



Studio dei raggi cosmici galattici con la missione spaziale DAMPE

IFAE 2024

Firenze, 3-5 aprile 2024

Irene Cagnoli

GSSI & INFN Laboratori Nazionali del Gran Sasso
on behalf of the DAMPE Collaboration



La missione spaziale DAMPE

- Obiettivi scientifici:

Rivelazione di particelle ad alte energie nello spazio

- Studio degli spettri energetici elettroni/positroni
- Studio di protoni e nuclei
- Astronomia gamma ad alta energia
- Ricerca indiretta di Materia Oscura negli spettri dei leptoni

Argomento di questo talk

- Principali caratteristiche

Accettanza	$\sim 0.3 \text{ m}^2\text{sr}$
Risoluzione energetica	1.2% at 100 GeV (e/ γ) < 40% at 800 GeV (nuclei)
Risoluzione angolare e/ γ	0.2° at 100 GeV
Range energetico di rivelazione	10 GeV - 10 TeV (e/ γ) 50 GeV - 200 TeV (nuclei)



Il detector

PSD (Plastic Scintillator detector)

- Misura della **carica** + **anti-coincidenza** per ID γ
- 2 piani (X/Y) di barre di scintillatore plastico

STK (Silicon Tracker)

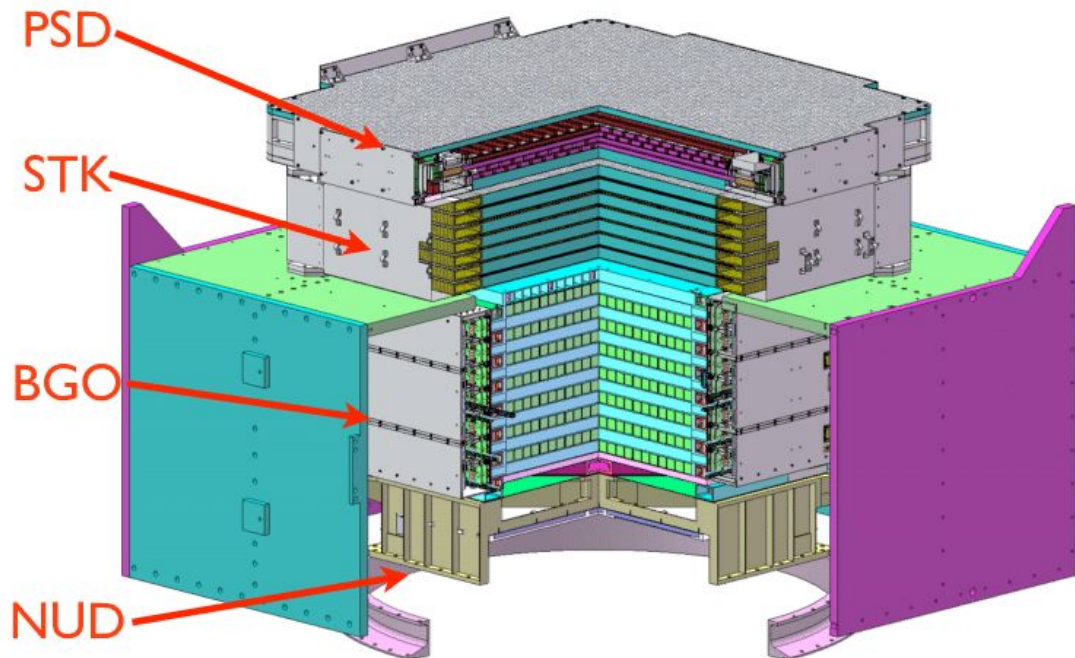
- Ricostruzione della **traccia** + ulteriore misura della **carica**
- 6 piani di rivelatori a microstrip di Si + 3 fogli di tungsteno

BGO (BGO calorimeter)

