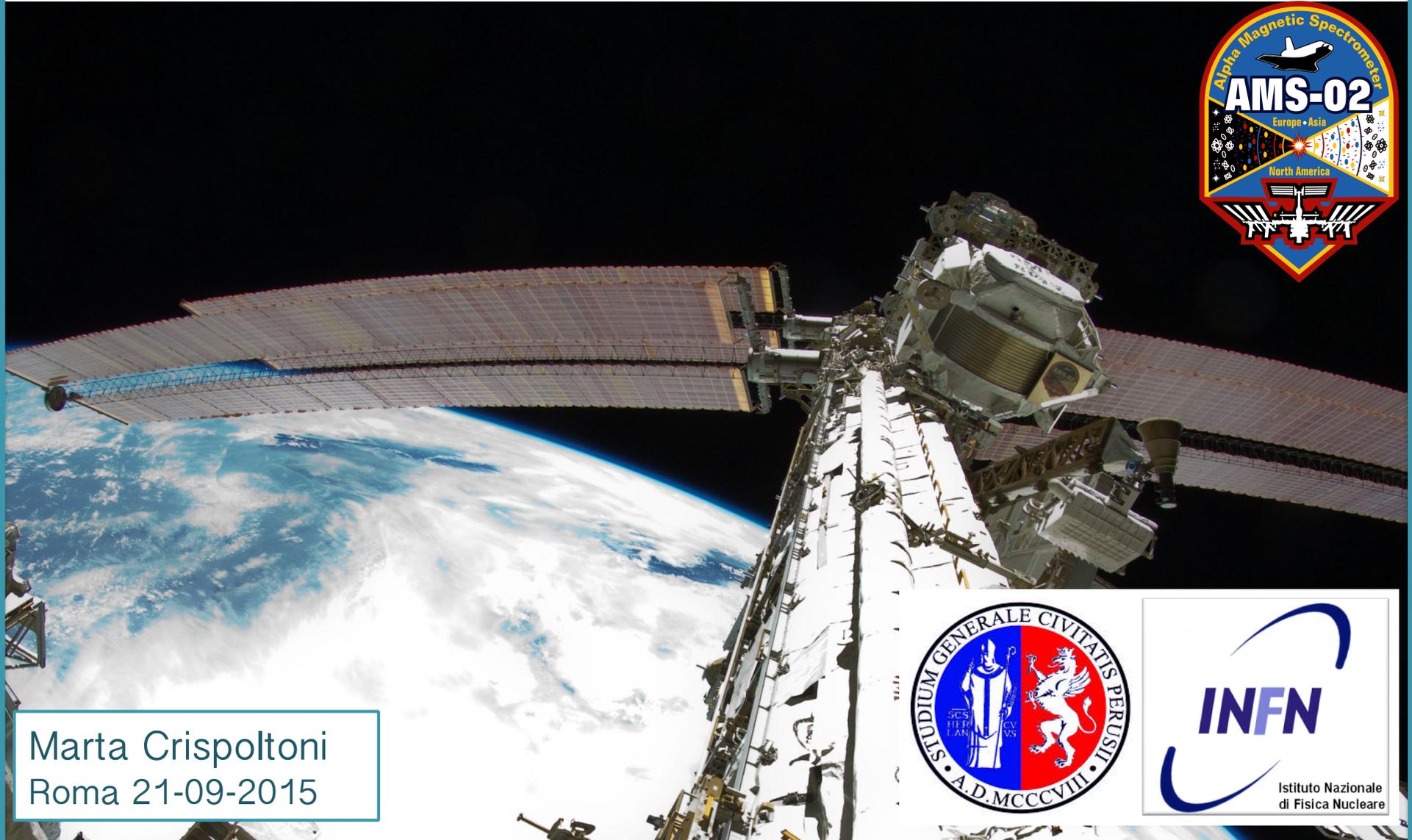


101° Congresso Nazionale della Società Italiana di Fisica

Misura della variazione temporale del flusso di elettroni e positroni con l'esperimento AMS-02

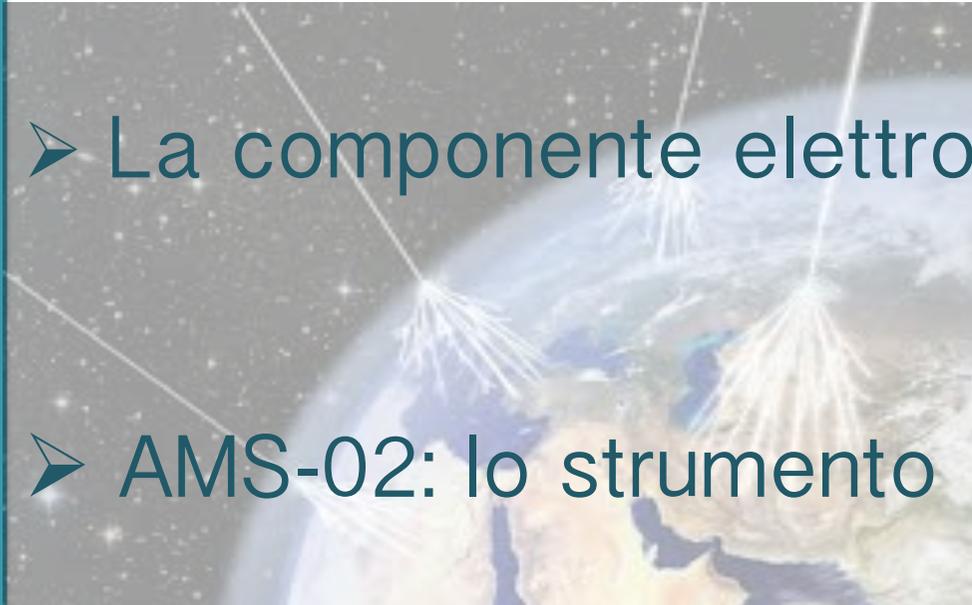


Marta Crispoltoni
Roma 21-09-2015



Indice degli argomenti

- La componente elettronica dei Raggi Cosmici
- AMS-02: lo strumento
- L'analisi
- I risultati



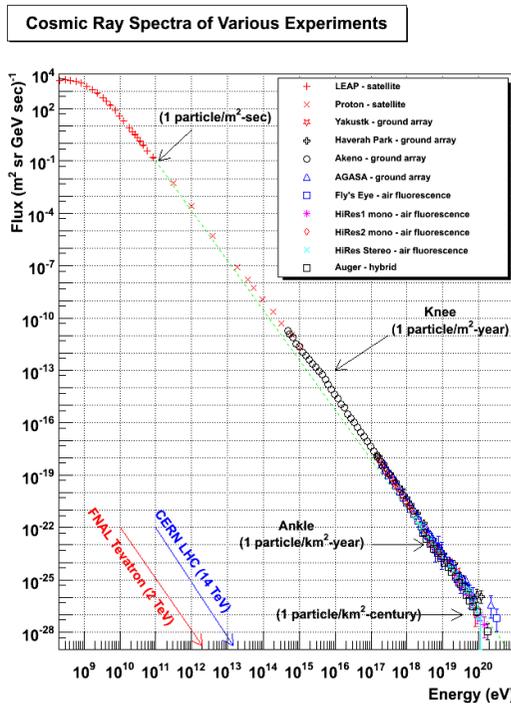
Elettroni & Positroni nei Raggi Cosmici (RC)

