

Raggi cosmici nello spazio

PAMELA, JEM EUSO, LIMADOU

G. Osteria, D. Campana

COMPOSIZIONE DEL GRUPPO

- D. Campana I ric. INFN (PAMELA, JEM EUSO, LIMADOU)
- G. Osteria I ric. INFN (PAMELA, JEM EUSO, LIMADOU)
- B. Panico ass. INFN (PAMELA, JEM EUSO, LIMADOU)
- V. Scotti ass. INFN (PAMELA, JEM EUSO, LIMADOU)
- F. Perfetto ass. INFN (JEM EUSO, LIMADOU)
- G.C. Barbarino P.O. (PAMELA)
- F. Guarino P.A. (JEM EUSO)
- F. Isgrò Ric. (JEM EUSO)
- M. Paolillo P.A. (JEM EUSO)
- R. Prevete Ric. (JEM EUSO)
- F. Loffredo ass. Dip. (LIMADOU)

Sigle INFN/Esperimenti/Proposte

- Attuali

- **WIZARD PAMELA** (2001-2017)
- **JEM EUSO RD** (2010-2017?)
 - ACCORDO ASI-INFN EUSO SPB (2017-2020)
- **CSES/LIMADOU** (2015-2022)

- Prossimi

- **GAPS (WIZARD-GAPS?)** (2018- 2021)

- Futuri

- **CSES2/LIMADOU** (2019-2022)
- **HERD** (2018/2019-....)
- **ALADINO** (2018?)

Obiettivi scientifici

- Study antiparticles in cosmic rays (PAMELA, GAPS, ALADINO)
- Search for antimatter (PAMELA)
- Search for dark matter (e^+ , p^- , D^-) (PAMELA, GAPS, HERD, ALADINO)
- Study cosmic-ray propagation (PAMELA, HERD)
- Study solar physics and solar modulation (PAMELA, LIMADOU)
- Study the electron spectrum (PAMELA, HERD)
- Study the UHECR (JEM EUSO)

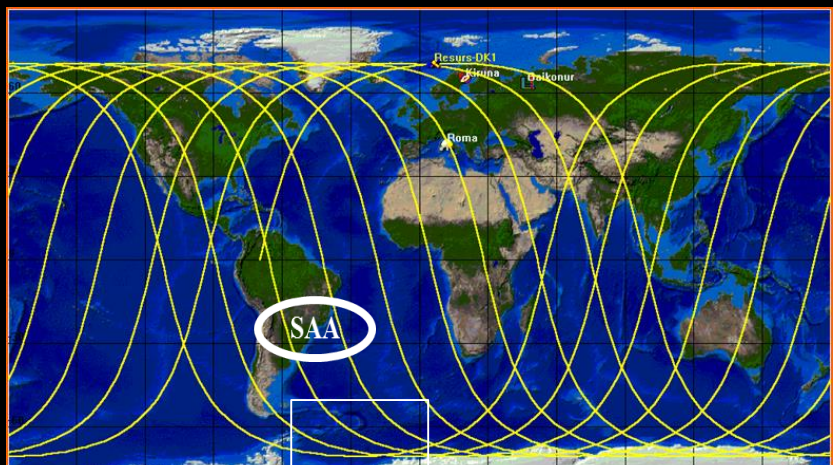
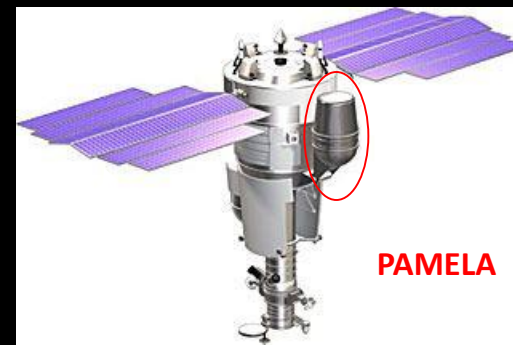
La missione PAMELA

Pamela e' in orbita come Payload a bordo del satellite russo Resurs-DK1.

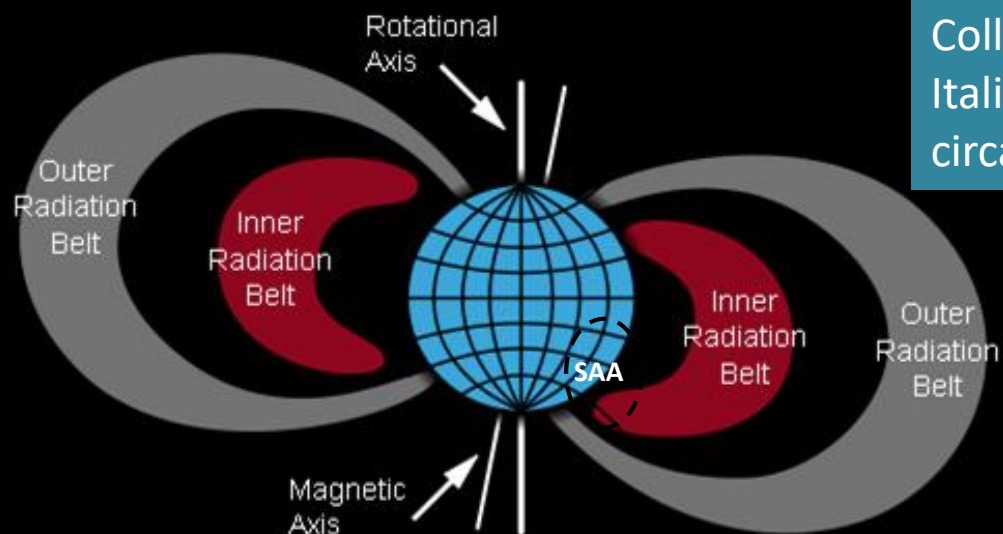
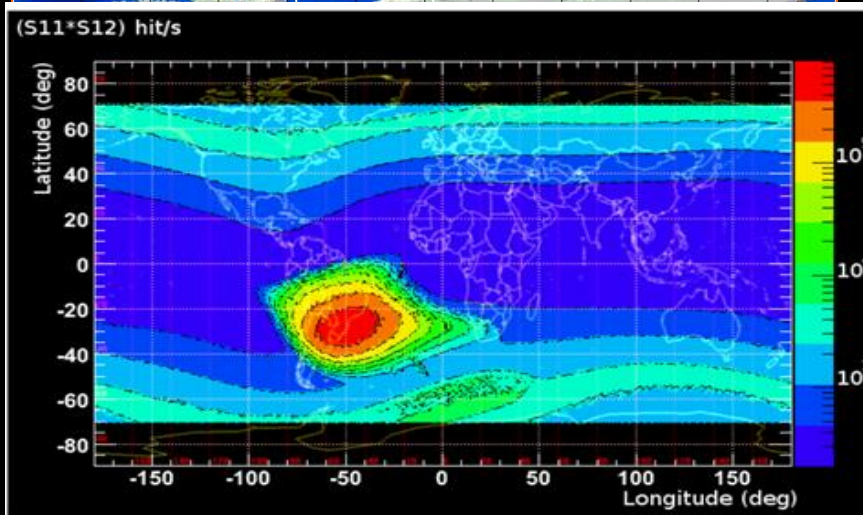
Lanciato il 15 giugno 2006; **10 anni in orbita** → un record !

Data taking live-time ~ 75%, **trigger rate ~ 25 Hz**.

Data transmitted to NTsOMZ, Moscow, via high-speed radio downlink, **~16 GB/day**



- Orbita ellittica quasi polare (70.0°, 350-600 km)
Dal 2010 orbita circolare (70.0°, 600 km)
- Attraversa la South Atlantic Anomaly
- Attraversa la fascia esterna (elettroni) di Van Allen al polo sud



Collaborazione internazionale:
Italia, Russia, Germania, Svezia
circa 60 ricercatori

PAMELA: obiettivi scientifici

- Ricerca di annichilazione Dark Matter
- Ricerca di anti-elio (antimateria primordiale)
- Studio della propagazione dei raggi cosmici (nuclei leggeri e isotopi)
- Studio dello spettro di elettroni (sorgenti locali?)
- Studio della magnetosfera terrestre
- Studio della fisica solare e della modulazione solare

La lunga durata della missione e lo studio multi-particle a bassa energia permette di comprendere meglio e di perfezionare modelli di eliosfera e trasporto di particelle. Il basso cut-off permette di studiare eventi solari (acceleraz. di particelle dal Sole, GLE, forrush decrease, SEP...).

PAMELA overall results

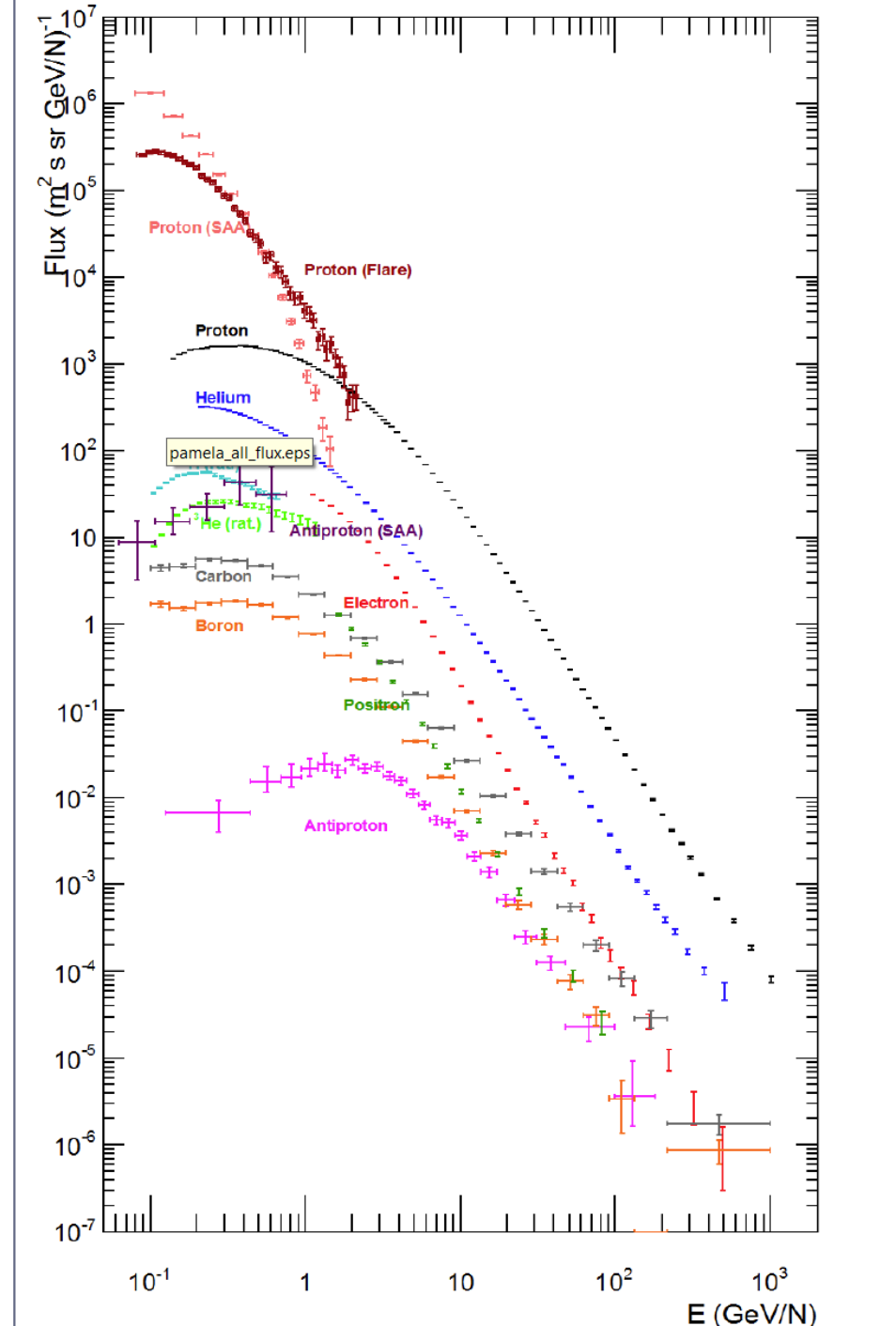
- Results span 4 decades in energy and 13 in fluxes