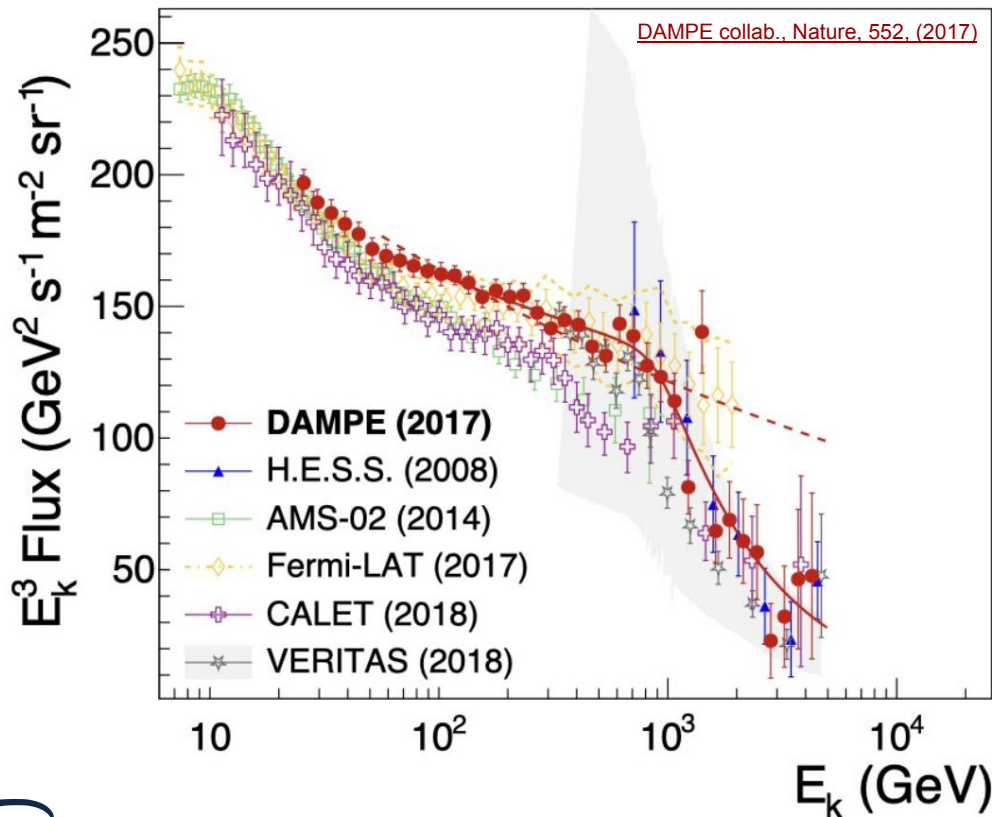
- Misura dell'**energia** + discriminazione di sciame **em/had**
- 14 layers di barre di cristalli di BGO
- $32 X_0$ e $1.6 \lambda_1$

NUD (Neutron detector)

- Ulteriore discriminazione tra sciame **em/had**
- 4 scintillatori dopati con boro

