

A caccia dei mostri che generano i raggi cosmici di altissima energia



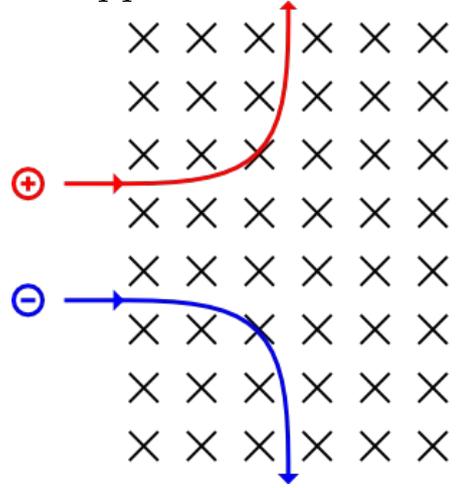
Ugo Giaccari
INFN Lecce

Le galassie starburst, i nuclei galattici attivi e gli eventi di distruzione mareale (da sinistra a destra) sono considerati i migliori candidati come fonti principali di raggi cosmici ad altissima energia (© Daniel Chang for Quanta Magazine)

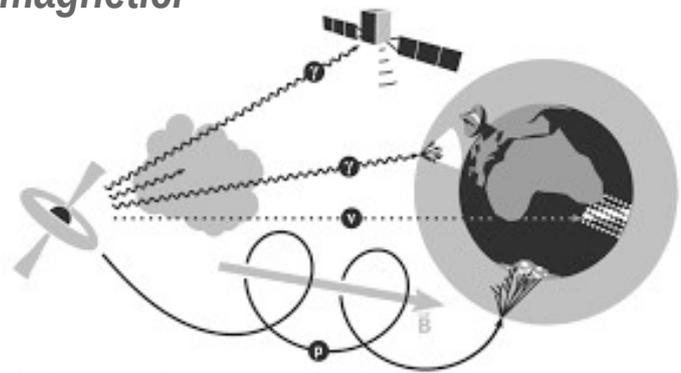
Domanda difficile perché il loro cammino è deviato dai campi magnetici attraversati

Moto di una carica in un campo magnetico uniforme (forza di Lorentz)

$$\vec{F} = q\vec{v} \times \vec{B}$$



Soluzione: raggi cosmici di altissima energia sono meno devianti dai campi magnetici