The PAMELA Mission: Heralding a new era in precision cosmic ray physics

O. Adriani^{1,2}, G.C. Barbarino^{3,4}, G.A. Bazilevskaya⁵, R. Bellotti^{6,7}, M. Boezio⁸, E.A. Bogomolov¹, M. Bongi^{2,3}, V. Bomvicini⁹, S. Bottai¹⁰, A. Bruno¹¹, F. Cafagna⁸, D. Campana⁴, R. Carbone¹², P. Carlson¹³, M. Casolino¹, G. Castellini¹⁴, M.P. De Pascale^{15,16}, C. De Santis^{17,18}, N. De Simone¹, V. Di Felice¹, V. Formato^{19,20}, A.M. Galper²¹, U. Giaccari²², A.V. Karelin²³, M.D. Kheyimits²⁴, S.V. Koldashov²⁵, S. Koldobskiy²⁶, S.Yu. Krut'kov²⁷, A.N. Kvashnin²⁸, A. Leonov²⁹, V. Malakhov³⁰, L. Marcelli³¹, M. Martucci^{32,33}, A.G. Mayorov³⁴, W. Menn³⁵, V.V. Mikhailov³⁶, E. Mocchiutti³⁷, A. Monaco³⁸, N. Mori³⁹, R. Munini^{40,41}, N. Nikonov^{42,43}, G. Osteria⁴⁴, P. Papini⁴⁵, M. Pearce^{46,47}, P. Picozza^{48,49}, C. Pizzolotto^{50,51}, M. Ricci⁵², S.B. Ricciarini^{53,54}, L. Rossetto⁵⁵, R. Sarkar⁵⁶, M. Simon⁵⁷, R. Sparvoli⁵⁸, P. Spillantini⁵⁹, Y.I. Stozhkov⁶⁰, A. Vacchi⁶¹, E. Vannuccini⁶², G.I. Vasilyev⁶³, S.A. Voronov⁶⁴, J. Wu^{65,66}, Y.T. Yurkin⁶⁷, G. Zampa⁶⁸, N. Zampa⁶⁹, V.G. Zverev⁷⁰

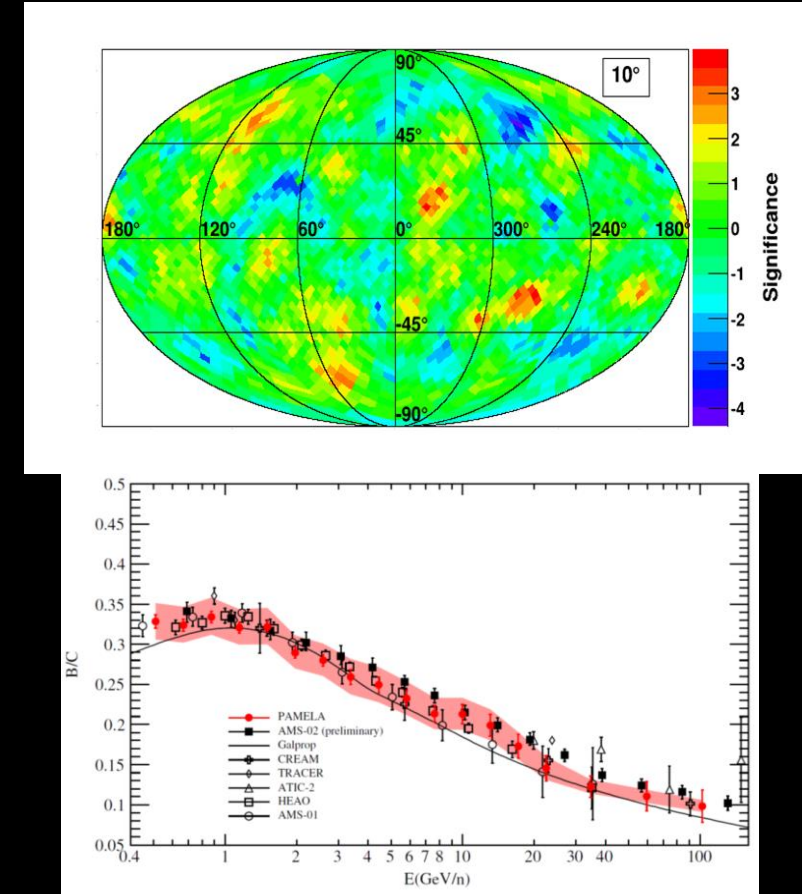
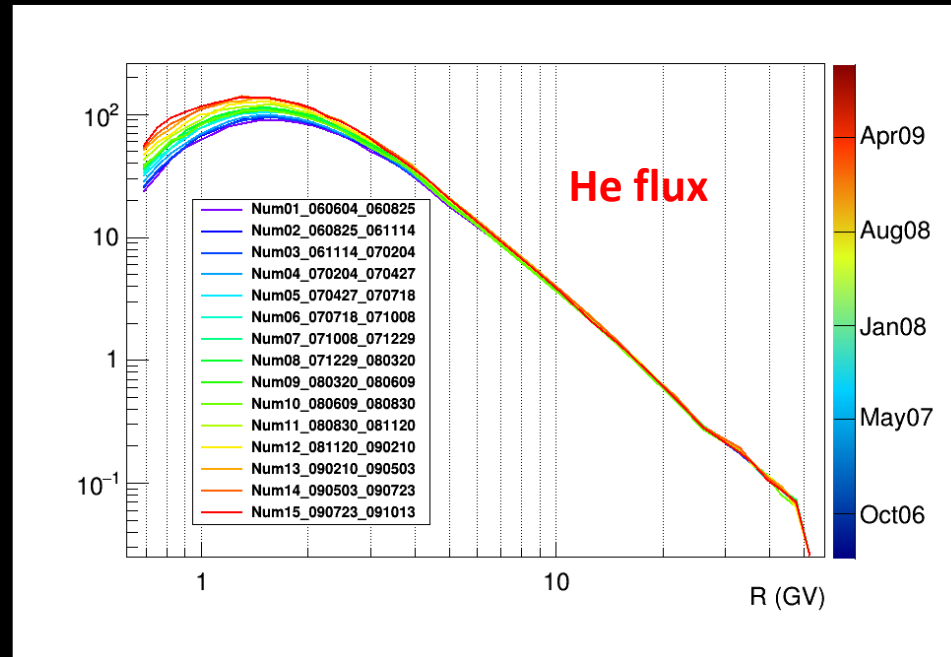
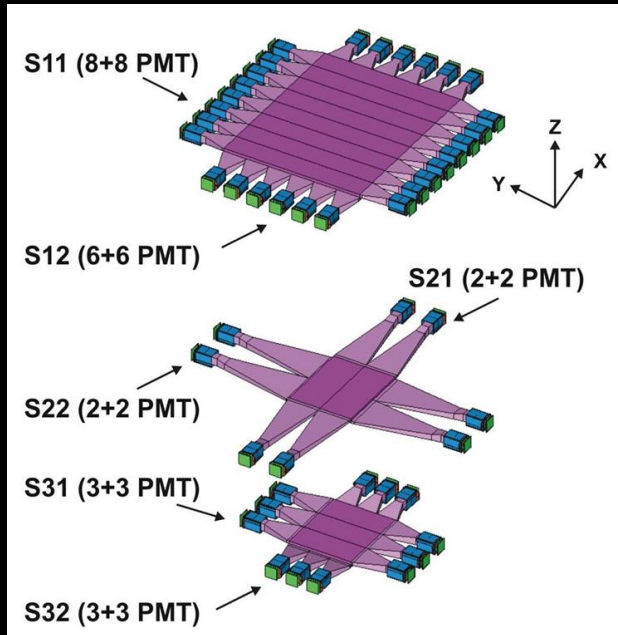
¹University of Florence, Dipartimento di Fisica, I-50019 Sesto Fiorentino, Florence, Italy
²INFN, Sezione di Firenze, I-50019 Sesto Fiorentino, Florence, Italy
³University of Naples "Federico II", Dipartimento di Fisica, I-80126 Naples, Italy
⁴INFN, Sezione di Napoli, I-80126 Naples, Italy
⁵Lebedev Physical Institute, RU-119891 Moscow, Russia
⁶University of Bari, Dipartimento di Fisica, I-70126 Bari, Italy
⁷INFN, Sezione di Bari, I-70126 Bari, Italy
⁸INFN, Sezione di Trieste, I-34149 Trieste, Italy
⁹Vafgo Physical Technical Institute, RU-194029 St. Petersburg, Russia
¹⁰KTH Royal Institute of Technology, Dipartimento di Fisica, Alnabru University Center, SE-10691 Stockholm, Sweden
¹¹The Oskar Klein Centre for Cosmoparticle Physics, Alnabru University Center, SE-10691 Stockholm, Sweden
¹²INFN, Sezione di Roma "Tor Vergata", I-00133 Rome, Italy
¹³INFN, I-50019 Sesto Fiorentino, Florence, Italy
¹⁴University of Rome "Tor Vergata", Dipartimento di Fisica, I-00133 Rome, Italy
¹⁵University of Trieste, Dipartimento di Fisica, I-34149 Trieste, Italy
¹⁶National Research Nuclear University MEPhI (Moscow Physics Engineering Institute), RU-115400 Moscow, Russia
¹⁷INFN, Laboratori Nazionali di Frascati, I-00044 Frascati, Italy
¹⁸Universität Siegen, Dipartimento di Fisica, D-57068 Siegen, Germany
¹⁹INFN, Sezione di Perugia, I-06123 Perugia, Italy
²⁰Agencia Spaziale Italiana (ASI) Science Data Center, I-00044 Frascati, Italy
²¹School of Mathematics and Physics, China University of Geosciences, CN-430074 Wuhan, China



Attività' a Napoli

Purtroppo le operazioni di trasferimento dati sono interrotte da primavera 2016 a causa di problemi significativi di comunicazione con satellite Resurs-DK .
Manca una comunicazione ufficiale da Roscosmos.