Protoni ~ 90% He ~ 8%
 Elettroni, positroni, anti-p... < 2%

componente rara dei RC

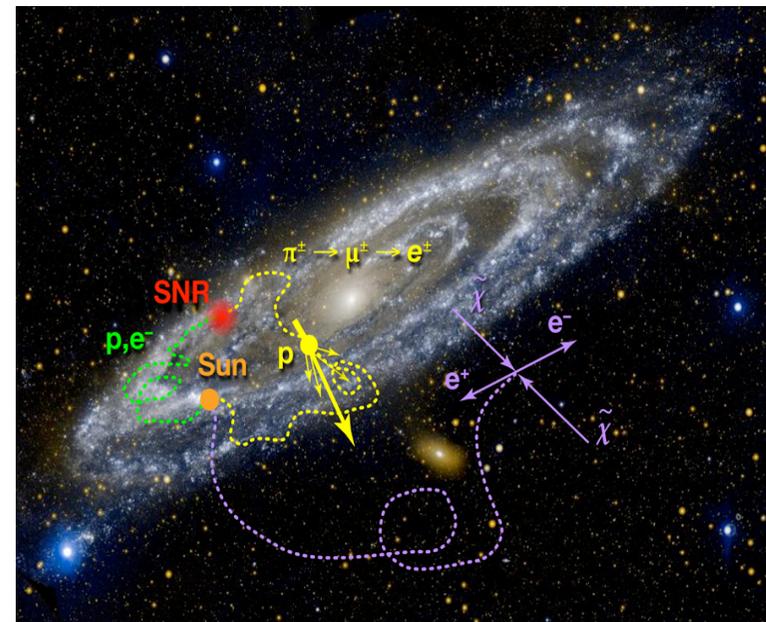
$$e^-/p \approx 10^{-2} - 10^{-3}$$

$$e^+/p \approx 10^{-3} - 10^{-4}$$



✓ Componente sensibile a sorgenti astrofisiche locali

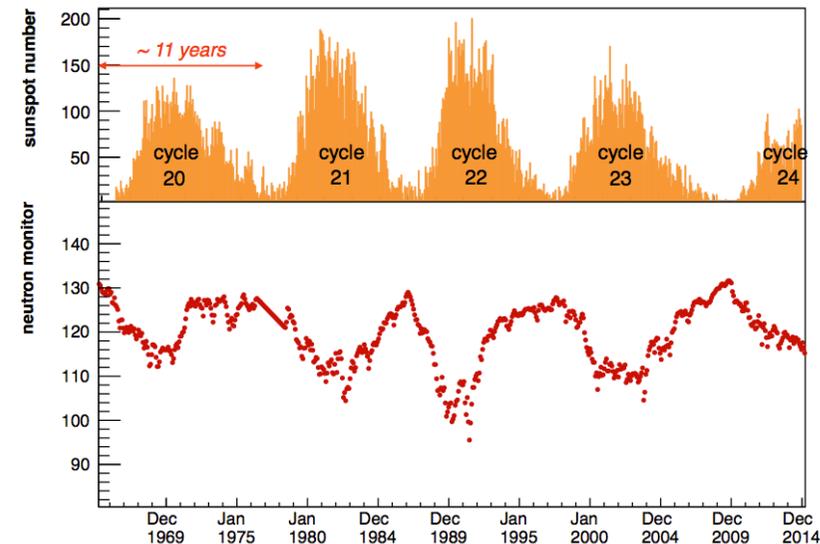
✓ Importante canale per studiare deviazioni dal flusso astrofisico atteso → **materia oscura**



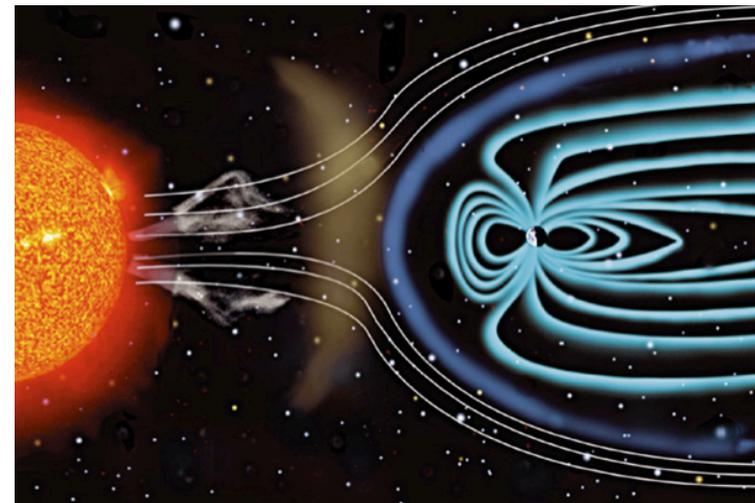
Elettroni & Positroni nei RC: modulazione solare

Modulazione solare:

- ✓ Relazione RC e attività solare ($E < 30$ GeV)
- ✓ Dipendenza dal tempo dell'attività solare \rightarrow RC



- ✓ Studio dello spettro nel mezzo interstellare locale (LIS)
- ✓ Studio dipendenza dal **segno della carica** della modulazione solare

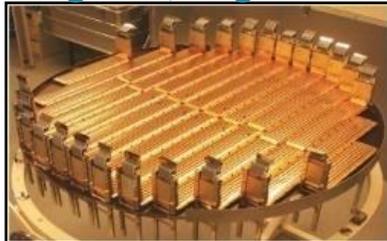


AMS-02

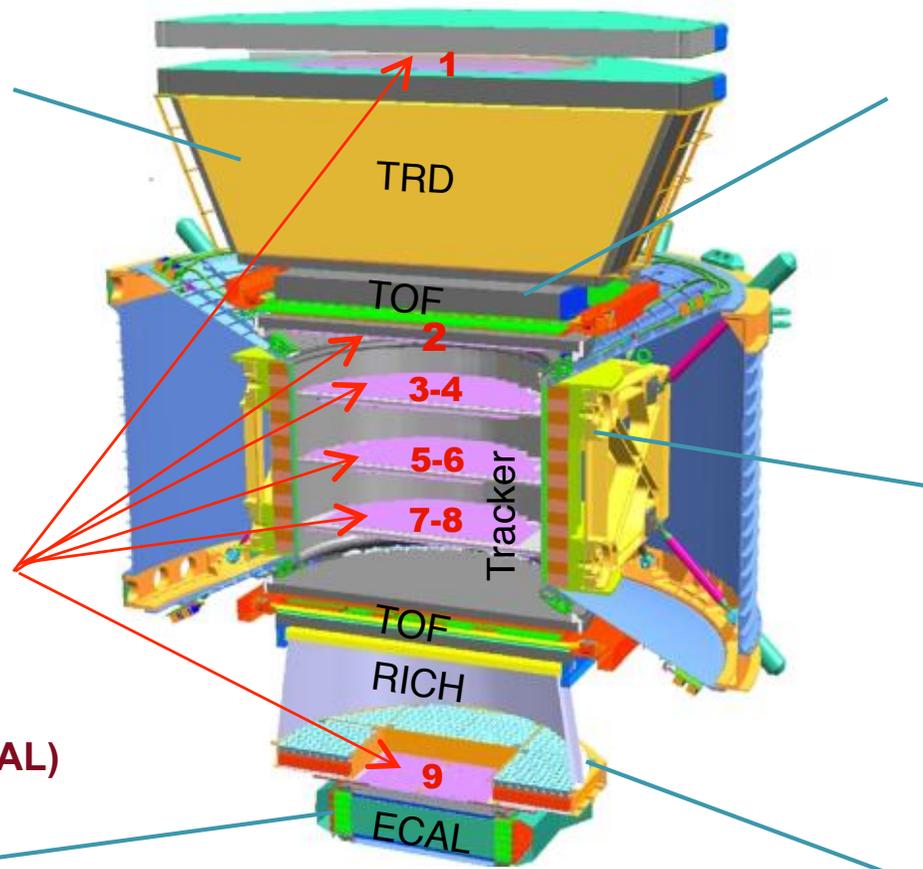
TRD:
Separazione e/p/He



Tracciatore al silicio:
· Misura di Z
· Rigidità, segno di Z



Calorimetro Elettromagnetico (ECAL)
· Misura di E
· Discriminazione e/p
· Trigger



