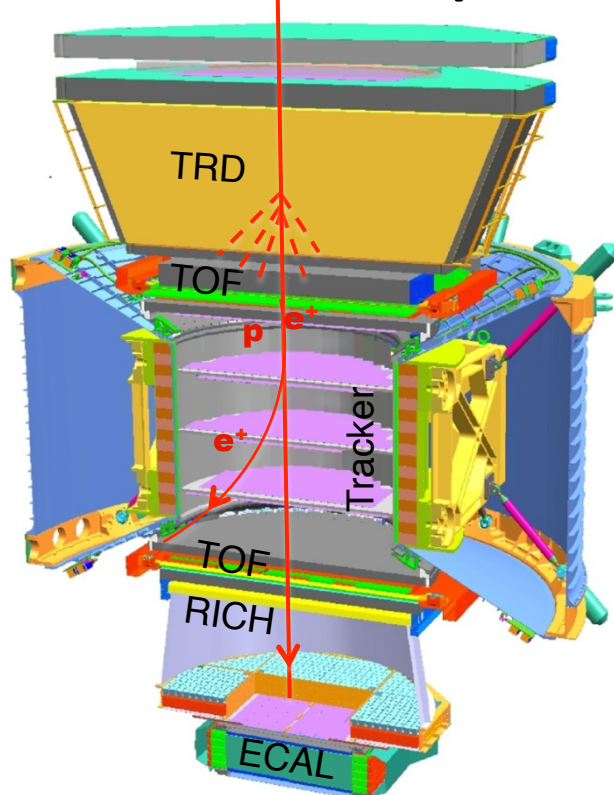
- Spettroscopia dei raggi cosmici (protoni, elettroni, ioni, materia “strana”, etc...)
- Ricerca dell'antimateria (anti-protoni, anti-elio, etc...)
- Ricerca indiretta materia oscura (frazione positroni/elettroni)
- Misura della radiazione gamma diffusa

Frazione positroni/elettroni: stato attuale



PAMELA e FERMI osservano una deviazione significativa dalla legge di potenza:
sorgenti astrofisiche (pulsar) o materia oscura leptofilica (nessun eccesso negli anti-p)
E' richiesto un fattore di reiezione $e^+/p > 10^4$

Frazione dei positroni: reiezione $p/e^+ > 10^6$



a) Minimizzare il materiale del TOF e del TRD

Per impedire che l'apparato divenga una sorgente di positroni dalla reazione $p+N \rightarrow e^+ + \dots$

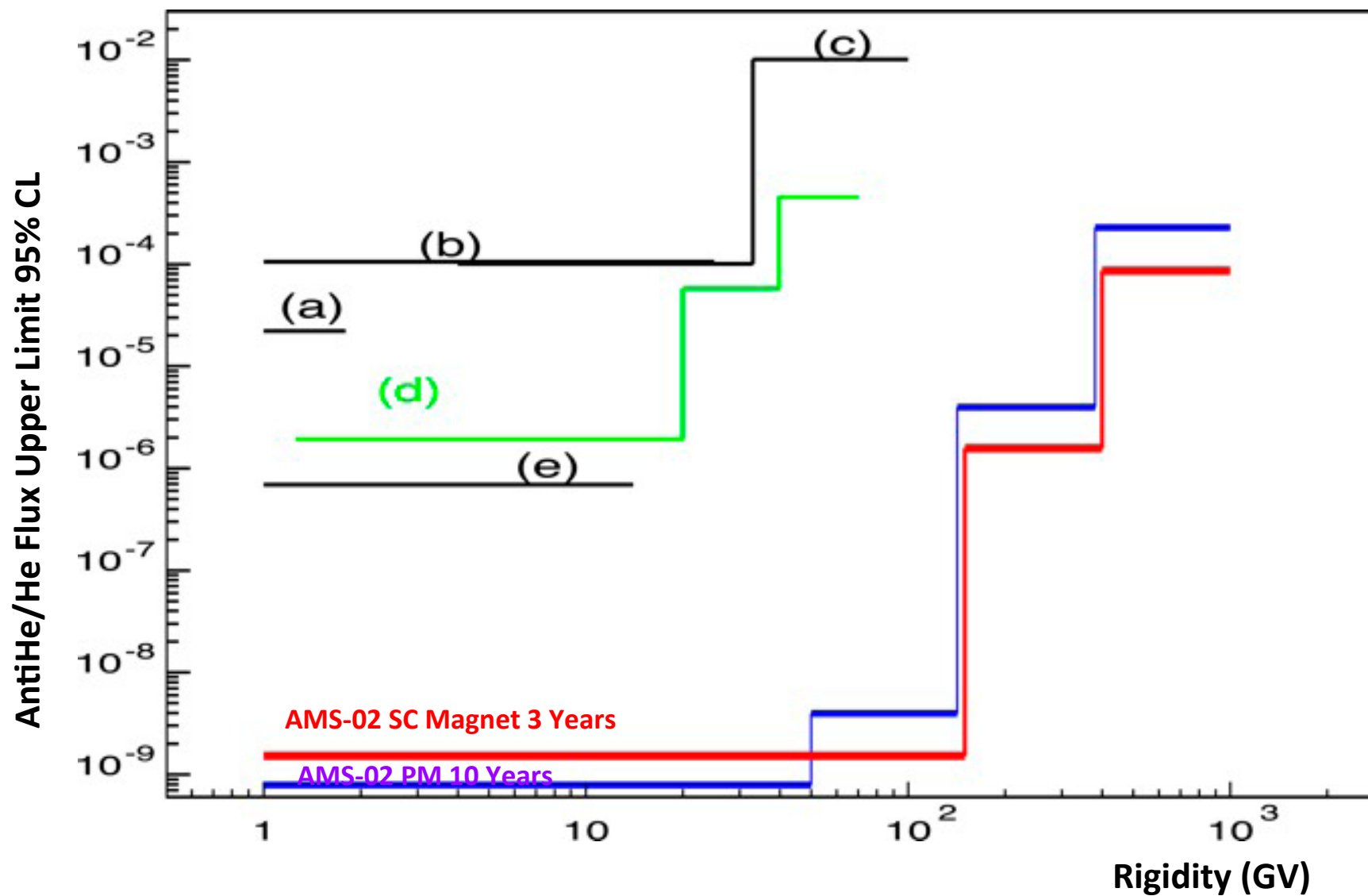
b) Il magnete separa il TRD da ECAL : positroni di bassa energia prodotti nel TRD non raggiungono il calorimetro.

