

Il più grande osservatorio di raggi cosmici del mondo

Roberto Mussa (mussa@to.infn.it)



Torino, International Cosmic Day, 29/11/2018

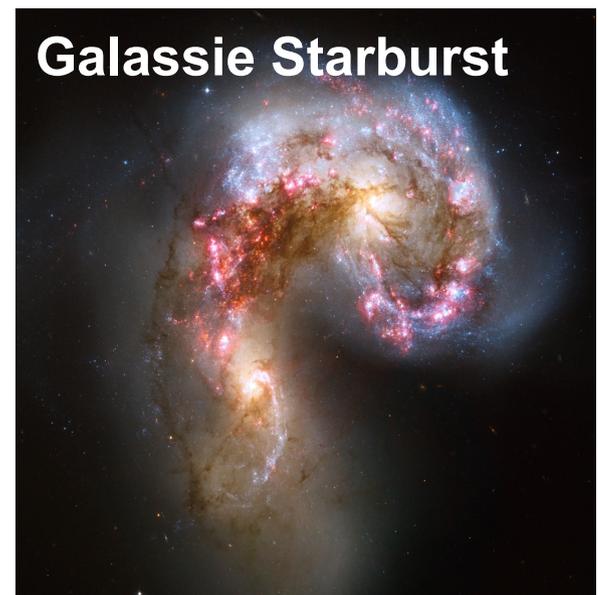
Tante questioni ancora senza risposta

Qual'è la natura e qual'è la composizione dei raggi cosmici?
(Sono protoni? Nuclei? Quali nuclei?)

Quali sono e come sono distribuite le sorgenti?
(Quanto sono intensi i campi magnetici che deviano le loro
traiettorie?)

Qual è la loro potenza di emissione?

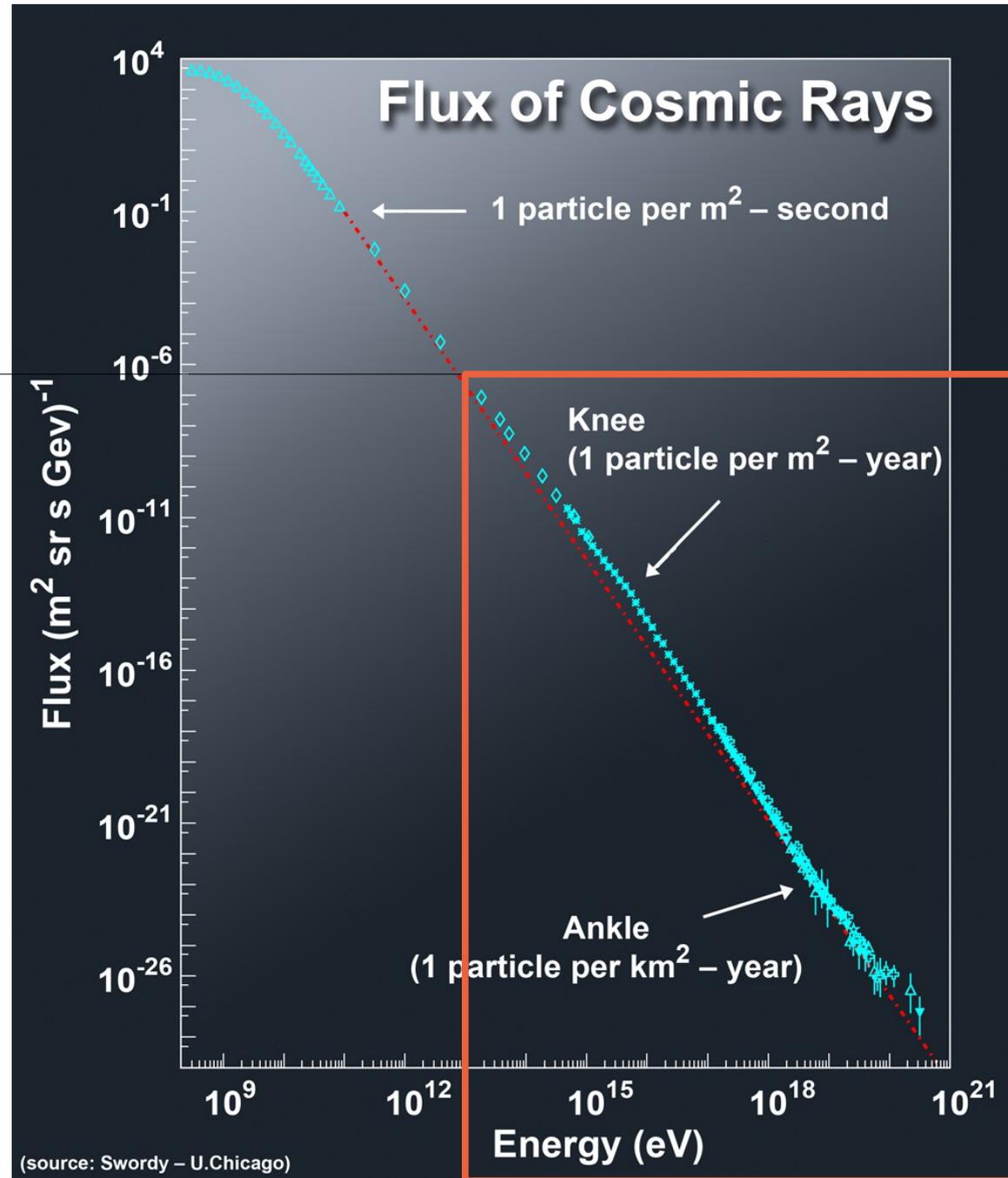
Quali sono i meccanismi di produzione e accelerazione?



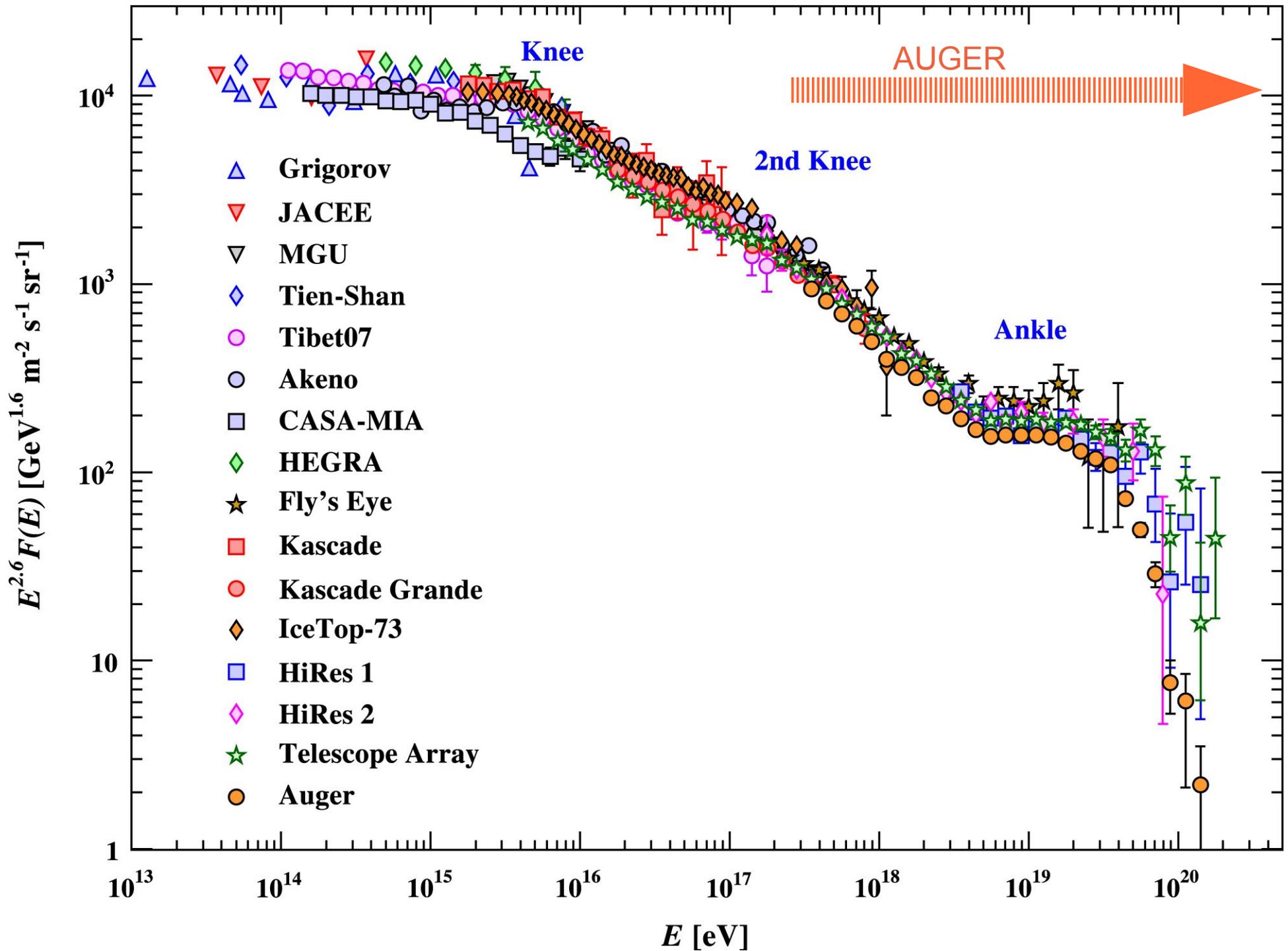
Come si rivelano e misurano i raggi cosmici