Tempo di Volo (TOF)
· misura di Z
· misura di velocità, direzione
· trigger



Magnete
B=0.14 T



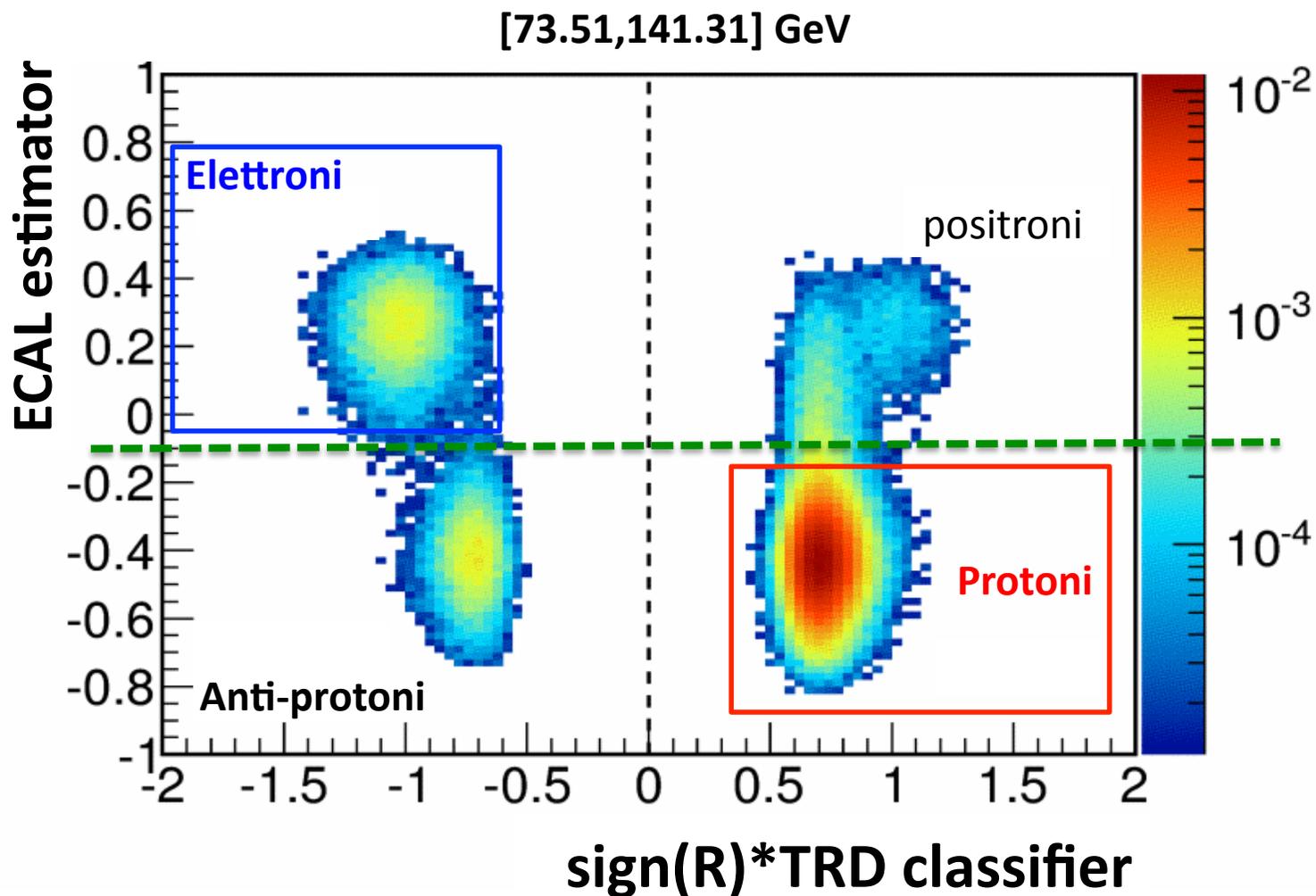
Ring Imaging Cherenkov (RICH)
Z, velocità



Dimensioni complessive : 3x4x5 m³
Peso : 7 Ton
Potenza : 2 kW

Separazione segnale fondo

Uso delle proprietà dei sottorivelatori TRD, ECAL e Tracciatore per discriminare il segnale (elettroni) dal fondo (protoni)



Misura del flusso

$$\Phi^{e^\pm}(\Delta E, \Delta T) = \frac{N_{obs}^{e^\pm}(\Delta E, \Delta T)}{\Delta E T_{exp}(\Delta E, \Delta T) A_{geom}(\Delta E) \epsilon_{sel}(1 + \delta) \epsilon_{trig}(\Delta E, \Delta T)}$$

- $N_{obs}^{e^\pm}(\Delta E, \Delta T)$: numero di eventi in ogni $\Delta E, \Delta T$
- $A_{geom}(\Delta E)$: accettazione geometrica
- ϵ_{sel} : efficienza di selezione
- $(1 + \delta)$: termine correttivo che tiene conto del confronto Dati/MonteCarlo
- $\epsilon_{trig}(\Delta E, \Delta T)$: efficienza di trigger
- $T_{exp}(\Delta E, \Delta T)$: tempo di esposizione

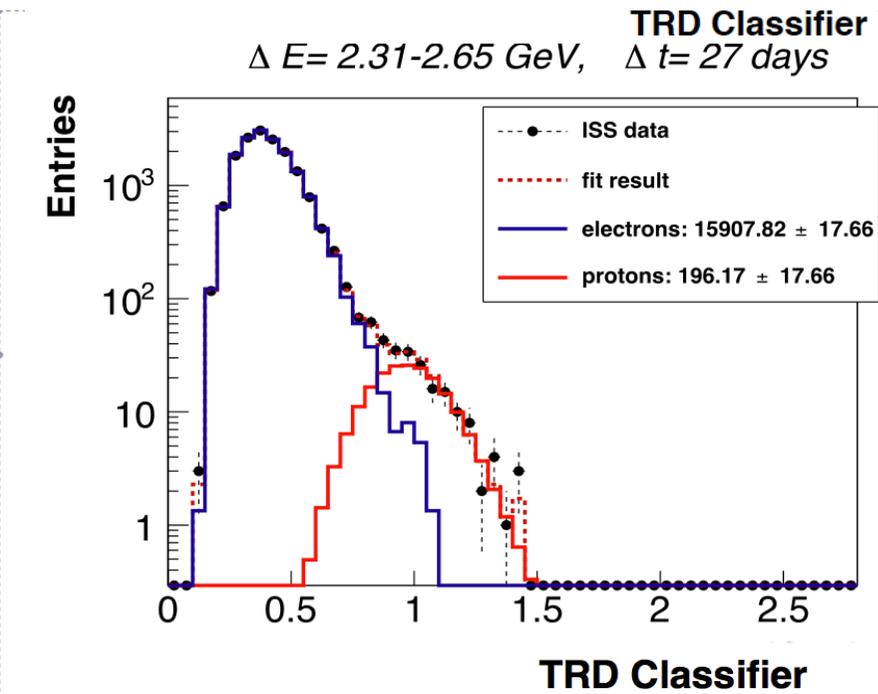
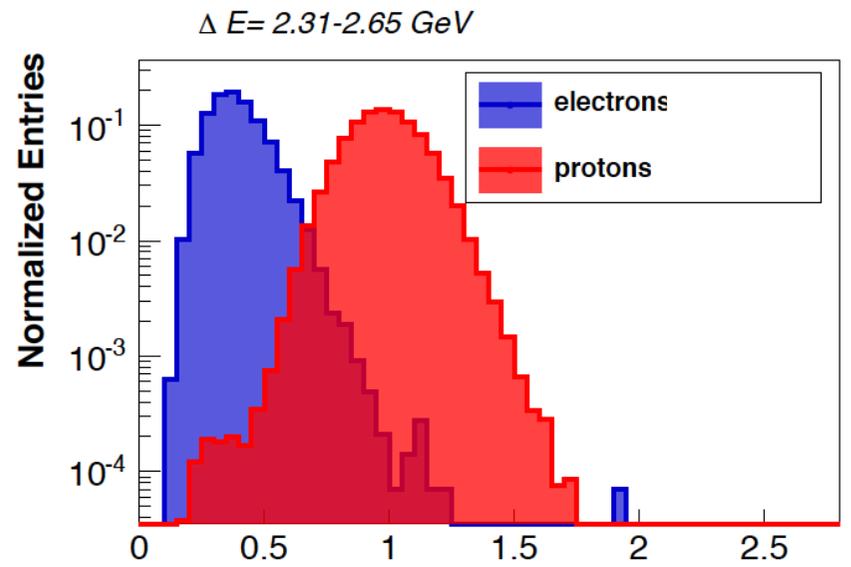
Periodo di presa dati: 7 Giugno 2011 – 14 Novembre 2013

Intervallo di tempo considerato (ΔT): 27 giorni

Template fit

Distribuzione di riferimento
 ottenuta dai dati con una
 selezione su ECAL e sul
 segno della carica

