

AugerPrime: il potenziamento dell'Osservatorio Pierre Auger

Mario Buscemi

Pierre Auger Collaboration

Università degli Studi di Catania – Dipartimento di Fisica e Astronomia

INFN Sezione di Catania

IFAE 2016 - Genova, 31 - 03 -2016



UNIVERSITÀ
degli STUDI
di CATANIA

AugerPrime:

il potenziamento dell'Osservatorio Pierre Auger

Chi siete?

- L'Osservatorio Pierre Auger

Cosa cercate?

- Raggi cosmici di energia estrema

Dove andate?

- AugerPrime



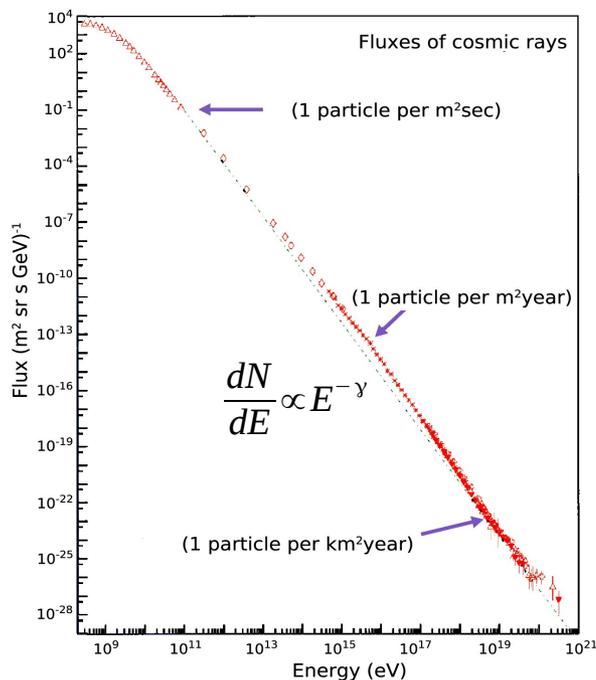
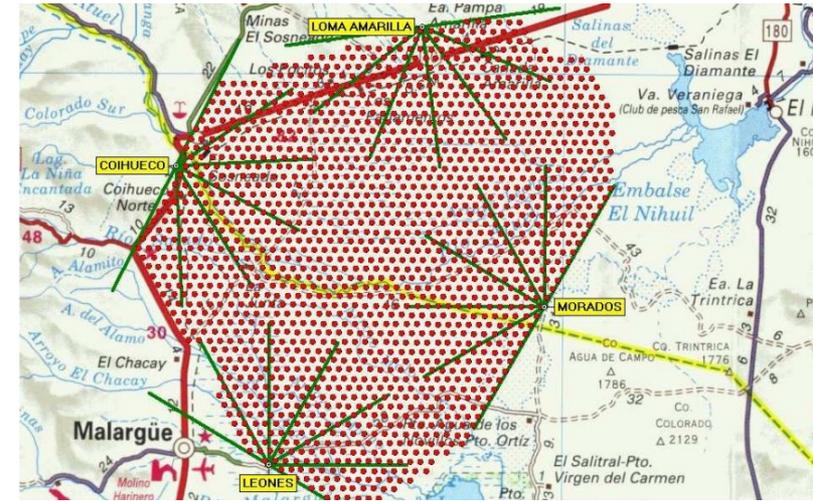
L'Osservatorio Pierre Auger: Raggi cosmici di energia estrema (UHECRs)

Il più grande osservatorio di raggi cosmici del mondo

Situato vicino la città di Malargüe

Copre un'area di **3000 km²** nella Pampa argentina

Inizio presa dati 2004





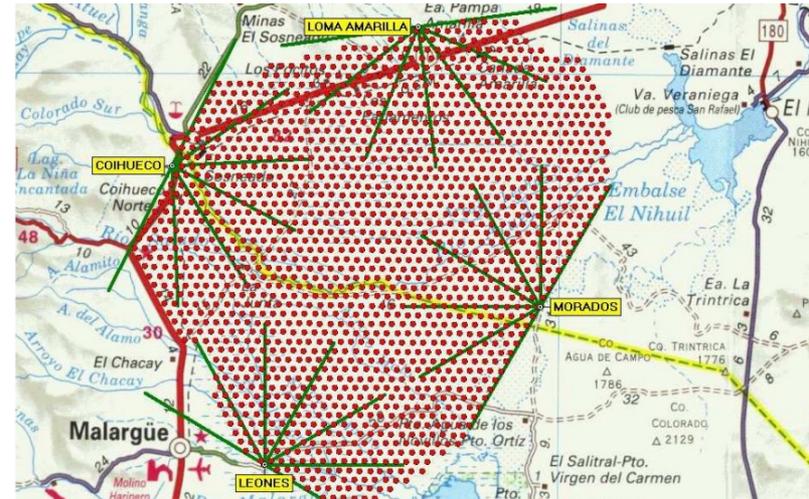
L'Osservatorio Pierre Auger: Raggi cosmici di energia estrema (UHECRs)

