

Analisi della velocità dei Muoni

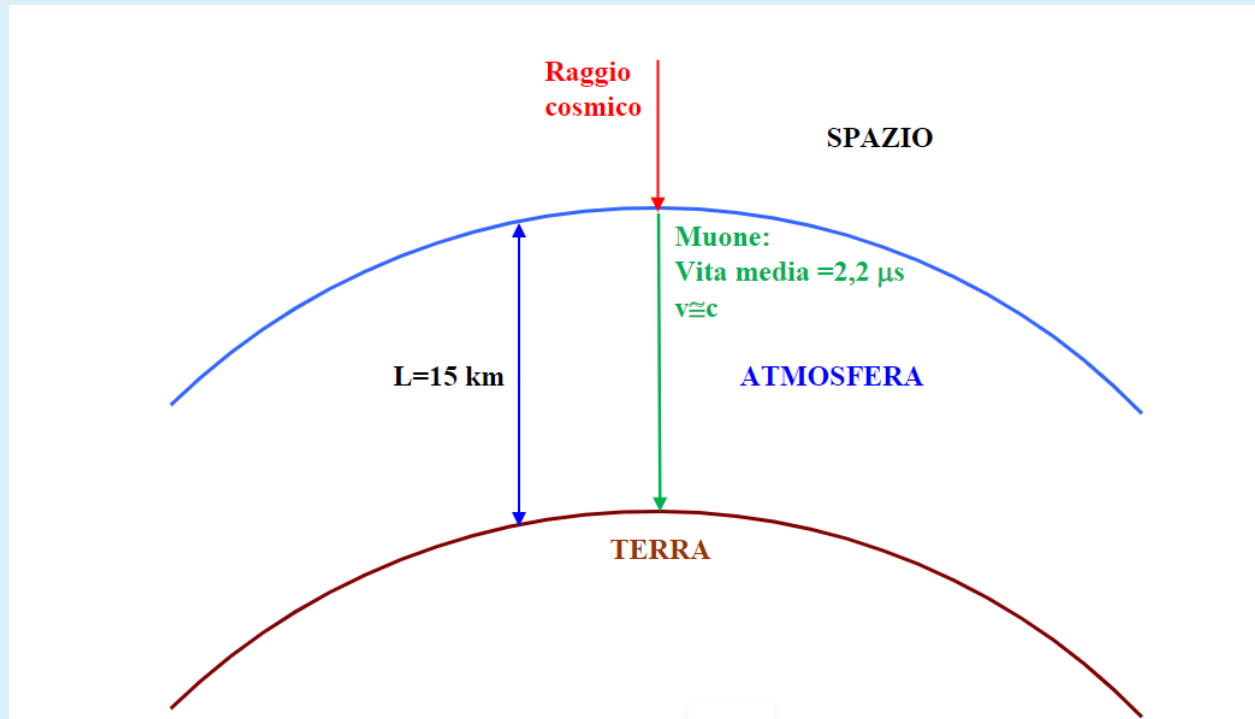
ITI Marconi Pontedera

12/05/2021

D. Sall , M. De Martino



Il Muone – particella relativistica



Il Muone è un esempio di particella relativistica.

Dimostrazione:

Vita media muone: $2.2 \mu\text{s}$

Distanza per arrivare alla Terra $\approx 15 \text{ km}$

Velocità necessaria: $68 \cdot 10^8 \frac{m}{s}$

(ricordiamo che $C = 2.99792458 \cdot 10^8 \frac{m}{s}$)

Grazie alla dilatazione del tempo e alla contrazione delle lunghezze, previste nella relatività ristretta sappiamo che ciò è possibile con Fattore di Lorentz ≈ 22.6 .

Ci aspettiamo quindi che la sua velocità sia vicina a quella della luce.

Calcolo della velocità dei muoni

Per il calcolo iniziale della velocità dei muoni abbiamo utilizzato direttamente i dati forniti dal sito di EEE.