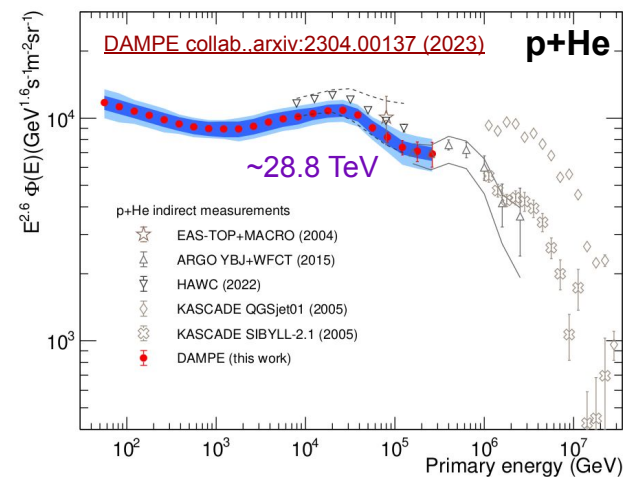
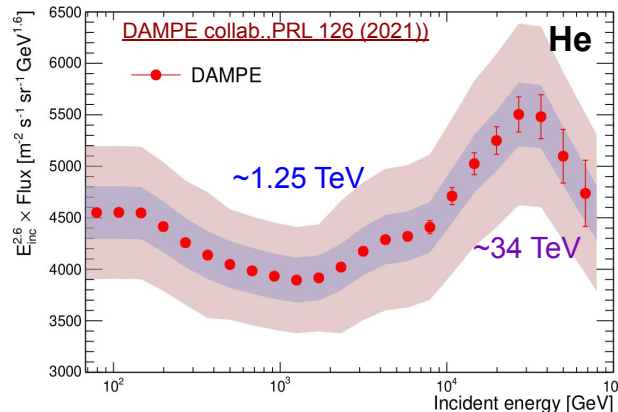
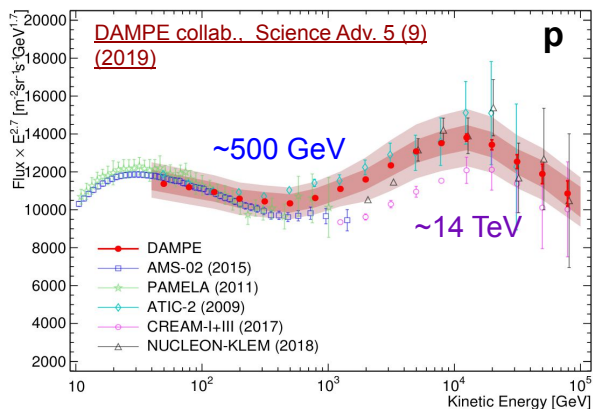


Lo spettro ($e^- + e^+$) di DAMPE



- Misura dello spettro
 - con dati raccolti dal 12/2015 - al 06/2017
 - da 25 GeV - a 4.6 TeV
- **Evidenza di una variazione di pendenza a 0.9 TeV**
 - $E_b = 914 \pm 98 \text{ GeV}$
 - $\gamma_1 = 3.09 \pm 0.01$ & $\gamma_2 = 3.92 \pm 0.20$
 - 6.6σ
- Nuove analisi in sviluppo
 - basate sull'uso di Machine Learning per una migliore ID e soppressione del fondo

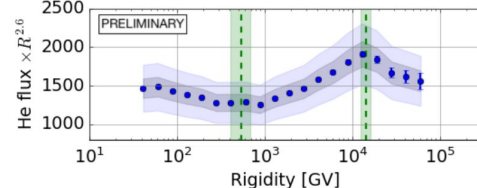
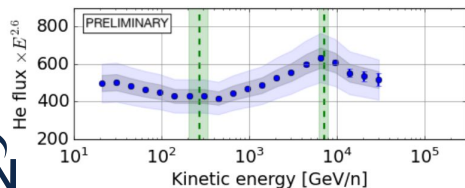
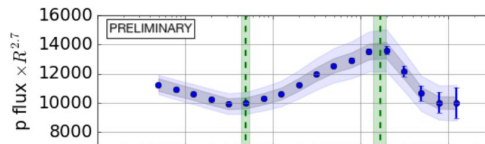
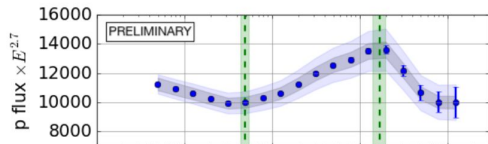
Gli spettri di DAMPE di protoni ed elio