Il più grande osservatorio di raggi cosmici del mondo

Situato vicino la città di Malargüe

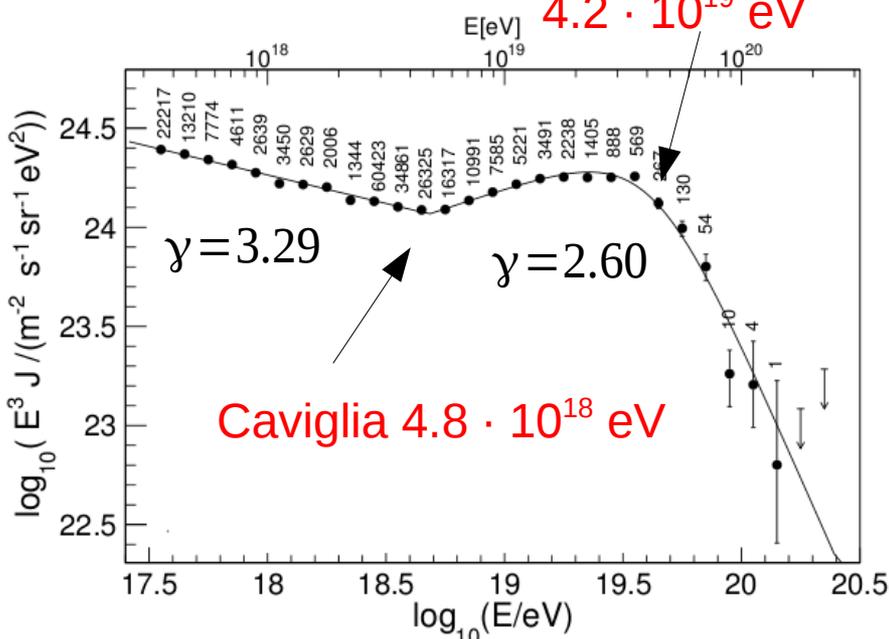
Copre un'area di **3000 km²** nella Pampa argentina

Inizio presa dati 2004



Soppressione del flusso

$4.2 \cdot 10^{19}$ eV



Soppressione del flusso a circa $5 \cdot 10^{19}$ eV è confermata senza dubbio

Upper limit nel flusso di fotoni e neutrini indicano che i processi "top-down" sono sfavoriti

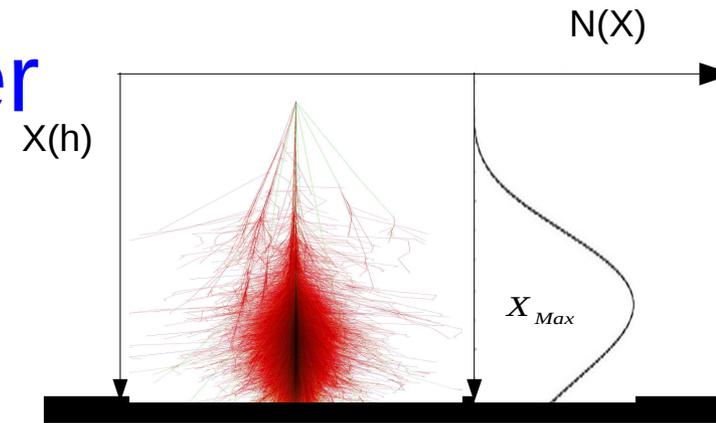
Sezione d'urto p-p @57 TeV c.m.s

Inés Valiño for the Pierre Auger Collaboration

The flux of ultra-high energy cosmic rays after ten years of operation of The Pierre Auger Observatory - ICRC 2015 arXiv:1509.03732v1

L'Osservatorio Pierre Auger

“Rivelatore ibrido”



Rivelatore di Superficie

SD: 1660 rivelatori Cherenkov ad acqua distribuite su di un'area di 3000 km²



Duty cycle 100%



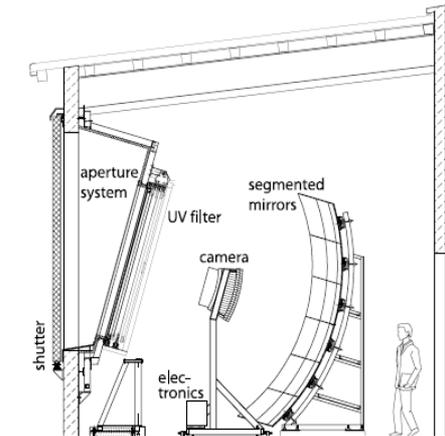
Misura “indiretta” dell'energia
Calibrazione SD/FD