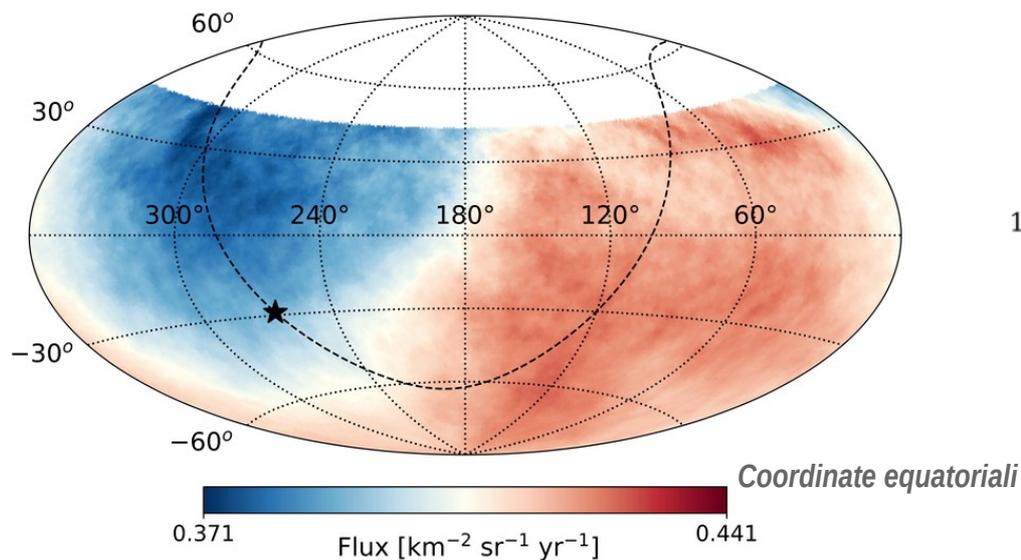


I raggi cosmici di alta energia non conservano memoria della loro origine

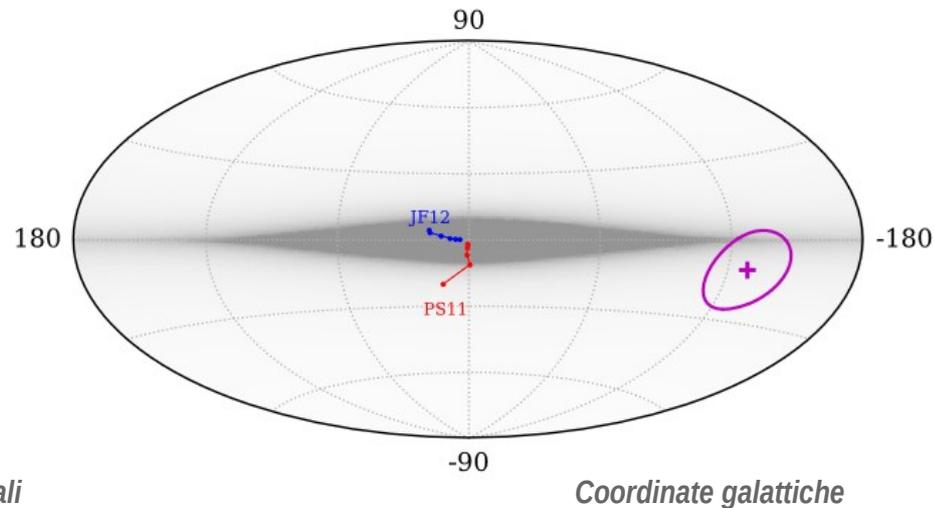
Ma è proprio questo il fascino della loro ricerca!

Da dove vengono i raggi cosmici di altissima energia?

Eventi osservati dall' Osservatorio Pierre Auger $E \geq 8 \text{ EeV}$



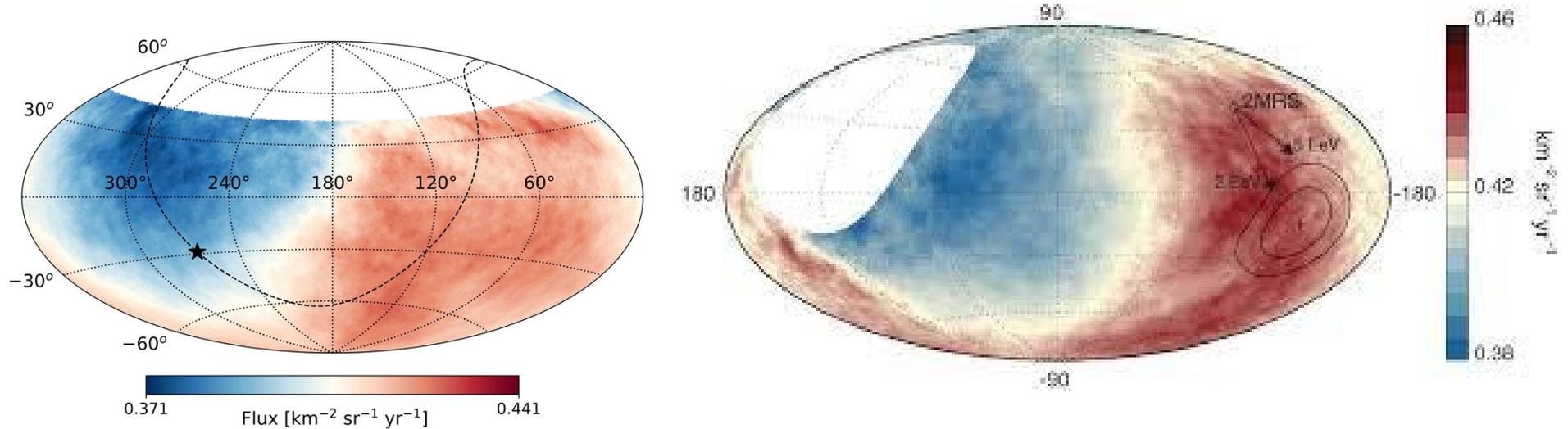
Cosa ci aspettiamo se fossero tutti galattici



La maggior parte viene fuori dalla nostra Galassia!

Attività proposta: **fai lo scienziato per un giorno!**

- Cosa riesci a dire sull' origine dei raggi cosmici di altissima energia?

