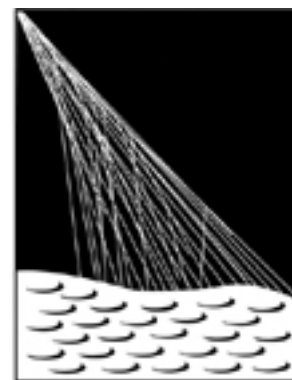


L'Osservatorio Pierre Auger

La fisica dei Raggi Cosmici di Ultra Alta Energia

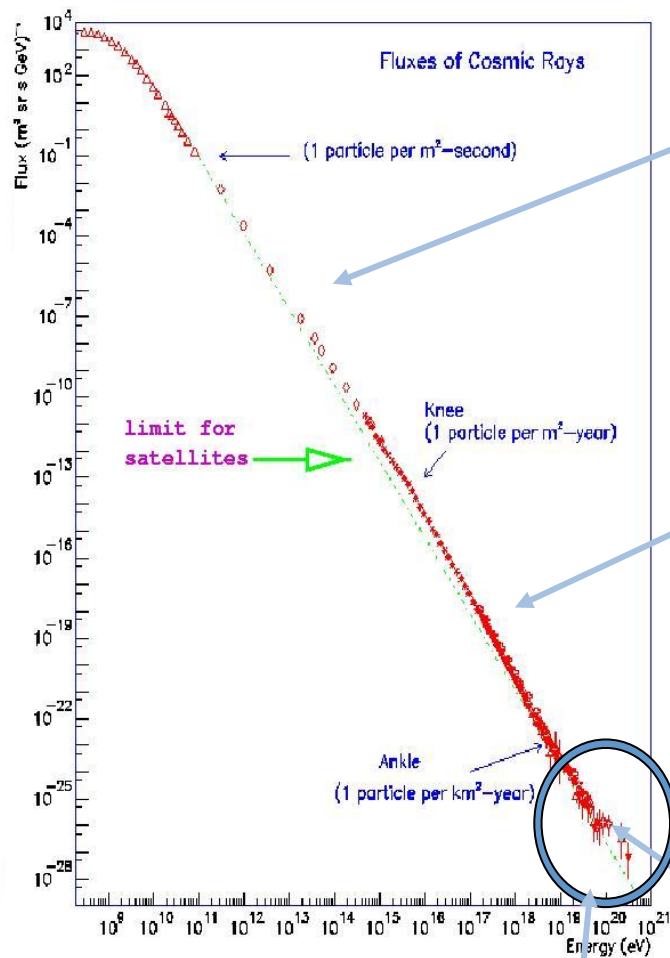
Lino Miramonti
U-NIMI e INFN Milano

Consiglio di Sezione INFN
Milano – 2 Luglio 2012



PIERRE
AUGER
OBSERVATORY

Spettro dei Raggi Cosmici $\approx E^{-3}$



Rivelazione Diretta:

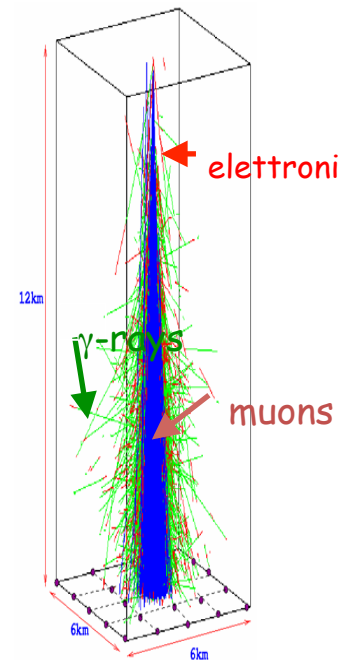
Tramite rivelatori posizionati su Satellite o Palloni.

Rivelazione Indiretta:

Si studiano gli **sciami** prodotti dall'interazione dei RC primari con l'atmosfera (**EAS**).

Raggi Cosmici di Ultra Alta Energia

1 particella per km² per secolo!