Scarsa sensibilità alla composizione in massa

Rivelatore di Fluorescenza

FD: 24 telescopi posizionati in 4 siti
20x22 = 440 PMT/camera



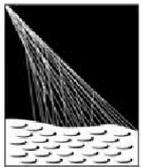
Duty cycle 15%



Misura diretta “quasi-calorimetrica” dell'energia



Composizione in massa da X_{max}

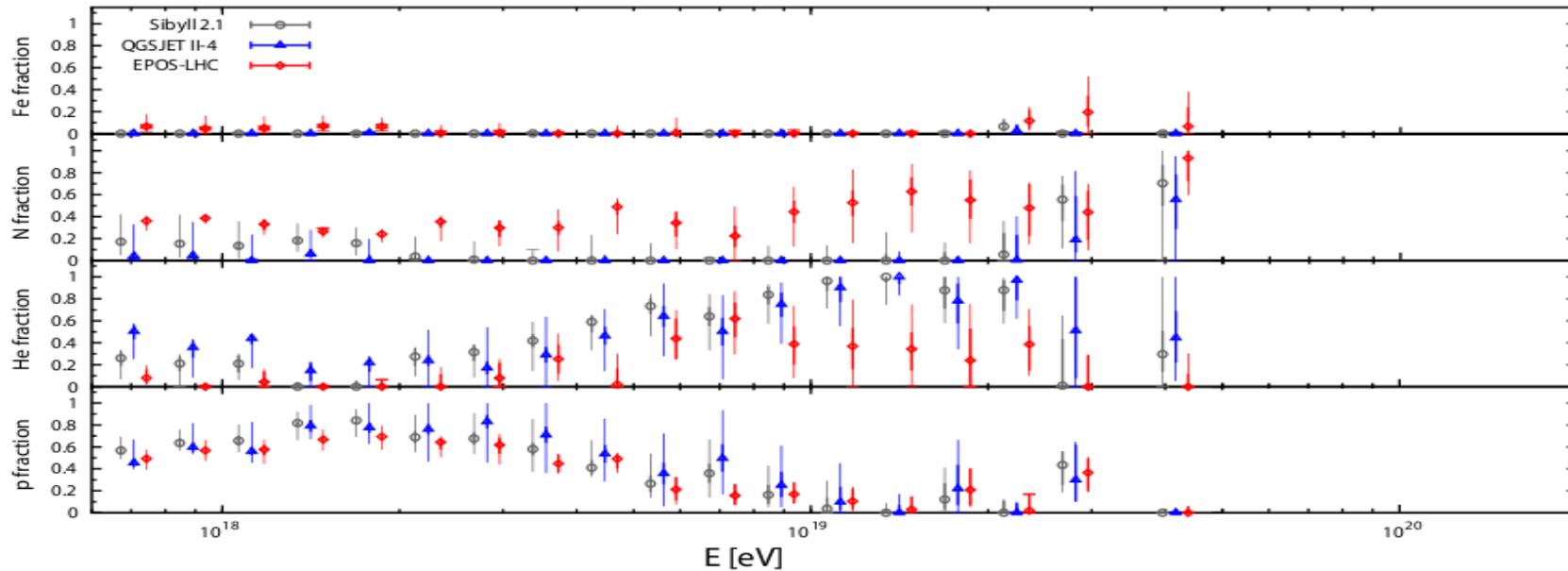


PIERRE
AUGER
OBSERVATORY

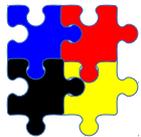
AugerPrime – Perché?

Perché continuare a studiare gli UHECRs?

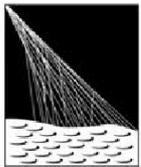
Pierre Auger Collaboration, Phys. Rev. D90 no. 12, (2014) 122006



-  Composizione in massa alle più alte energie
-  Origine del “Cut-off”: GZK vs Massima energia delle sorgente
-  Stima del contributo di protoni --> Astronomia con protoni?
-  “Nuova” fisica delle interazioni adroniche?

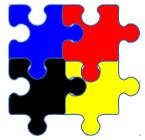


Miglioramento delle capacità di identificazione della componente in massa del primario evento per evento del Rivelatore di Superficie

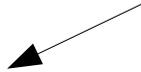


PIERRE
AUGER
OBSERVATORY

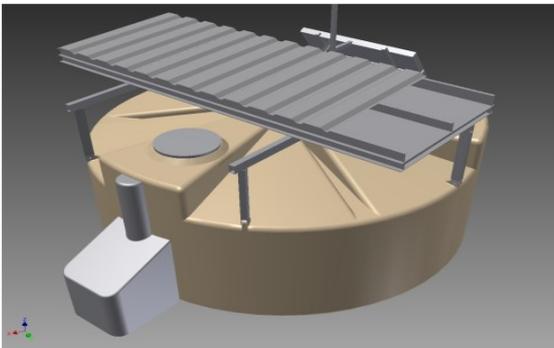
AugerPrime – Il progetto



Miglioramento delle capacità di identificazione della componente in massa del primario del rivelatore di superficie



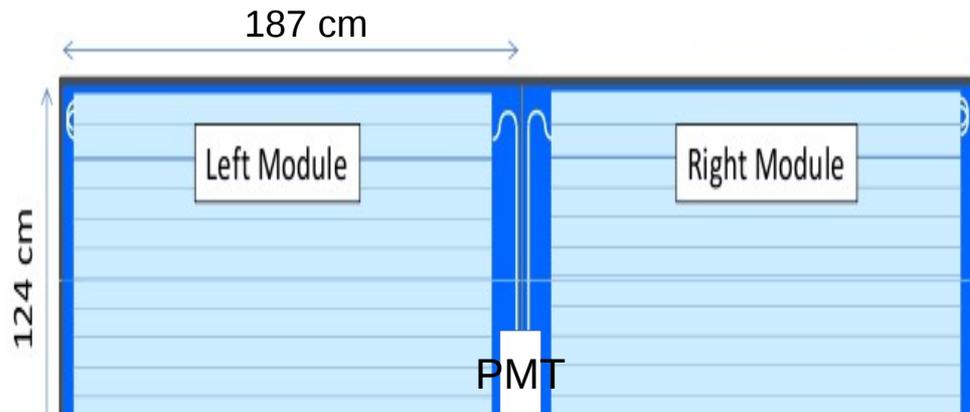
**Nuovo rivelatore
SSD - Surface Scintillator Detector**



Potenziamento delle stazioni SD

Nuova elettronica
per aumentare la qualità dei dati
(campionamento più veloce,
migliore accuratezza nel timing)