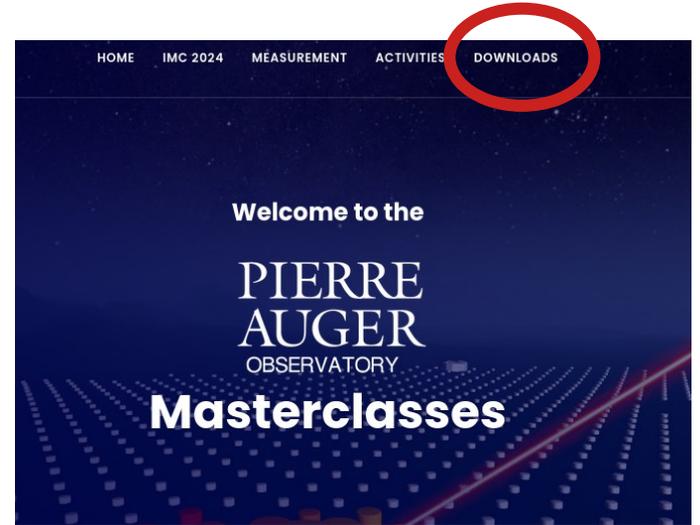
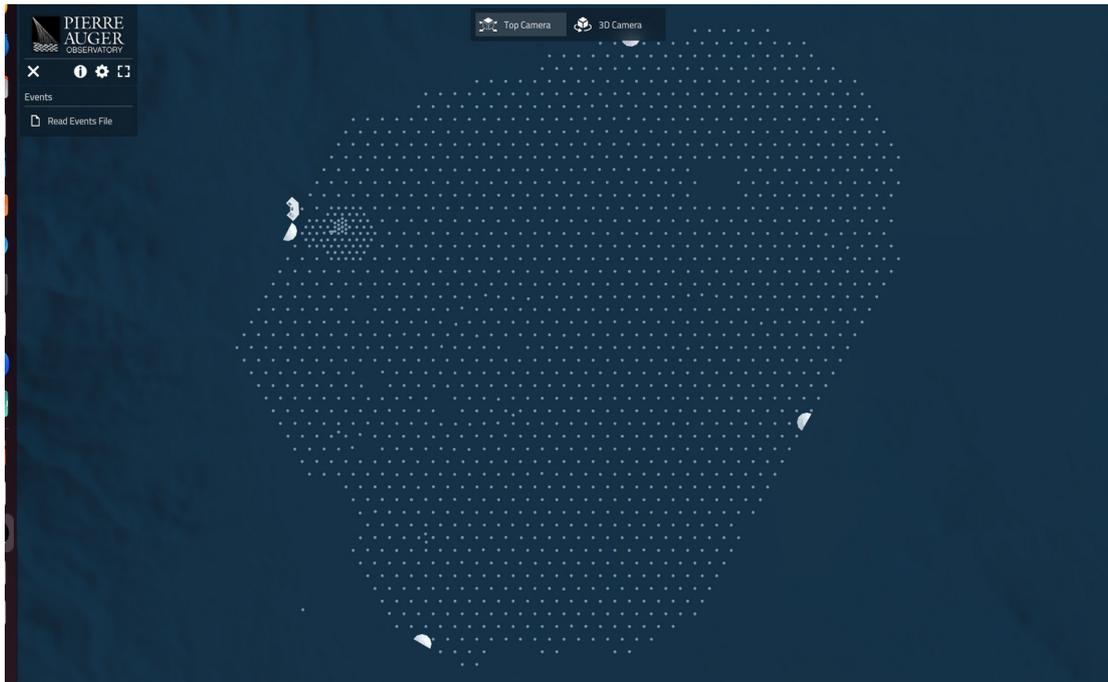