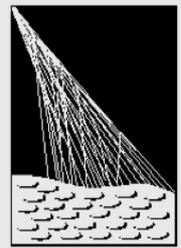
Misure dirette: alle basse energie i raggi cosmici sono osservati usando rivelatori posti su satellite (**FERMI**), sulla Stazione Spaziale Internazionale o su palloni aerostatici.

Misure indirette: alle alte energie il flusso di particelle è invece troppo basso e non è possibile l'osservazione diretta. Si ricorre dunque all'impiego di grandi apparati di superficie (**AUGER**)



Misure sui raggi cosmici a terra: spettro energetico

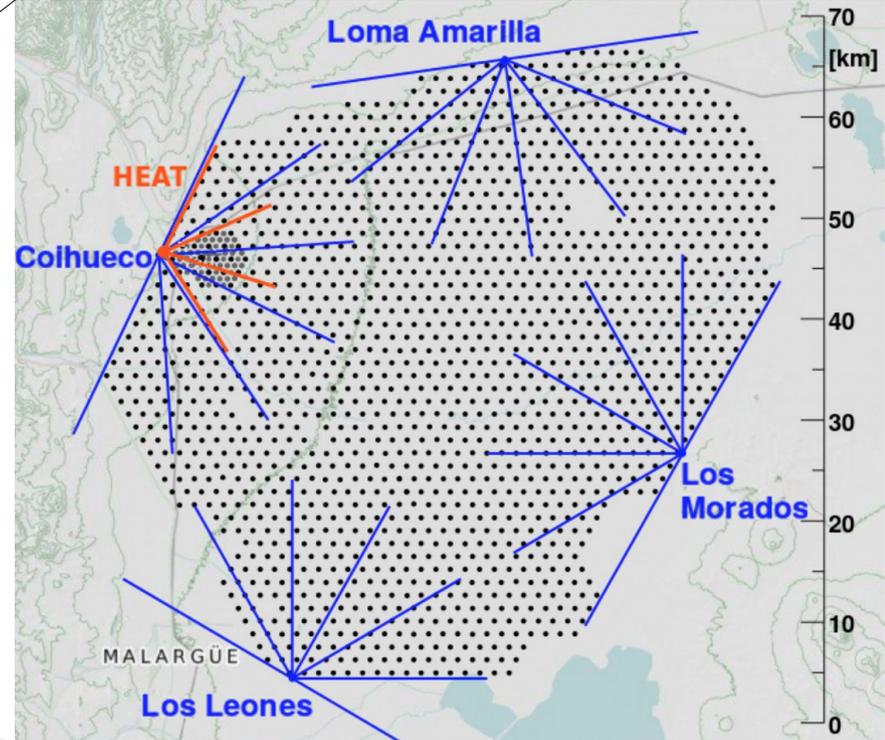
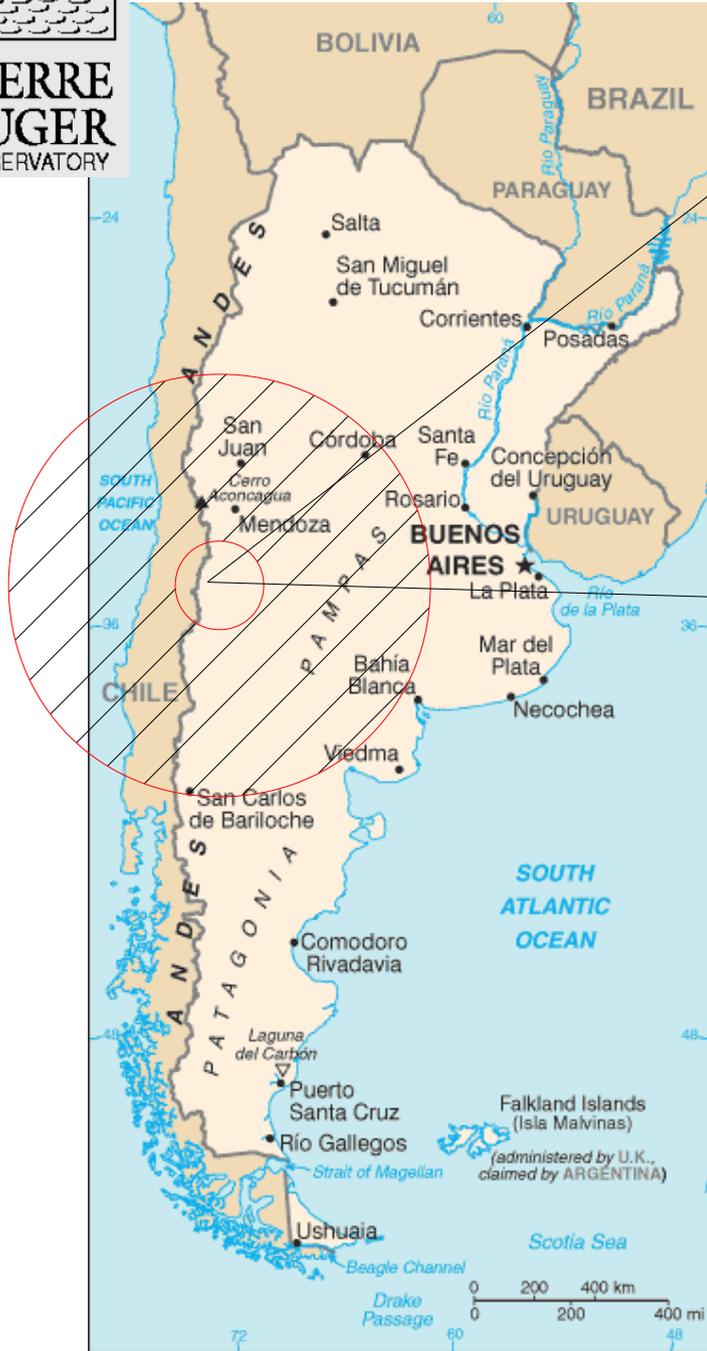


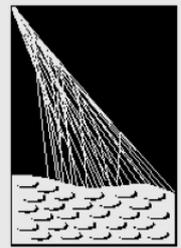


PIERRE AUGER OBSERVATORY

Il piu' grande osservatorio di raggi cosmici del mondo

Malargüe, Mendoza, Argentina
(35°28'S, 69°20'W)