Attività' HW progettazione e realizzazione ToF e Trigger



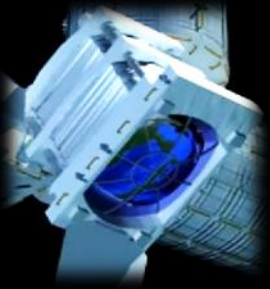
Attività' di Analisi dati a Napoli:

- modulazione He durante il minimo solare (7/2006- 12/2009) – in completamento
- studio anisotropie di e+ (pubb. su ApJ 811, 2015)
- flussi di isotopi e nuclei leggeri (Apj 791, 2014)

G.C. Barbarino	P. O.	10%
D. Campana	I Ric.	70%
F. Isgro'	Ass.	20%
G. Osteria	I Ric.	20%
B. Panico	Asseg.	80%
Totale		2.0 FTE

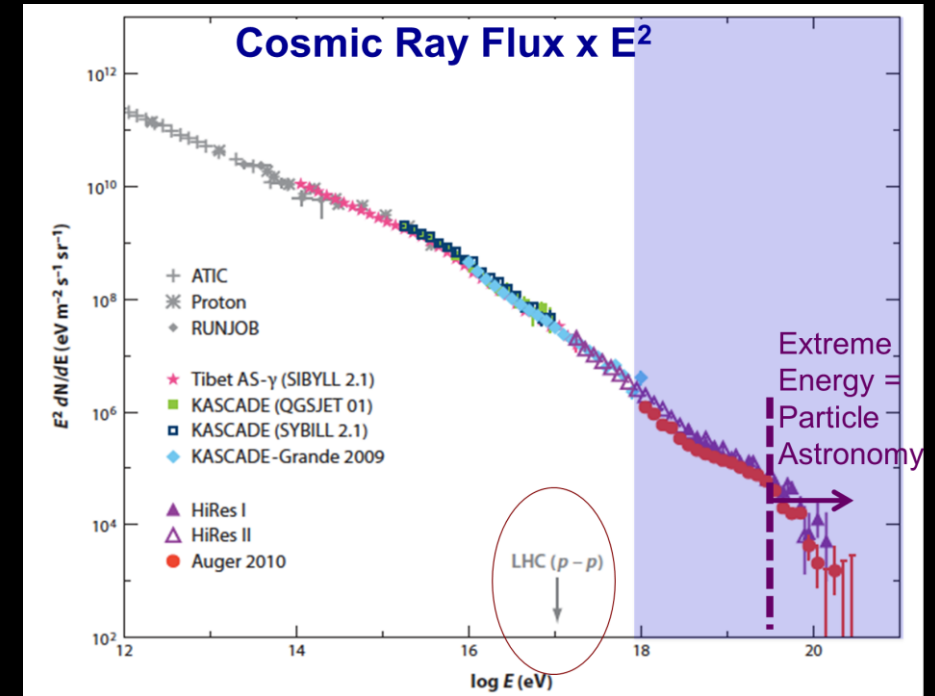
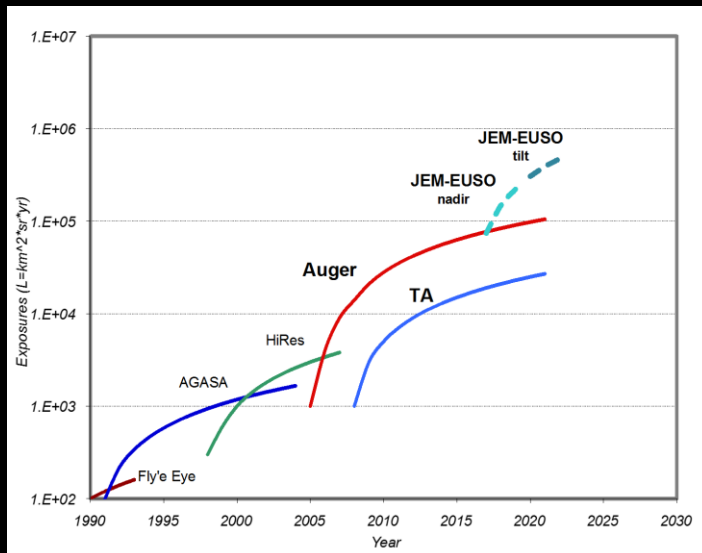
PAMELA: stato e prospettive

- Proposta la chiusura della sigla WIZARD-PAMELA per il 2018
→ 2018 (WIZARD-)? GAPS
- Finanziamento Pamela ultimi 3 anni
 - 2015: 28 k€
 - 2016: 12 k€
 - 2017: 15 k€
- Pubblicazioni triennio 2014-2016 : 49 su rivista internazionale
- Partecipaz. a conferenze 2014:2016 : 6 di cui 3 su invito
- Partecipaz. a conferenze 2017 : 3 di cui 1 su invito
(generale su 10 anni di analisi dati)



JEM EUSO: obiettivi scientifici

- studio degli EECR dallo Spazio
- aumento dell'esposizione agli EECR di o.o.m. rispetto agli apparati a terra
- scoperta di sorgenti di UHECRs



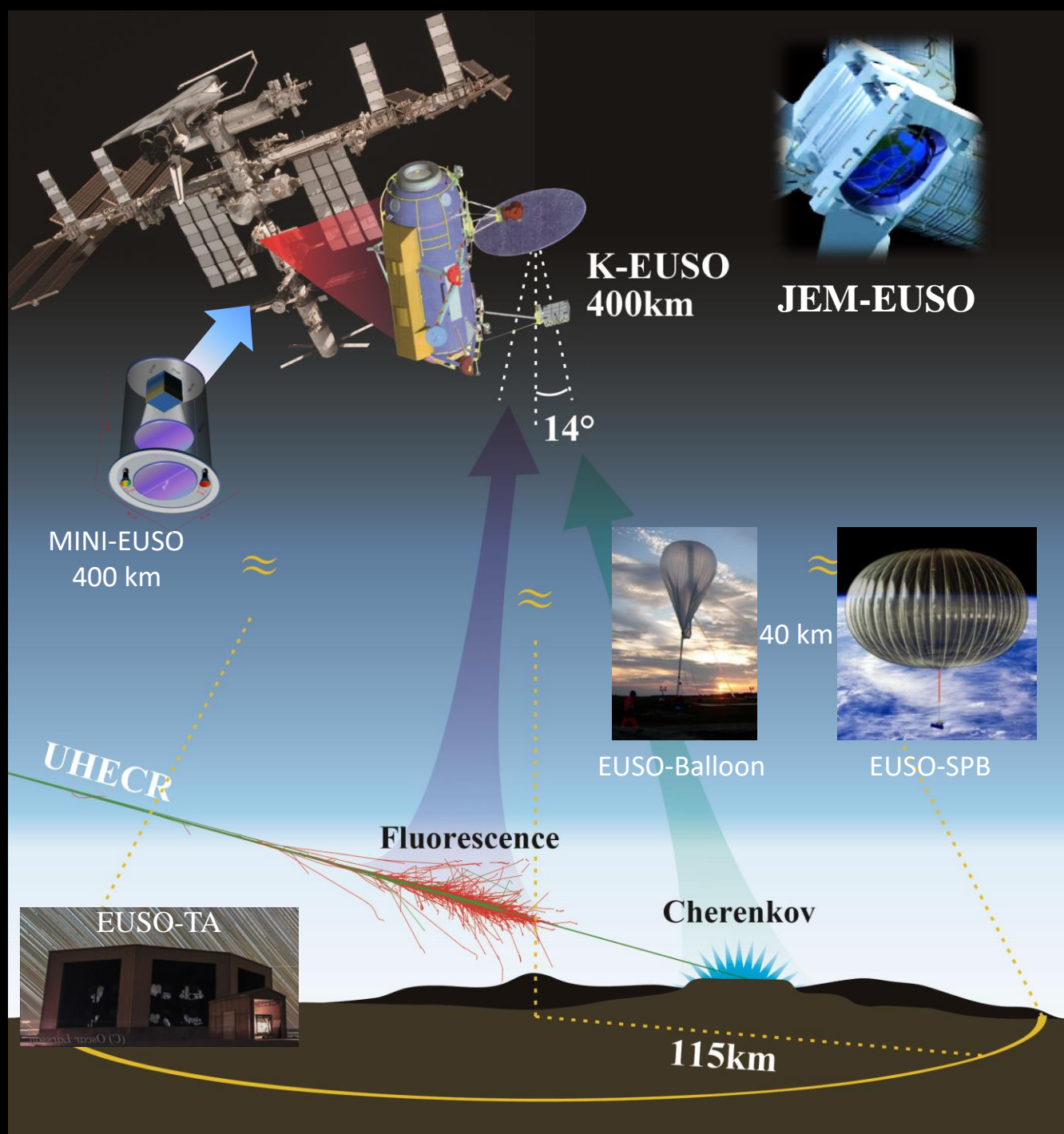
EECR: Extreme Energy CRs > 60 EeV

UHECR: Ultra High Energy CRs > 1 EeV = 10^{18} eV

The EUSO program

*Ultra-High Energy
cosmic rays from Space*

- EUSO-TA:** ground detector installed in 2013 at Telescope Array site (USA); currently operational
- EUSO-Balloon:** 1st balloon flight from Timmins (CANADA) by the French Space Agency; August 2014
- EUSO-SPB:** NASA Ultra long duration flight from Wanaka (New Zealand); launched in April 2017
- MINI-EUSO:** precursor on the International Space Station approved by Italian and Russian Space agencies; launch in 2017
- K-EUSO:** bigger telescope on ISS, approved by Russian Space Agency; launch in 2020



JEM-EUSO collaboration

16 Countries, 93 Institutes, 351 people

JEM EUSO: attività a Napoli

- Responsabilità internazionale del Data Processor per JEM EUSO (G. Osteria)
- Sistema di distribuzione del clock e di sincronizzazione temporale dell'apparato (interfaccia ricevitore GPS) per JEM EUSO. (V. Scotti)
- Responsabilità realizzazione Data Processor per Euso Balloon, TA EUSO, MINI EUSO e EUSO SPB. (G. Osteria)
- CPU con interfaccia SpaceWire e memoria di massa per Euso balloon e TA (assemblaggio test ed adattamento alle specifiche (-20°C +50°C) a 3 mbar.) (F. Perfetto)
- Ricevitore GPS per Euso Balloon, TA. Ricevitore GPS ridondato per EUSo SPB (V. Scotti)
- Sistema di distribuzione del clock e di sincronizzazione temporale dell'apparato per EUSO balloon e TA e EUSO-SPB. (V. Scotti)
- Responsabilità operazioni di volo per EUSO Balloon e EUSO SPB. (G. Osteria)
- Simulazioni Montecarlo (D. Campana, F. Guarino, B. Panico)
 - Simulazione degli strumenti (JEM EUSO, MINI EUSO, Euso SPB e TA) con GEANT4.
 - Studio della risposta degli strumenti simulati (Euso SPB e TA) a fasci laser.
- Ricostruzione dell'evento
 - Sviluppo di algoritmi per la ricostruzione degli eventi.
- Infrared camera (in collaborazione con INAF PA - Uni To) (F. Isgrò)
 - sviluppo di sw per la determinazione della copertura nuvolosa da immagini satellitari
 - sviluppo di sw per la determinazione dell'altezza delle nuvole da immagini satellitari