Coordinate equatoriali

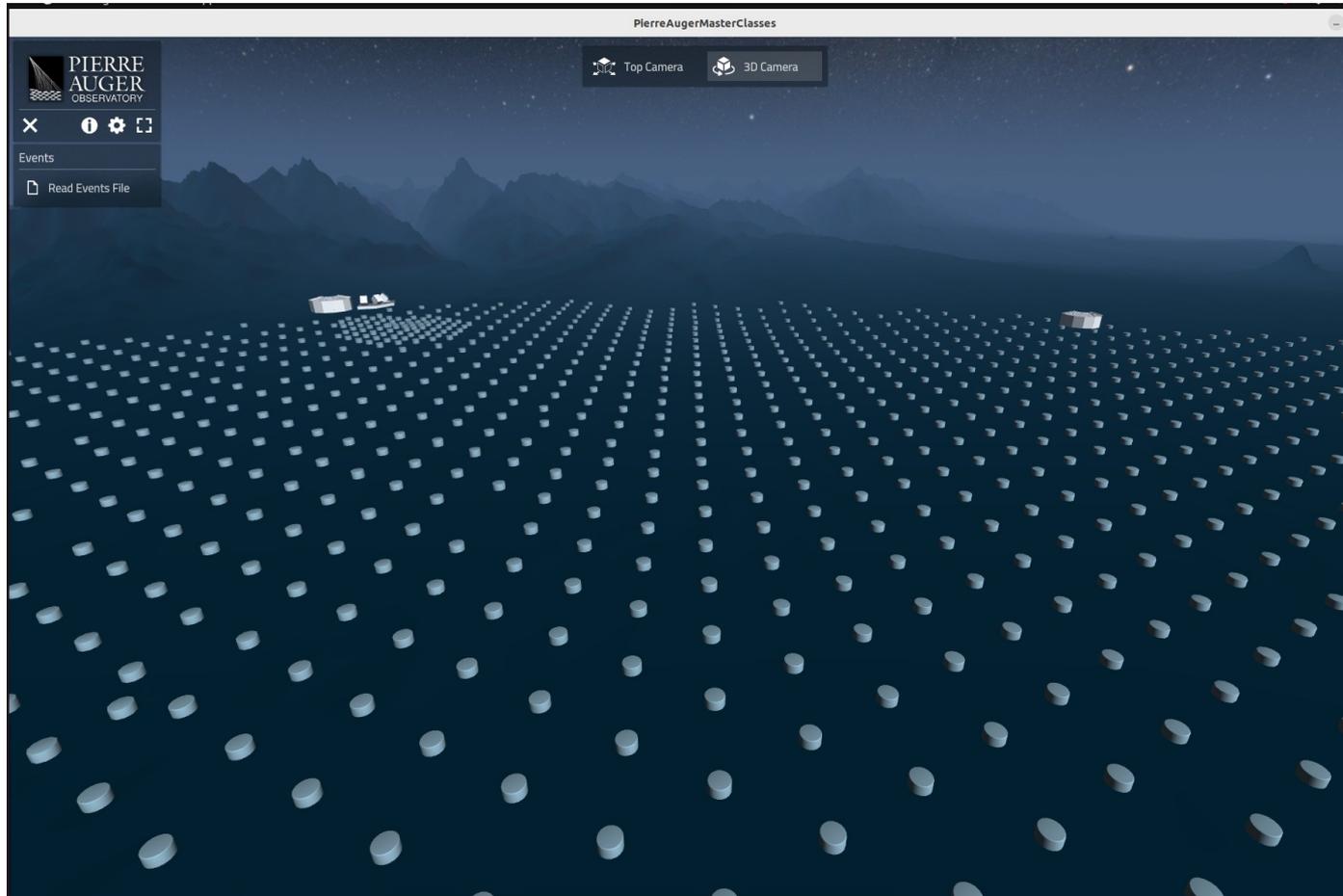
Coordinate galattiche

Attività sperimentale: **analisi dei dati**

- Dove trovare il software: <https://augermasterclasses.lip.pt/>
- Apri l'app per l'analisi dei dati **PierreAugerMasterClasses.app**

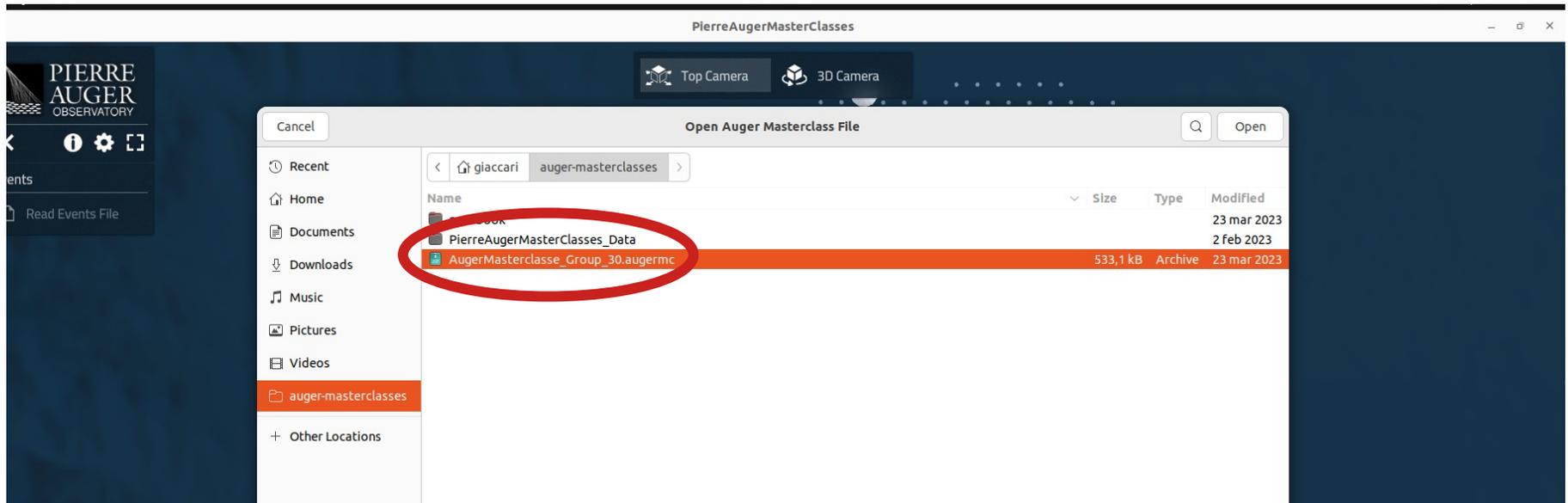


Opzione 3D Camera



Attività sperimentale: **analisi dei dati**

- Scarica i dati da: <https://augermasterclasses.lip.pt/downloads>
- Apri il file con i 50 eventi dell' Osservatorio