Poteri di reiezione sono indipendenti

c) Corrispondenza impulso/energia tra il tracker ed Ecal

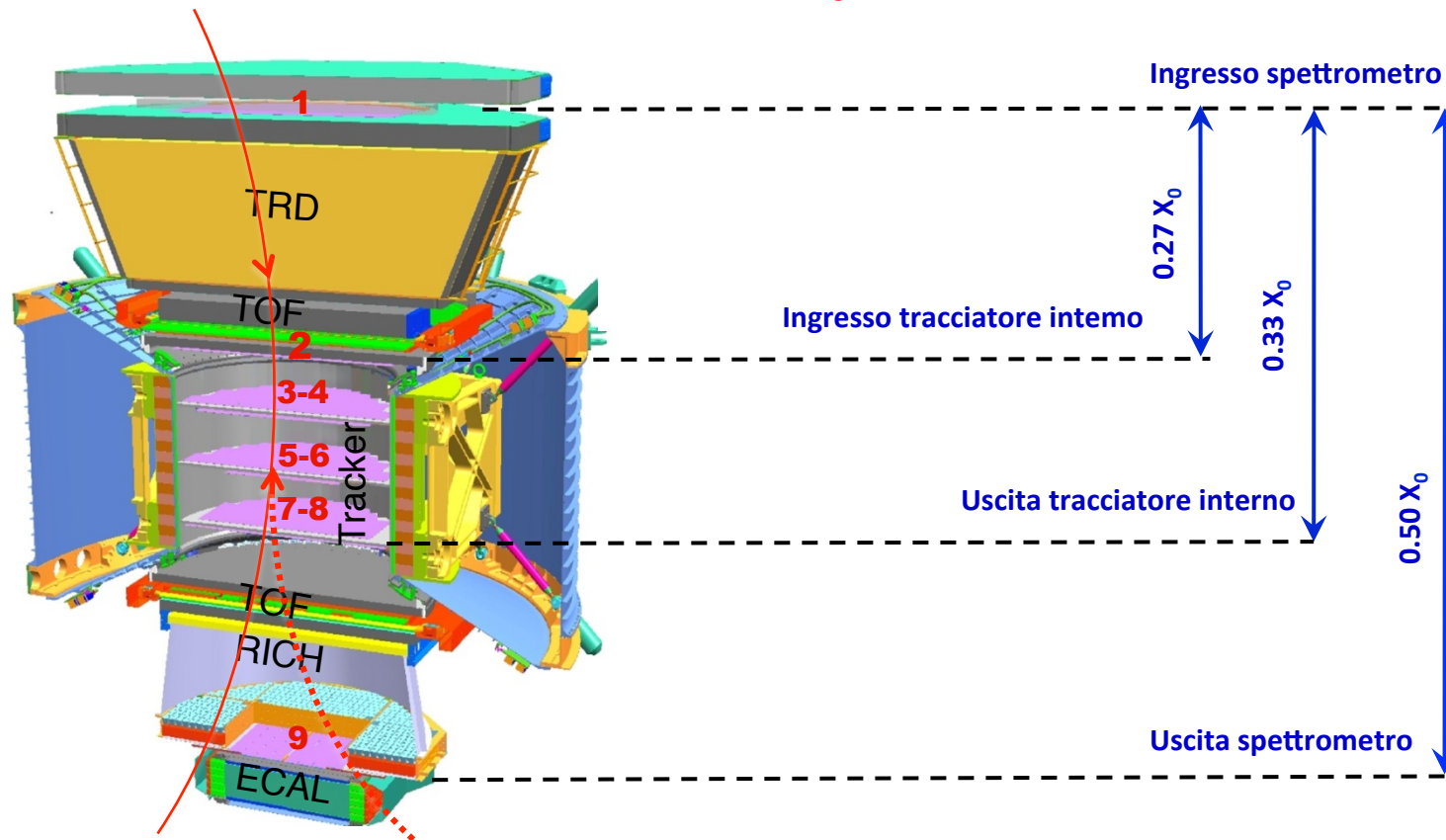
Ricerca Anti-Elio

Limite atteso in 10 anni sull'abbondanza di AntiHe^{4*}



Attuale limite $< 10^{-7}$ BESS

Ricerca di Antielio: $\bar{\text{He}}/\text{He} > 10^{10}$



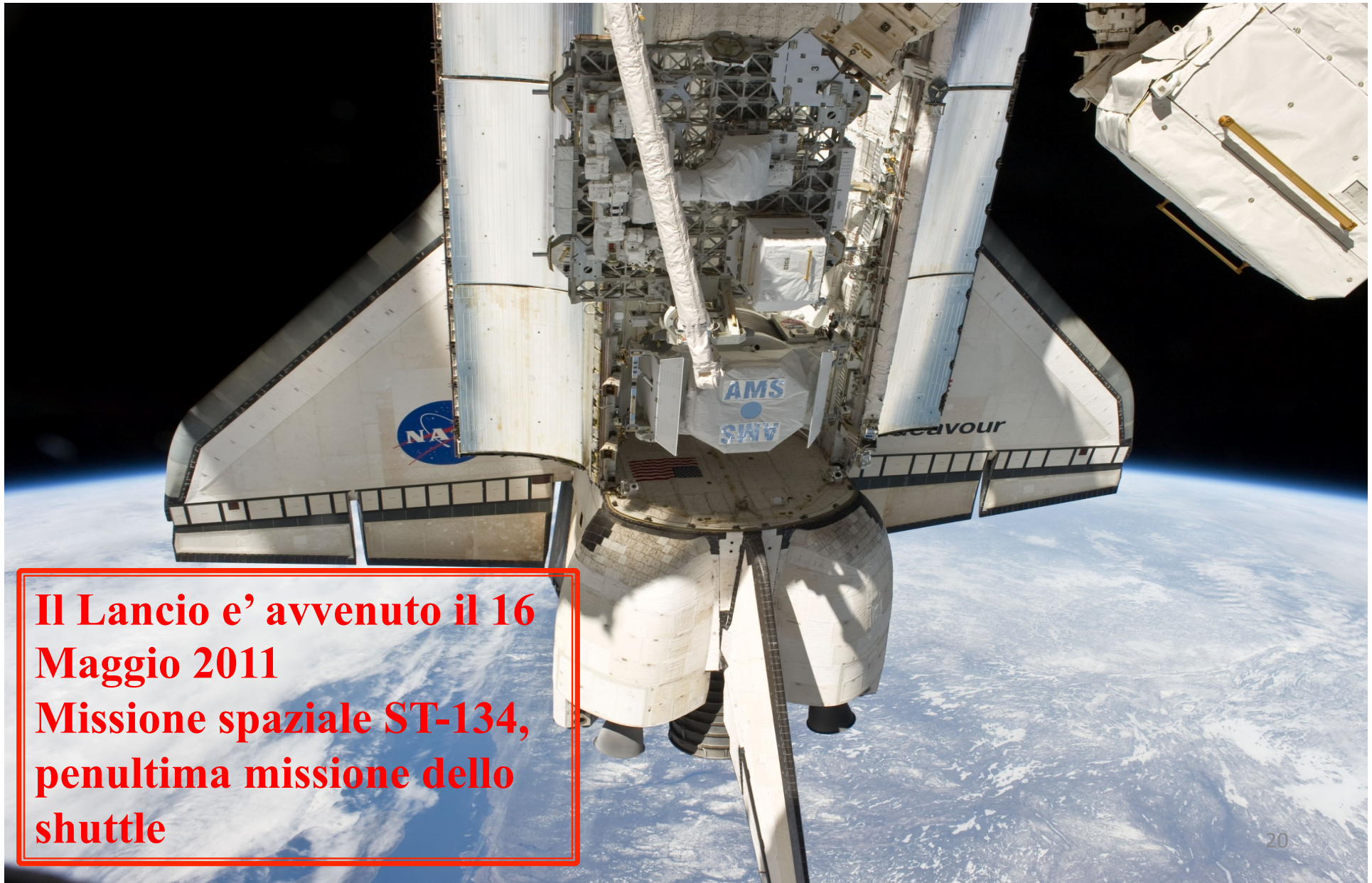
a) Minimizzare il materiale dell'apparato

L'apparato non e' sorgente di fondo.

b) Misure ridondanti dell'impulo

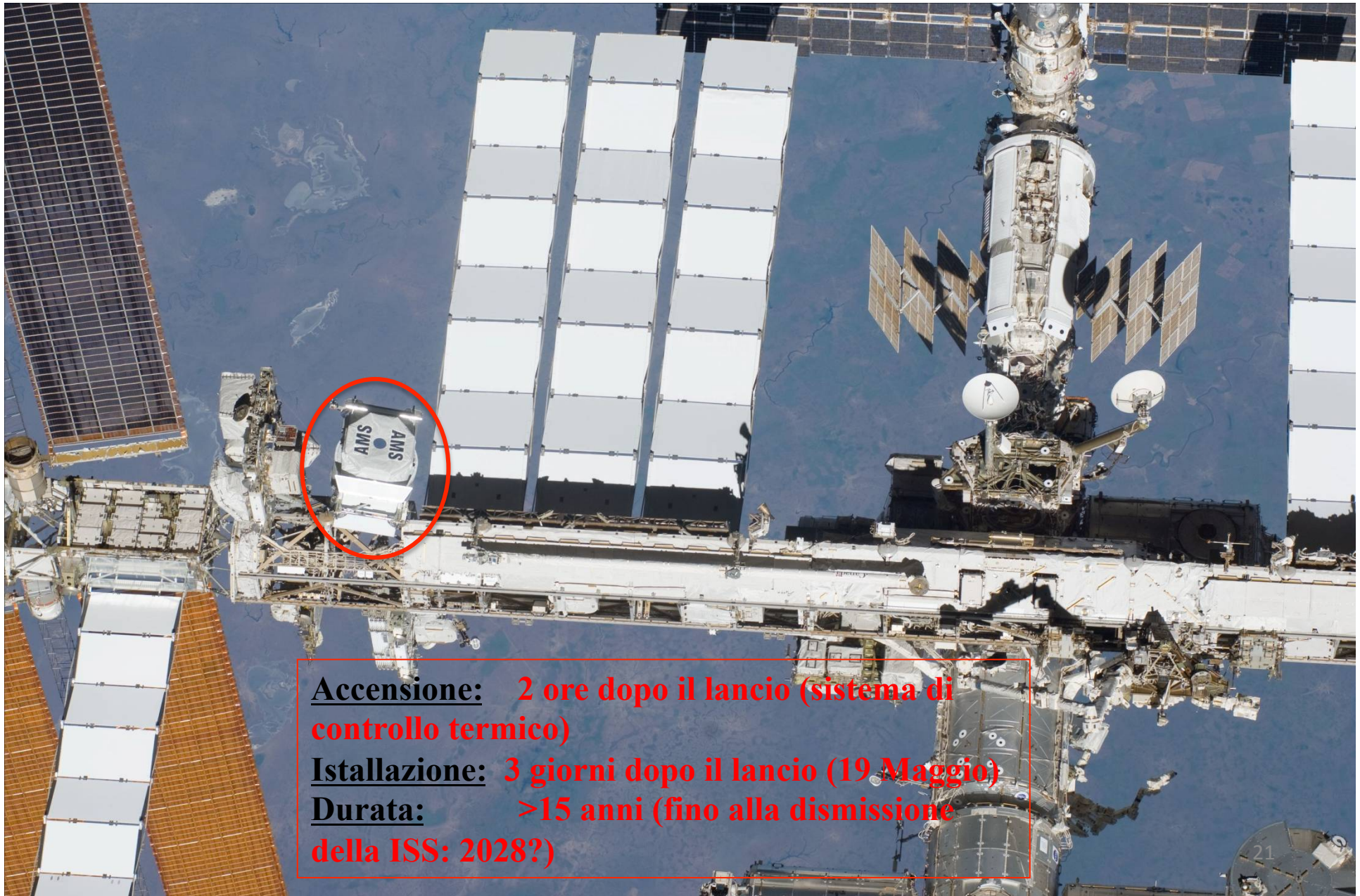
Per essere sicuri di eliminare particelle con grandi angoli di diffusione

