

# Studio dello sviluppo di sciami atmosferici prodotti da raggi cosmici di altissima energia

Federico M. Deganutti

27 luglio 2011

Università degli Studi di Firenze

Facoltà di Scienze Matematiche Fisiche e Naturali

*Tesi di Laurea in Fisica*

**Relatore: Prof. Oscar Adriani** (*adriani@fi.infn.it*)

Anno accademico 2010/2011

L'atmosfera terrestre è costantemente raggiunta da particelle e nuclei atomici di alta energia, i Raggi Cosmici (RC), che hanno giocato nel corso degli ultimi 100 anni un ruolo di primo piano sia per la fisica delle particelle che per l'astrofisica, dato che permettono di studiare particelle con energie di molti ordini di grandezza superiori a quelle ottenibili con i più potenti acceleratori odierni (LHC, Tevatron). Oggetto di questo lavoro è lo studio dei raggi cosmici di alte ed altissime energie (tra i  $10^{14}eV$  ed i  $10^{19}eV$ ). L'obiettivo della tesi è la dimostrazione di come sia possibile risalire a energia e natura del raggio cosmico primario attraverso un'opportuna analisi dei dati riguardanti gli sciami da essi prodotti.

Nel primo capitolo sono state analizzate le principali caratteristiche dei raggi cosmici di alte energie, quali spettro energetico e composizione chimica. Particolare attenzione è stata dedicata alle caratteristiche degli sciami atmosferici da essi prodotti. Inoltre si sono descritte le principali tecniche di rivelazione a terra ed i principali esperimenti esistenti. Nel secondo capitolo sono stati presentati i software di simulazione Monte Carlo correntemente utilizzati per la generazione numerica degli sciami (CONEX e CORSIKA). Oggetto del terzo capitolo è stato infine il lavoro da me svolto con questi due programmi, concludendo con l'analisi dei dati relativi agli eventi generati. In particolare sono state effettuate simulazioni per quattro diversi modelli di interazione adronica comunemente utilizzati nella fisica dei Raggi Cosmici. Per ognuno di essi sono stati generati eventi corrispondenti a sciami prodotti da un protone o un nucleo di ferro, incidenti con l'atmosfera, con un'energia di  $10^{14} eV$ ,  $10^{15} eV$ ,  $10^{16} eV$ ,  $10^{17} eV$ ,  $10^{18} eV$  e  $10^{19} eV$ . Per ottenere risultati significativi è stata prodotta una statistica di mille eventi per ogni configurazione.

Le simulazioni fatte con CONEX sono state utilizzate per ricavare informazioni sul profilo longitudinale degli sciami atmosferici. Si era interessati allo studio dell'andamento per vari modelli del valor medio della profondità del massimo dello sciame ( $\langle X_{max} \rangle$  e della deviazione standard ( $RMS_{X_{max}}$ ) della sua distribuzione, che differiscono in maniera significativa su tutto l'intervallo di energie considerato.

Nelle simulazioni fatte con CORSIKA, per i vari modelli, sono stati ricavati il numero di muoni  $N_{\mu}$  ed il numero di adroni  $N_{adr}$  che giungono a terra. È stato quindi dimostrato come, dall'analisi combinata delle informazioni su  $N_{\mu}$  e  $N_{adr}$ , è possibile una separazione efficace tra protoni e nuclei di ferro fino a energie dell'ordine di  $10^{16} eV$ .