Tra le tecniche di rivelazione degli EAS:

- Campionamento al suolo con rivelatori di superficie quali scintillatori o contatori cherenkov (Es. AGASA)

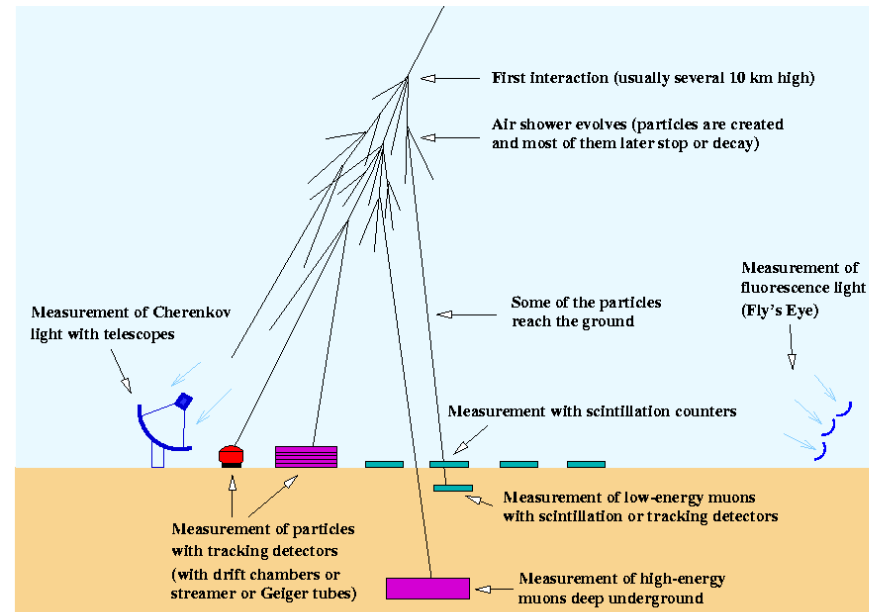
Pro: Grande statistica

Contro: Dipende fortemente dalle simulazioni

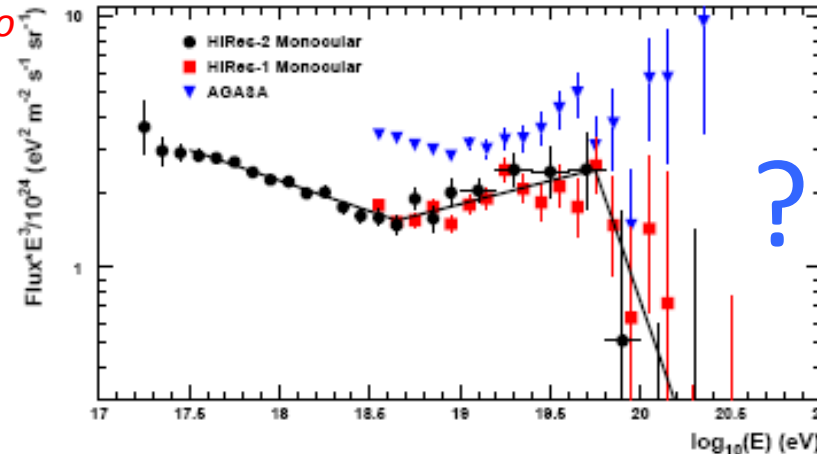
- Rivelazione della luce di fluorescenza prodotta dall'interazione delle particelle cariche con l' N_2 (Es. HiRes)

Pro: Meno modello dipendente

Contro: Duty cycle molto basso



(C) 1999 K. Bernlöhr



Prima dell'entrata in funzione di Auger:

Esiste la soppressione dovuta all'interazione degli UHECR con il Fondo Cosmico di Microonde? Taglio GZK (**G**reisen **Z**atsepin **K**uzmin)

OPEN QUESTIONS:

- Quali sono i **meccanismi di accelerazione**?
- Quali sono le loro **sorgenti**?
- Quale è la loro **composizione**?