Per ogni evento selezionato, le stazioni colorate del rivelatore hanno misurato delle particelle

Lista dei 50 eventi da analizzare

Events

Num	ID	Rec
1	131755066801	
2	161052557000	
3	161107437800	
4	120347446300	
5	163575971300	
6	133398576900	
7	070518321400	
8	132925163200	
9	121903004401	
10	112697373000	
11	101907507400	
12	180923689900	
13	1518245719300	
14	002510038800	
15	071854674900	
16	1403906932100	
17	163078183400	
18	150161798200	
19	162130133800	
20	133287691700	
21	130246445600	
22	140722416600	
23	171852421500	
24	090547302800	
25	140386019100	
26	161944532100	
27	090388325100	
28	143451743300	
29	002012424100	
30	143538462400	
31	100202938800	
32	072218372700	

Events for Analysis

N° of Events: 0

Galactic Equatorial

Event

Event ID: 131755066801
Date: 25 Jun 2013
Time: 02:04:27

Theta: N/A
Energy: N/A
Chi/NDF: N/A

View SD Reconstruction

Galactic Equatorial

Longitude: N/A
Latitude: N/A

Stations

Selected/Total: 0/9

ID	Signal	Dist	Time	Stat
628	██████████			A
640	██████████			A
613	██████████			A
591	██████████			A
641	██████████			A
622	██████████			A
632	██████████			A
671	██████████			A
637	██████████			A

Informazioni dell'evento

Informazioni dell'analisi

Informazioni delle singole stazioni

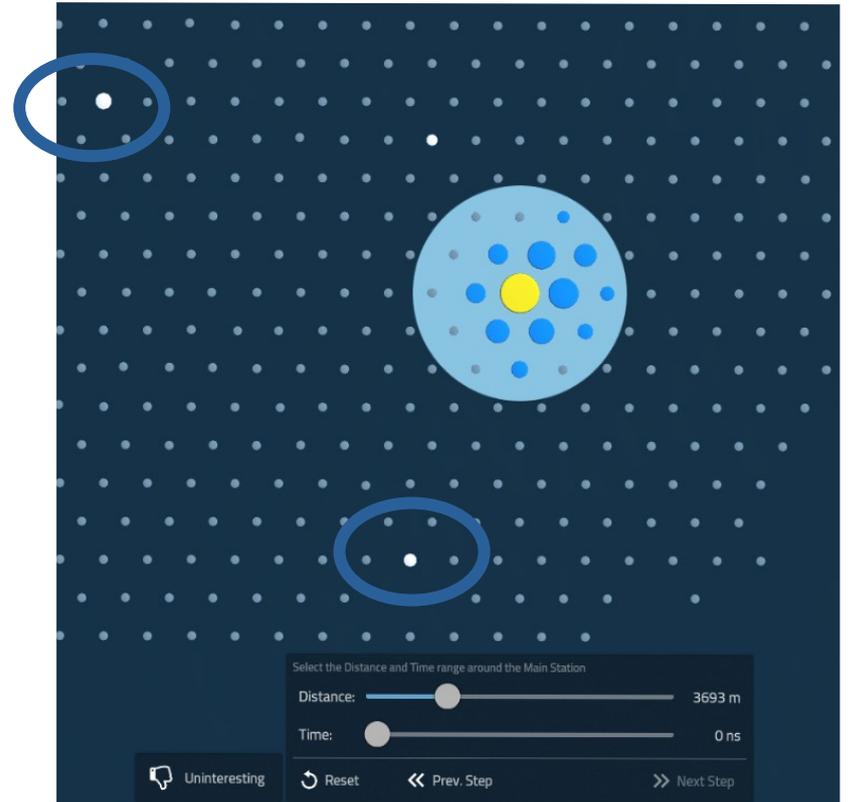
Attività sperimentale: **analisi dei dati**

- Seleziona la stazione con il segnale più alto
- Il numero di stazioni che hanno un segnale e che appartengono all'esagono immediatamente circostante deve essere maggiore o uguale a 5