Composizione del gruppo:

D. Campana		I Ric.	30%
F. Guarino		Ric. Univ.	30%
F. Isgrò	Ric. Univ.		80%
G. Osteria		I Ric.	50%
M. Paolillo		Ric. Univ.	30%
F. Perfetto		Ass.	50%
R. Prevete		Ric. Univ.	100%
V. Scotti	Ass.		30%
	Totale	4.0 FTE	

JEM EUSO: stato e prospettive

Proposta (luglio 2016) la chiusura della sigla JEM EUSO RD in CSN2 per il 2018,

→ meeting collaborazione italiana a giugno per discutere strategia

Intanto:

- Approvato, finanziato e lanciato dalla NASA EUSO SPB
- Approvato e finanziato dall'ASI l'accordo ASI-INFN EUSO SPB
- In discussione EUSO SPB 1.2 (secondo opportunità di volo offerta dalla NASA)
- In discussione EUSO SPB 2 già previsto nel programma NASA
- Completato il QM di MINI EUSO, in preparazione il FM, lancio entro fine 2017, in orbita sulla ISS per almeno 3 anni
- EUSO-TA: definizione della nuova campagna di misure 2017-2018
- KLYPVE-EUSO: approvato dall'agenzia spaziale russa, presentata all'ESA una versione con ottica di Schmidt (Schmidt telescope) (4x Auger/anno)

- Pubblicazioni triennio 2014-2016 : 39 su rivista internazionale
- Partecipaz. a conferenze 2014:2016 : 6
- Partecipaz. a conferenze 2017 : 3

Finanziamento ultimo triennio

- 2015: 159.5 k€
- 2016: 186 k€
- 2017: 151.5 k€

Limadou: obiettivi scientifici

OBIETTIVI SCIENTIFICI di **CSES/LIMADOU**

- studiare le perturbazioni ionosferiche associate ai terremoti, soprattutto a quelli di maggiore intensità;
- investigare nuovi approcci metodologici per la predizione a breve termine degli stessi;
- individuare nuovi filoni teorici per l'analisi dei processi che precedono gli eventi sismici;
- ottenere informazioni, su scala globale, relative al campo magnetico terrestre, alle particelle energetiche, al plasma e ai fenomeni elettrici e magnetici associati.

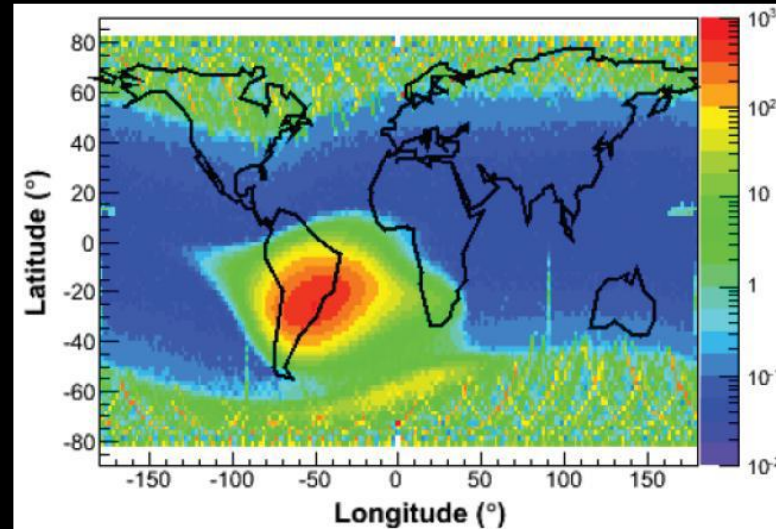
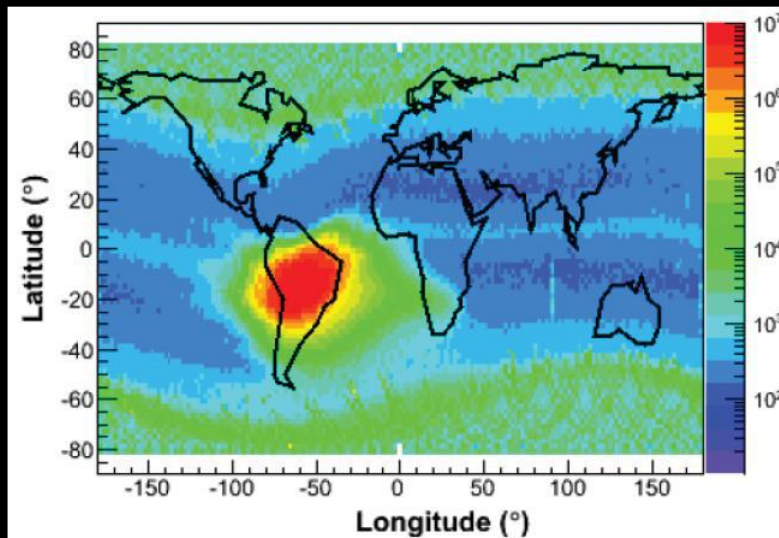
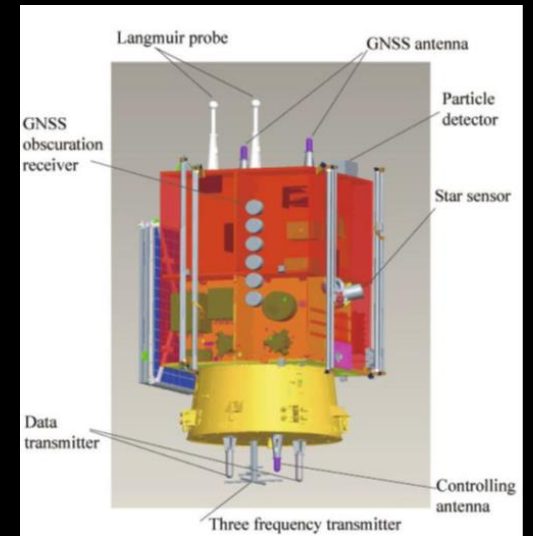
OBIETTIVI SCIENTIFICI DI **LIMADOU CSN2**

Studio dei Raggi cosmici in un range di energia (2-300) MeV inaccessibile a PAMELA e AMS2.

Separazione elettroni /protoni identificando gli elettroni in un fondo di protoni (10^{-5} - 10^{-3})

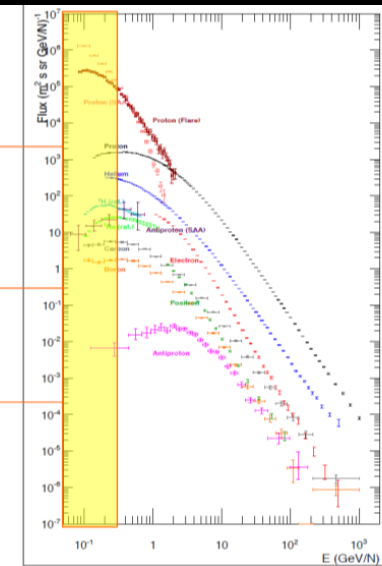
Identificazione di nuclei fino al ferro

Composizione e spettro energetico di particelle galattiche, solari (incluse le Solar Energetic Particle, SEP) e intrappolate nella magnetosfera)



PAMELA
energy
window

LIMADOU
energy
window



La missione CSES Limadou

L'Italia, con l'ASI, è l'unico partner internazionale del progetto CSES.

Il contributo italiano alla missione è denominato LIMADOU, in riferimento al nome cinese di Matteo Ricci, missionario italiano che è stato uno dei grandi esploratori del continente cinese.

Il progetto LIMADOU/CSES è un progetto dell'Agenzia Spaziale Italiana approvato dal Parlamento Italiano e dal MIUR quale "finanziamento premiale di specifici programmi" con DM 506/RIC del 9 agosto 2012.

Finanziamento ASI:

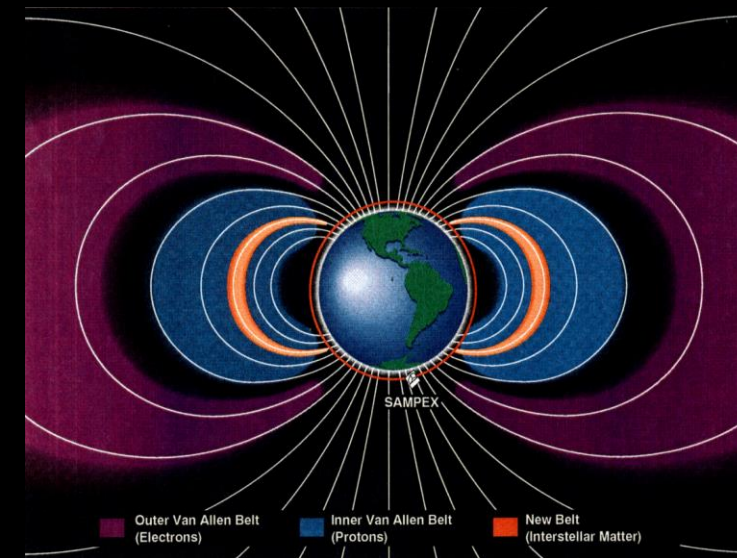
- Progetto Premiale Limadou fase B/C/D1 : 2.500.000 €
- Addendum Premiale Limadou fase B/C/D1 : 1.100.000 €
- Progetto Premiale Limadou fase D2 : 650.000 €
- Limadou-scienza (fase E) : 1.200.000 € (2017-2020)

La collaborazione cinese vede coinvolti la China National Space Administration, la China Earthquake Administration, il DHF Satellite Co. Ltd., il Lanzhou Institute of Physics, il Physics Institute of High Energy di Pechino.

La collaborazione italiana vede coinvolti l'Agenzia Spaziale Italiana, l'INFN tramite, le Sezioni e Centri di Trento, Bologna, Napoli, Perugia, Roma Tor Vergata e Laboratori Nazionali di Frascati, le Università di Trento ed Uninettuno, l'Istituto IAPS dell'INAF e l'INGV.

L'INFN è responsabile dello svolgimento del programma previsto all'Accordo ASI-CNSA.