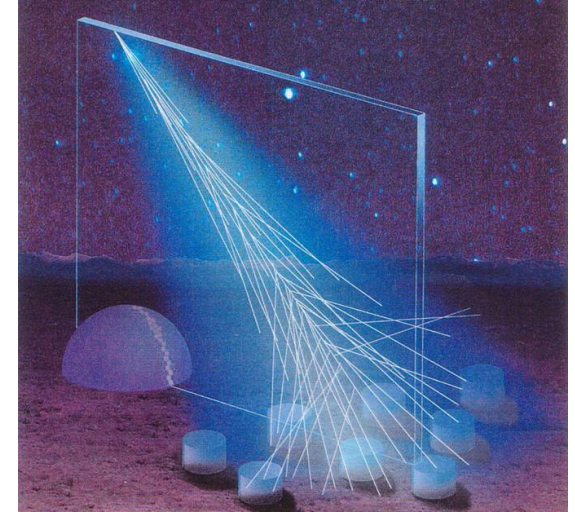
Auger: Rivelatore Ibrido 3000 km²:

Rivelatore di Superficie (SD)

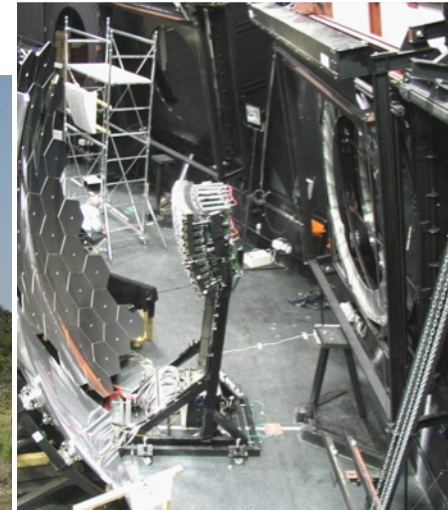
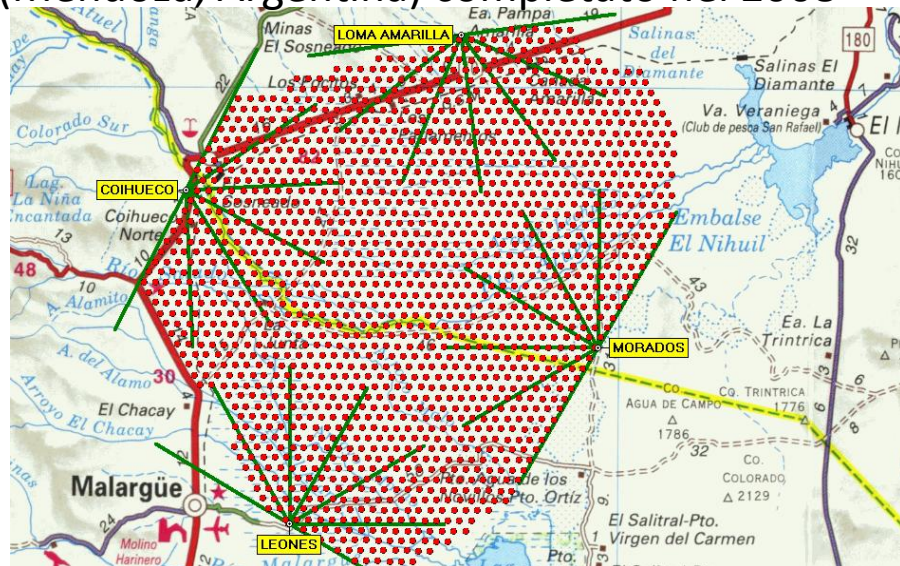
1600 taniche cherenkov (griglia triangolare di 1.5 km)

Rivelatore di Fluorescenza (FD)

6x4 telescopi con campo visivo di 30x30 gradi.