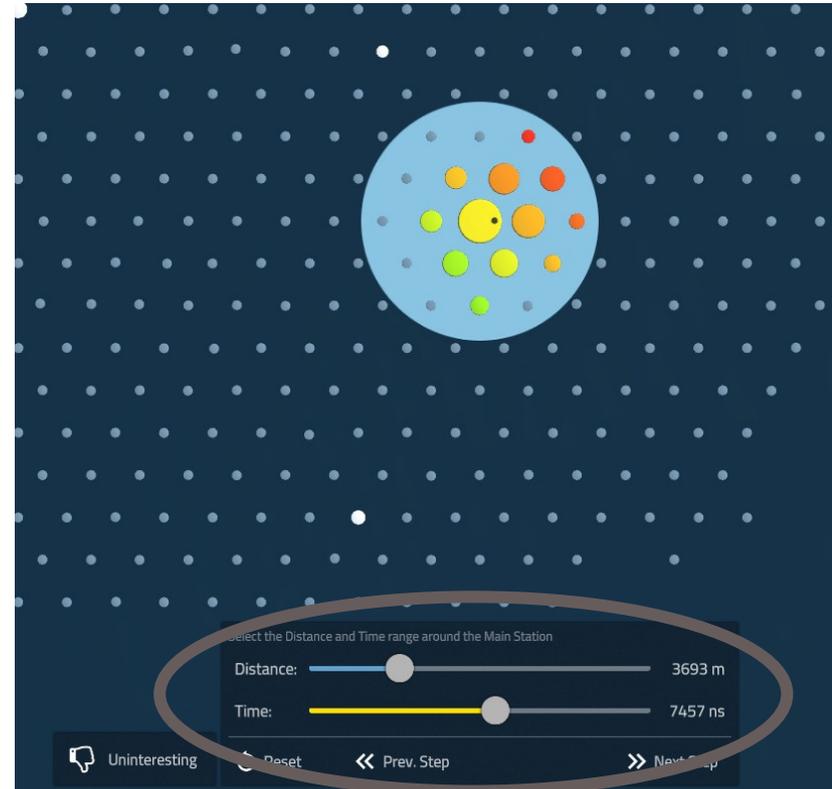
Attività sperimentale: **analisi dei dati**

- Seleziona le stazioni che fanno parte dell' evento variando la distanza
- **Attenzione a non inserire stazioni accidentali**



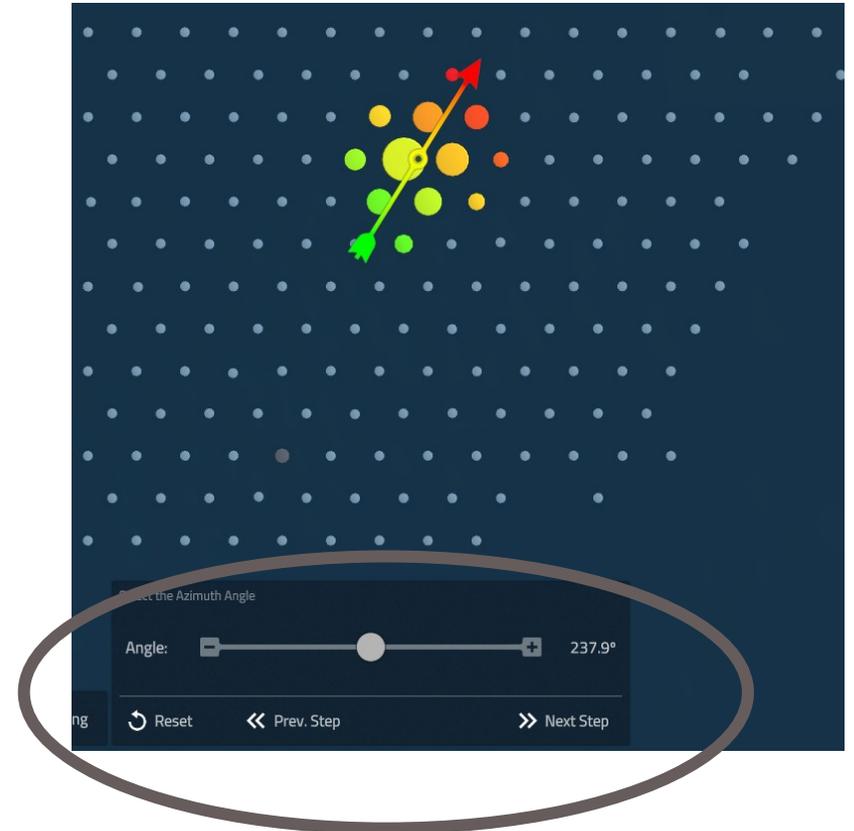
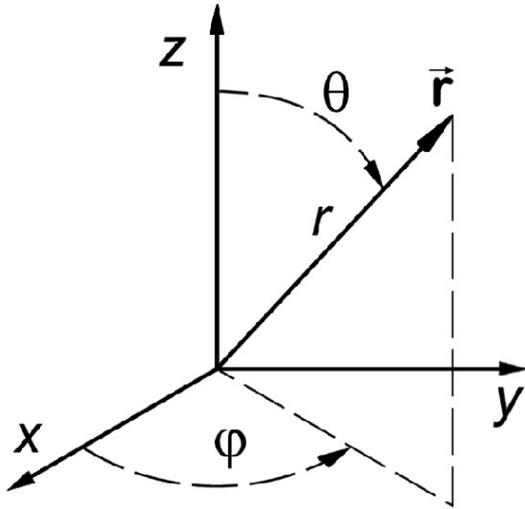
Attività sperimentale: **analisi dei dati**