Nuovo PMT da 1"
In aggiunta ai tre da 9" per
estendere il range dinamico
(ridurre eventi saturati ad
energie superiori a 10^{19} eV
nelle stazioni più vicine al core
dello sciame)



Attività a Catania: Test PMT

Gruppi Auger Catania e Napoli



Dark Box KM3NeT@Napoli
Test di fino a 64 PMT
contemporaneamente

Caratterizzazione -> GUADAGNO
LINEARITÀ

800 Hamamatsu R8619 1" PMT
400 Hamamatsu R9420 1.5" PMT

- Nuova elettronica di acquisizione
- Nuovo sistema di misura
- Nuova sorgente di luce

AugerPrime – Tabella di marcia

Maggio 2016: spedizione dei rivelatori

Settembre 2016: “Engineering array” con 12 stazioni complete

Novembre 2016: Primi risultati

2017: Installazione SSD sull'intero array

Presi dati fino al 2025

Raddoppio della statistica con il vantaggio che ciascun evento conterrà informazioni sulla composizione in massa del primario

AugerPrime: il potenziamento dell'Osservatorio Pierre Auger

Mario Buscemi

Pierre Auger Collaboration

Università degli Studi di Catania – Dipartimento di Fisica e Astronomia

INFN Sezione di Catania

IFAE 2016 - Genova, 31 - 03 -2016



**UNIVERSITÀ
degli STUDI
di CATANIA**

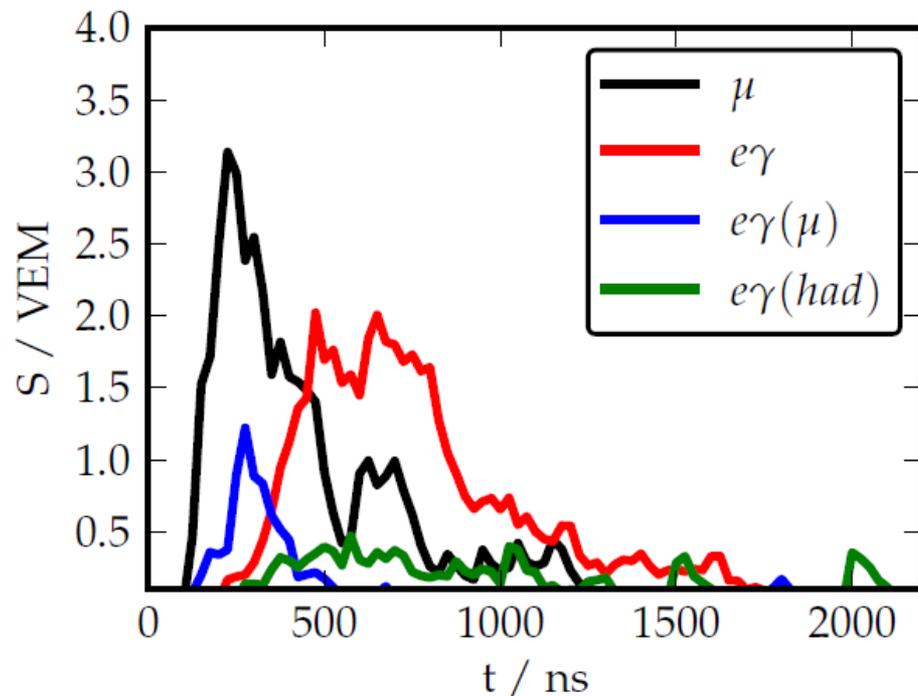
Backup

AugerPrime: Tecniche di analisi

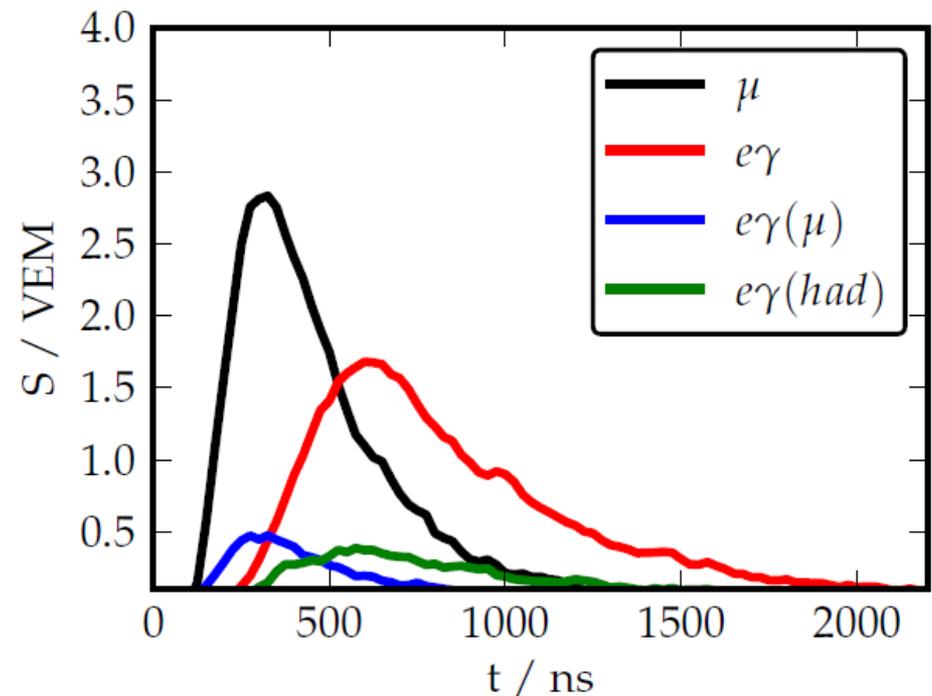
Metodo dell' "Universalità"