Il lancio e l'installazione sulla *International Space Station (ISS)* (1)



**Il Lancio e' avvenuto il 16
Maggio 2011
Missione spaziale ST-134,
penultima missione dello
shuttle**

Il lancio e l'installazione sulla ISS (2)



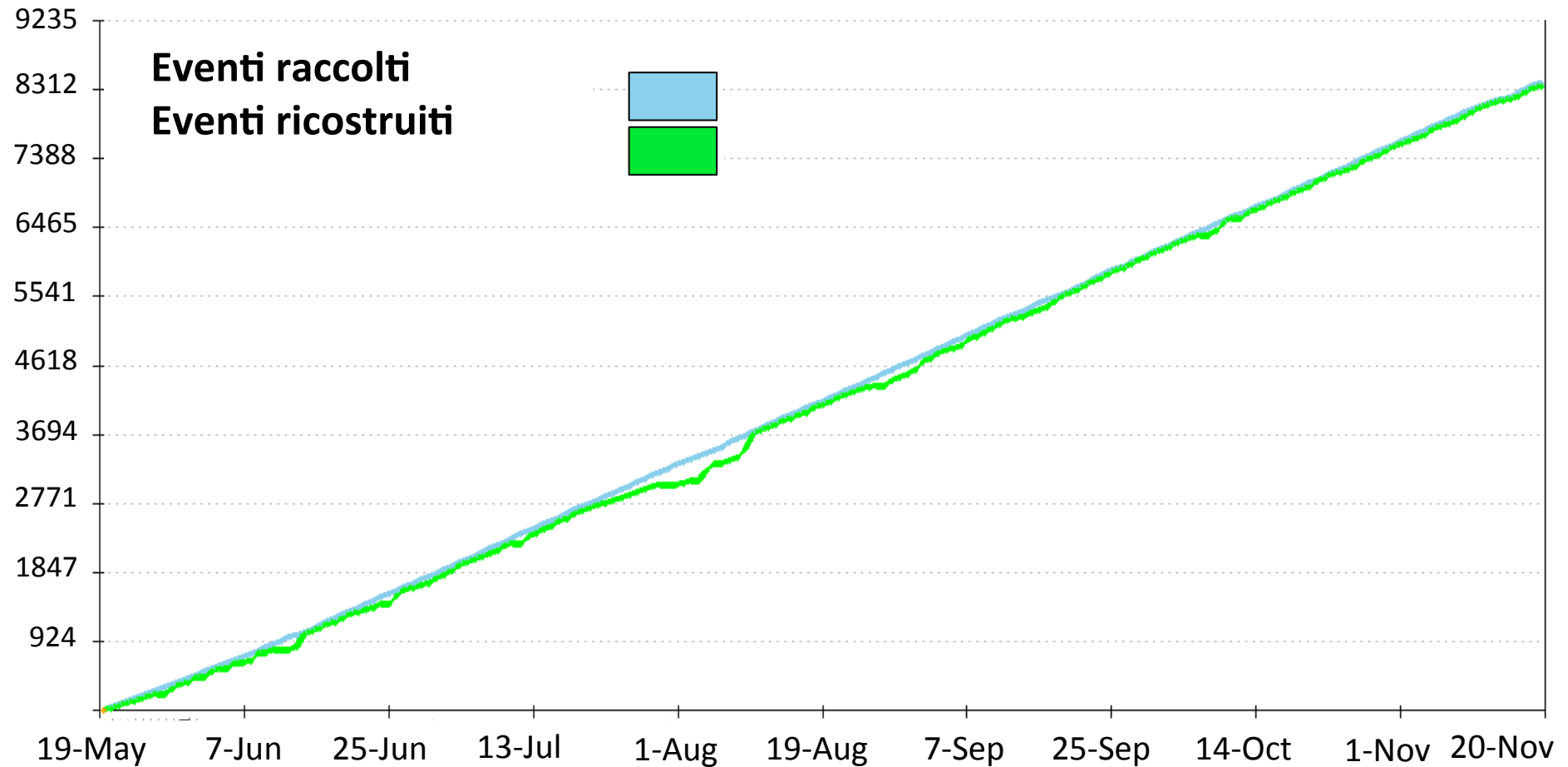
Payload Operations Control Center (POCC)

Centro di controllo presso il CERN dal 19/06/2011



- **Monitoraggio del corretto funzionamento degli apparati**
- **Monitoraggio della “termica” dell’apparato**
- **Monitoraggio del flusso dei dati a terra**

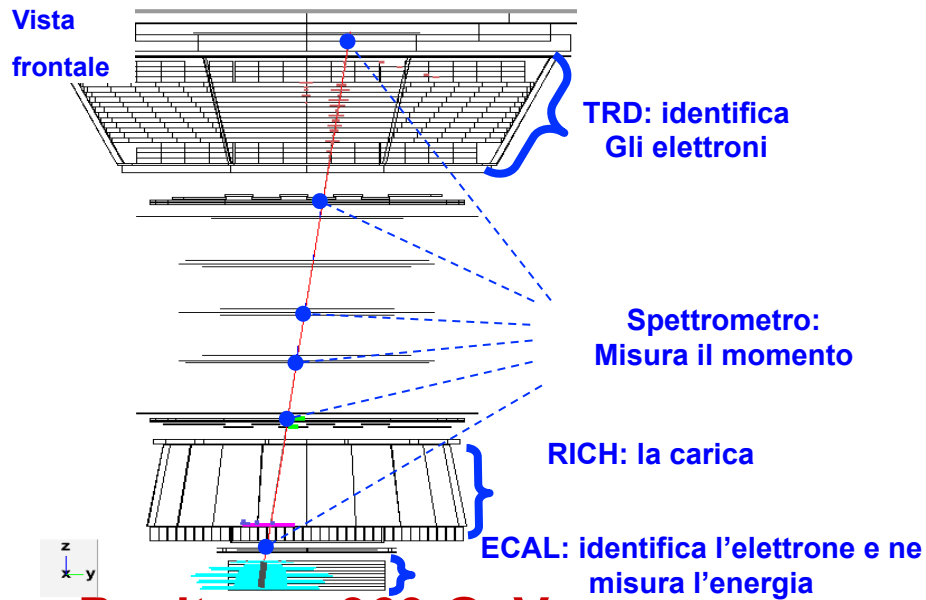
Nei primi 10 mesi di presa dati AMS ha raccolto oltre 14 miliardi di eventi