- Seleziona le stazioni che fanno parte dell' evento variando il tempo di arrivo delle particelle
- **Aiuta ad eliminare stazioni con tempi "strani"**



Attività sperimentale: **analisi dei dati**

- Ricostruisci la direzione di arrivo
- Seleziona la prima (colore verde) e l'ultima stazione (rosso)



Attività sperimentale: analisi dei dati

- Ricostruisci l'energia

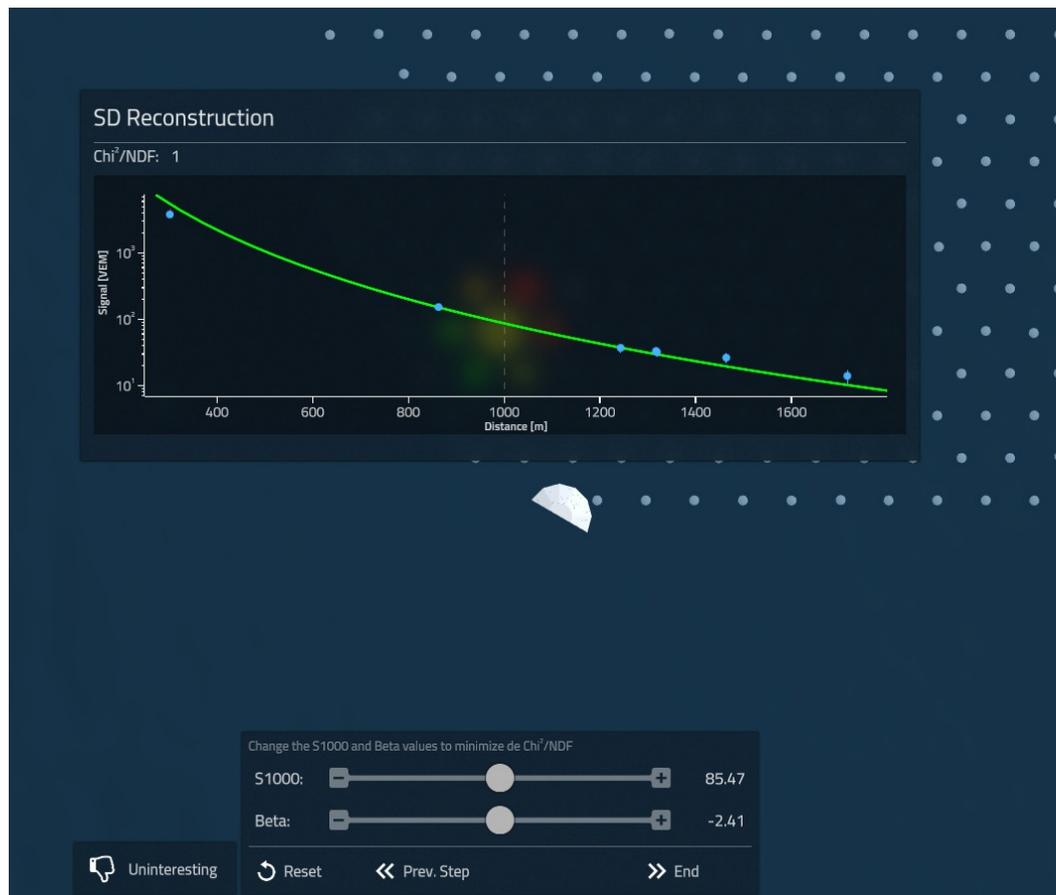
Adatta una funzione di distribuzione laterale ai punti sperimentali. Ogni punto del grafico corrisponde ad una stazione, il suo segnale e la distanza dalla direzione della sciame è ottenuta nel passaggio precedente.