Caratteristiche degli sciami al livello del suolo dipendono solo da E , X_{\max} e N_{μ}

Parametri possono essere ricavati dal segnale integrato e dalla sua struttura temporale in ciascun rivelatore evento per evento



(a) Individual component traces

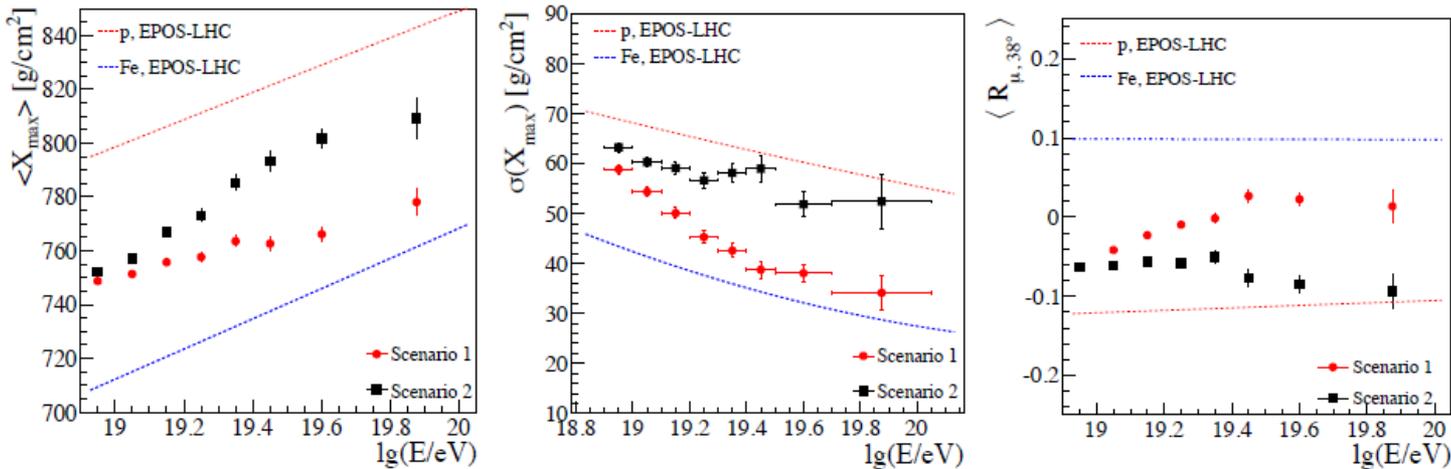
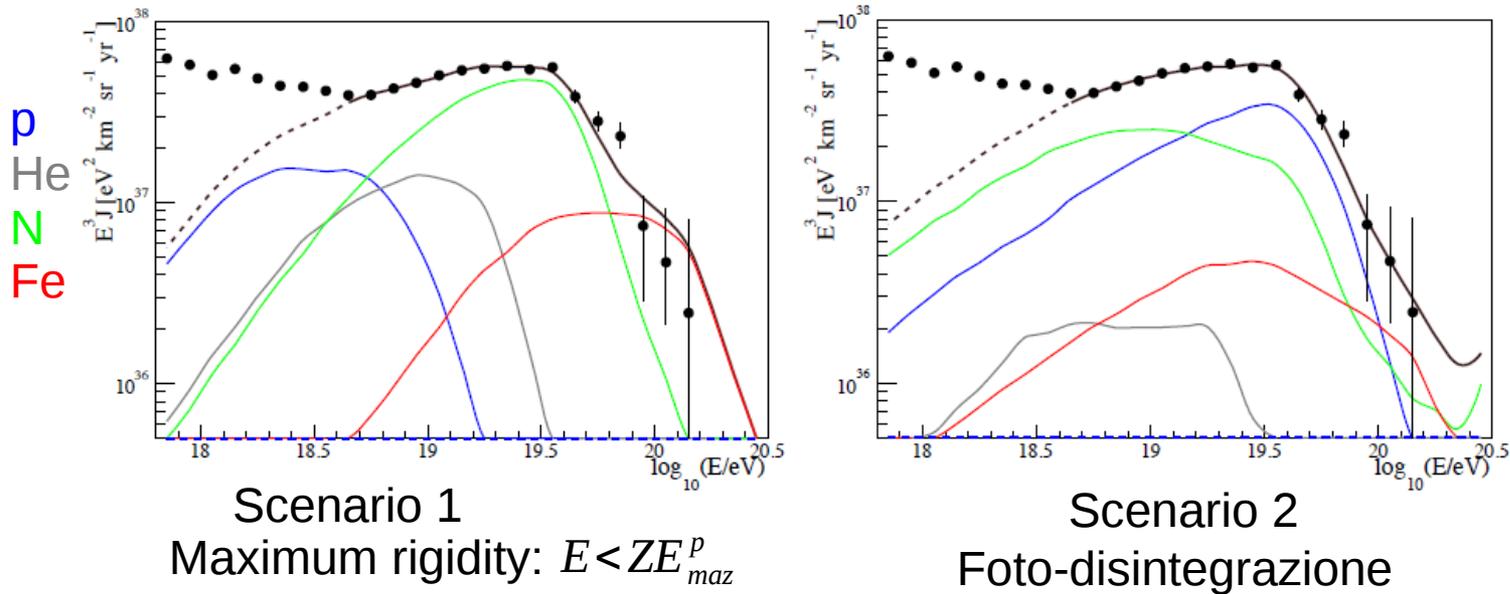


(b) Average traces in one DX bin

Figure 2.19: Time dependence of the signal of the different universality components in the Auger surface detectors for proton showers of $10^{19.5}$ eV simulated with QGSJet II-03.