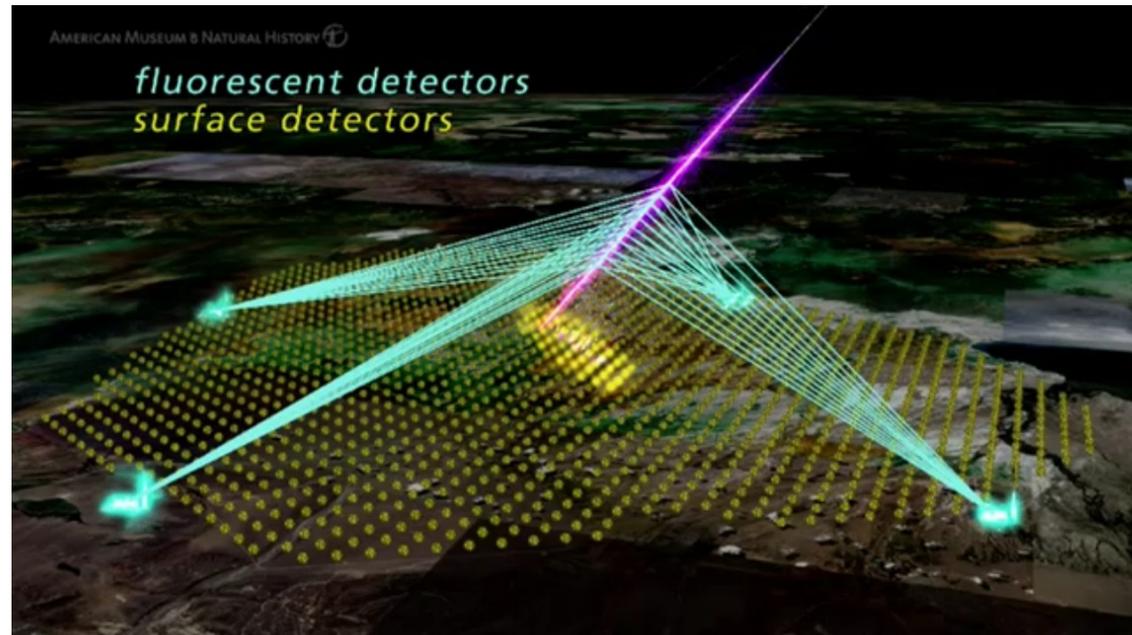
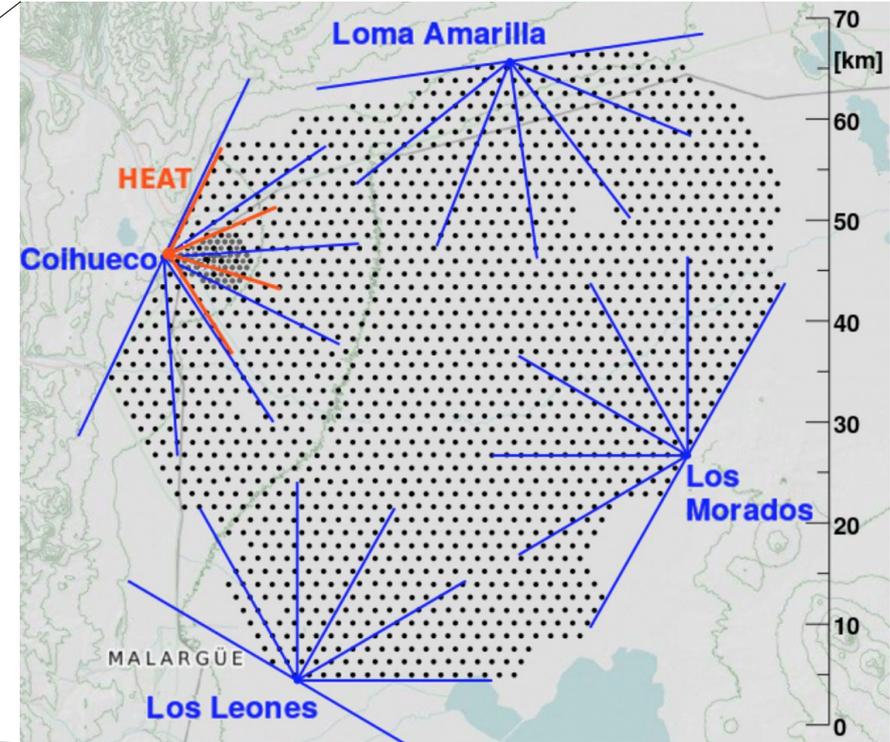


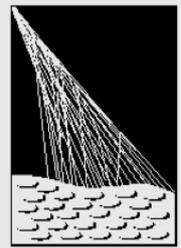


PIERRE AUGER OBSERVATORY

Il piu' grande osservatorio di raggi cosmici del mondo

Malargüe, Mendoza, Argentina
(35°28'S, 69°20'W)

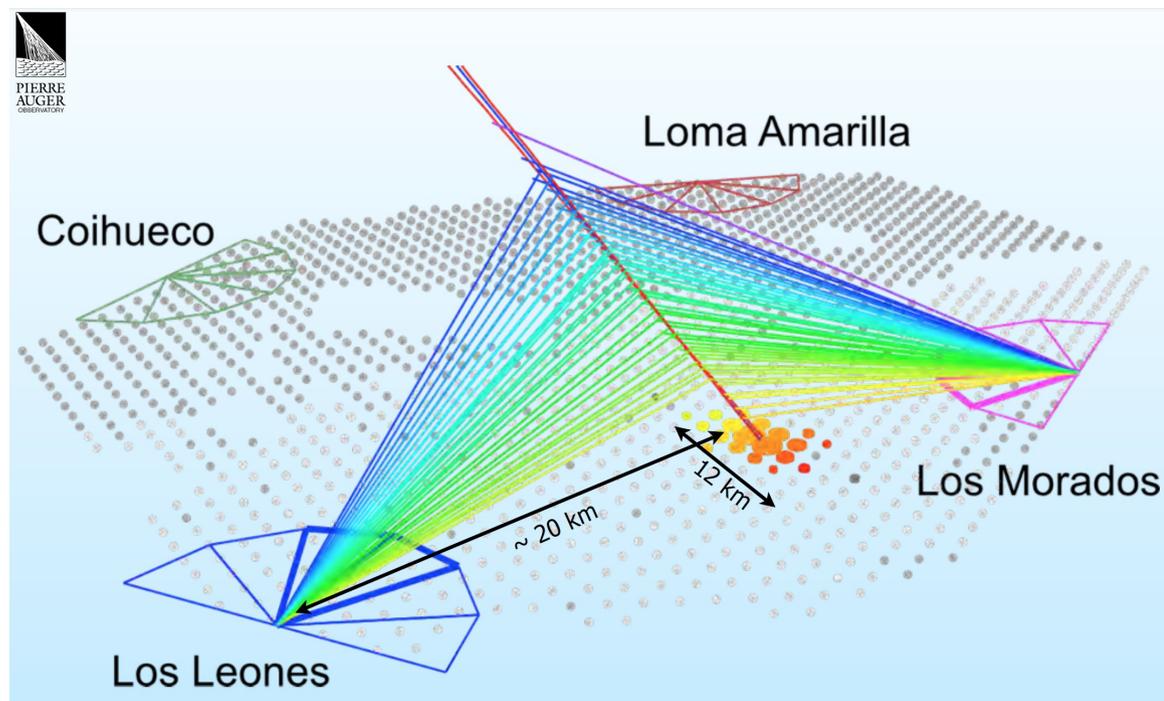
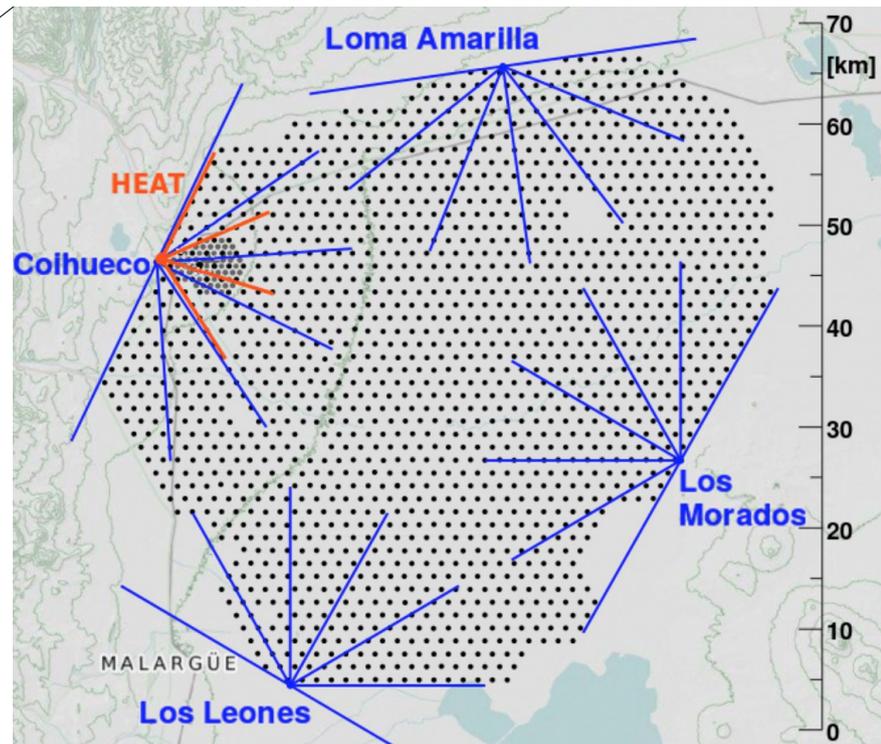