Determina la normalizzazione e la pendenza della funzione ottenendo una buona descrizione dei dati: la linea diventa arancione e verde quando la qualità dell'adattamento migliora, misurata anche da χ^2/ndf



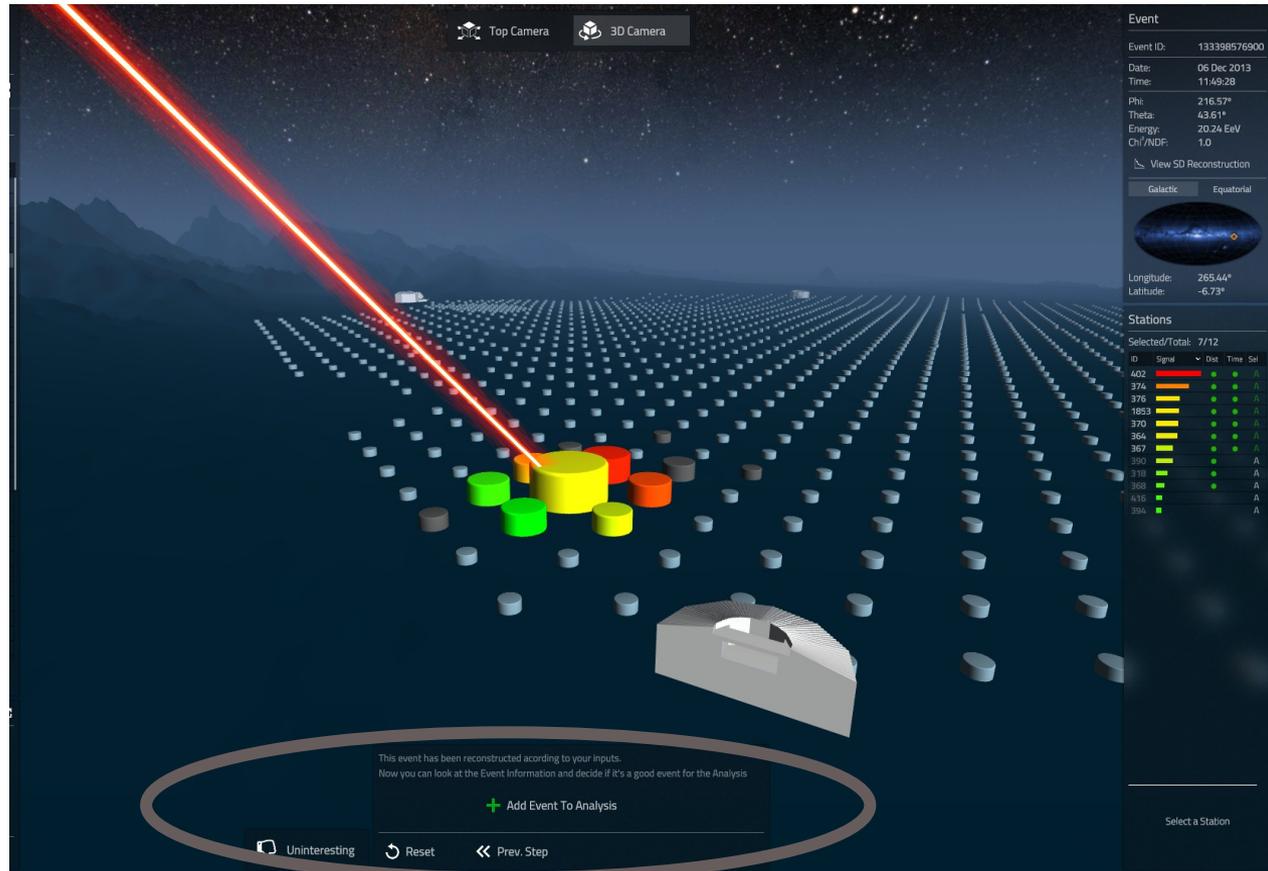
Attività sperimentale: **analisi dei dati**

- La funzione è verde ora
- L' evento soddisfa le nostre richieste
- Altissima energia: $E \geq 8 \text{ EeV}$
(per sapere da dove vengono)
- Qualunque energia per lo spettro
(per sapere “*quanti sono*”)
- Buona qualità: $\text{Chi}^2/\text{NdF} \leq 2$



Attività sperimentale: **analisi dei dati**

- Se l'evento soddisfa i criteri di selezione addizionale
- Ripeti la procedura per tutti gli eventi



Attività sperimentale: **analisi dei dati**

- Salva il file con i risultati sul tuo computer con lo stesso formato “.augermcexport”
- Carica il file sulla pagina <https://augermasterclasses.lip.pt/activities>
- Alla fine avremo una discussione dei vostri risultati

Da dove vengono i raggi cosmici di altissima energia?