AugerPrime: Potenzialità

Potenzialità dell'upgrade dipendono dalla composizione in massa nella regione di soppressione dello spettro



Ralph Engel for the Pierre Auger Collaboration

Upgrade of the Pierre Auger Observatory (AugerPrime)

ICRC 2015 - arXiv:1509.03732v1

Range Dinamico SD

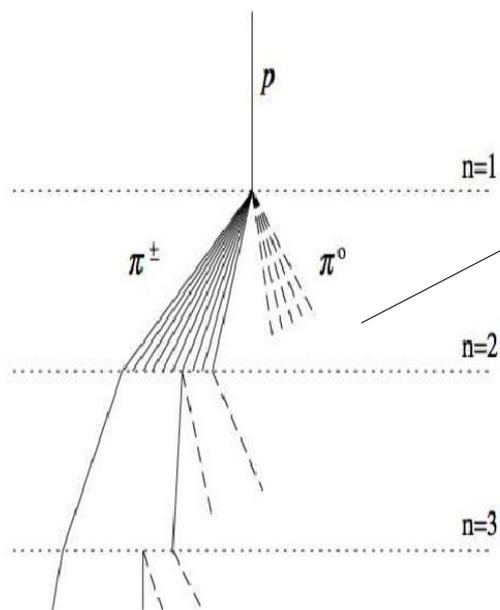
Range	Intent	Dynamic Range																												
bits		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22							
LowGain	VEM	AnodeX32																												
HighGain	Showers						Anode																							
VeryHighGain	Cores												SPMT																	
Ipeak (mA)		0.0006				0.02		0.08			1.2						40													
Vpeak (mV)		0.03				1		3.9			64						2000													
Ipeak SPMT (mA)												0.02						1.25					40							
Vpeak SPMT (mV)												1						64					2000							
Npart (VEM)		0.01				0.3		1.2			10						600						20000							

Raggi cosmici di energia estrema (UHECRs)

Come rivelarli?

Sciame estesi in aria (EAS)