Abbiamo richiesto le n-tuple (in formato .root) di:

Arezzo: 27/02/2021

Cagliari: 01/01/2019 – 10/03/2019

Cern: 01/01/2019 – 10/03/2019

Torino: 01/01/2019 – 10/03/2019

Utilizziamo:

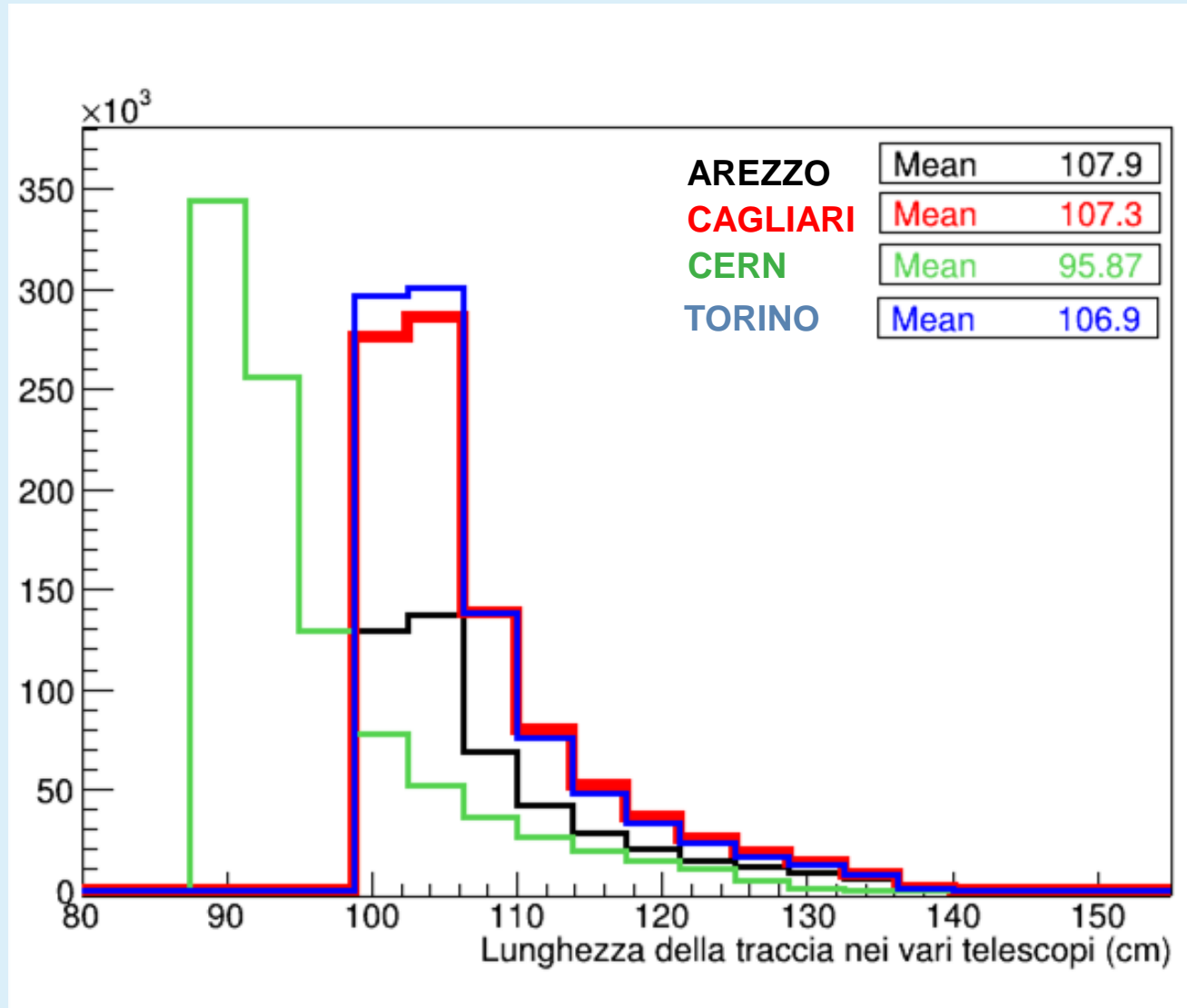
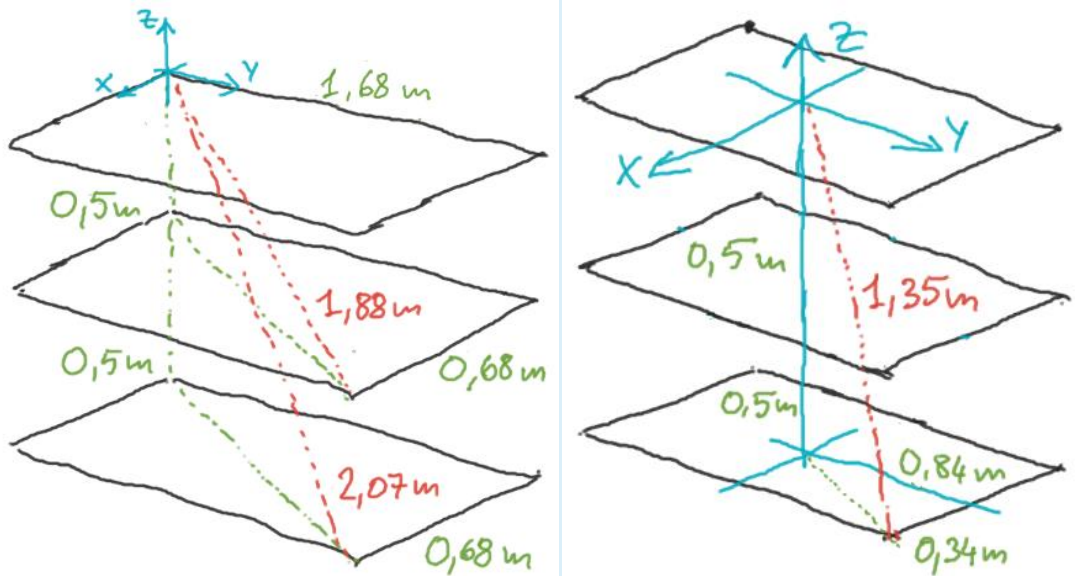
- TrackLength: distanza percorsa dal muone all'interno dei nostri rivelatori;
- TimeOfFlight: tempo necessario al muone per percorrerla.