98° Sun-synchronous circular orbit
Altitude = 500 km
Launch scheduled in 2017
Expected lifetime = 5 years
Mass = 730 kg
Peak power consumption = 900 W



LIMADOU: L'APPARATO

HEPD

Il rivelatore è stato progettato con due piani di silicio doppia faccia e un calorimetro non omogeneo formato da una prima serie di scintillatori plastici (18 piani da 1 cm) con in fondo cristalli di LYSO (9 blocchi di circa 4x4x4 cm³).

Il calorimetro è poi interamente contenuto in una scatola di scintillatori plastici che vengono usati come sistema di veto per il trigger. Il sistema così realizzato ha le seguenti prestazioni:

- **Range di energia**

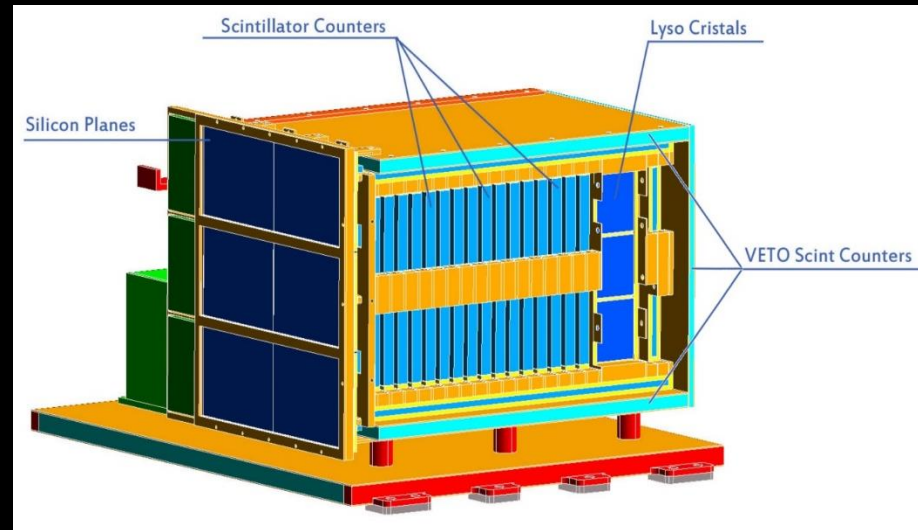
- Elettroni : 3 MeV~ 200 MeV

- Protoni : 30 MeV ~ 300 MeV

- **Risoluzione angolare <math><8^\circ</math> @ 5 MeV**

- **Risoluzione energetica <math><10\%</math> @ 5 MeV**

- **Identificazione delle particelle >90%**



L'HEPD è stato realizzato in 4 differenti "modelli": **Electrical Model (EM)**, **Structural and Thermal Model (STM)**, **Qualification Model (QM)** e **Flight Model (FM)**.



Attività' Limadou Napoli

Realizzazione apparato:

- Responsabilità trigger del rivelatore HEPD
- Responsabilità progettazione elettronica di front-end per i fotomoltiplicatori del rivelatore HEPD (modelli di sviluppo, di qualifica e di volo) Easiroc board
- Responsabilità dell'integrazione di tutta l'elettronica del rivelatore HEPD

• Simulazioni Montecarlo:

- Simulazione con GEANT4 della risposta del rivelatore HEPD in funzione della posizione nell'orbita. Studio dei *rate* di trigger attesi per le diverse configurazioni di trigger previste.

• Analisi dati:

- Responsabilità analisi dati del calorimetro per i test beam con elettroni (TBF Frascati) e protoni (Trento)

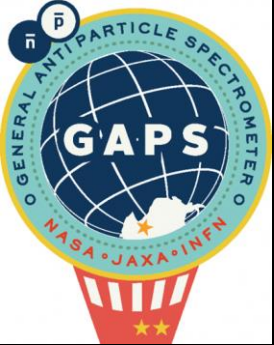
•	F. Loffredo	Ass. INFN	80%
•	G. Osteria	I Ric.	30%
•	B. Panico	Ass. INFN	20%
•	F. Perfetto	Ass. INFN	50%
•	V. Scotti	Ass. INFN	70%
	Totale	2.5 FTE	

LIMADOU: stato e prospettive

- Realizzati e sottoposti a test di qualifica in Italia i 4 modelli di HEPD richiesti.
- Modello di qualifica (QM) calibrato con fascio di elettroni
- Modello di volo (FM) calibrato con fascio di protoni
- Campagna di test pre-flight del FM in corso in Cina (quasi completa)
- Campagna di lancio (inizio giugno 2017)
- Lancio 16 agosto 2017
- Fase di 'commissioning' post lancio in Beijing (2 mesi)
- Presa dati fino al 2022

- Pubblicazioni 2016-2017 : 2 su rivista internazionale
- Partecipaz. a conferenze 2016 : 5
- Partecipaz. a conferenze 2017 : 3

- Finanziamento triennio 2015-2017
 - 2015: 147 k€
 - 2016: 43.5 k€
 - 2017: 49.5 k€

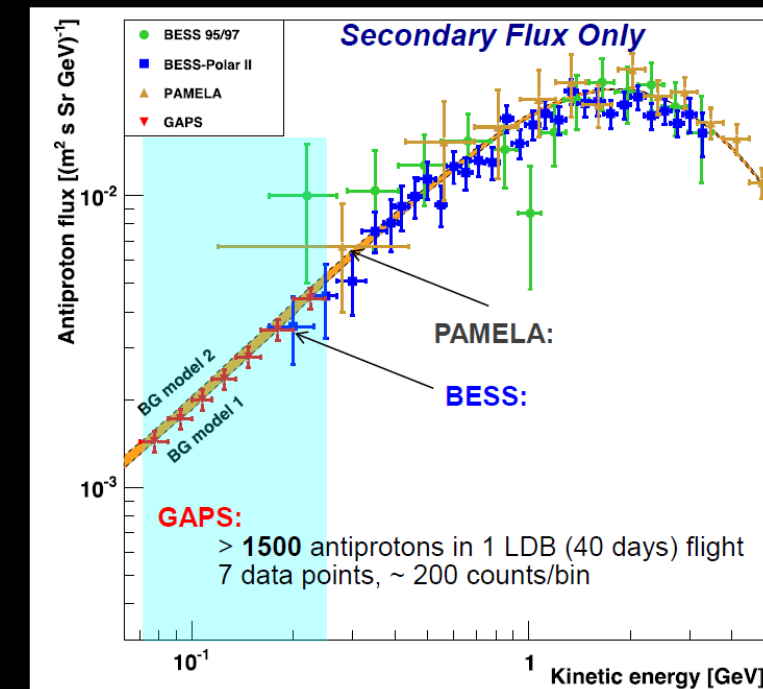
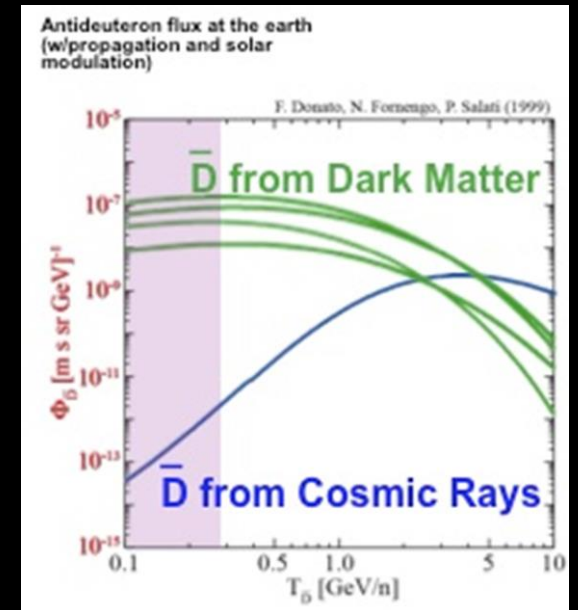


GAPS: obiettivi scientifici

General Anti Particle Spectrometer

Un esperimento per la ricerca di anti-Deuterio e antiprotoni nello spazio

- Antideuterons as DM signatures
 - no astrophysical background at low energy
 - complementary to direct/indirect searches and collider experiments
 - search for: light DM, heavy DM, gravitino DM,
LZP in extra-dimensions theories, (evaporating PBH)
- Antiprotons as DM and PBH signatures
 - precision flux measurement at ultra-low energy ($E < 0.25$ GeV)
 - complimentary to direct/indirect searches and collider experiments
 - ~ 10 times more statistics @ 0.2 GeV, compared to BESS/PAMELA
 - search for: light DM, gravitino DM,
LZP in extra-dimensions theories, evaporating PBH
- Expected to launch from Antarctica in 2020/2021



1 LDB flight (~ 35 days) \rightarrow precision antiproton flux measurement

~ 1500 antiprotons in GAPS $E < 0.25$ GeV, while 30 for BESS, 7 for PAMELA at $E \sim 0.25$ GeV

2 LDB flights (~ 70 days) \rightarrow improved antideuteron statistics

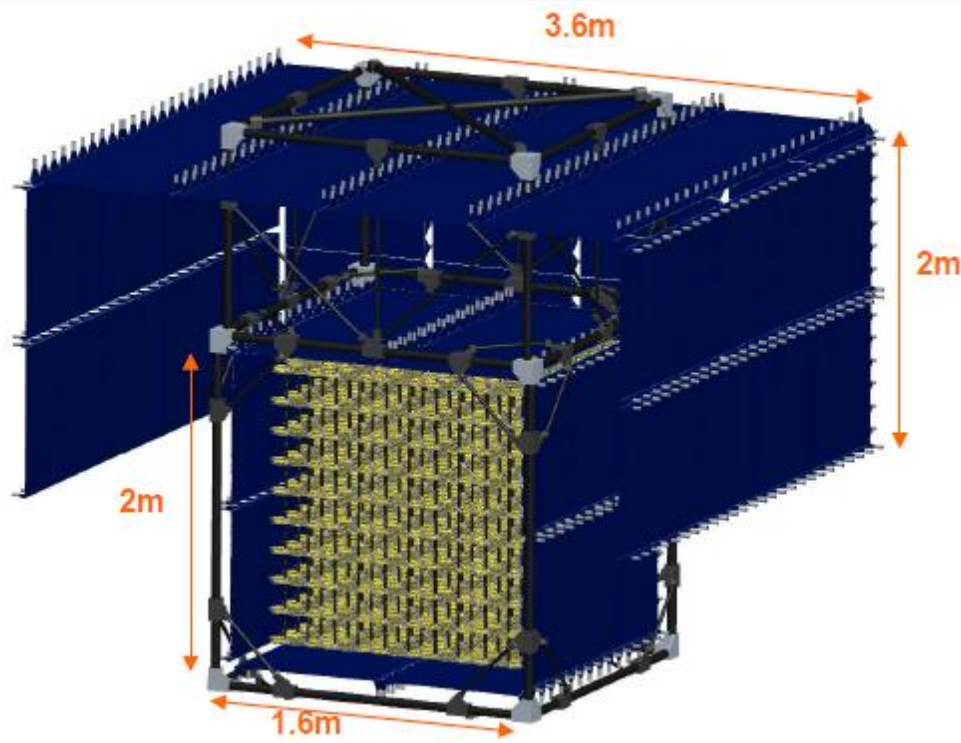
Antideuteron sensitivity: $\sim 3.0 \times 10^{-6} \text{ [m}^{-2}\text{s}^{-1}\text{sr}^{-1}\text{(GeV/n)}^{-1}\text{]}$ at $E < 0.25$ GeV