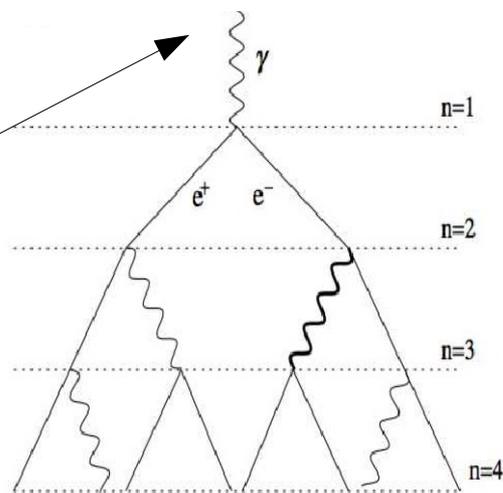
Sciame Adronico



$$E_0 = (N_e + k N_\mu)$$

$$N_\mu \propto E_0^{0.85}$$

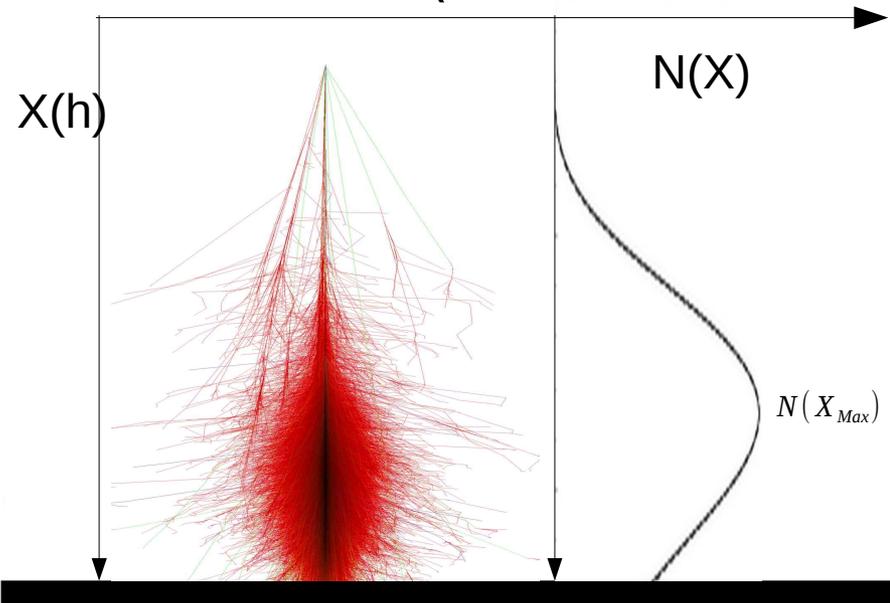
Sciame Elettromagnetico



Modello di Heitler

$$N(X_{Max}) = \frac{E_0}{E_C}$$

$$X_{Max} = \ln\left(\frac{E_0}{E_C}\right) \frac{X_0}{\ln 2}$$



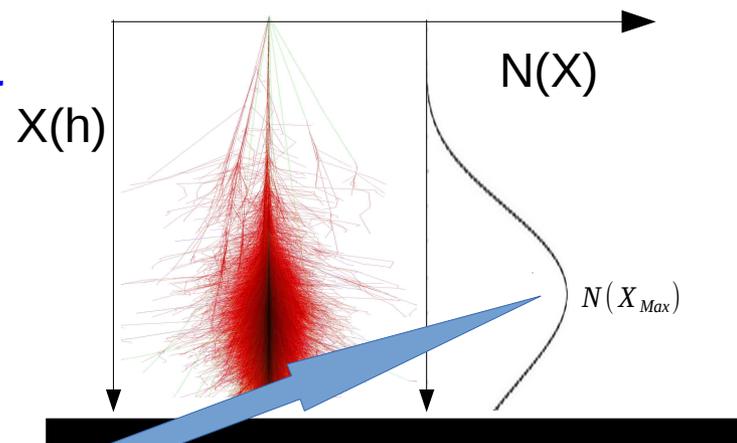
Livello del suolo

Profondità Atmosferica:

$$X(h_0) = \int_{h_0}^{\infty} \rho_{air}(h) dh$$

Raggi cosmici di energia estrema

Come ricostruirne le caratteristiche?



Sviluppo longitudinale

Rivelazione della luce di fluorescenza emessa per diseccitazione di N_2 atmosferico dopo l'interazione con le particelle secondarie dello sciame

La quantità di luce di fluorescenza emessa è proporzionale all'energia dissipata nell'atmosfera dallo sciame



Misura quasi calorimetrica dell'energia

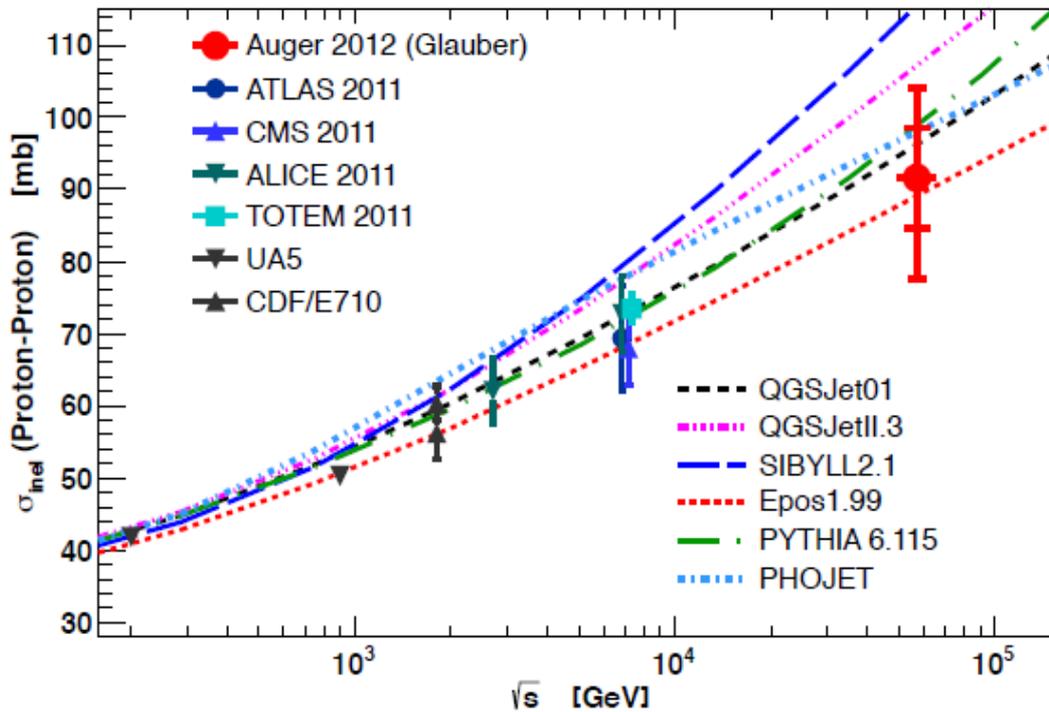
Distribuzione laterale

Misura della densità delle particelle al livello del suolo (e, γ, μ)

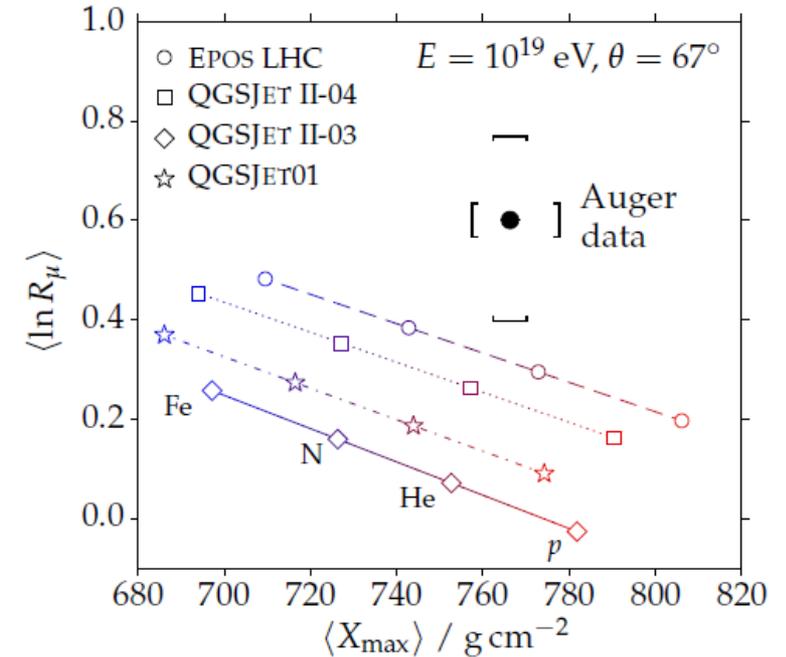
La distribuzione di particelle al suolo dipende dall'energia e dalla massa della particella che ha generato lo sciame