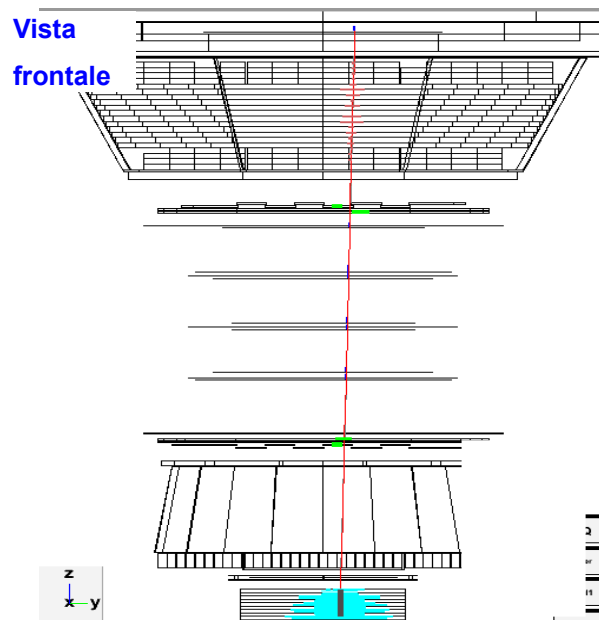
Uno sguardo alla ai primi dati di AMS

Dati : $e^\pm$ di alta energia

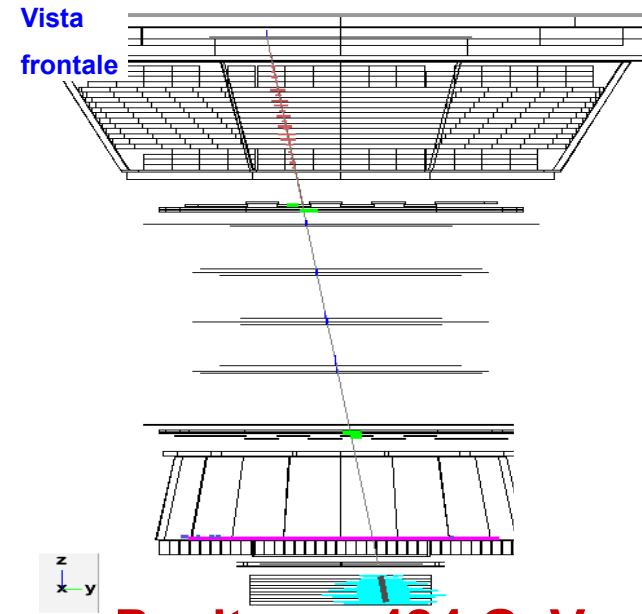
Elettrone 1.03 TeV



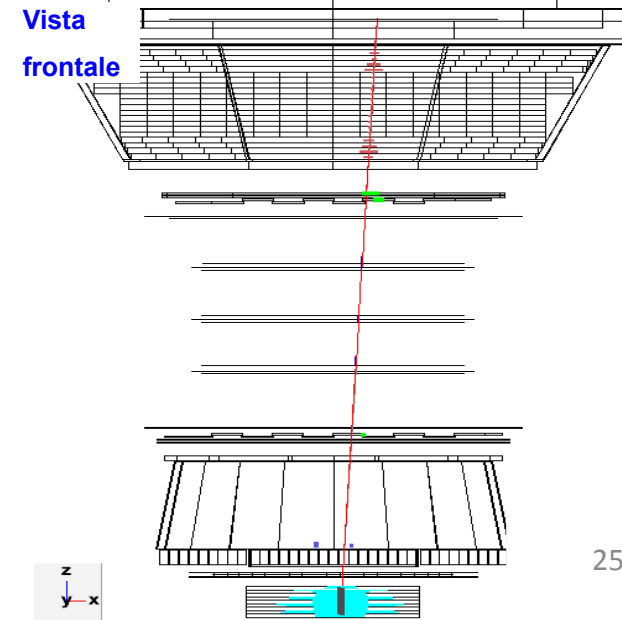
Positrone 369 GeV



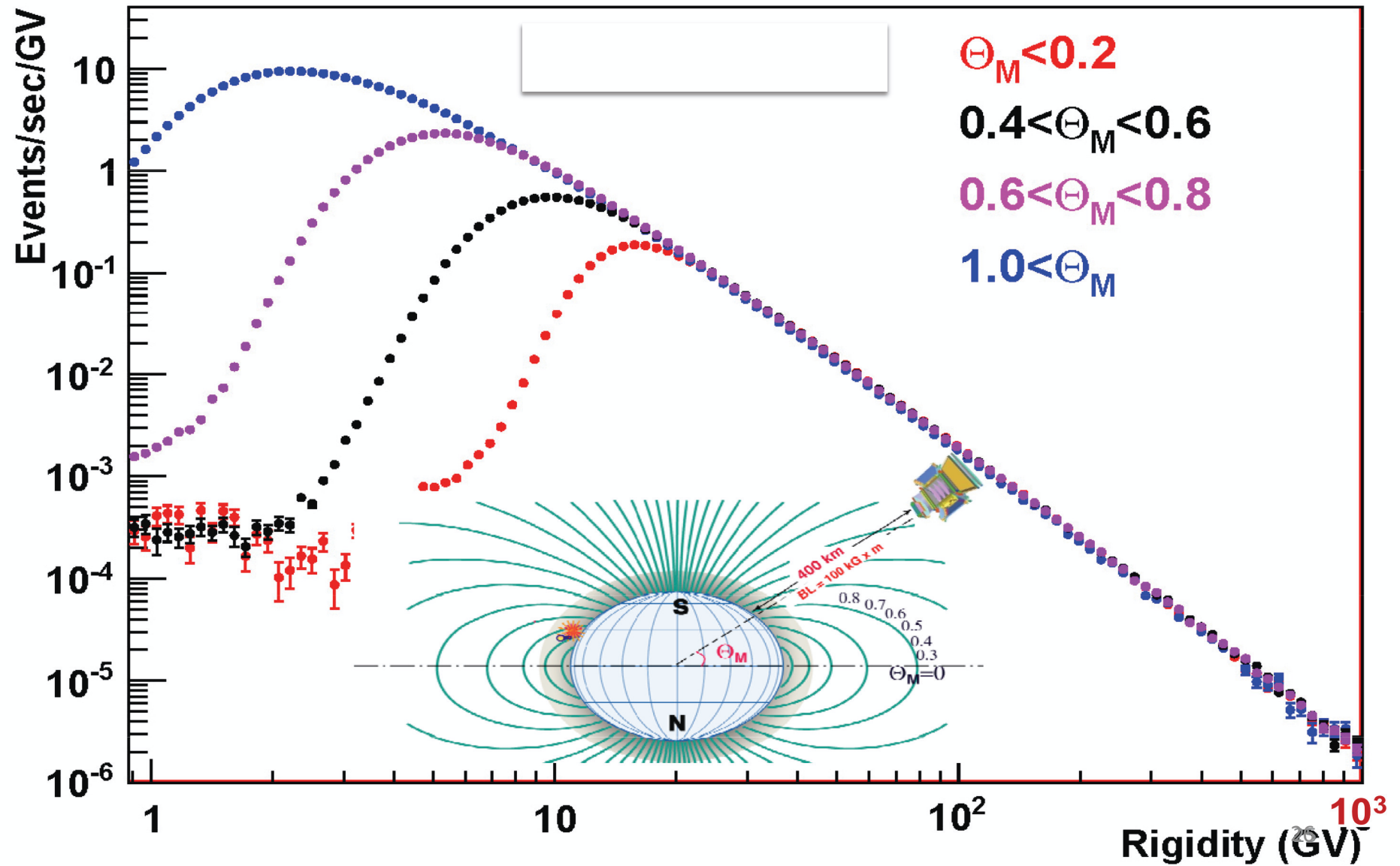
Positrone 205 GeV



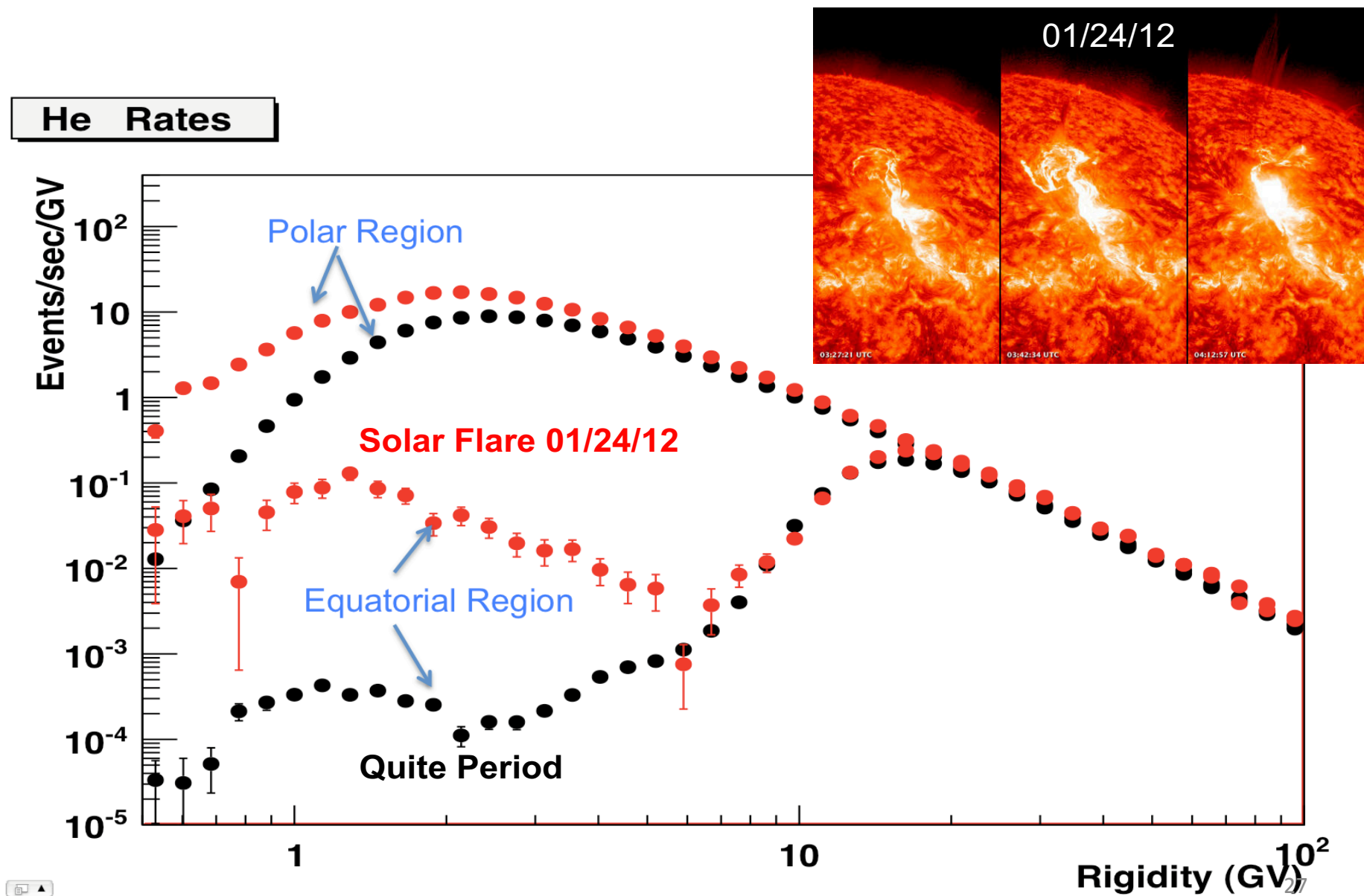
Positrone 424 GeV



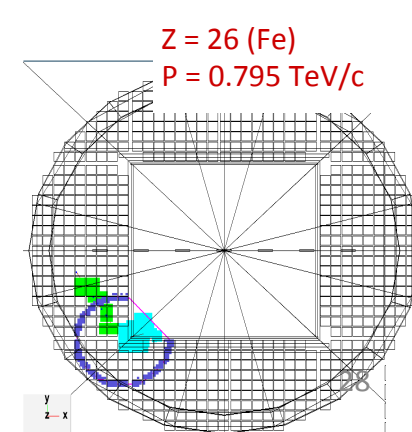
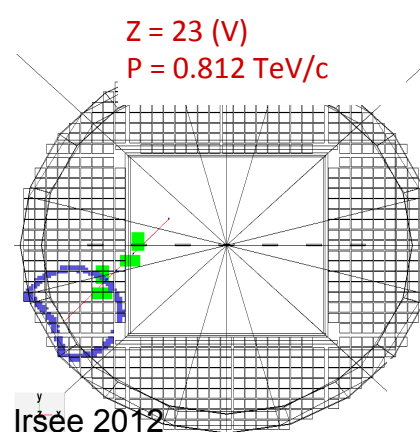