(Mendoza, Argentina) completato nel 2008



Risultati principali:

- **Conferma** della soppressione **GZK**: interazione dei raggi cosmici con il CMB
- **Anisotropia** dei raggi cosmici a ultra alta energia: nascita di una Astronomia a 10^{19} eV
- **Spettro** energetico, neutrino limit, photon limit (modelli top-down sfavoriti)

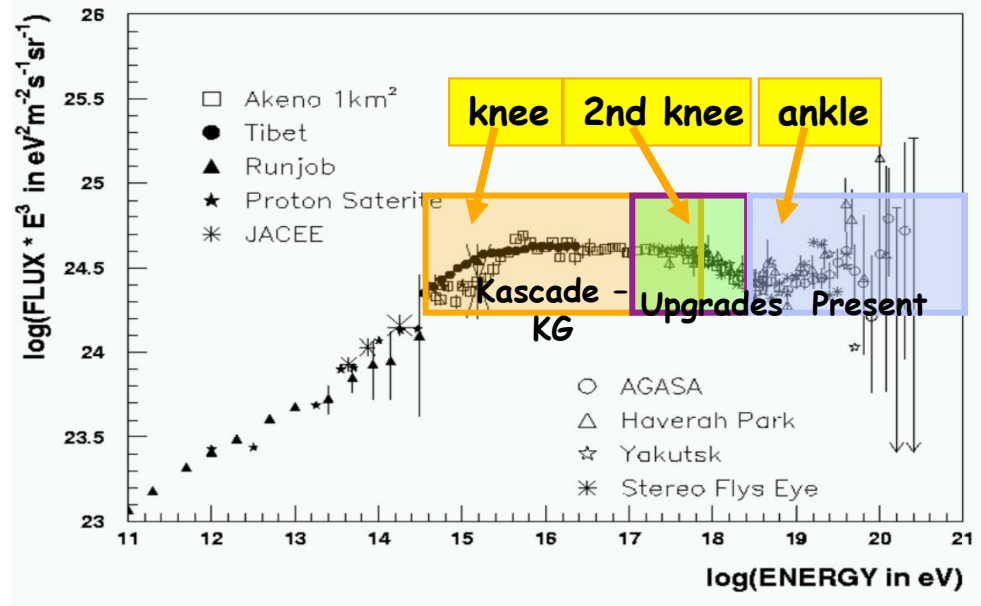
Publicazioni 2011-12

The exposure of the hybrid detector of the Pierre Auger Observatory	<i>Astroparticle Physics</i> , 34, (2011), 368-381	
The Pierre Auger Observatory scaler mode for the study of solar activity modulation of galactic cosmic rays	<i>Journal of Instrumentation (JINST)</i> 6 (2011) P01003	
Search for First Harmonic Modulation in the Right Ascension Distribution of Cosmic Rays Detected at the Pierre Auger Observatory	<i>Astroparticle Physics</i> , 34, (2011), 627-639	
Advanced functionality for radio analysis in the Offline software framework of the Pierre Auger Observatory	<i>NIM A</i> 635 (2011) 92-102	
Anisotropy and chemical composition of ultra-high energy cosmic rays using arrival directions measured by the Pierre Auger Observatory	<i>Journal of Cosmology and Astroparticle Physics (JCAP)</i> 06 (2011) 022	
The Lateral Trigger Probability function for UHE Cosmic Rays Showers detected by the Pierre Auger Observatory	<i>Astroparticle Physics</i> , 35, (2011), 266-276	
Search for ultrahigh energy neutrinos in highly inclined events at the Pierre Auger Observatory	<i>Physical Review D</i> 84 (2011), 122005	
The effect of the geomagnetic field on cosmic ray energy estimates and large scale anisotropy searches on data from the Pierre Auger Observatory	<i>Journal of Cosmology and Astroparticle Physics (JCAP)</i> 11 (2011) 022	
Search for signatures of magnetically-induced alignment in the arrival directions measured by the Pierre Auger Observatory	<i>Astroparticle Physics</i> , 35, (2012), 354-361	
Description of Atmospheric Conditions at the Pierre Auger Observatory using the Global Data Assimilation System (GDAS)	<i>Astroparticle Physics</i> , 35, (2012), 591-607	
A search for anisotropy of UHECRs detected at the Pierre Auger Observatory	<i>Journal of Cosmology and Astroparticle Physics (JCAP)</i> 04 (2012) 040	