- **Hardening** a centinaia di GeV
- **Softening** a ~14 TeV con ~4.7 σ

- **Hardening** al ~TeV
- **Softening** a ~34 TeV con ~4.3 σ

I dati favoriscono che hardening/softening siano dipendenti dalla rigidità

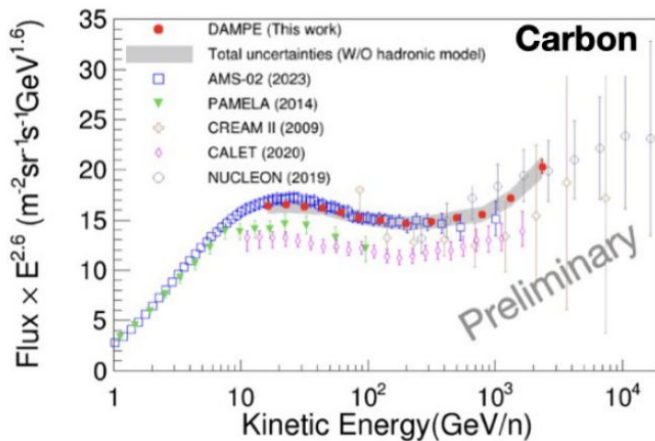
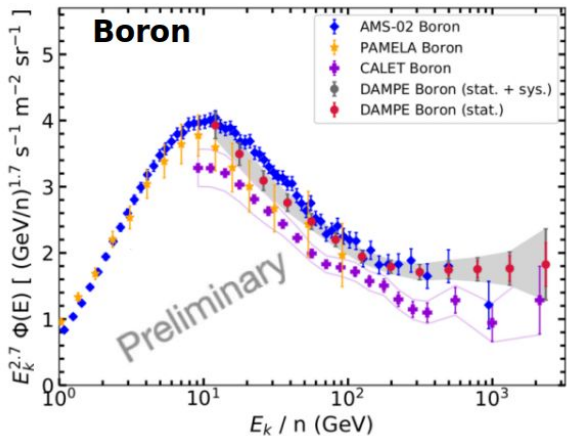


- **Softening** a ~29 TeV
- Collegamento tra le misure dirette & indirette di CR
- Indicazione di un **hardening** a ~150 TeV

Gli spettri di nuclei di massa media

Spettro di B

Indicazione di un **hardening** a centinaia di GeV/n

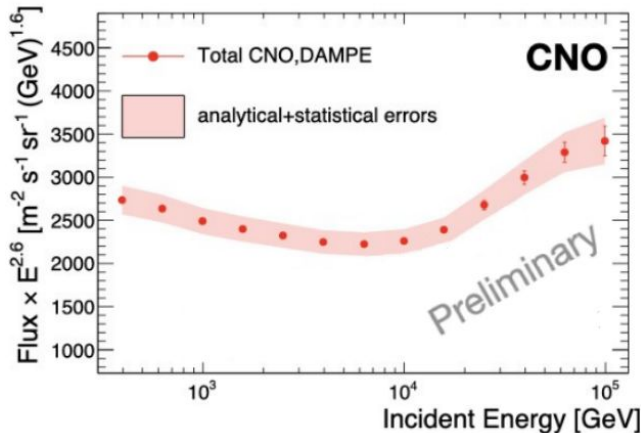
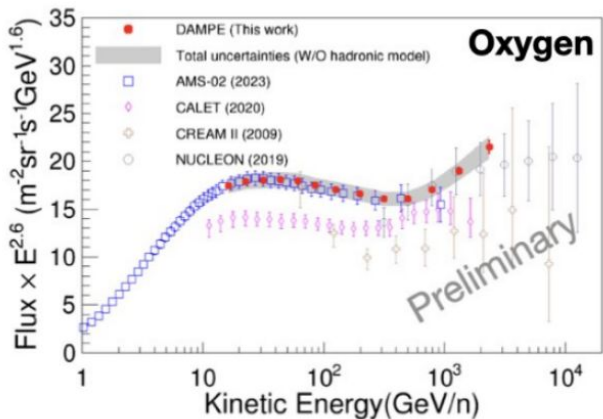