'Template fit' alla
 distribuzione del TRD
 classifier per ogni ΔE e ΔT



Misura del flusso

$$\Phi^{e^\pm}(\Delta E, \Delta T) = \frac{N_{obs}^{e^\pm}(\Delta E, \Delta T)}{\Delta E T_{exp}(\Delta E, \Delta T) \underbrace{A_{geom}(\Delta E) \epsilon_{sel} (1 + \delta)}_{A_{eff}} \epsilon_{trig}(\Delta E, \Delta T)}$$

- $N_{obs}^{e^\pm}(\Delta E, \Delta T)$: numero di eventi in ogni ΔE , ΔT
- $A_{geom}(\Delta E)$: accettazione geometrica
- ϵ_{sel} : efficienza di selezione
- $(1 + \delta)$: termine correttivo che tiene conto del confronto Dati/MC
- $\epsilon_{trig}(\Delta E, \Delta T)$: efficienza di trigger
- $T_{exp}(\Delta E, \Delta T)$: tempo di esposizione

Valutate
nel MC

Periodo di presa dati: 7 Giugno 2011 – 14 Novembre 2013

Intervallo di tempo considerato (ΔT): 27 giorni

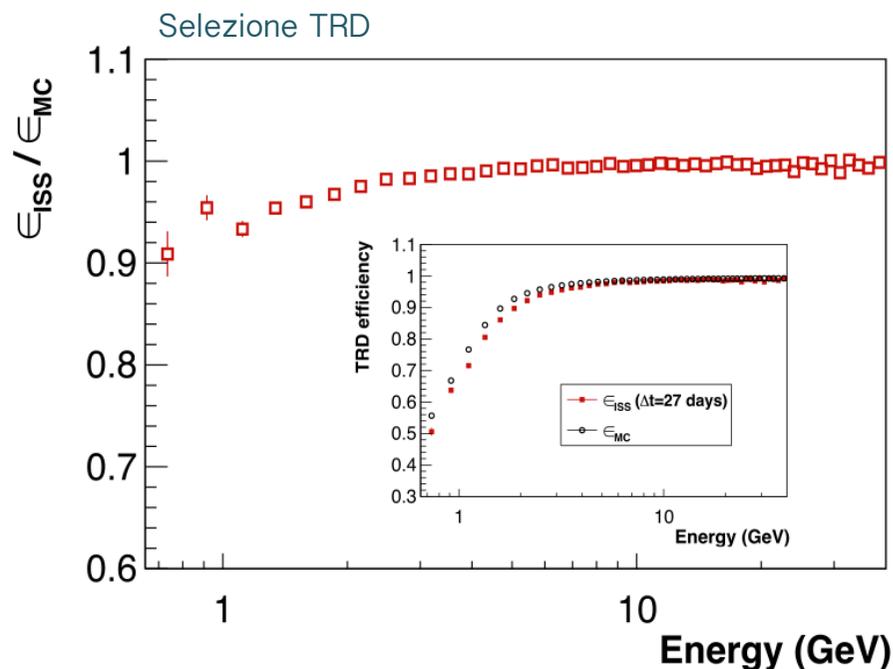
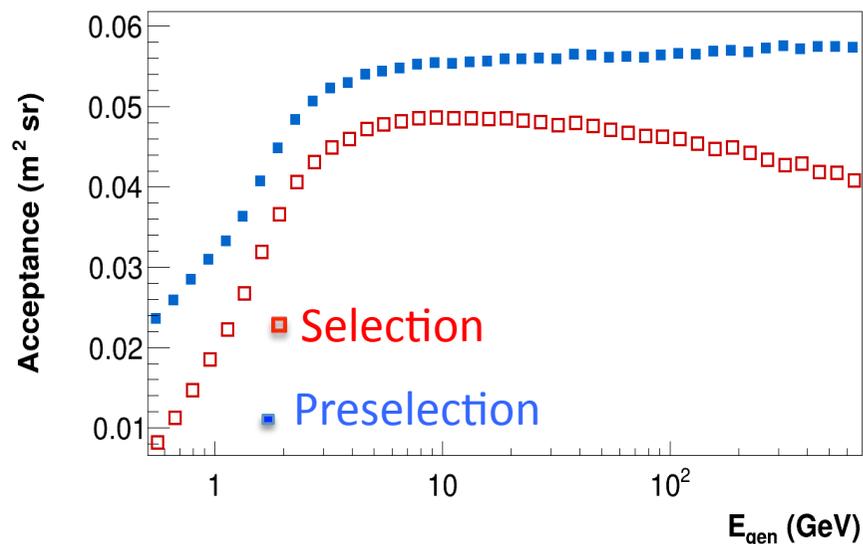
Accettanza effettiva

Accettanza geometrica

$$A_{\text{geom}}(\Delta E) = A_{\text{gen}} \times \frac{N_{\text{sel}}(\Delta E)}{N_{\text{gen}}(\Delta E)}$$

Confronto Dati/MC

$$(1+\delta) = \prod_{i,n} \frac{\epsilon_i^{\text{ISS}}(E)}{\epsilon_i^{\text{MC}}(E)}$$



Misura del flusso

$$\Phi^{e^\pm}(\Delta E, \Delta T) = \frac{N_{obs}^{e^\pm}(\Delta E, \Delta T)}{\Delta E T_{exp}(\Delta E, \Delta T) A_{geom}(\Delta E) \epsilon_{sel}(1 + \delta) \epsilon_{trig}(\Delta E, \Delta T)}$$

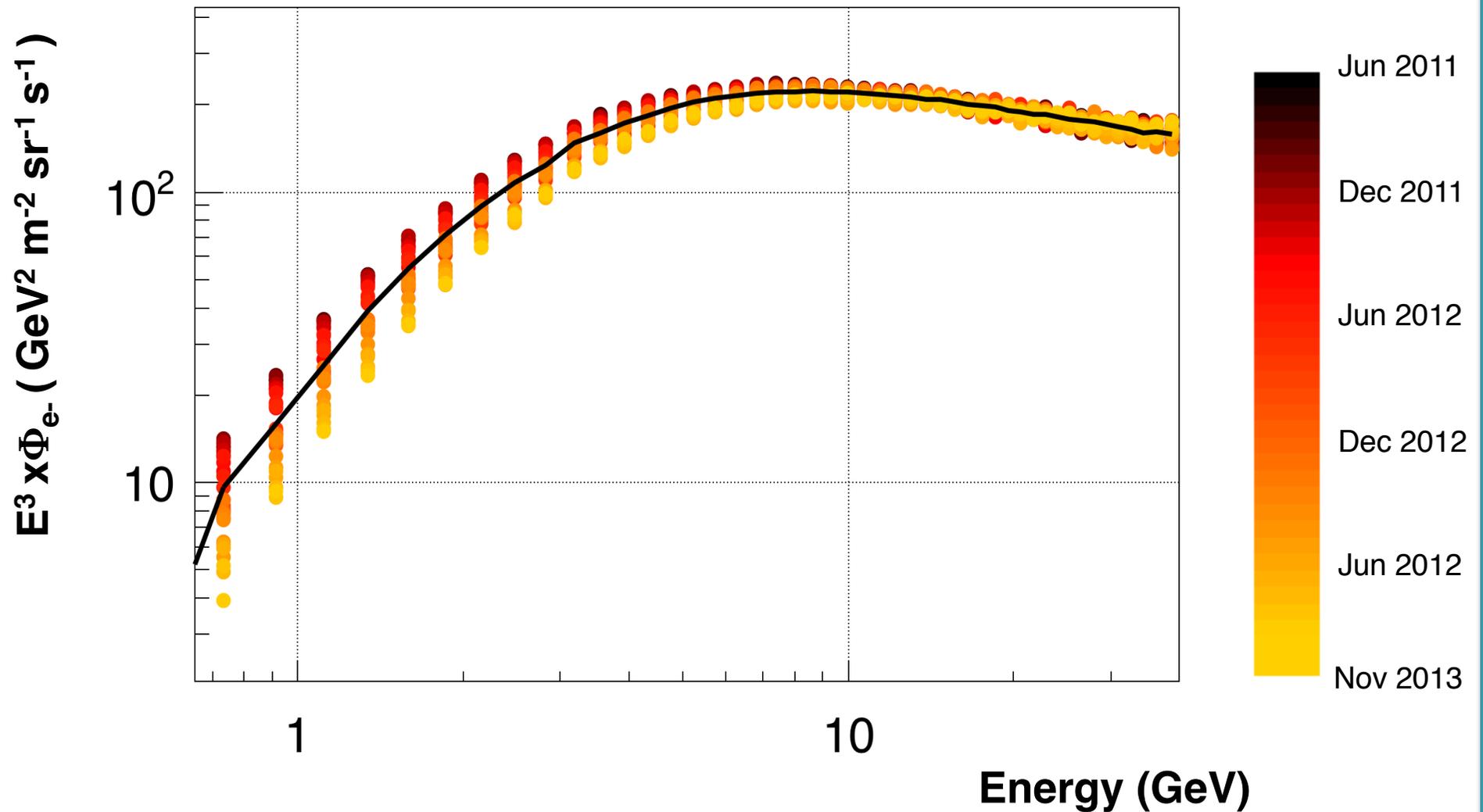
- $N_{obs}^{e^\pm}(\Delta E, \Delta T)$: numero di eventi in ogni ΔE , ΔT
- $A_{geom}(\Delta E)$: accettazione geometrica
- ϵ_{sel} : efficienza di selezione
- $(1 + \delta)$: termine correttivo che tiene conto del confronto Dati/MC
- $\epsilon_{trig}(\Delta E, \Delta T)$: efficienza di trigger
- $T_{exp}(\Delta E, \Delta T)$: tempo di esposizione