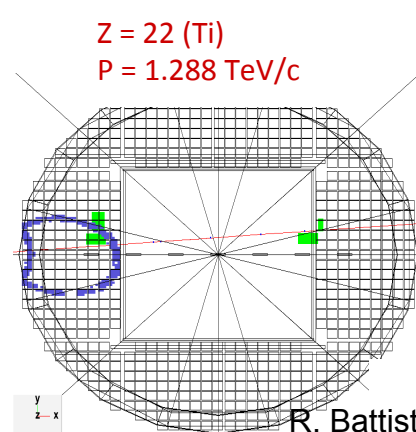
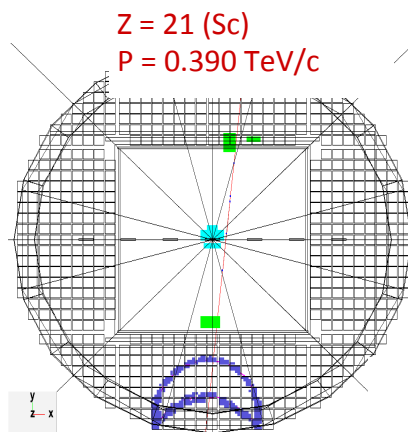
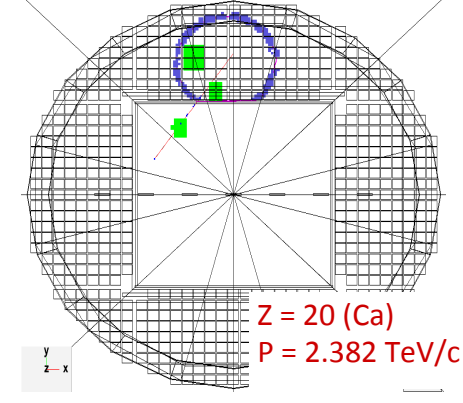
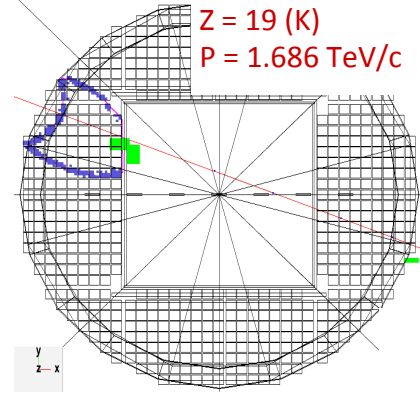
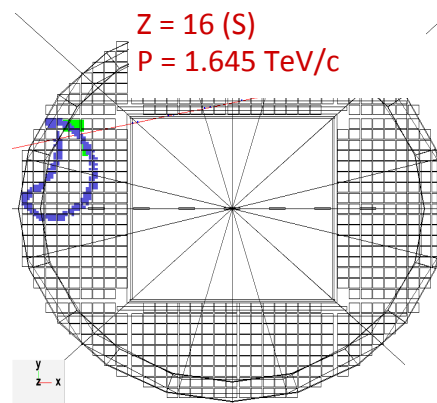
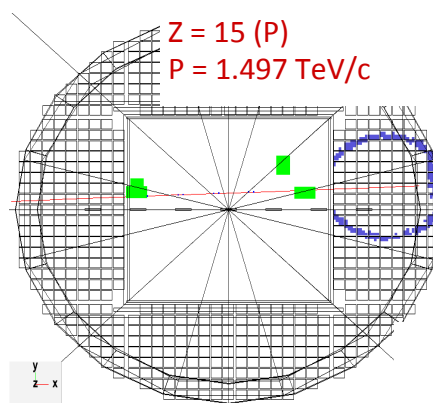
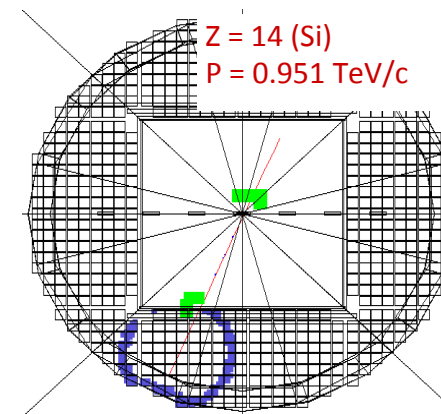
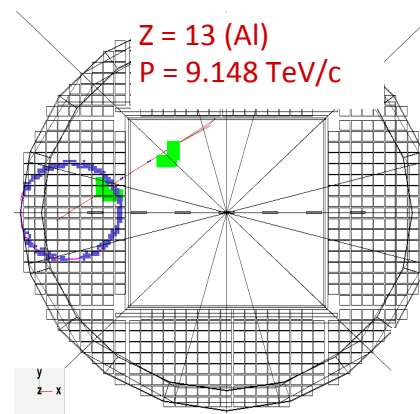
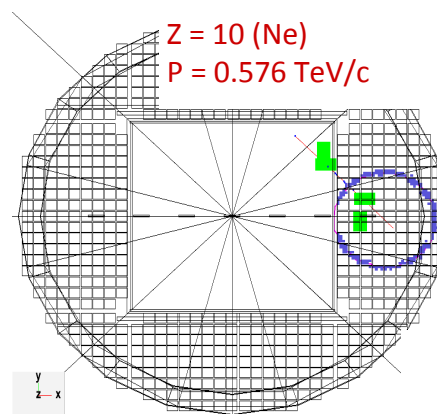
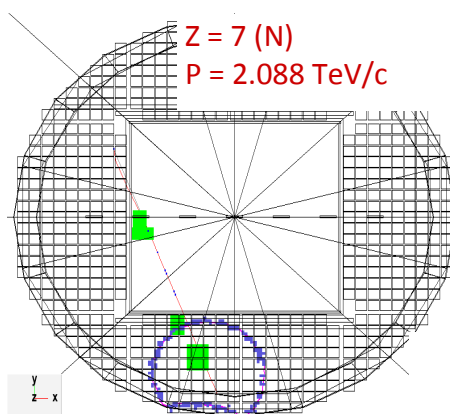
Nuclei di Elio (1)