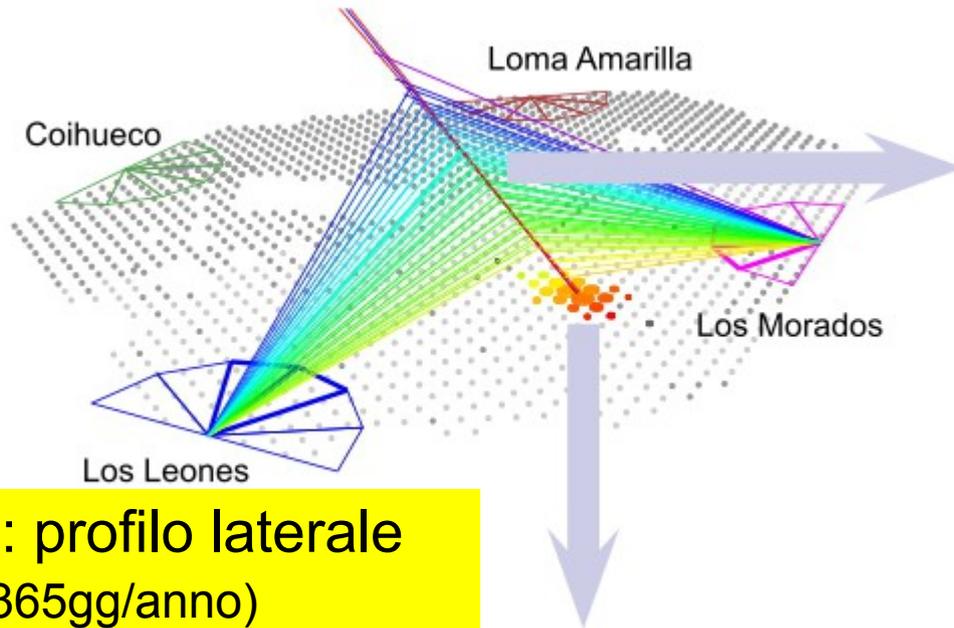
PIERRE AUGER OBSERVATORY

Il piu' grande osservatorio di raggi cosmici del mondo

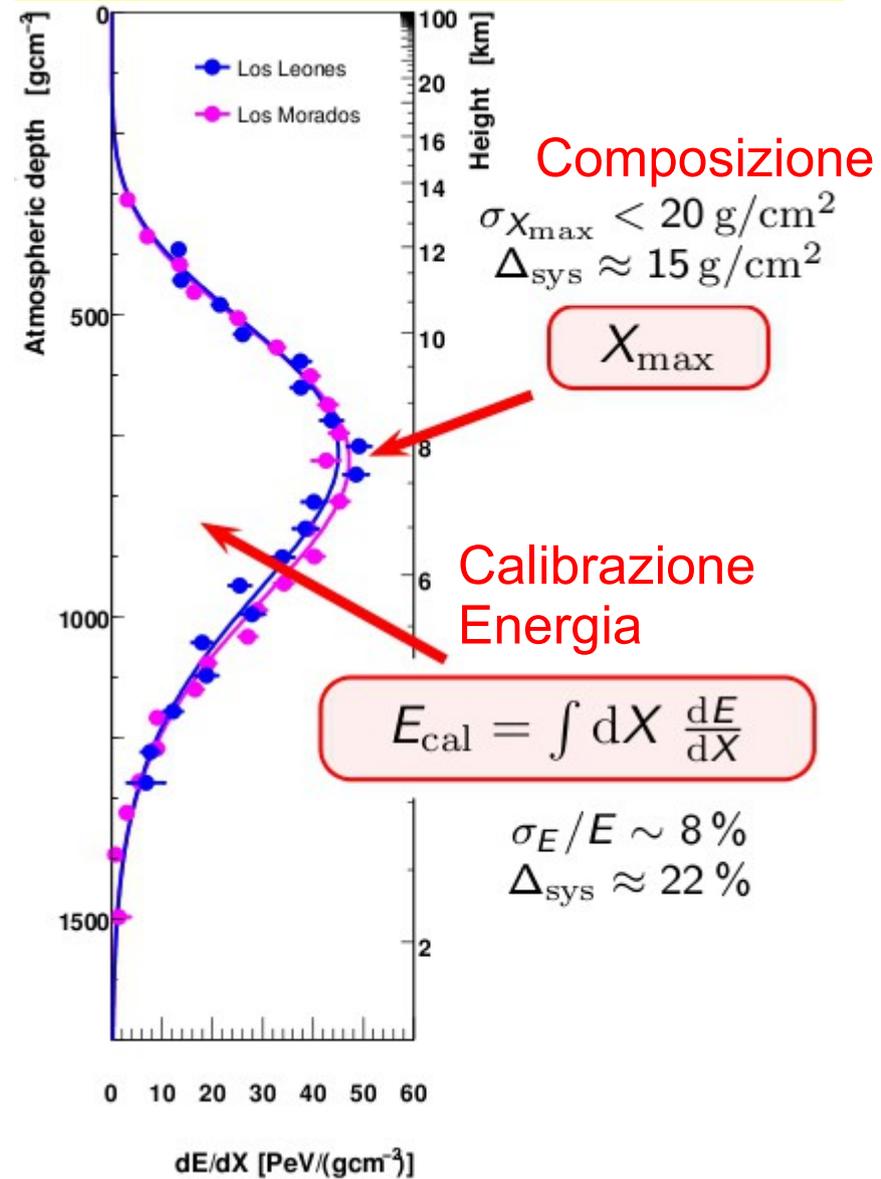
Malargüe, Mendoza, Argentina
(35°28'S, 69°20'W)



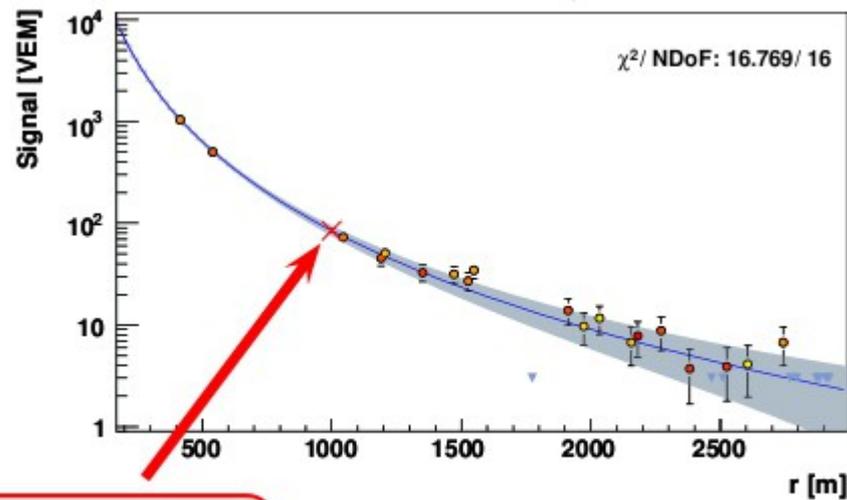
Rivelazione di sciami estesi con Tecnica Ibrida



In aria : profilo longitudinale
(notti pulite, meta' ciclo lunare)



A terra: profilo laterale
(24h/g; 365gg/anno)