X_{max} dipende dalla massa del primario

Proton-proton cross section derived from the proton-air cross section measured with the Pierre Auger Observatory

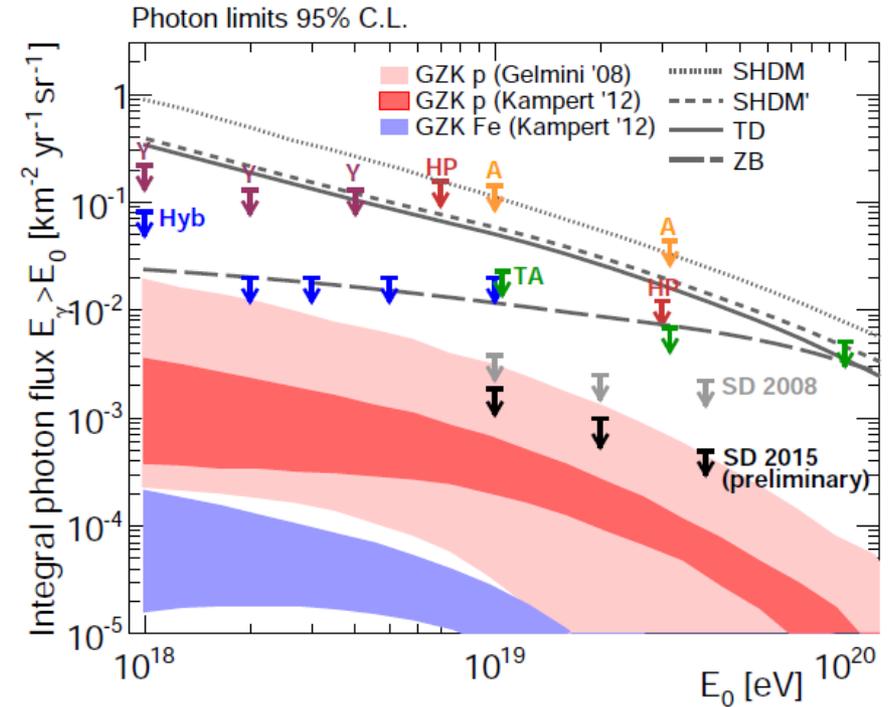
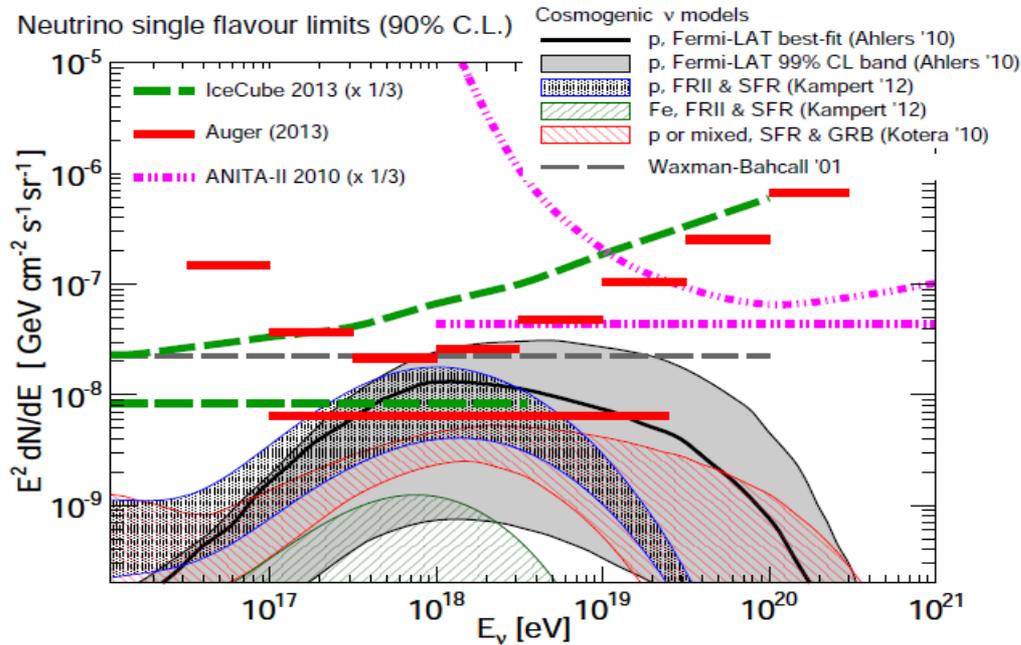


Sezione d'urto p-p @57 TeV c.m.s



Attuali modelli di interazione adronica non forniscono una buona descrizione del numero di muoni prodotti negli sciami

Neutrino and photons upper limit



The current Auger limit is approaching the fluxes predicted under a range of assumptions for the composition of the primary flux, source evolution and model for the transition from galactic to extragalactic cosmic-rays