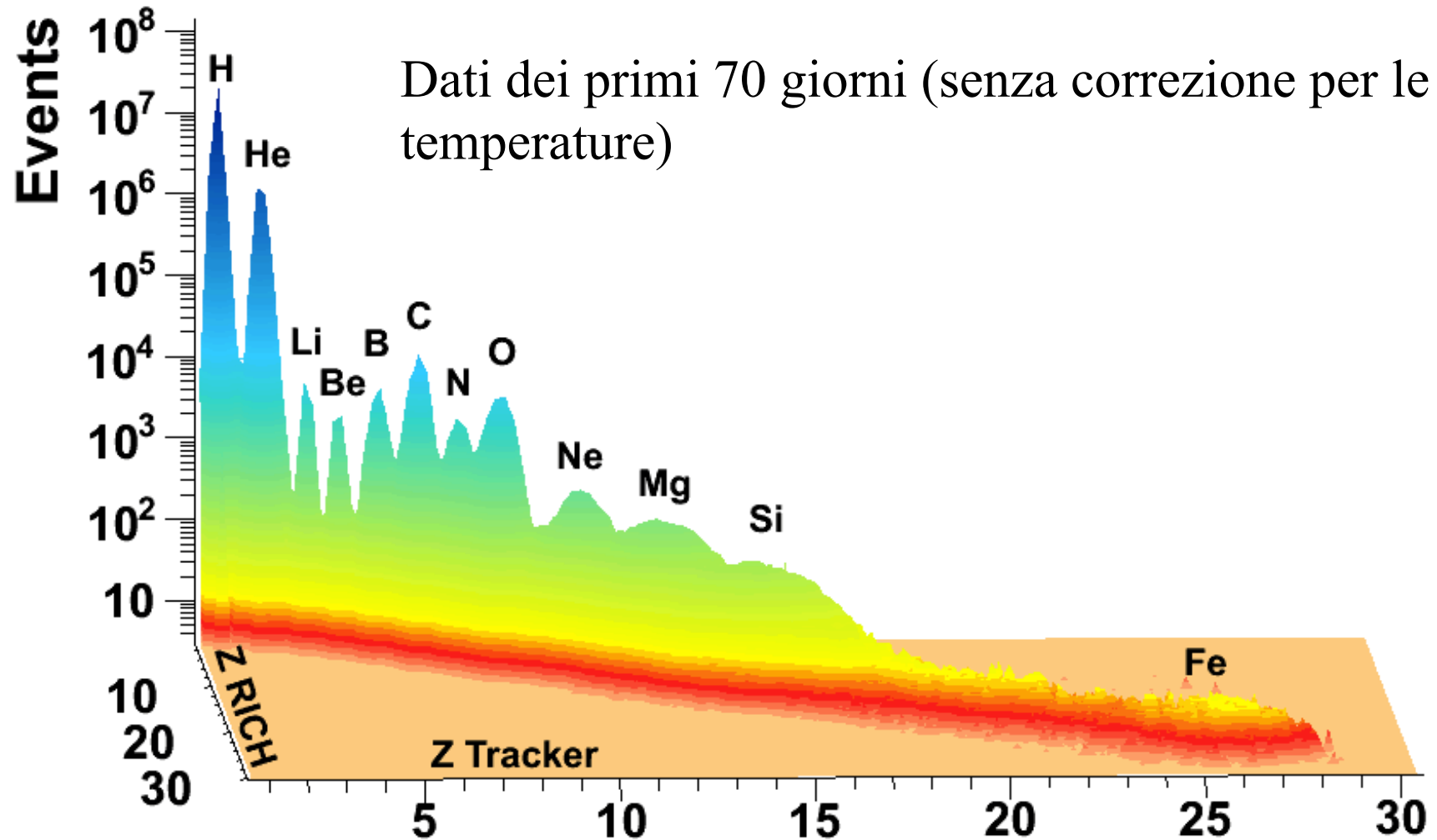
Nuclei di Elio (2)



Nuclei (1) nell'intervallo energetico di TeV



Nuclei (2)



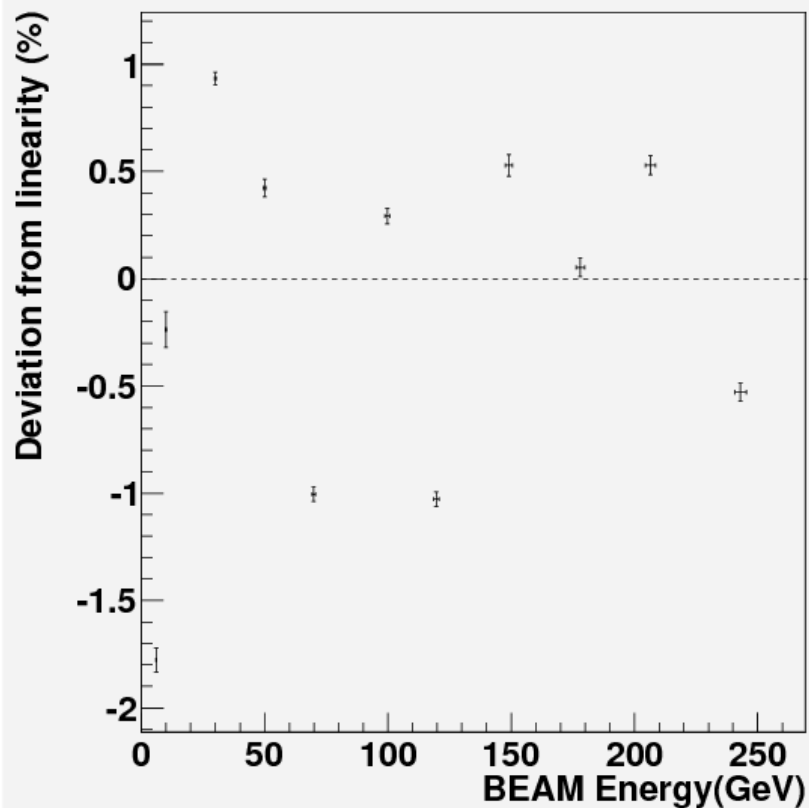
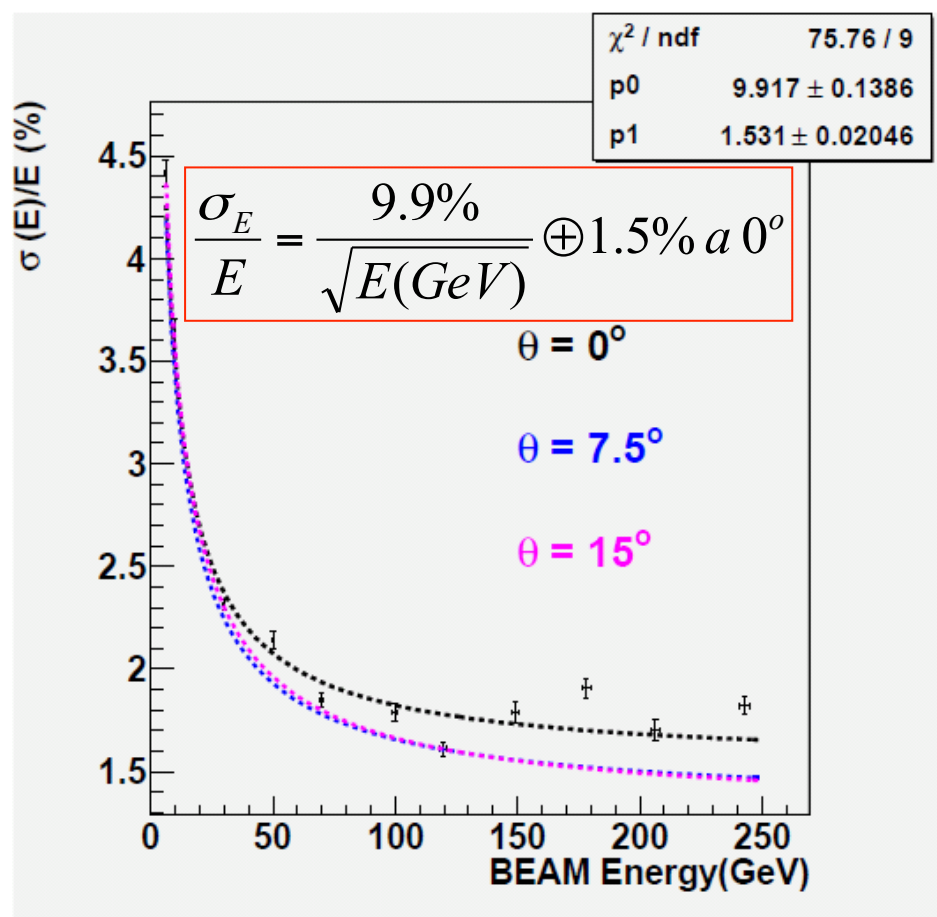
Conclusioni