S_{1000}

$$E_{\text{surface}} = f(S_{1000}, \theta)$$

Energia, composizione, direzione

Effetto Čerenkov

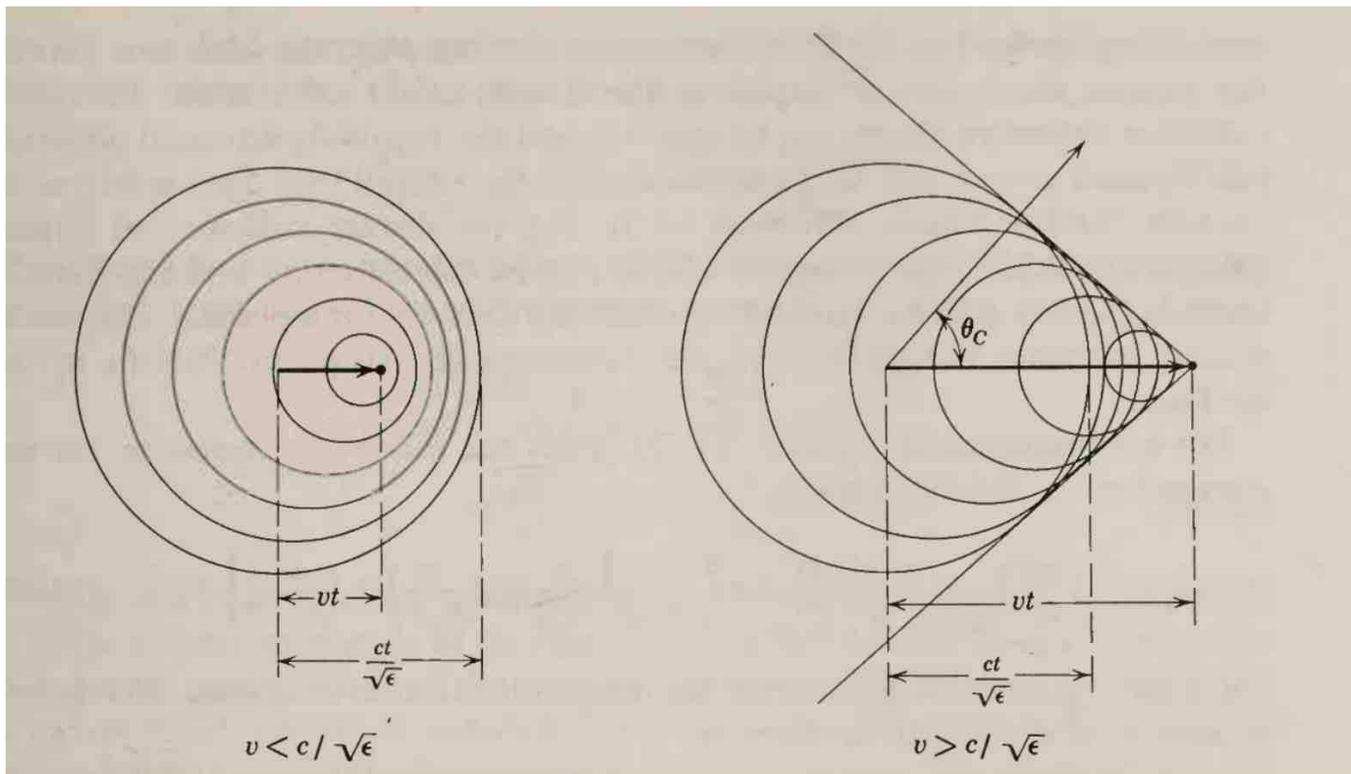
La luce in un mezzo si propaga con velocità c/n , dove n è l'indice di rifrazione del mezzo.

Le particelle secondarie (elettroni, positroni) hanno

$$V_{part} > V_{luce} = c/n$$

Esempi di indice di rifrazione:

- $n_{acqua} = 1.33$ (AUGER)
- $n_{aria} = 1 + \epsilon \cdot 10^{-4}$; $\epsilon = 2.7-3$ (MAGIC)