Enhancements at Malargue

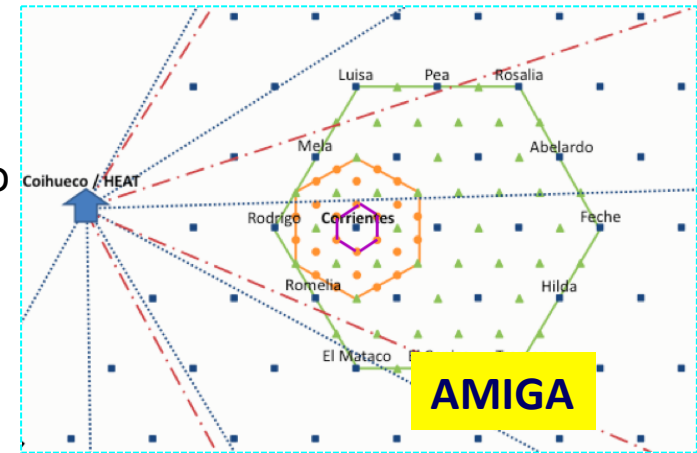
Il rivelatore di superficie è pienamente efficiente sopra i 3 EeV

Si vuole **estendere lo studio dello spettro abbassando la soglia di rivelazione** di una decade (i.e. $3 \cdot 10^{17}$ eV).
Permettendo di conseguenza lo studio del 2^a ginocchio (se esiste).



AMIGA: Auger Muon and Infill Ground Array

Una sessantina di taniche con spaziatura di 750 m (esagono di 22.4 km²) equipaggiate con contatori di muoni interrati)



HEAT: High Elevation Auger Telescopes

3 rivelatori di fluorescenza con FOV da 30° a 60°

Gruppo Auger Milano 2012

<http://www.mi.infn.it/auger/>

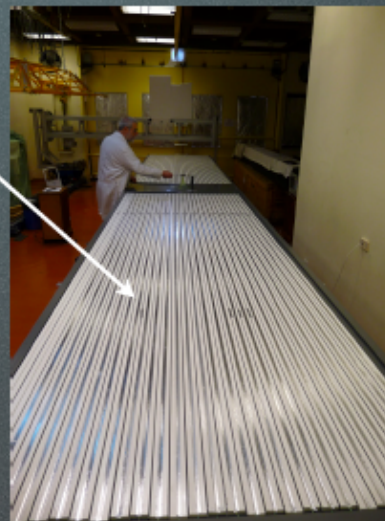
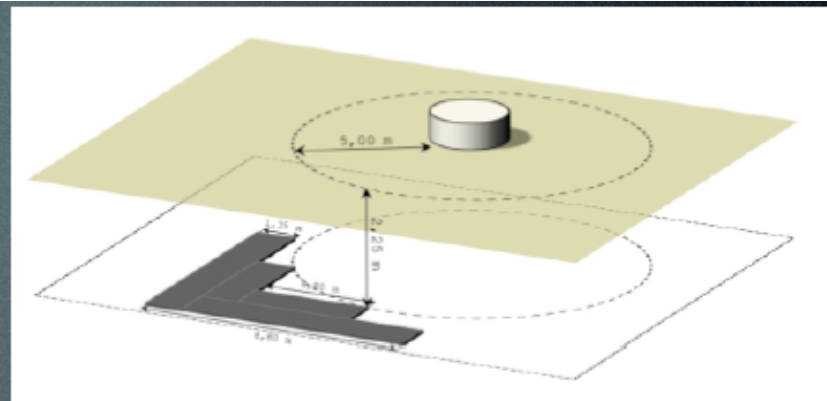
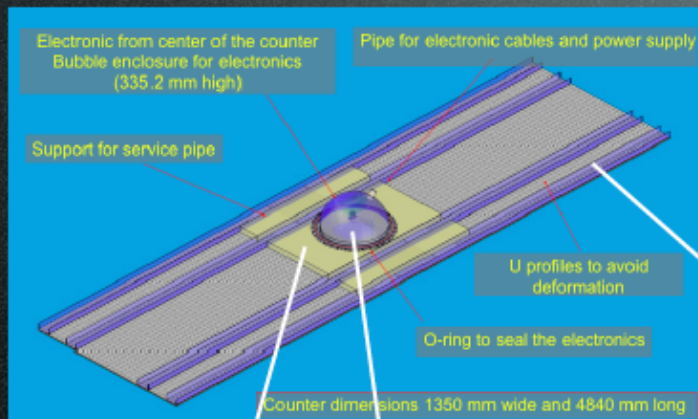
- Lino Miramonti (Ric Univ) (FTE 60%)
- Barbara Caccianiga (Ric INFN) (FTE 60%)
- Viviana Scherini (Assegno Ric UNIMI) (FTE 100%)
- Hugo Rivera (Dottorando) (FTE 100%)
- Laura Collica (Dottoranda) (FTE 100%)
- Mariangela Longhi (Ric Univ) (FTE 30%)