Valutate
nei Dati

Periodo di presa dati: 7 Giugno 2011 – 14 Novembre 2013

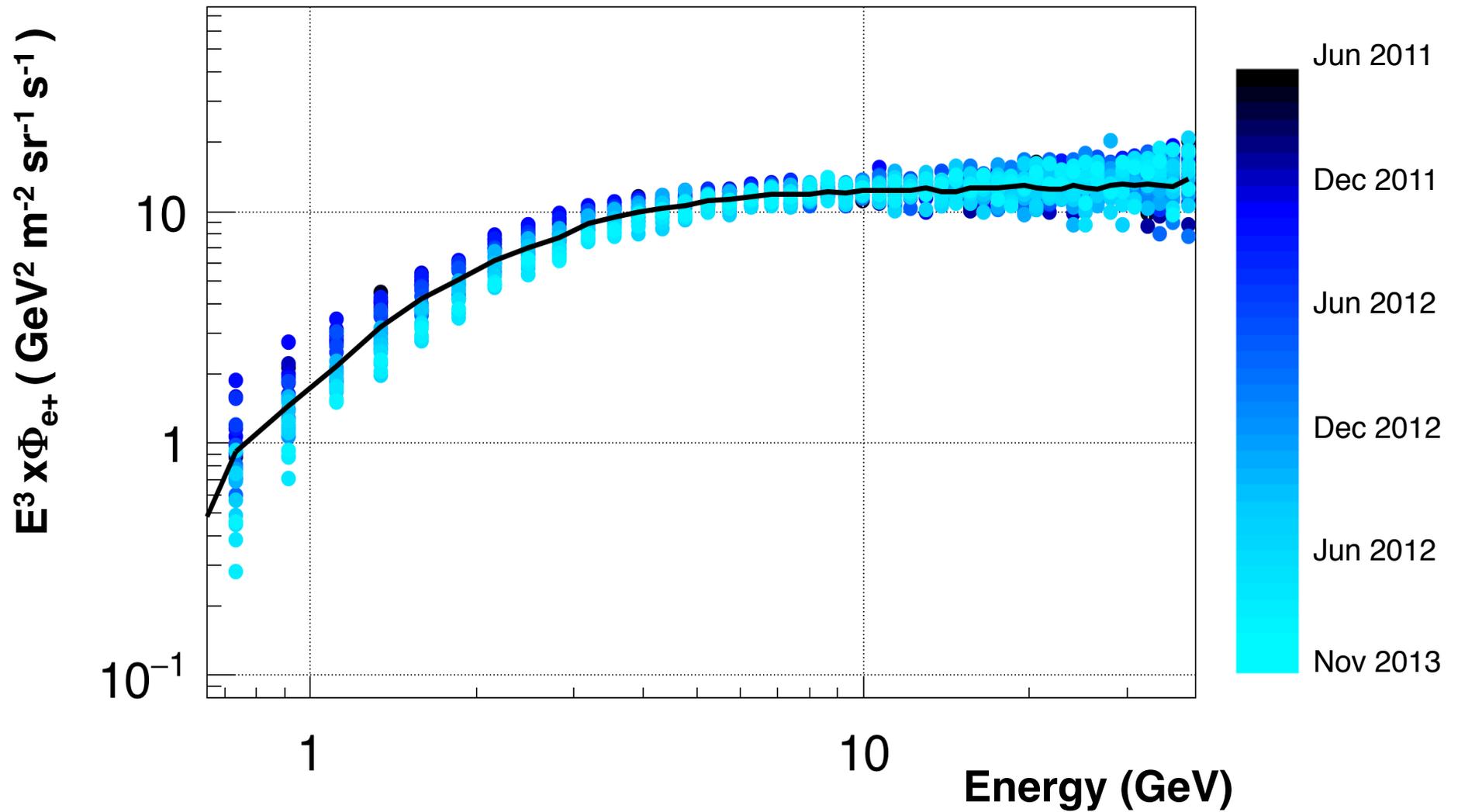
Intervallo di tempo considerato (ΔT): 27 giorni

Risultato: flusso di elettroni



Ogni colore → Δt=27 giorni

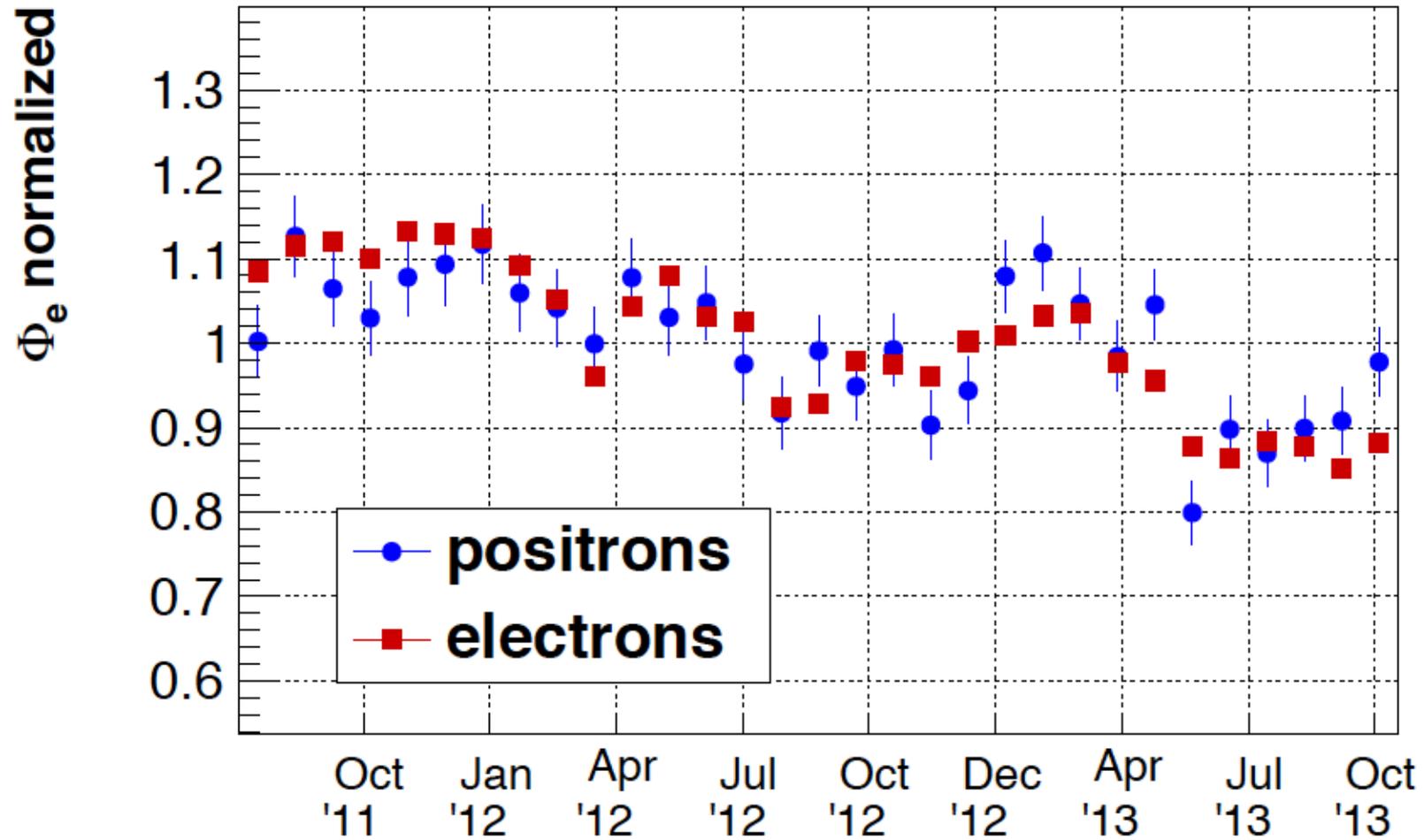
Risultato: flusso di positroni



Ogni colore $\rightarrow \Delta t=27$ giorni

Risultato: flusso normalizzato

E= 4.12-4.54 (GeV)