3 LDB flights (~ 105 days) \rightarrow Antideuteron sensitivity: $\sim 2.0 \times 10^{-6} \text{ [m}^{-2}\text{s}^{-1}\text{sr}^{-1}\text{(GeV/n)}^{-1}\text{]}$ at $E < 0.25$ GeV

GAPS: apparato

TOF plastic scintillators

- outer TOF: 3.6m x 3.6m, 2m height
- inner TOF: 1.6m x 1.6m, 2m height
- 1m b/w outer and inner TOFs
- 500 ps timing resolution
- 16.5 cm wide plastic paddles
- PMT on each end



Science weight: ~1700 kg

Si(Li) detectors

- 10 layers, 1.6m x 1.6m
- layer space: 20 cm
- Si(Li) wafer (~1500 wafers)
 - 4 inch diameter
 - 2.5mm thick wafer
 - 12 x 12 rectangular
- segmented into 4 strips
- 3D particle tracking
- timing resolution: ~ 100 ns
- energy resolution: 3 keV
- operation temperature: -35 C
- dual channel electronics
- X-ray: 20 -80 keV
- charged particles: 0.1 -100 MeV

Cooling system

- oscillating heat pipe (OHP)
- demonstrated in pGAPS



C.J. Hailey (PI), T. Aramaki, N. Madden, K. Mori

Columbia University

R.A. Ong, S.A.I Mognet, J. Zweerink
University of California, Los Angeles

S.E. Boggs

University of California, Berkeley

P. von Doetinchem

University of Hawaii, Honolulu

H. Fuke, S. Okazaki, T. Yoshida

Institute of Space & Astronautical Science, Japan Aerospace Exploration Agency

L. Fabris, K.P. Ziocck

Oak Ridge National Laboratory

F. Gahbauer

University of Latvia

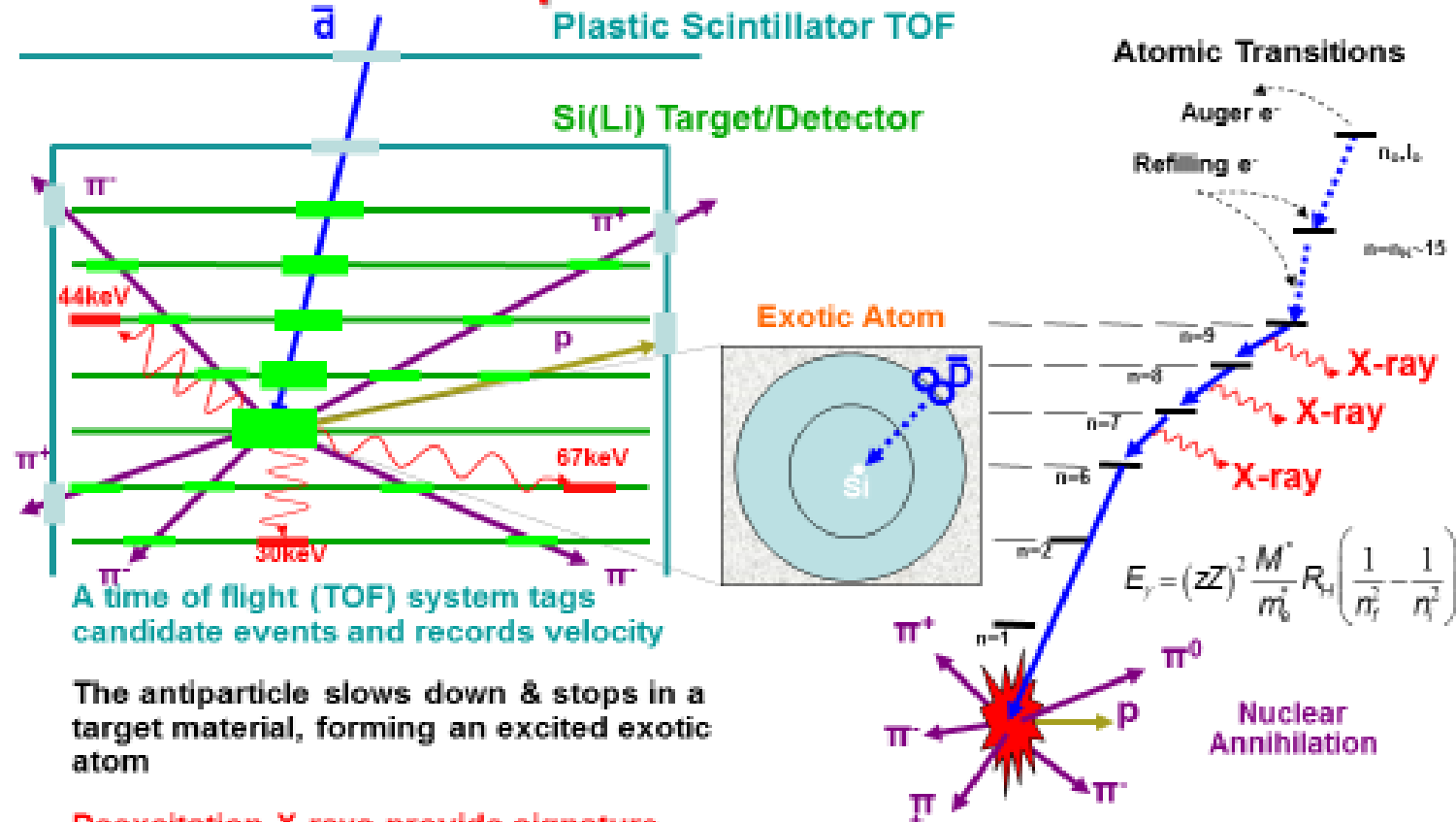


K. Perez

Massachusetts Institute of Technology

GAPS

GAPS detects atomic X-rays and annihilation products from exotic atoms



A time of flight (TOF) system tags candidate events and records velocity

The antiparticle slows down & stops in a target material, forming an excited exotic atom

Deexcitation X-rays provide signature

Annihilation products provide added background suppression

X-ray yields were measured at KEK in 2004 and 2005

Attività GAPS Napoli

- Realizzazione apparato:
 - Progettazione e realizzazione sistema di alte tensioni per i rivelatori a silicio (Si(Li)). Circa 1350 canali (300V, 2 microA) controllabili singolarmente da terra che devono operare a circa 5 mbar nel range di temperatura (-20 +40) °C.
- Simulazioni Montecarlo

GAPS: stato e prospettive

- Presentata e approvata s.j. in CSN2 (luglio 2016) la proposta di adesione italiana al progetto GAPS (USA-Giappone)
- Proposta GAPS approvata dalla NASA fine 2016
- Inizio attività (kick off meeting) marzo 2017 (UCLA)
- Proposto accordo ASI-INFN GAPS (2017-2020) da 1 M€ (ancora in discussione)
 - A Napoli responsabilità del WP4 'sistema HV' (350 k€)
- Riunione della (proto) collaborazione italiana 7 giugno 2017



Nuovi esperimenti/proposte

- CSES/LIMADOU2 (2018/2019-...) lancio entro il 2020
- HERD
- ALADINO

Measurements requiring the identification of the charge sign

Antiprotons, Positrons, Anti-Helium, Anti-Deuterium

- Magnetic spectrometers are necessary
 - Pamela/AMS/(GAPS)
- Current limits:
 - Positrons: up to 500 GeV
 - Antiprotons: up to 450 GeV
- Expected AMS-02 reach in 10 more years
 - Positrons up to 1 TeV
 - Antiprotons up to 600/700 GeV
 - Anti-Helium (?)

Measurements NOT requiring the identification of the charge sign

High energy nuclei

- “Knee” structure around \sim PeV
- Structures in the GeV – TeV region recently discovered for p and He
- Spectral measurements in the knee region up to now are only indirect

A direct spectral measurement in the PeV region requires great acceptance (many m^2sr), good charge measurement and good energy resolution for hadrons (much better than 40%)

High energy Electrons+Positrons

- Currently available measurements show some degree of disagreement in the 100 GeV – 1 TeV region
- Cutoff in the TeV region?

Direct measurements require excellent energy resolution (\sim %), a high e/p rejection power ($>10^5$) and large acceptance above 1 TeV

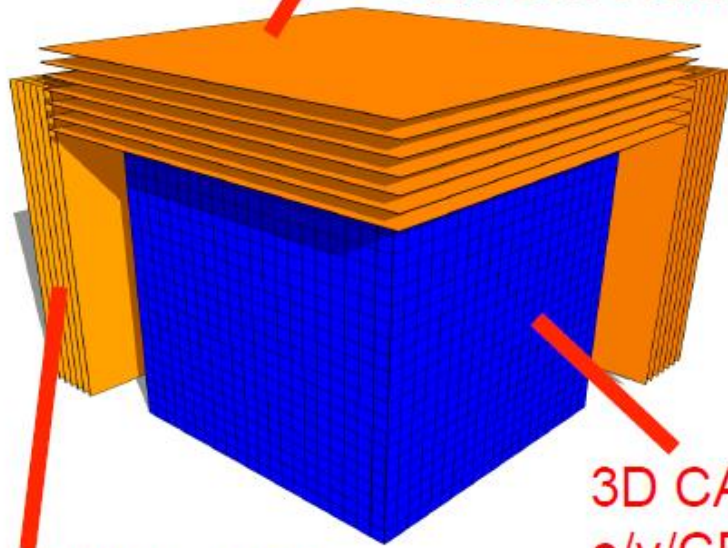
Present and near future

- Present:
 - Calet (installed in 2015 on ISS)
 - Dampe (installed in 2015 on Chinese Satellite)
 - ISS-Cream (\sim 2016 on ISS)
- Medium future:

HERD: apparato

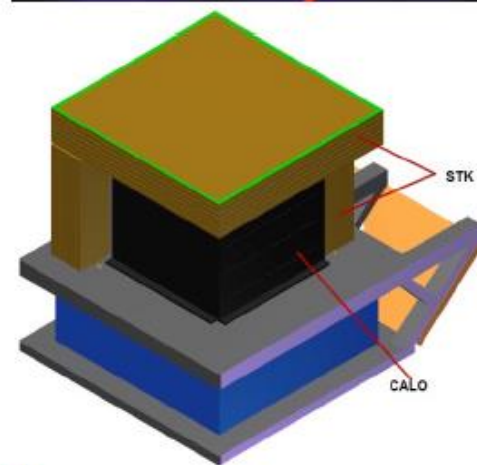
n10X acceptance than others, but
weight 2.3 T ~1/3 AMS