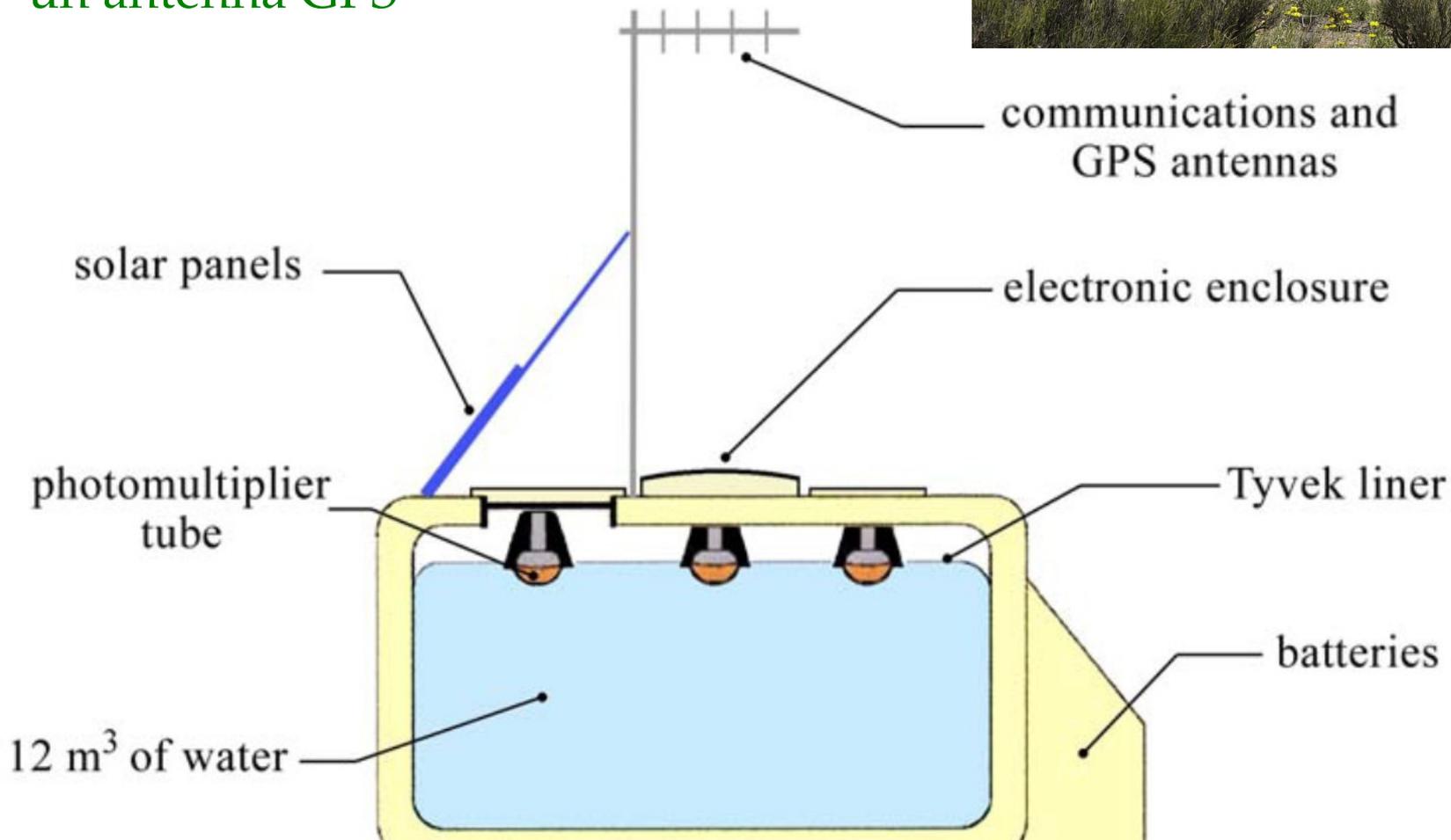


Rivelatori Cerenkov di Superficie

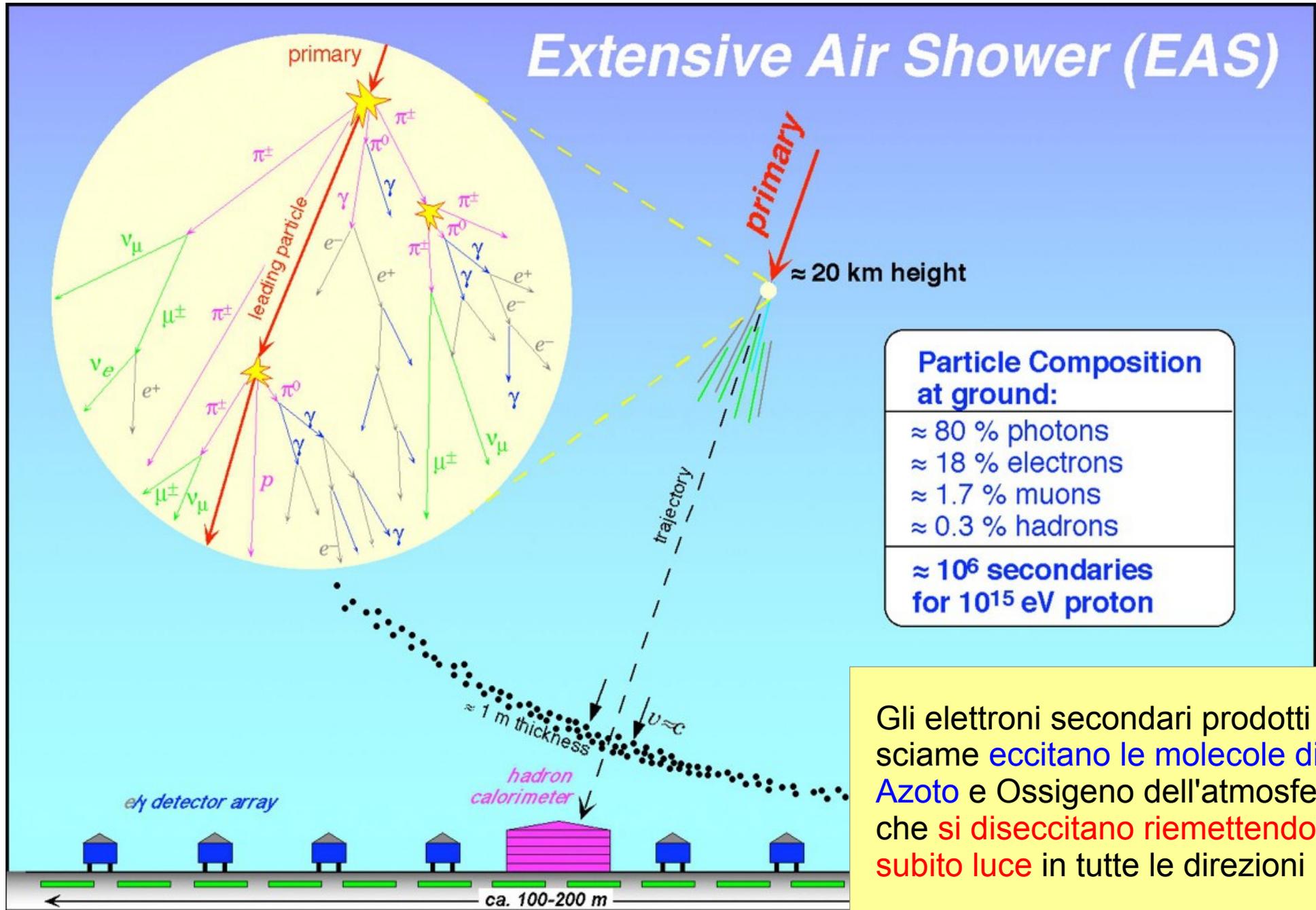
1600 rivelatori su un'area di 3000 km²

In ogni rivelatore:

- 12 tonnellate di acqua
- 3 fotomoltiplicatori
- un pannello solare+batterie
- un antenna GPS



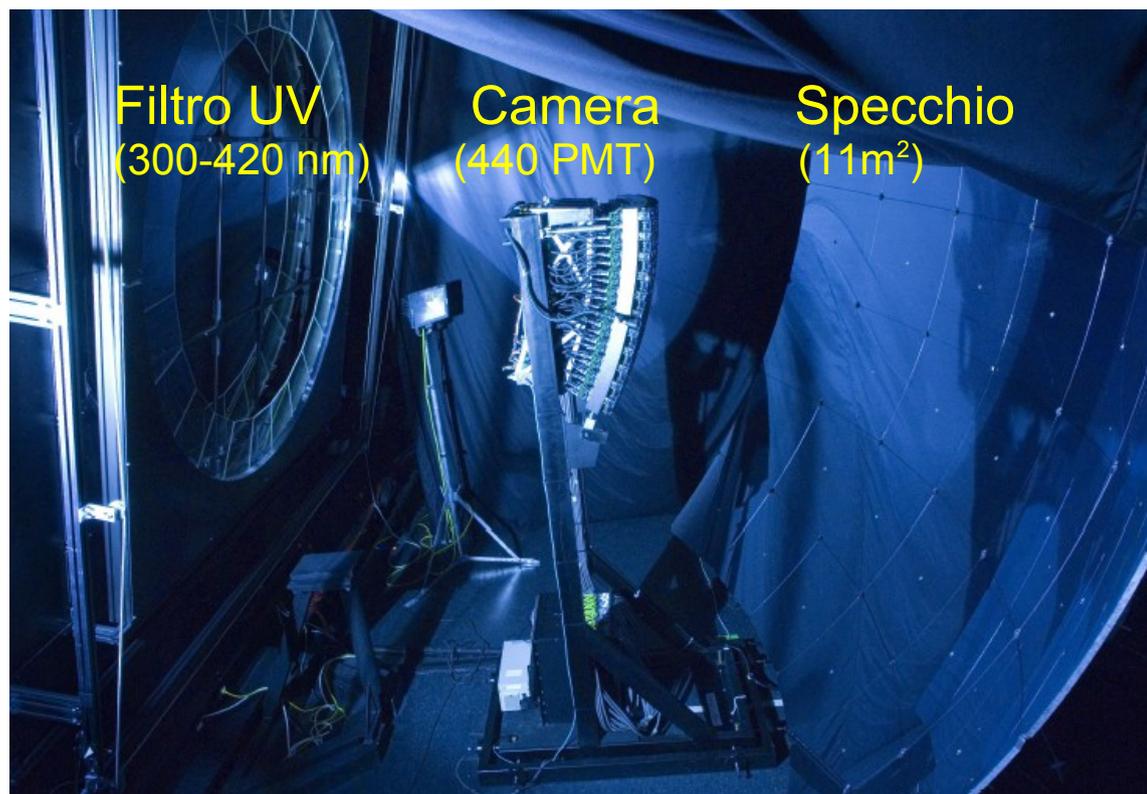
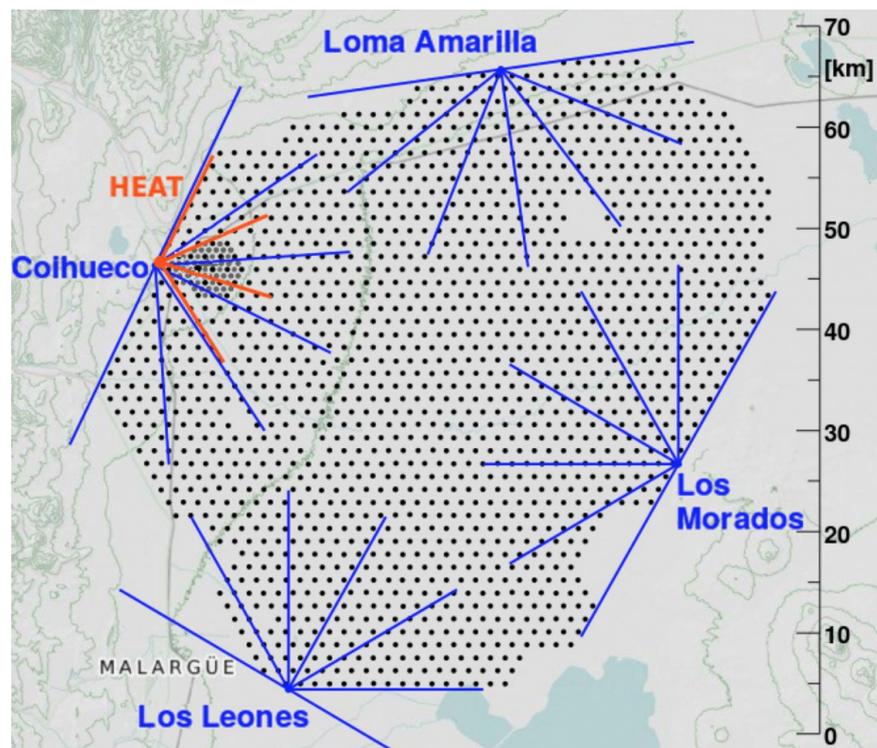
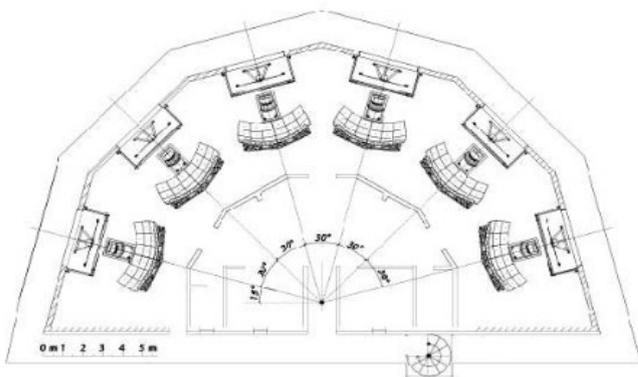
Fluorescenza atmosferica



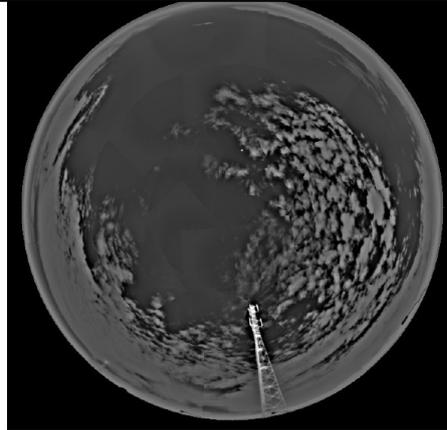
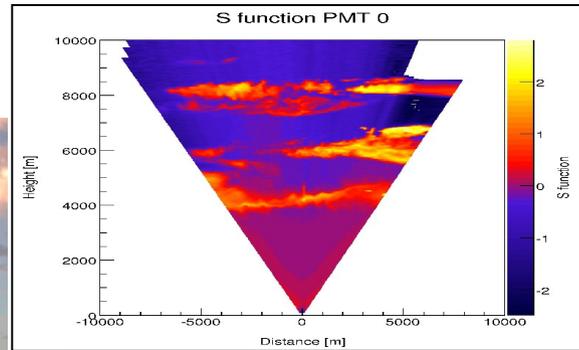
Gli elettroni secondari prodotti nello sciame eccitano le molecole di Azoto e Ossigeno dell'atmosfera che si diseccitano riemettendo subito luce in tutte le direzioni