Per il calcolo della velocità abbiamo usato la canonica: $v = \frac{s}{t}$ (s=TrackLength, t=TimeOfFlight).

Diamo uno sguardo alla TrackLength:

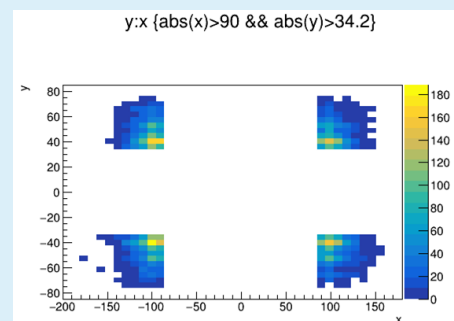
Problema 1: le differenze nei valori medi sono, in alcuni casi di centimetri, quindi: la TrackLength non è precisa (la luce fa circa 30 cm in 1 ns)

Sistema di riferimento:

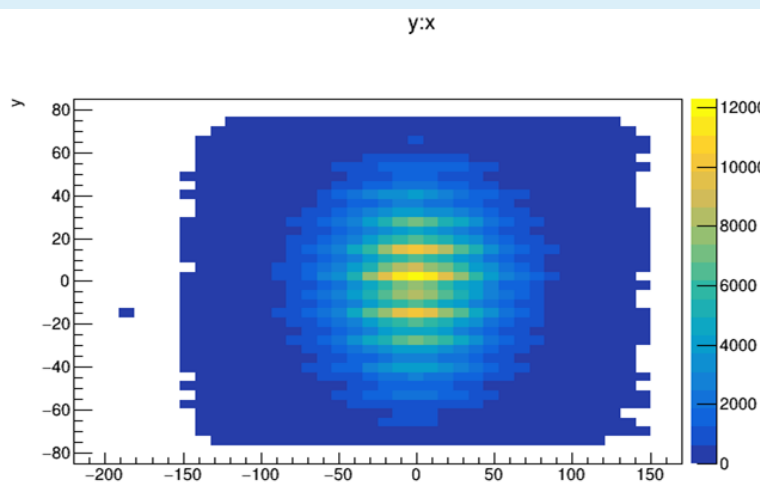


Soluzione 1:

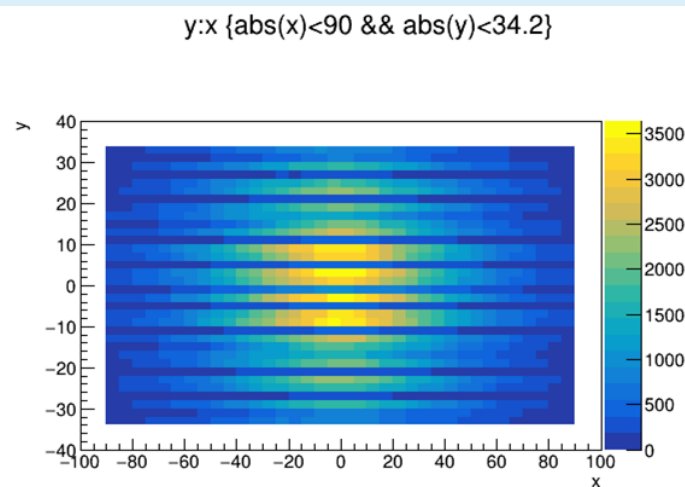
Abbiamo selezionato punti di impatto appartenenti all'area sensibile del rivelatore e questo ha avuto la conseguenza di rendere piu' ragionevole la TrackLength (esempi)