Conclusioni

L'analisi è stata condotta considerando circa **30 mesi** di dati di volo per intervalli di tempo di **27 giorni**

45 miliardi di eventi analizzati

Installato sulla Stazione Spaziale Internazionale (ISS) il **19 Maggio 2011**, AMS-02 continuerà a prendere dati nei prossimi anni e quindi offrirà la possibilità unica di studiare in maniera dettagliata la modulazione solare in un intero ciclo solare.

BackUp

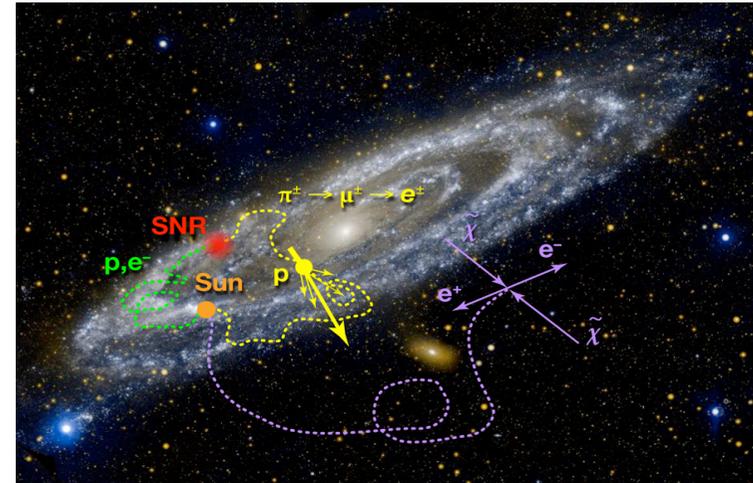
Elettroni & Positroni nei Raggi Cosmici (RC)

Protoni ~ 90% He ~ 8%
 Elettroni, positroni, anti-p... < 2%,



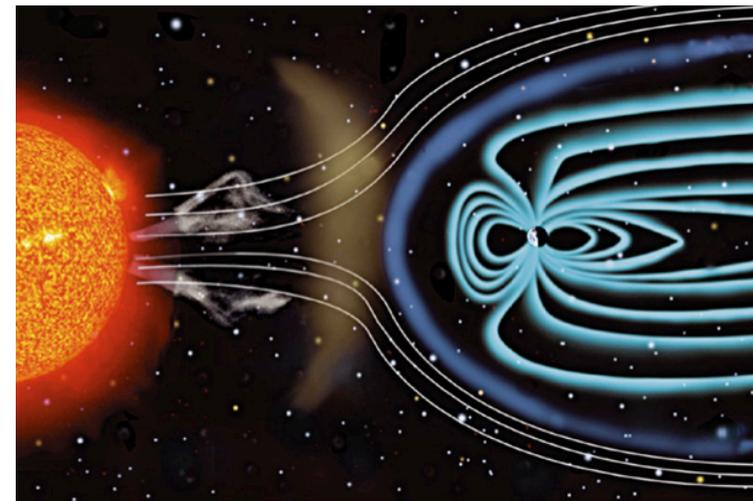
componente rara dei RC
 $e^-/p \approx 10^{-2} - 10^{-3}$ $e^+/p \approx 10^{-3} - 10^{-4}$

- ✓ Componente sensibile all'ambiente galattico locale
- ✓ Importante canale per studiare deviazioni dal flusso astrofisico atteso (**materia oscura**)



Modulazione Solare: basse energie ($E < 30$ GeV)

- ✓ Studio spettro mezzo interstellare locale (**LIS**)
- ✓ Studio dipendenza dal **segno della carica** della modulazione solare



Misura del flusso

$$\Phi^{e^\pm}(\Delta E, \Delta T) = \frac{N_{obs}^{e^\pm}(\Delta E, \Delta T)}{\Delta E T_{exp}(\Delta E, \Delta T) A_{geom}(\Delta E) \epsilon_{sel}(1 + \delta) \epsilon_{trig}(\Delta E, \Delta T)}$$

- $N_{obs}^{e^\pm}(\Delta E, \Delta T)$: numero di eventi in ogni $\Delta E, \Delta T$
- $A_{geom}(\Delta E)$: accettazione geometrica
- ϵ_{sel} : efficienza di selezione
- $(1 + \delta)$: termine correttivo che tiene conto del confronto Dati/MC
- $\epsilon_{trig}(\Delta E, \Delta T)$: efficienza di trigger
- $T_{exp}(\Delta E, \Delta T)$: tempo di esposizione

} Valutate
nel MC

Periodo di presa dati: **7 Giugno 2011 – 14 Novembre 2013**

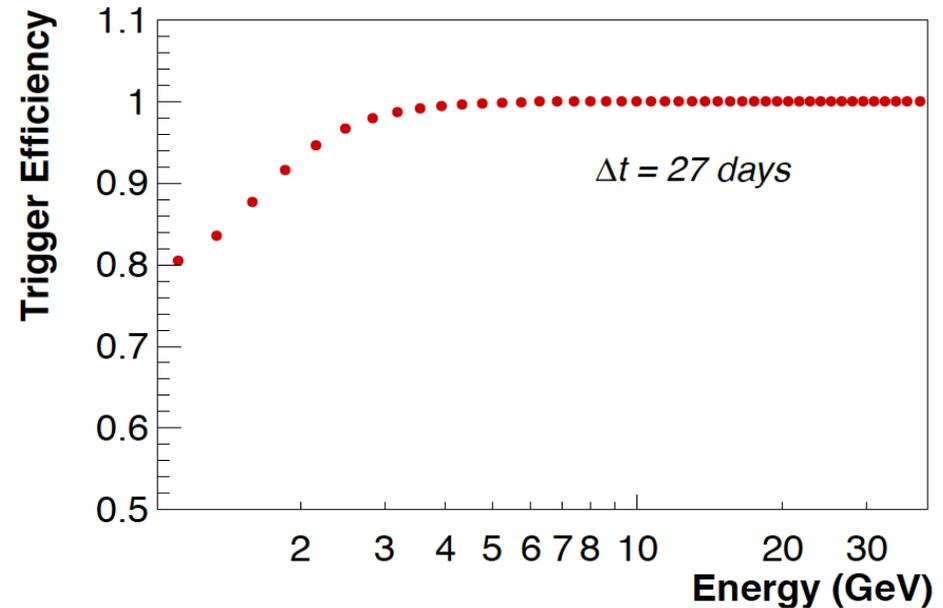
Intervallo di tempo considerato (ΔT): **27 giorni**

Tempo di esposizione & efficienza di trigger

Efficienza di trigger

Stimata direttamente sui dati di volo per l'intervallo di tempo $\Delta T=27$ giorni