FTE=4.5

Attività del Gruppo di Milano

- Analisi dati INFILL (*H.Rivera, V.Scherini, B.Caccianiga, M.Giammarchi, L.Miramonti*)
- Analisi fotoni (*V.Scherini*)
- Sviluppo dei contatori di muoni per AMIGA (*B.Caccianiga, L.Collica, L.Miramonti*)
- Analisi contenuto muonico negli sciami (*L.Collica, B.Caccianiga, V.Scherini, L.Miramonti*)
- Monitoraggio stabilità acqua delle stazioni SD di Malargue (*M.Giammarchi, M.Longhi*)

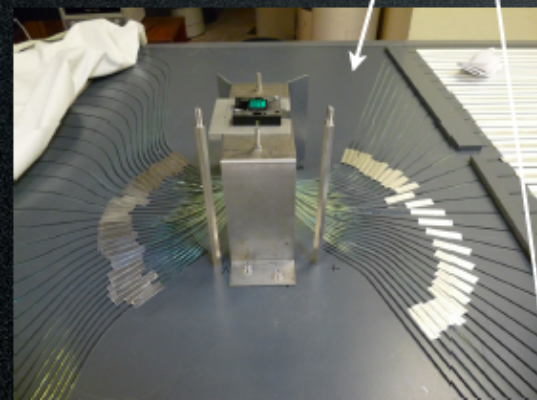
I contatori di muoni di AMIGA



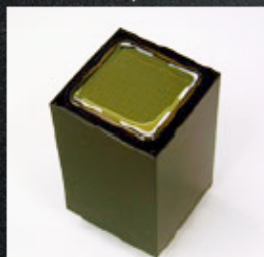
Scintillatore:

64 strip di 4 m (2 m)
x 4.1 x 1.0 cm
32 per parte rispetto
al dome centrale con
il PMT

polistirene estruso
DOW Styron 663W



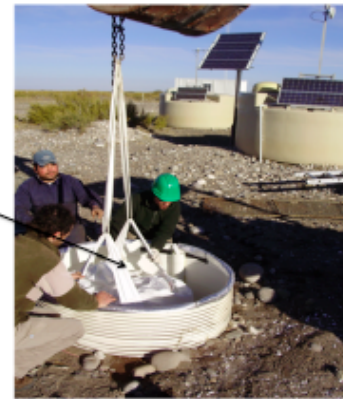
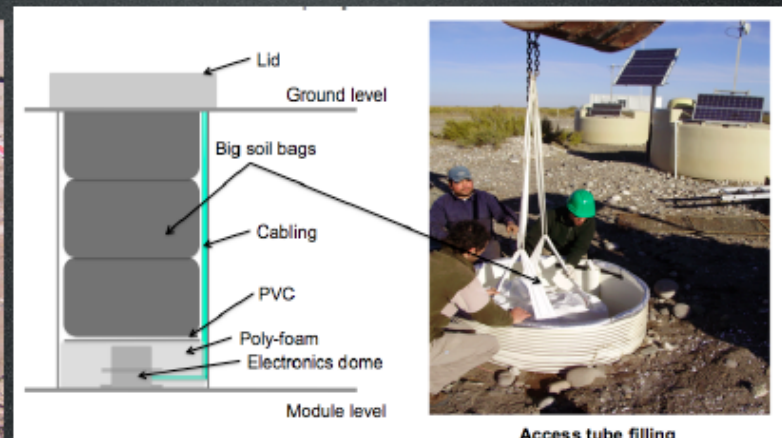
Fibre ottiche: 64 fibre di 4 m (2 m)
BCF-92 St.Gobain