- L'esperimento AMS02 e' operativo sulla ISS dal 19 Maggio 2011
- I vari rivelatori stanno funzionando come previsto e in 10 mesi sono stati raccolti circa 14 miliardi di eventi.
- Stimiamo di raccogliere ogni anno circa 16 miliardi di eventi e di raggiungere in 10-20 di operativita' dai 160-320 miliardi di eventi.
- Questa statistica consentira' di ottenere sensibilita' mai raggiunte nella ricerca di nuova fisica nei raggi cosmici

Backup

Calorimetro elettromagnetico: risoluzione e linearità

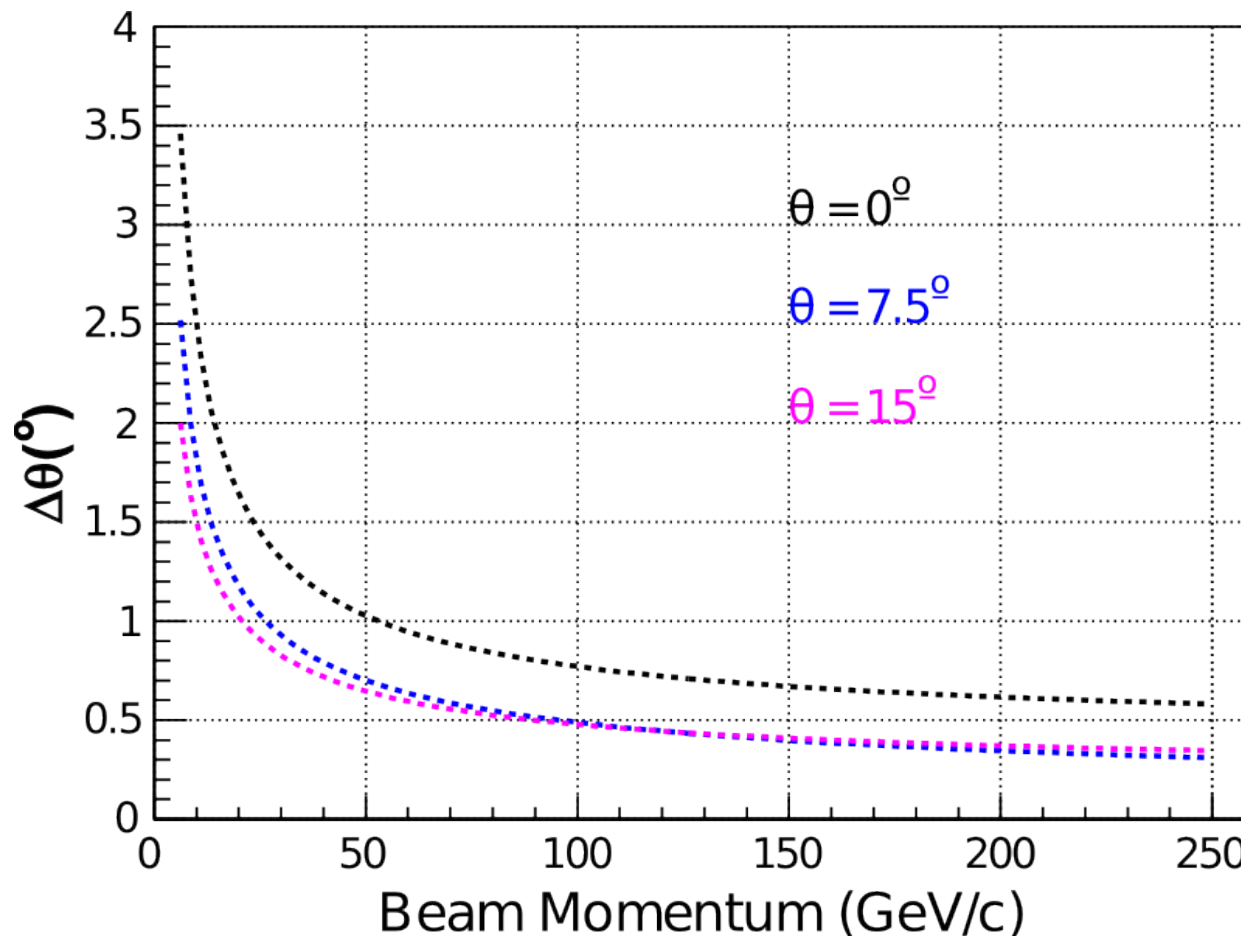
2007 ECAL test beam



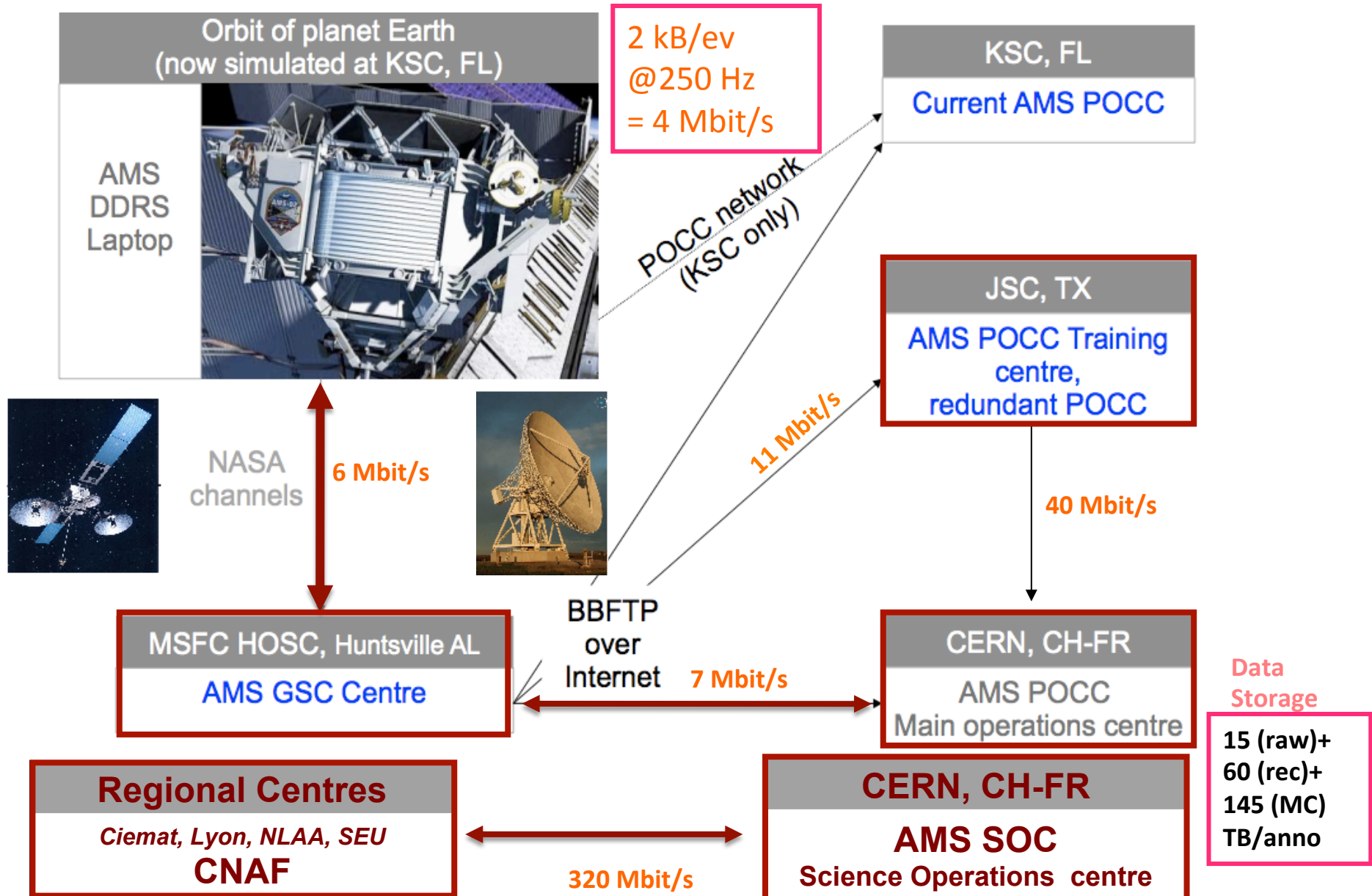
Linearità meglio dell'1%

Calorimetro elettromagnetico: risoluzione angolare misurata al *test beam*

$$\Delta\theta_{0^\circ}(E) = \frac{14.5^\circ}{E(\text{GeV})} \oplus \frac{6.3^\circ}{\sqrt{E(\text{GeV})}} \oplus 0.42^\circ$$