Spettro di C

Conferma di un **hardening** a centinaia di GeV/n

Spettro di O

Conferma di un **hardening** a centinaia di GeV/n

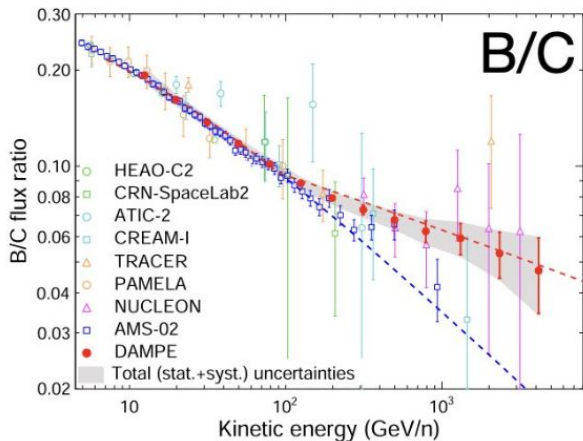


Spettro di CNO

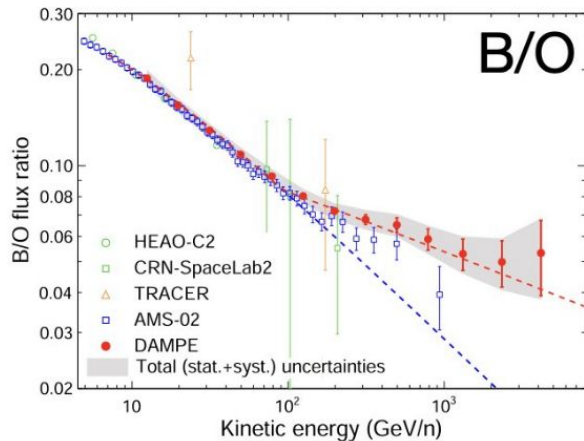
Indicazione di un **hardening** a centinaia di GeV/n

Misure di DAMPE dei rapporti dei flussi

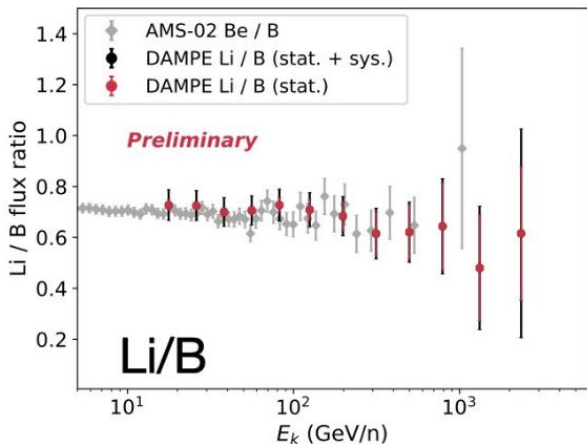
Spettro B/C
Hardening a ~99 GeV/n con 5.6σ



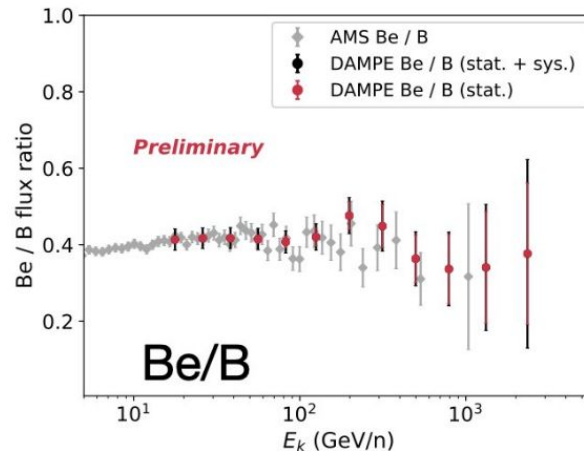
Spettro B/O
Hardening a ~99 GeV/n con 6.9σ