PMT: multipixel Hamamatsu H8804-200MOD

Trasporti

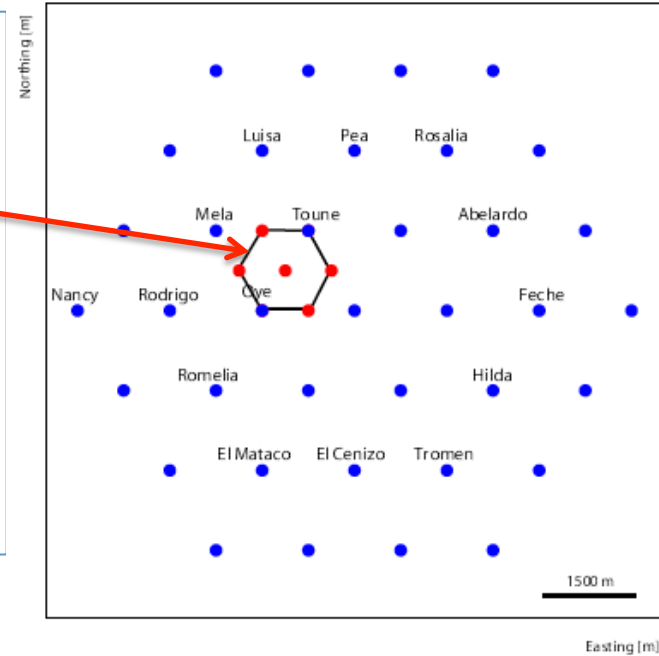
trasporto da Buenos Aires a Malargue
responsibilita' di ITeDa



Impegno Gruppo Milano in AMIGA (in collaborazione con il Gruppo Torino)

2012 - 2013 – Il gruppo di Milano sta partecipando alla fase di costruzione della Cella Unitaria composta da 7 Muon Detectors:

- Costruzione di un modulo da testare con RC e da calibrare con sorgente radioattiva per verificare le performances.
- Costruzione di 2 moduli da 30 m² (ciascuno 2 da 10 m² + 2 da 5 m²)
- Test in campo dei 2 moduli (prima metà 2013)



Easting [m]

Previsione preliminare di Spesa 2013

Missioni interne Riunioni di Collaborazioni e lavori AMIGA Torino	7 kEuro
Missioni estere Riunione Auger sull'analisi dati 12 kE Turno di presa dati a Malargue 6 kE Riunioni di collaborazione a Malargue 16 kE	34 kEuro
Consumi Colla ottica più colle varie per il progetto AMIGA	1 kEuro
Inventario Fibra ottica per AMIGA Unit.Cell	3 kEuro

Tesi Laurea Triennale e Magistrale e Tesi di Dottorato

- Lorenzo Caccianiga “Studio delle direzioni di arrivo e delle sorgenti dei raggi cosmici di energia estrema con i dati dell’osservatorio Pierre Auger” (Tesi Laurea Triennale - 2010).
- Federico Maria Guarcilena “Studio di correlazione fra raggi cosmici nella regione dell'EeV e sorgenti galattiche con i dati dell'osservatorio Pierre Auger” (Tesi Laurea Triennale - 2010).
- Hugo Marcelo Rivera Bretel “Cosmic Rays studies at energies starting from 10^{17} eV using the Pierre Auger Observatory INFILL Array” (PhD thesis in preparazione – difesa prevista 2012).
- Laura Collica “Composition study of Ultra-High Energy Cosmic Rays with the Pierre Auger Observatory” (PhD thesis in preparazione – difesa prevista 2014).
- Lorenzo Caccianiga “Detection of Ultra-High Energy Cosmic rays and search for their astrophysical sources with the Pierre Auger Observatory” (Tesi Laurea Magistrale – 2012)