Rivelatori di Fluorescenza

26.4 GigaTonnellate di atmosfera come rivelatore!
24 telecamere da 10 Milioni di fotogrammi al secondo !!!



Sistemi di Monitoraggio Atmosferico



Le proprietà ottiche dell'atmosfera cambiano continuamente

Molecular Measurements

- Weather Stations
- Radiosonde

Aerosol Measurements

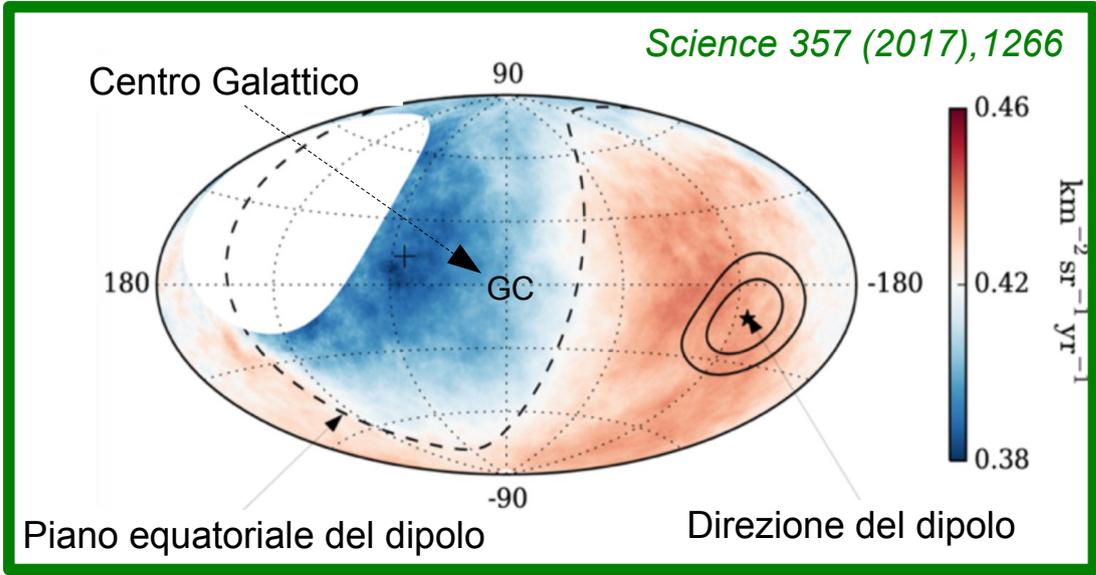
- Central Laser Facilities (CLF, XLF)
- LIDARs
- Photometric Robotic Telescope (FRAM)

Cloud Measurements

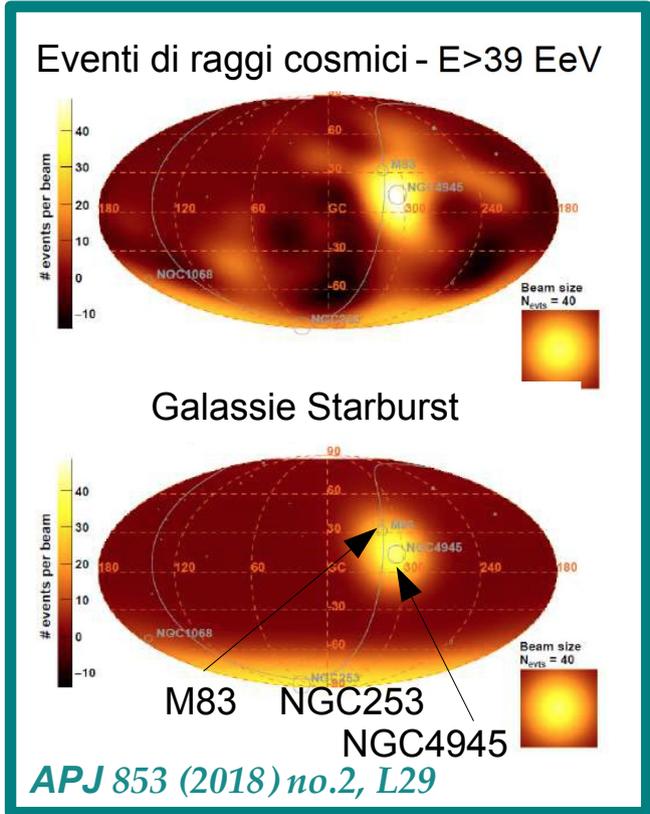
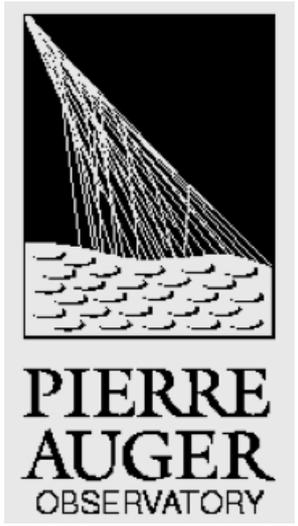
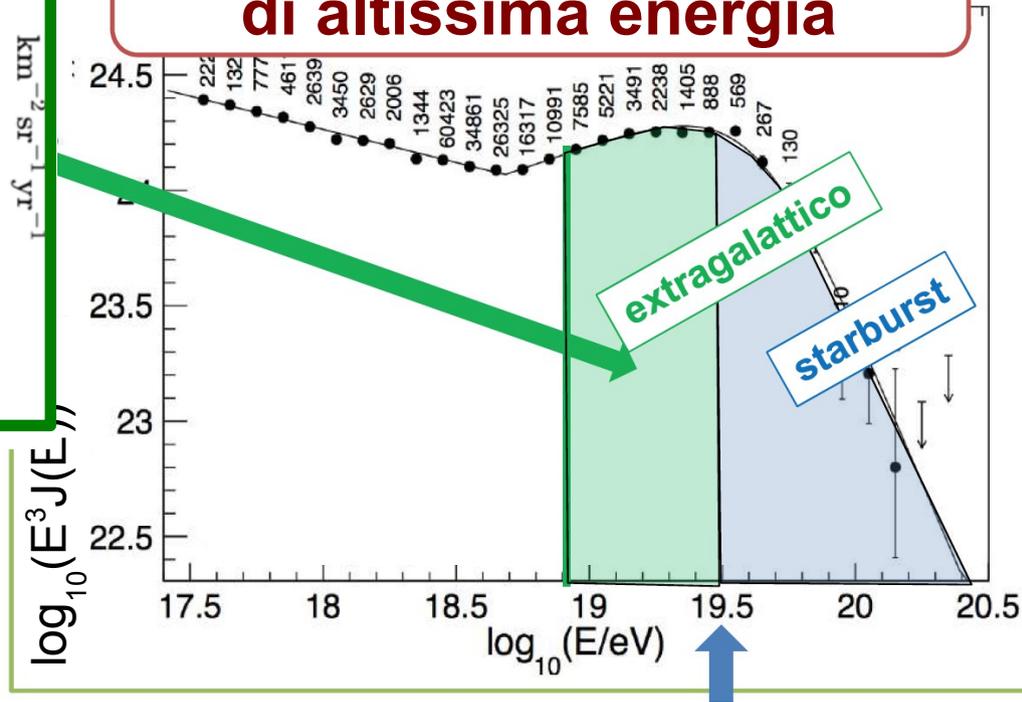
- LIDARs
- IR Cloud Cameras

Recenti risultati sull'origine e lo spettro

Direzioni di arrivo dei cosmici sopra 8 EeV



Spettro dei raggi cosmici di altissima energia



Eccesso (3.9σ) di raggi cosmici sopra 39 EeV dalle galassie Starburst (alta produzione di stelle giovani)

APJ 853 (2018) no.2, L29

Galassie Starburst

Sculptor galaxy (NGC 253)