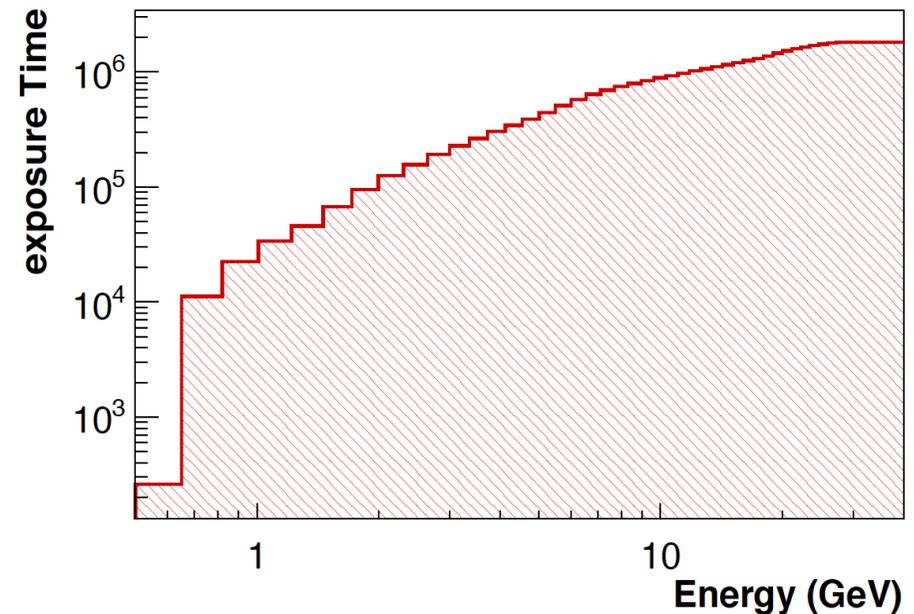
100% sopra 3 GeV



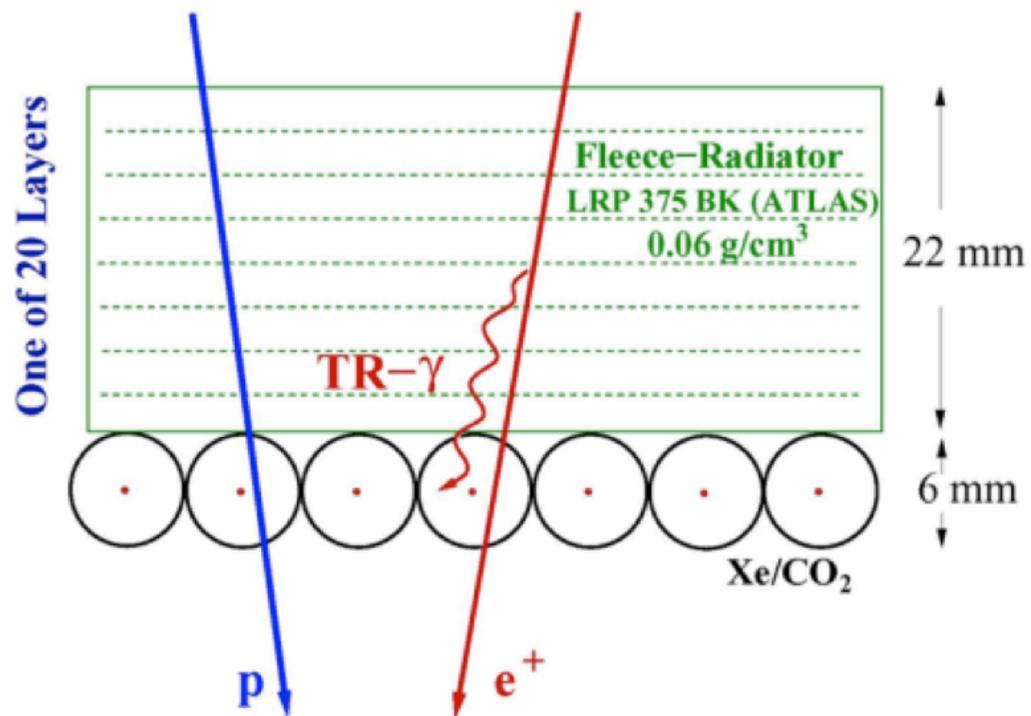
Tempo di esposizione

Nell'intervallo $\Delta T= 27$ giorni. Si considerano particelle che stanno sopra cut-off

76,8% sopra 30 GeV



Sfrutta la radiazione di transizione per discriminare particelle pesanti da leggere



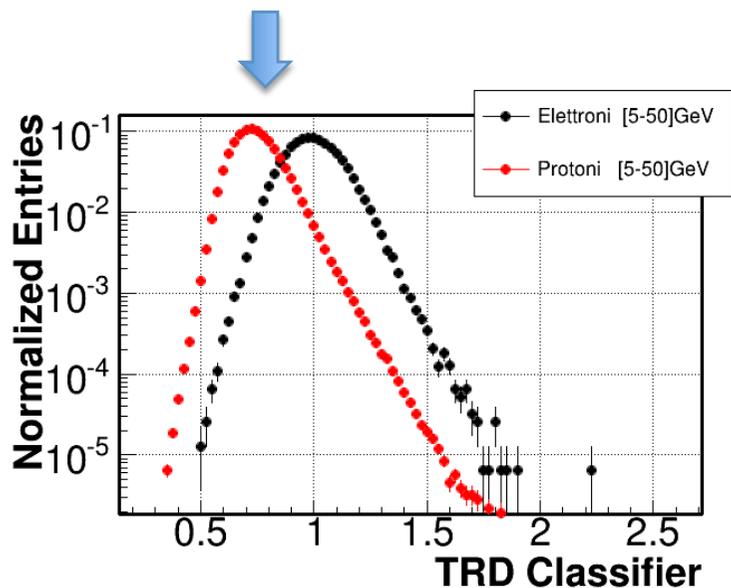
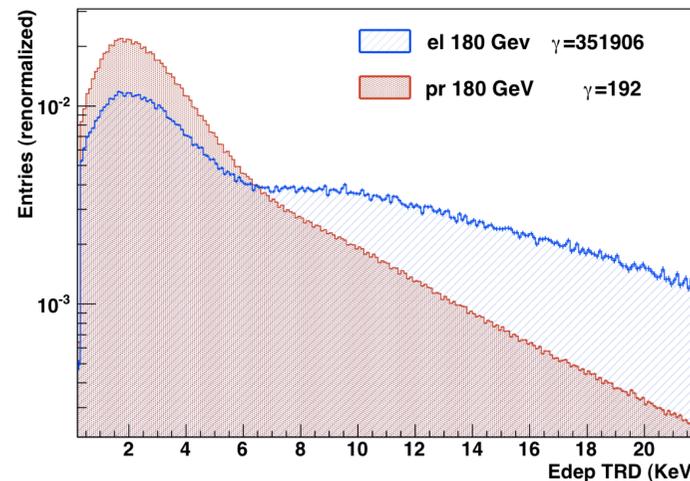
328 moduli raggruppati in 20 piani

Ogni piano è costituito da radiatori di fibre di prolipropene/polietilene seguite da uno strato di tubi proporzioanali riempiti da 80% di Xe e 20% di CO₂

Per ogni evento viene definita la probabilità di essere elettrone, protone o elio

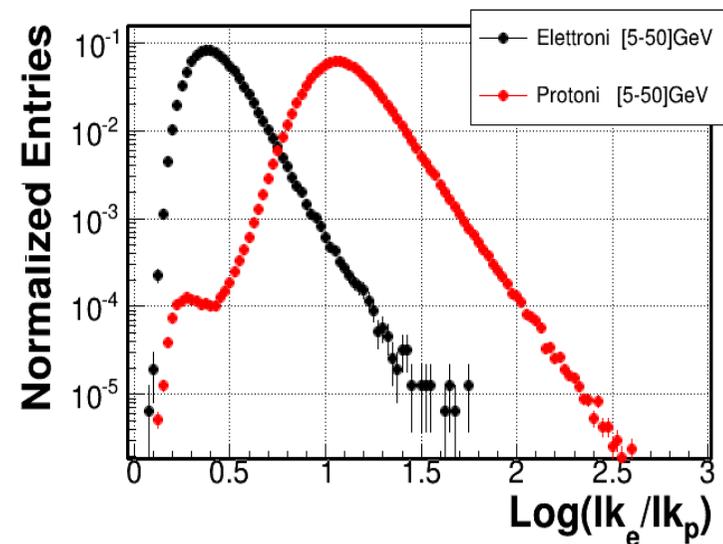
$$P_x = \sqrt[n]{\prod_{i=1}^n P_x(E)_i}, \text{ con } x = e, p, \text{He}$$