STK(W+SSD)
Charge
gamma-ray direction
CR back scatter



STK(W+SSD)

3D CALO
e/ γ /CR energy
e/p discrimination



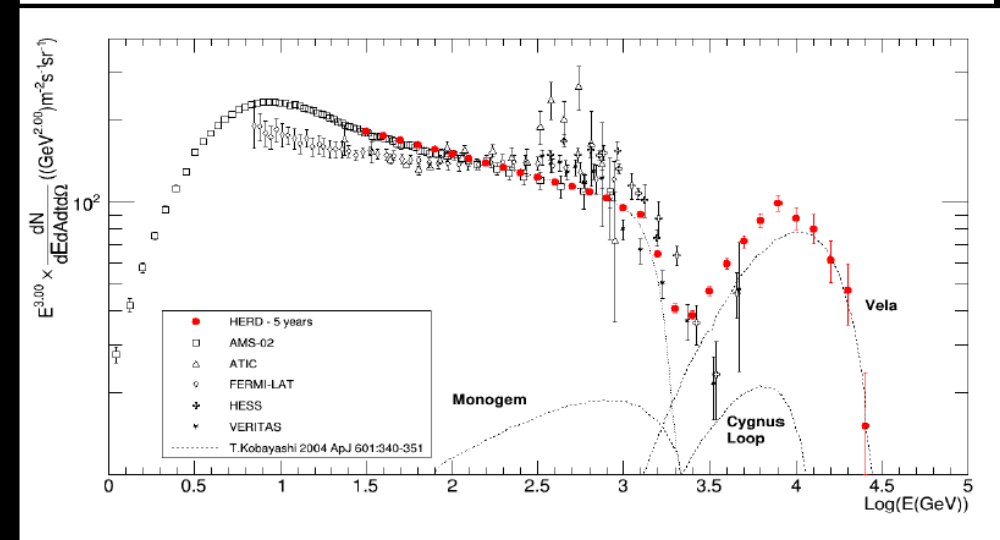
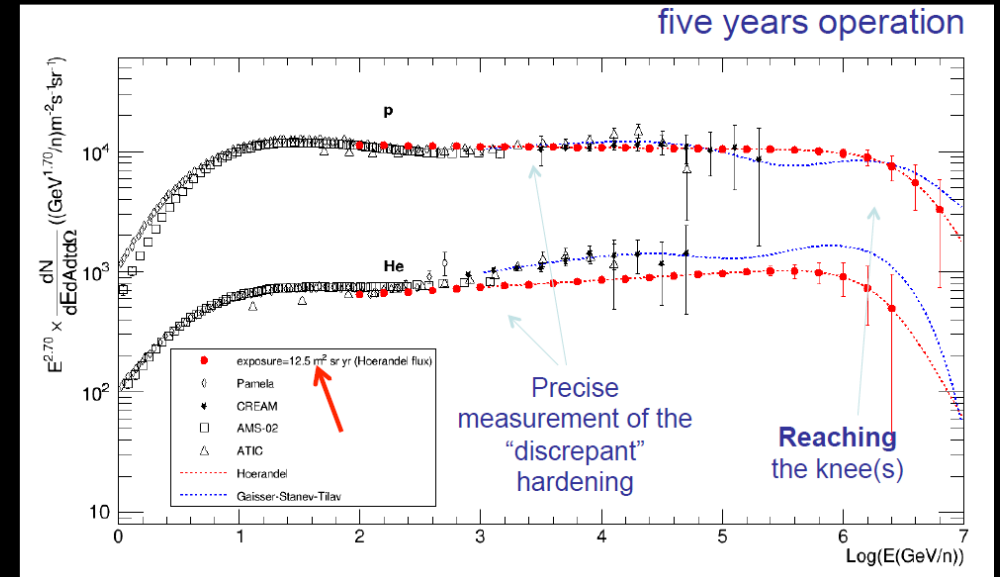
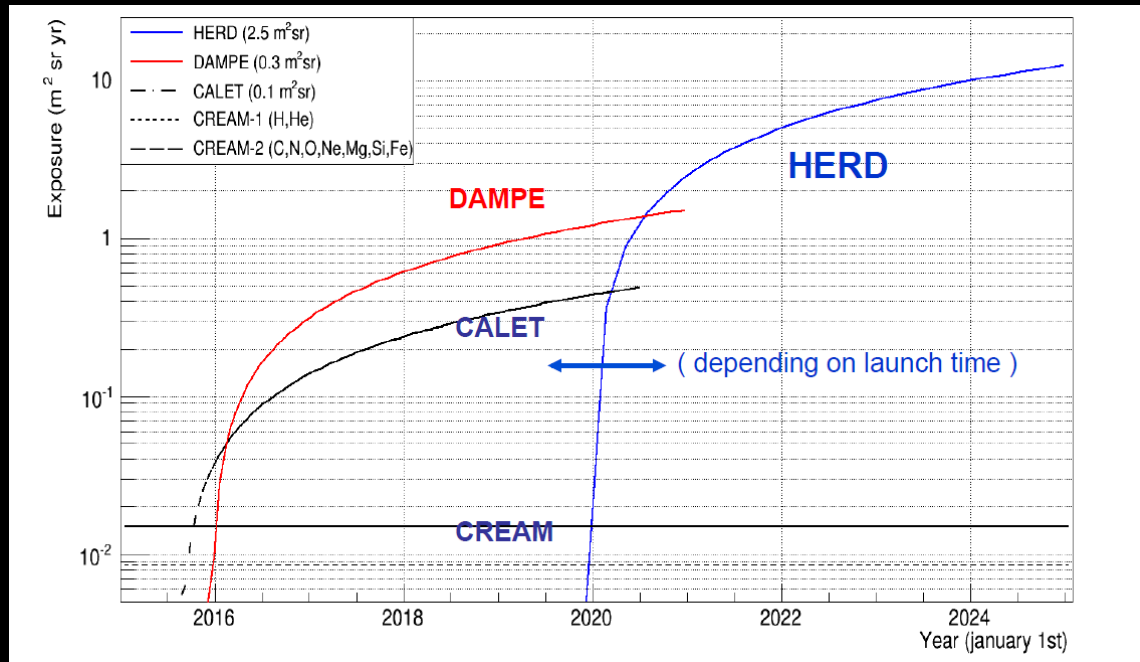
HERD: obiettivi scientifici

High Energy cosmic-Radiation Detection facility onboard China's Space Station

- Dark matter search
 - Better statistical measurements of e/γ between 100 GeV to 10 TeV
- Origin of Galactic Cosmic rays
 - Better spectral and composition measurements of CRs between 300 GeV to PeV* with a large geometrical factor
- Secondary science:
 - γ -ray astronomy \rightarrow monitoring of GRBs, microquasars, Blazars and other transients \rightarrow down to 100 MeV
 - for γ -rays \rightarrow plastic scintillator shields for γ -ray selection

*complementary to high altitude cosmic-ray observations

HERD: obiettivi scientifici



HERD: stato e prospettive

- 4 HERD workshop (2012, 2013, 2016, 2017)
- Teleconferenze mensili di collaborazione internazionale in corso dal 2016
- L.o.I. firmata a maggio 2017 nel corso del IHEP-INFN joint meeting
- INFN in attesa di un atto formale da parte della CSA prima di firmare un M.o.U.
- Discussione in corso sull'opportunità di una richiesta di apertura di sigla HERD in CSN2 per il 2018

The HERD Proto-Collaboration Team

- Chinese institutions
 - Institute of High Energy Physics, Purple Mountain Observatory, Xi'an Institute of Optical and Precision Mechanics, University of Science and Technology of China, Nanjing University, Peking University, Yunnan University, China University of Geosciences, Ningbo University, Guangxi University
- International institutions (**more are welcome!**)
 - Switzerland: University of Geneva
 - Italy: U. Florence/INFN, U. Perugia/INFN, U. Trento/INFN, U. Bari/INFN, U. Salento/INFN-Lecce, U. Napoli/INFN, IAPS/INAF
 - Sweden: KTH
 - USA: MIT/Harvard

Copia della slide di S.N. Zhang
al joint meeting INFN-IHEP
27 Maggio 2016

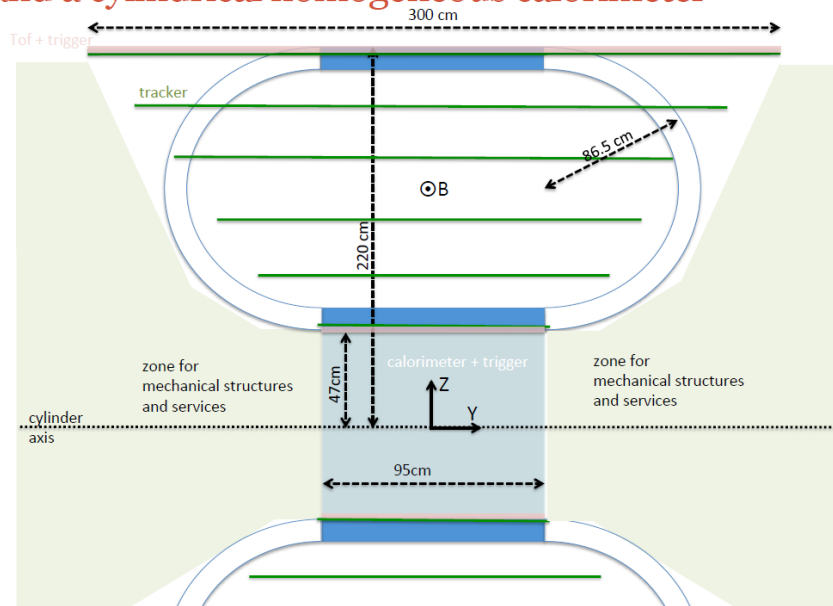
ALADINO

Antimatter Large Acceptance Detector In Orbit

A new, very challenging approach (the astroparticle physicist dream?!)