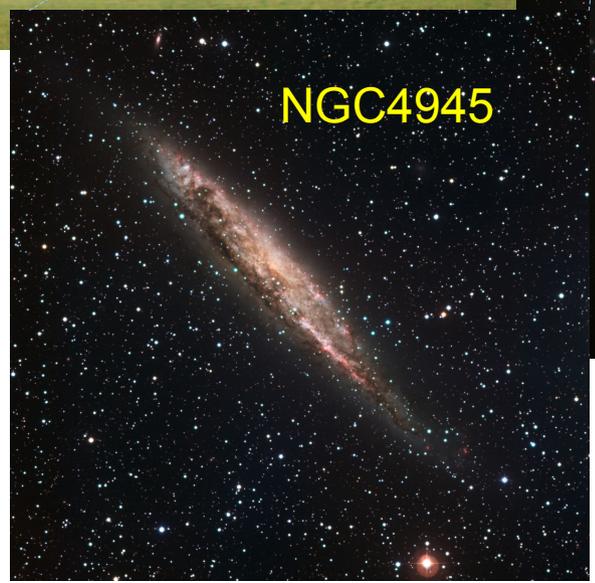
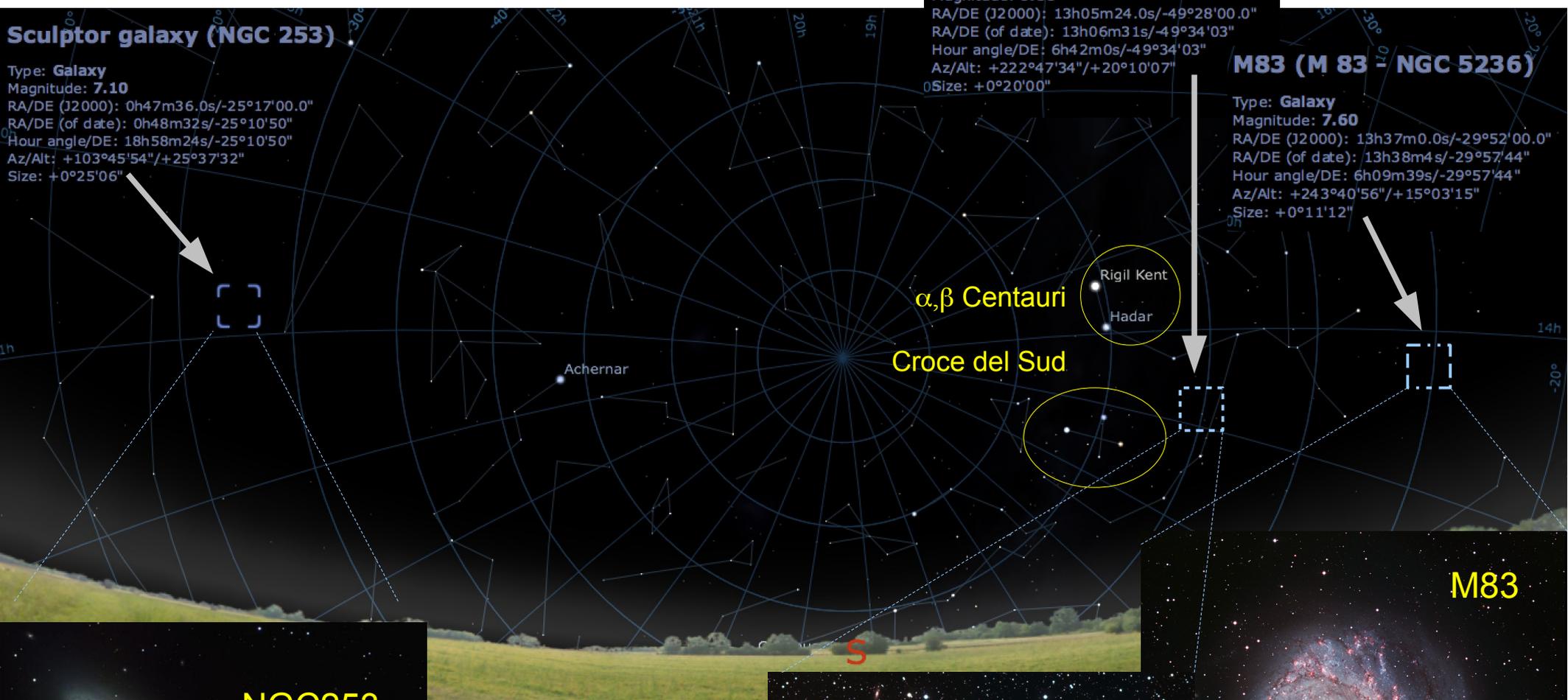
Type: **Galaxy**
Magnitude: **7.10**
RA/DE (J2000): 0h47m36.0s/-25°17'00.0"
RA/DE (of date): 0h48m32s/-25°10'50"
Hour angle/DE: 18h58m24s/-25°10'50"
Az/Alt: +103°45'54"/+25°37'32"
Size: +0°25'06"

NGC 4945

Type: **Galaxy**
Magnitude: **9.00**
RA/DE (J2000): 13h05m24.0s/-49°28'00.0"
RA/DE (of date): 13h06m31s/-49°34'03"
Hour angle/DE: 6h42m0s/-49°34'03"
Az/Alt: +222°47'34"/+20°10'07"
Size: +0°20'00"

M83 (M 83 - NGC 5236)

Type: **Galaxy**
Magnitude: **7.60**
RA/DE (J2000): 13h37m0.0s/-29°52'00.0"
RA/DE (of date): 13h38m4s/-29°57'44"
Hour angle/DE: 6h09m39s/-29°57'44"
Az/Alt: +243°40'56"/+15°03'15"
Size: +0°11'12"



AugerPrime: The upgrade of the Observatory



Elettronica + veloce



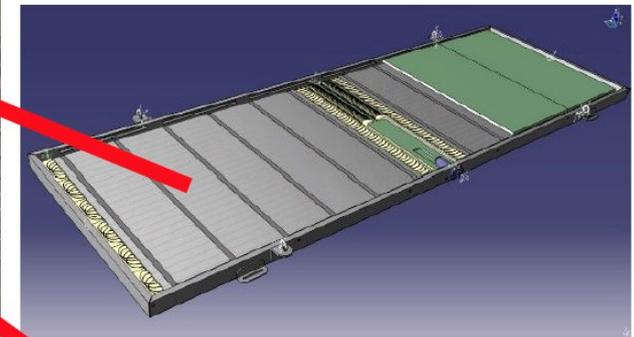
Preso dati anche con luna piena



Estensione della vita dell'esperimento fino al 2024



Rivelazione di cosmici in banda radio



Nuovi Rivelatori a scintillazione

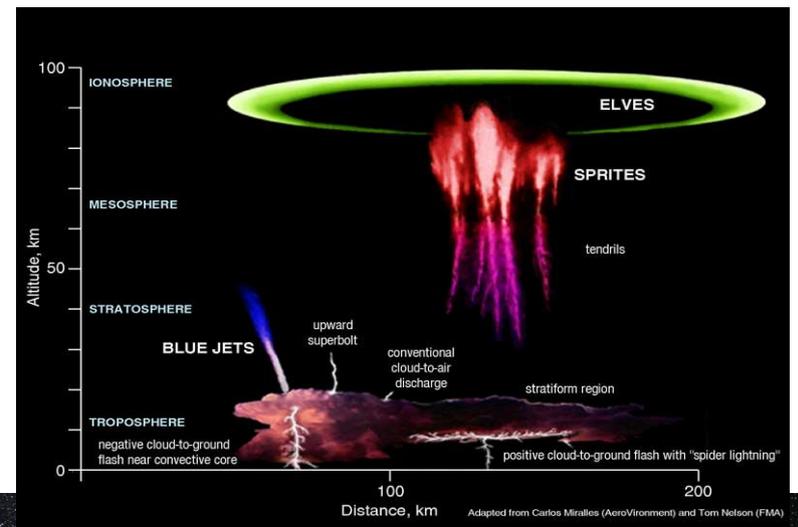
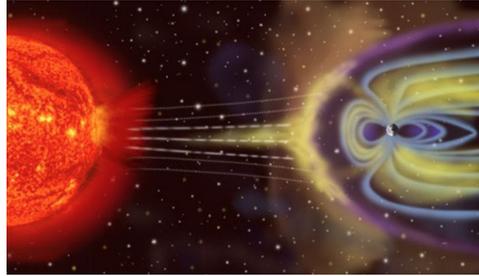


Mini PMT per segnali grandi

Maggiore sensibilità alla composizione
Maggiore sensibilità a fotoni e neutrini
Astronomia multimessaggero

Ma AUGER é molto di più....

- fisica dell'atmosfera
- fisica della ionosfera
- fisica solare



Torino in AUGER : A.Castellina, M.Aglietta, M.Bertaina, R.Mussa

Venite a visitarci al sito: <http://www.auger.org>