$\text{Log}_{10} P_x = \text{Likelihood } e, p, \text{He}$



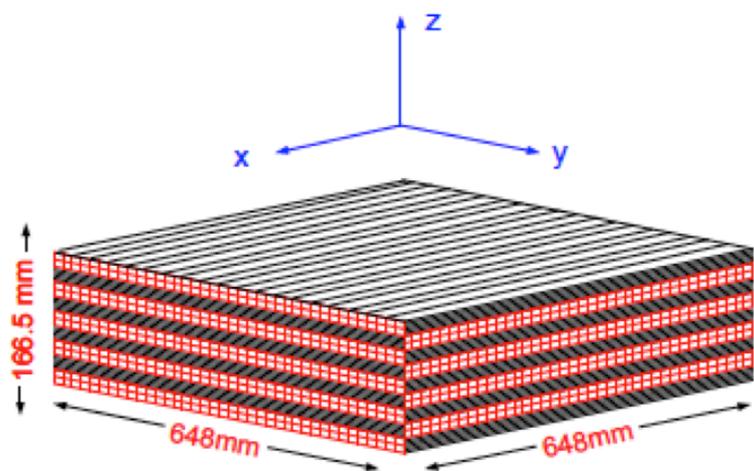
Likelihood Ratio

$$lk_{e/x} = \frac{lk_e}{lk_e + lk_x}$$

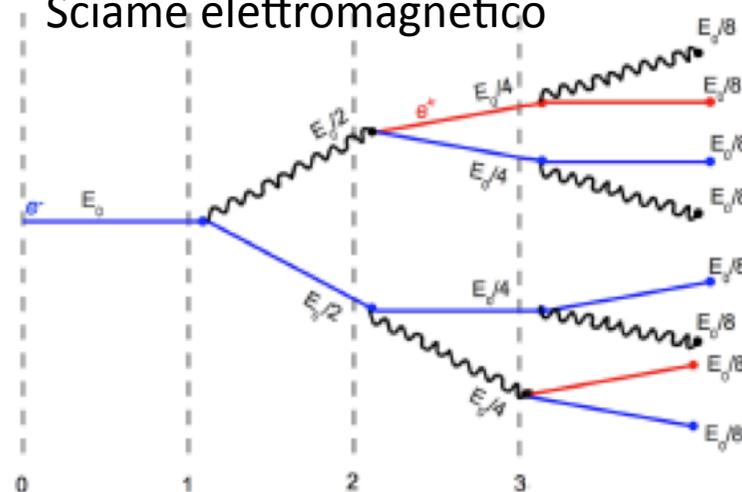




Fibre scintillatori disposte in maniera orizzontale sul piano in modo da avere una ricostruzione tridimensionale



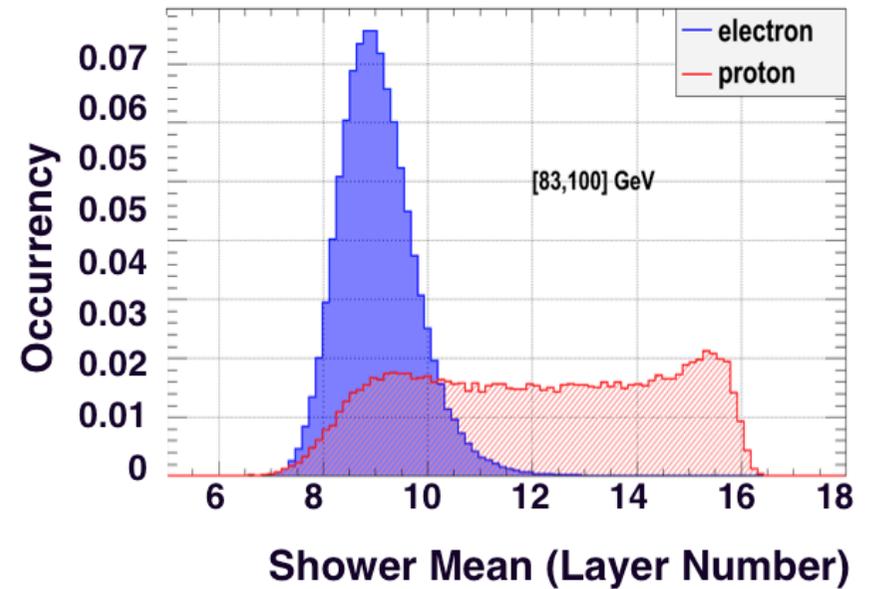
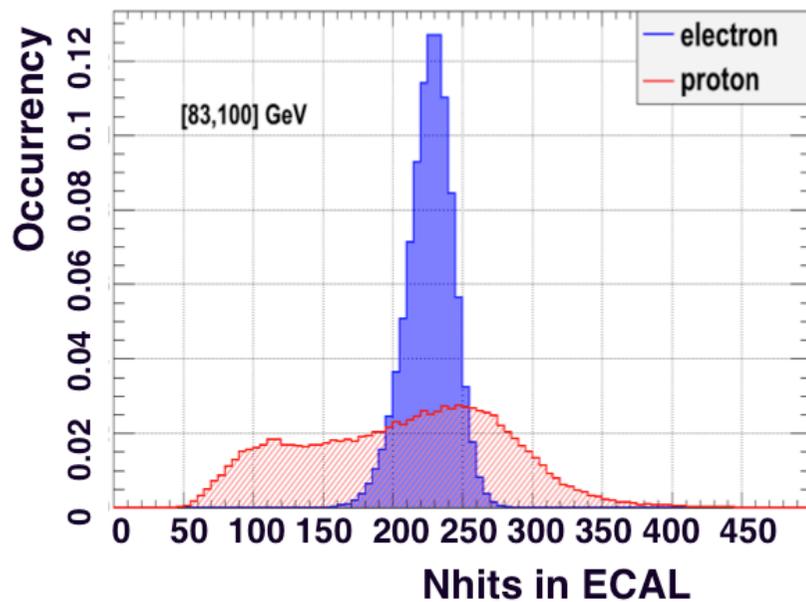
Sciame elettromagnetico



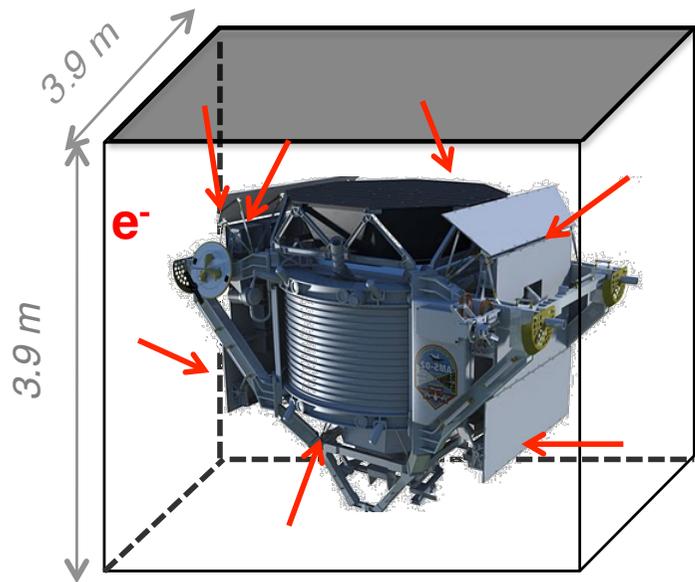
Sciame elettromagnetico $X_{rad} = 180A/Z^2$

Sciame adronico $\lambda_I = A/N_A\sigma_{tot}$

$$\lambda_I/X_0$$



Le distribuzioni caratteristiche dello sciame vengono combinate in un'unica variabile tramite un algoritmo multivariato (*BDT-Boosted Decision Tree*), la cui distribuzione è differente per protoni ed elettroni



La risposta dell'apparato al passaggio dei RC è stata valutata utilizzando una simulazione MonteCarlo → GEANT4

Particelle generate uniformemente sulla superficie del piano → isotropia

Accettanza differenziale in energia

$$A_{sel} = \frac{N_{rev}}{N_{gen}} A_{gen.pl.}$$

N_{rev} = particelle rivelate
 N_{gen} = particelle generate
 $A_{gen} = \pi l^2$

D t = Mar/30 - Apr/26 (2012)