- Combine the 2 techniques in a single experiment:
- A very large acceptance calorimeter ($\sim 10 \text{ m}^2 \text{ sr}$)
- An extremely performing spectrometer, with $\text{MDR} \sim 10\text{-}20 \text{ TV}/c$
- Direct measurements above the knee ($>1 \text{ PeV}$)
- Antimatter component detection above TeV

A toroidal magnetic system (with tracking planes) and a cylindrical homogeneous calorimeter



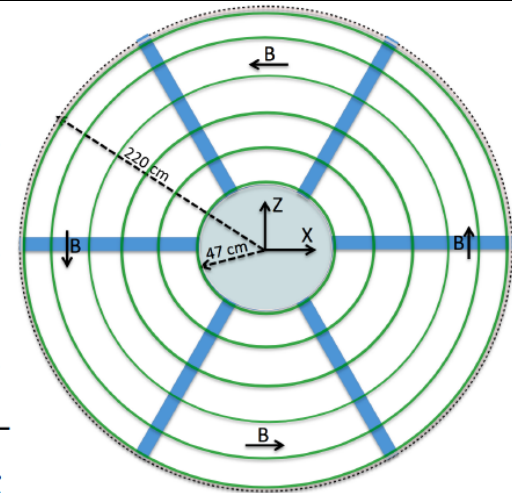
Presentato alla call ESA 'Call for Science Ideas' (settembre 2016)

Mass budget

- | | |
|---|---------|
| • LYSO calorimeter crystals | 2000 kg |
| • Calorimeter mechanic | 300 kg |
| • MgB_2 superconducting material | 2000 kg |
| • Total magnetic system services | 570 kg |
| • Other detectors, mechanic and services | 1130 kg |

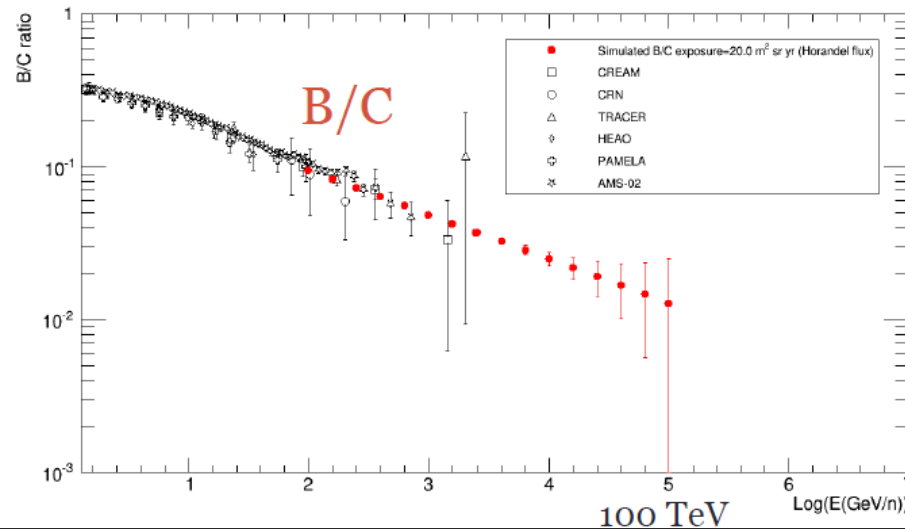
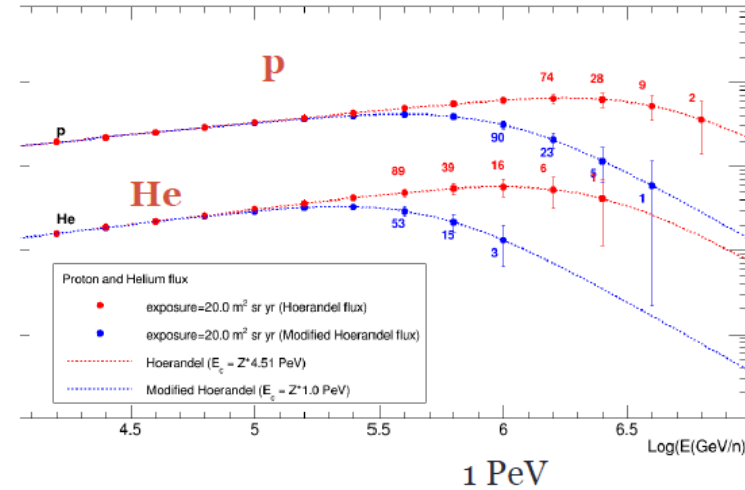
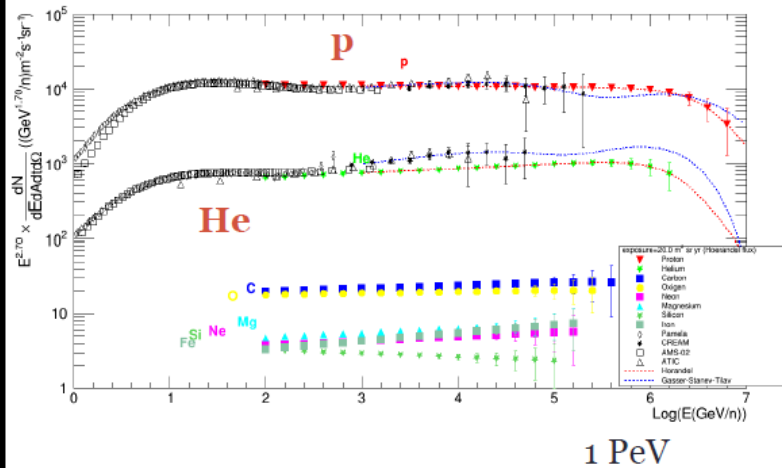
TOTAL MASS

6000 kg



ALADINO:

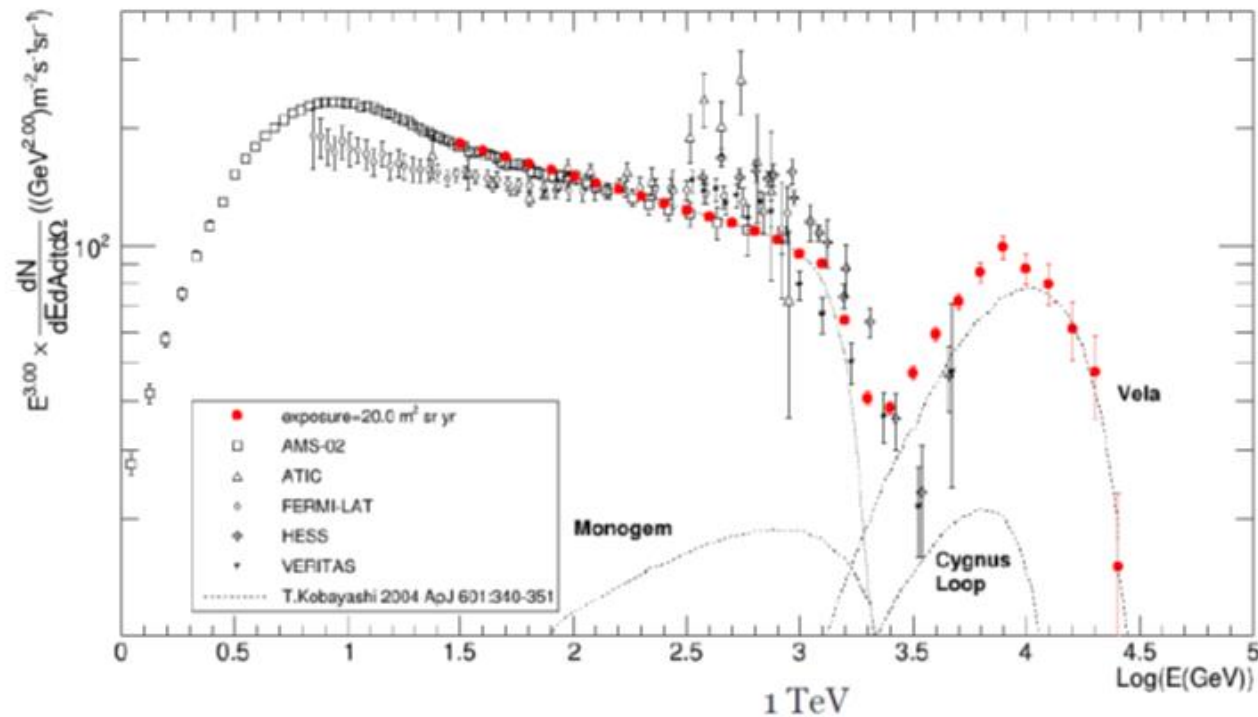
Protons and Nuclei (Hoerandel fluxes or Early knee)
Exposure: 20 m² sr yr (~5 years)



Few hundreds p and He
 events above 10¹⁵ eV
 B/C ratio up to > 50 TeV

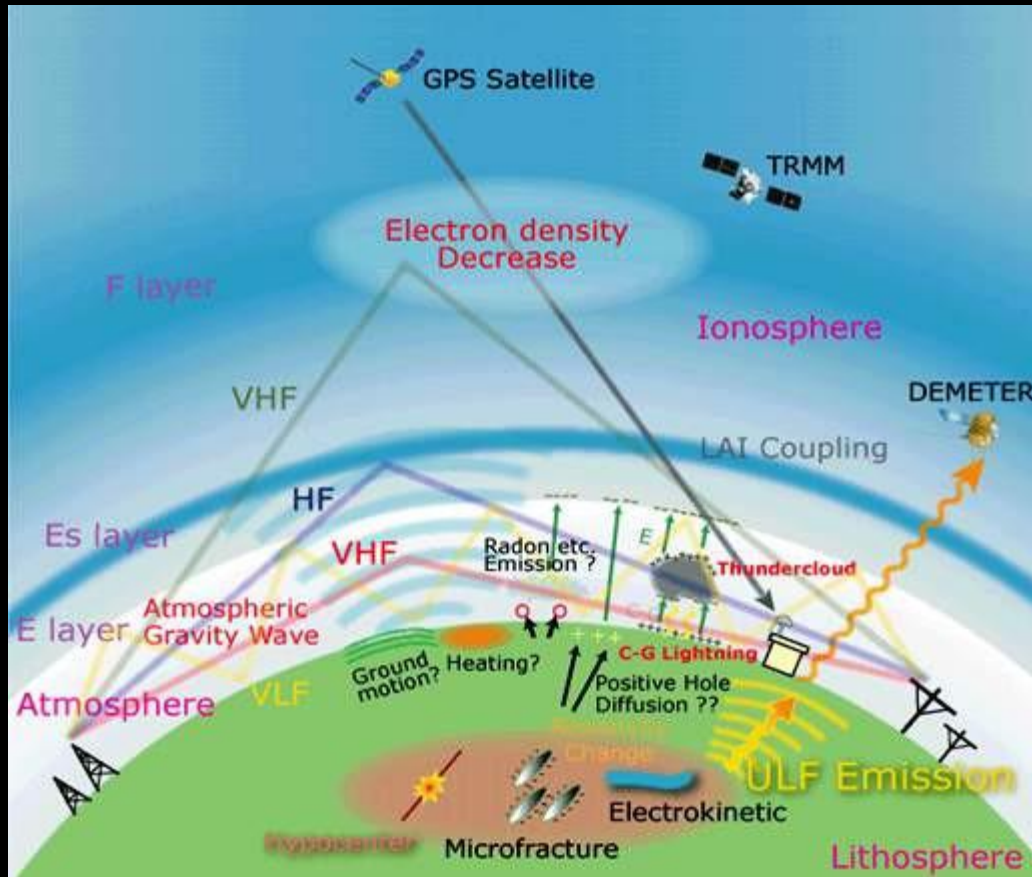
ALADINO

All electrons assuming AMS-02 + cutoff + nearby sources
Exposure: 20 m² sr yr (~5 years)



spares

Esempio di come un terremoto può accoppiarsi con ionosfera e magnetosfera



Thermal Infrared Rad.
(mesi)
Total Elect. Content
and GPS disturbances
(giorni)
Particle Burst
(ore)