Spettro Li/B
Misura in accordo con AMS

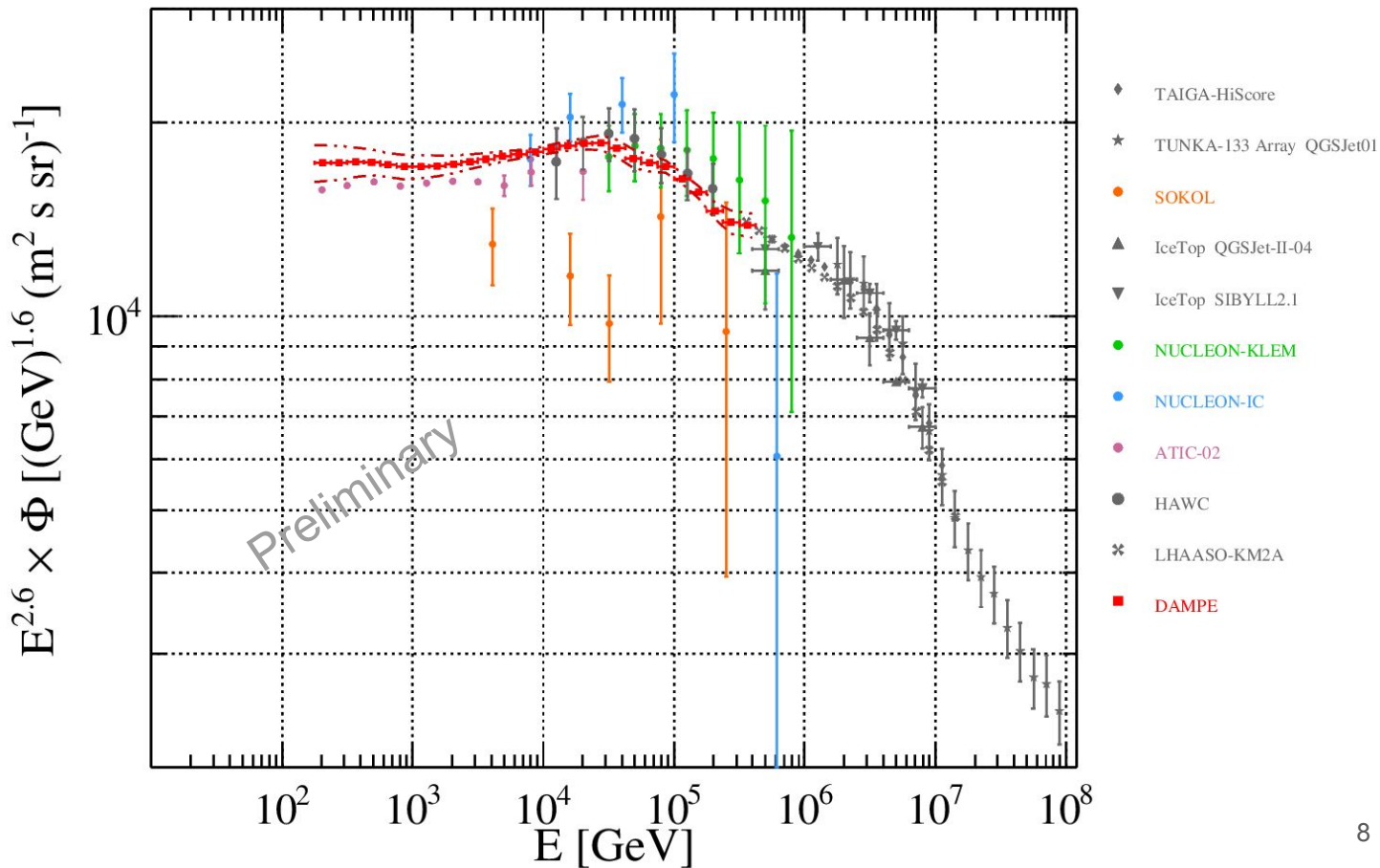


Spettro Be/B
Misura in accordo con AMS



Misura preliminare dell'all-particle

- Dati raccolti da 01/2016 a 12/2022
- Selezione degli eventi:
 - tagli sulle variabili calorimetriche
 - no tagli di carica
- Complessivamente in accordo con gli altri esperimenti
- Indicazione di una struttura a decine di TeV
- Statistica sufficiente per estendere la misura a 1 PeV



Conclusioni

DAMPE

- Più di 7 anni di raccolta dati con continuità e ottime prestazioni
- Risultati in fisica dei raggi cosmici:
 - Evidenza di un cambio repentino di pendenza a \sim TeV nello spettro ($e^- + e^+$)
 - Rivelazione di un softening nello spettro dei RC primari (p, He, C, O)
 - Osservazione di un hardening a \sim 100 GeV/n nei rapporti secondari/primari
 - Misure preliminari degli spettri del gruppo CNO, RC secondari (Li, Be, B)
 - Analisi in corso degli spettri di nuclei più pesanti (Ne, Mg, Si, Fe, ...) e all-particle
 - Estensioni delle misure dei flussi di p, He, C, O, fino al Fe