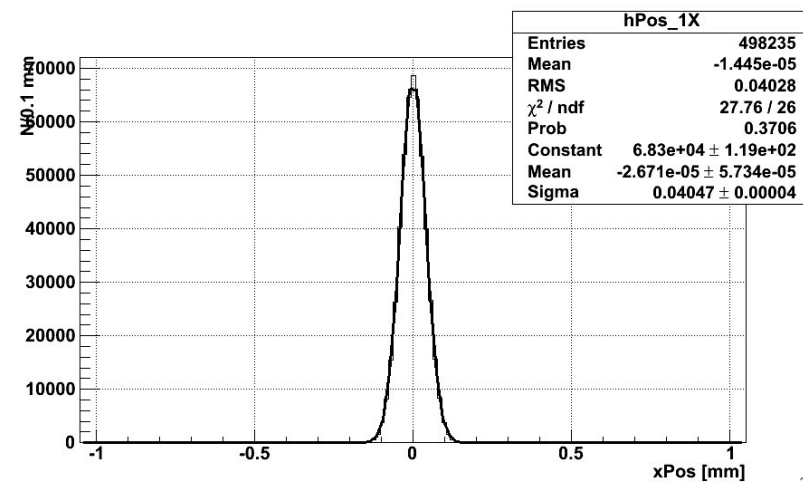
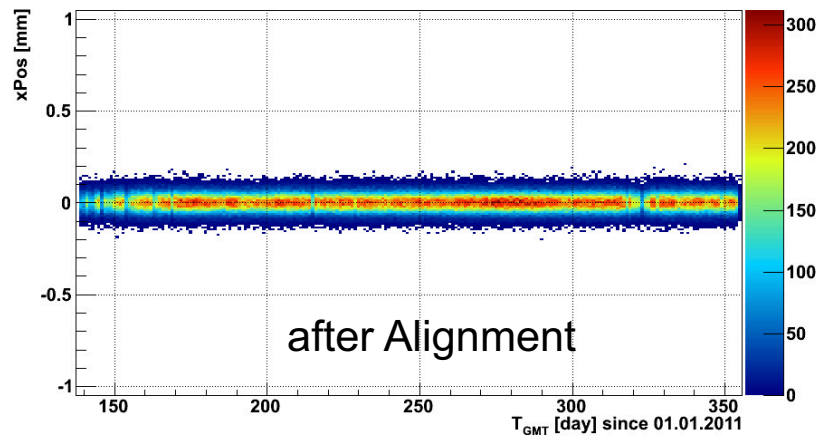
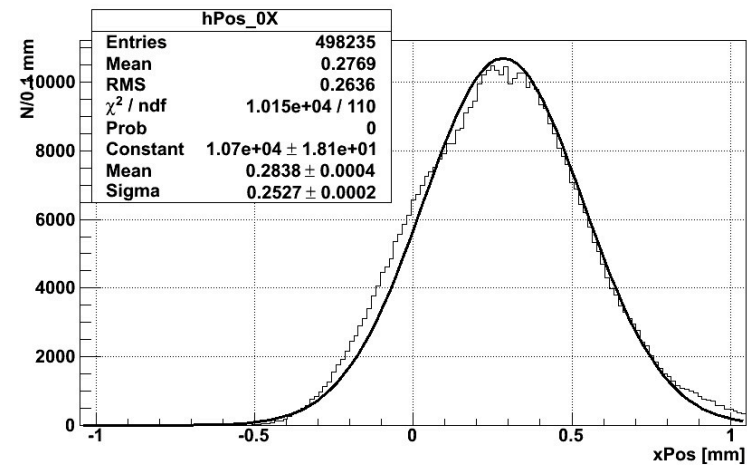
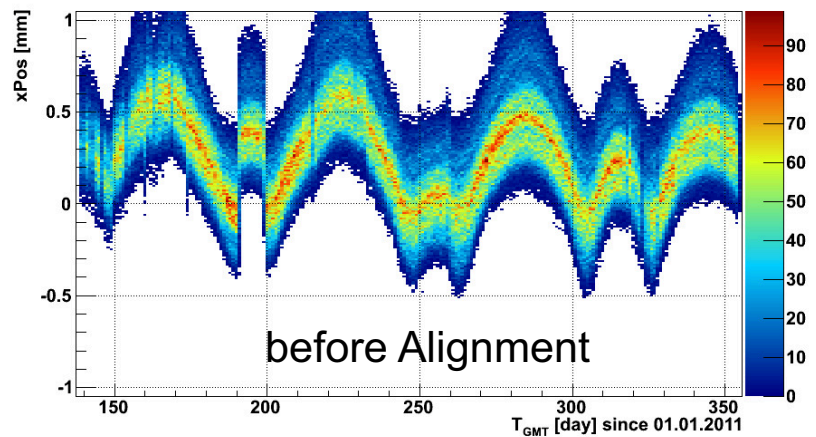
Il flusso dei dati



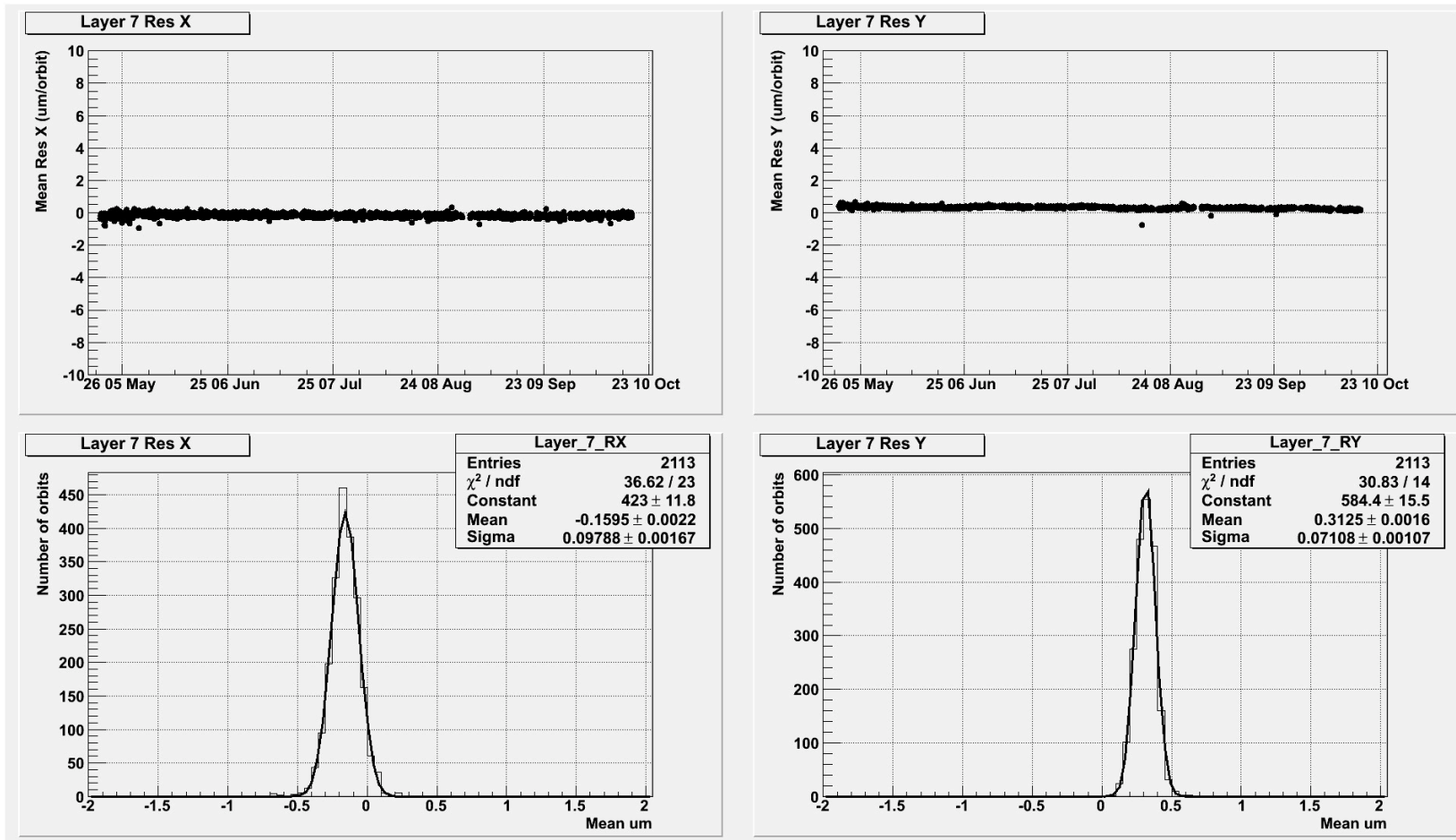
Allineamento TRD

A causa delle temperatura il TRD si “muove” fino ad 1 mm rispetto al tracciatore

Possiamo usare I protoni per allinearci con una precisione di 0.04 mm per ogni piano



Allineamento tracciatore interno



Allineamento tracciatore esterno