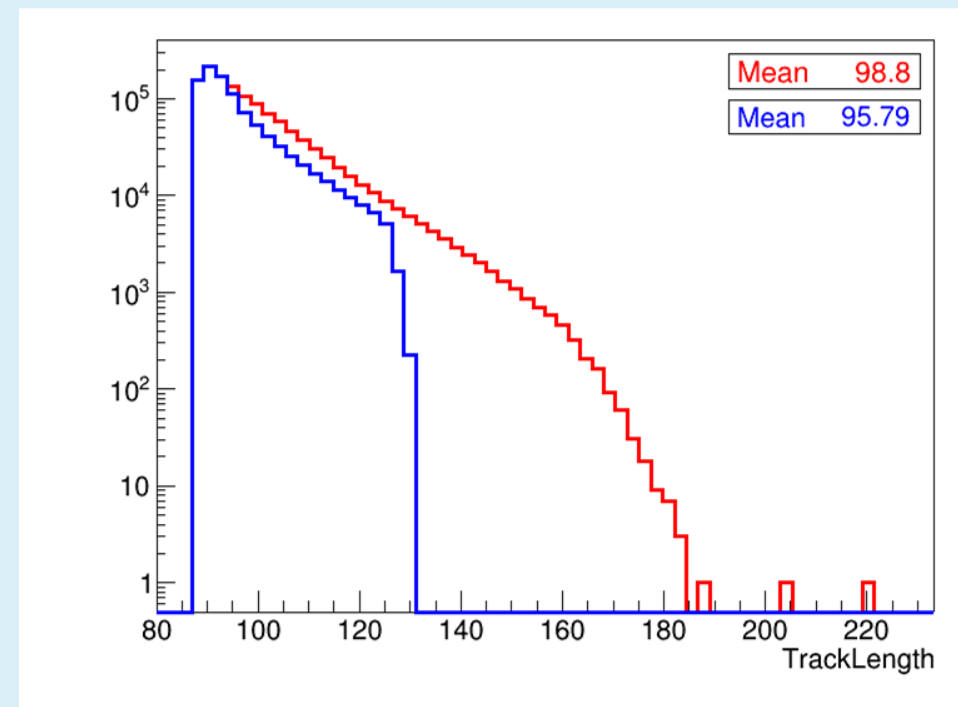
Regione rimossa



Regione iniziale

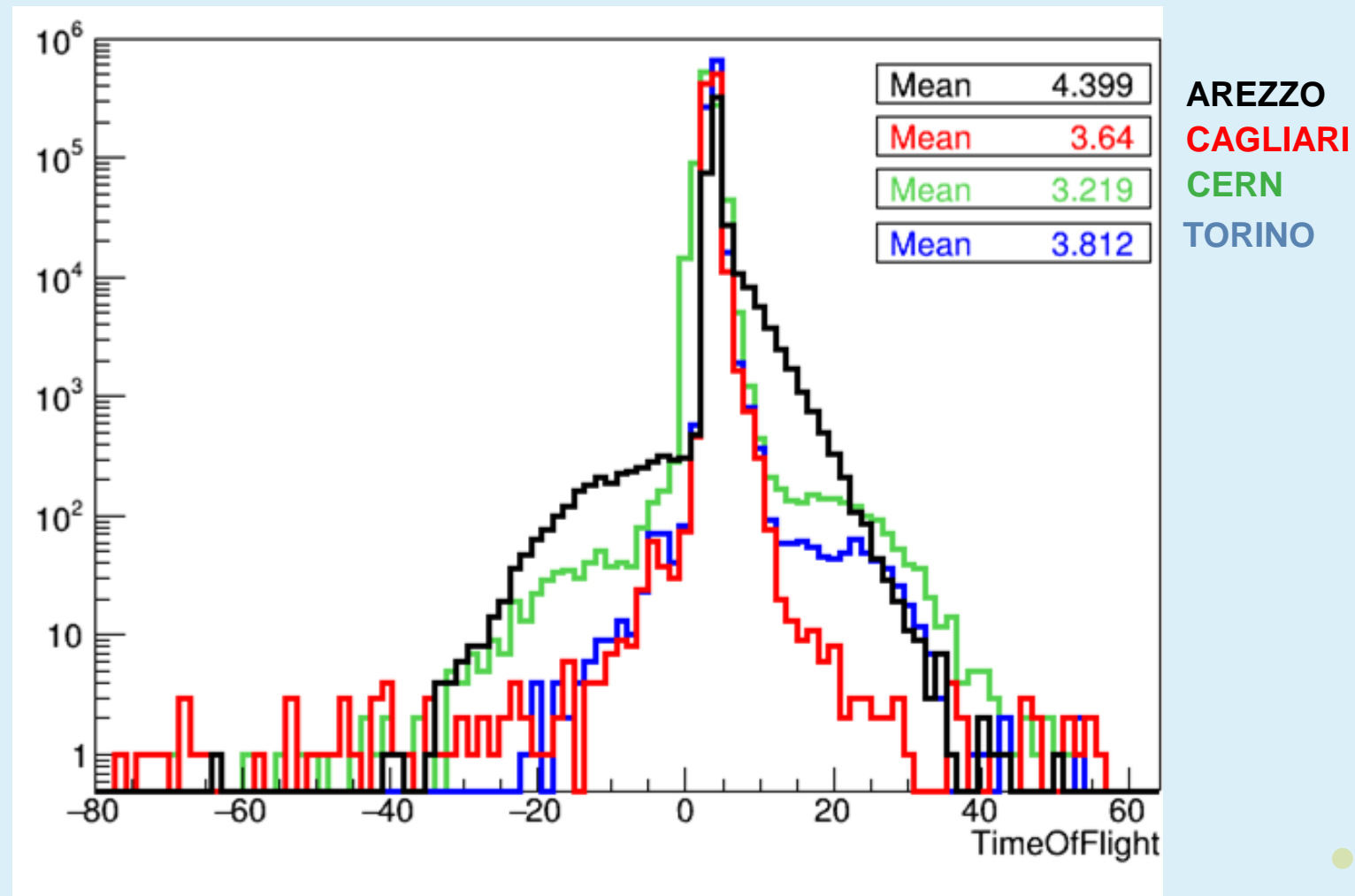


Regione corretta



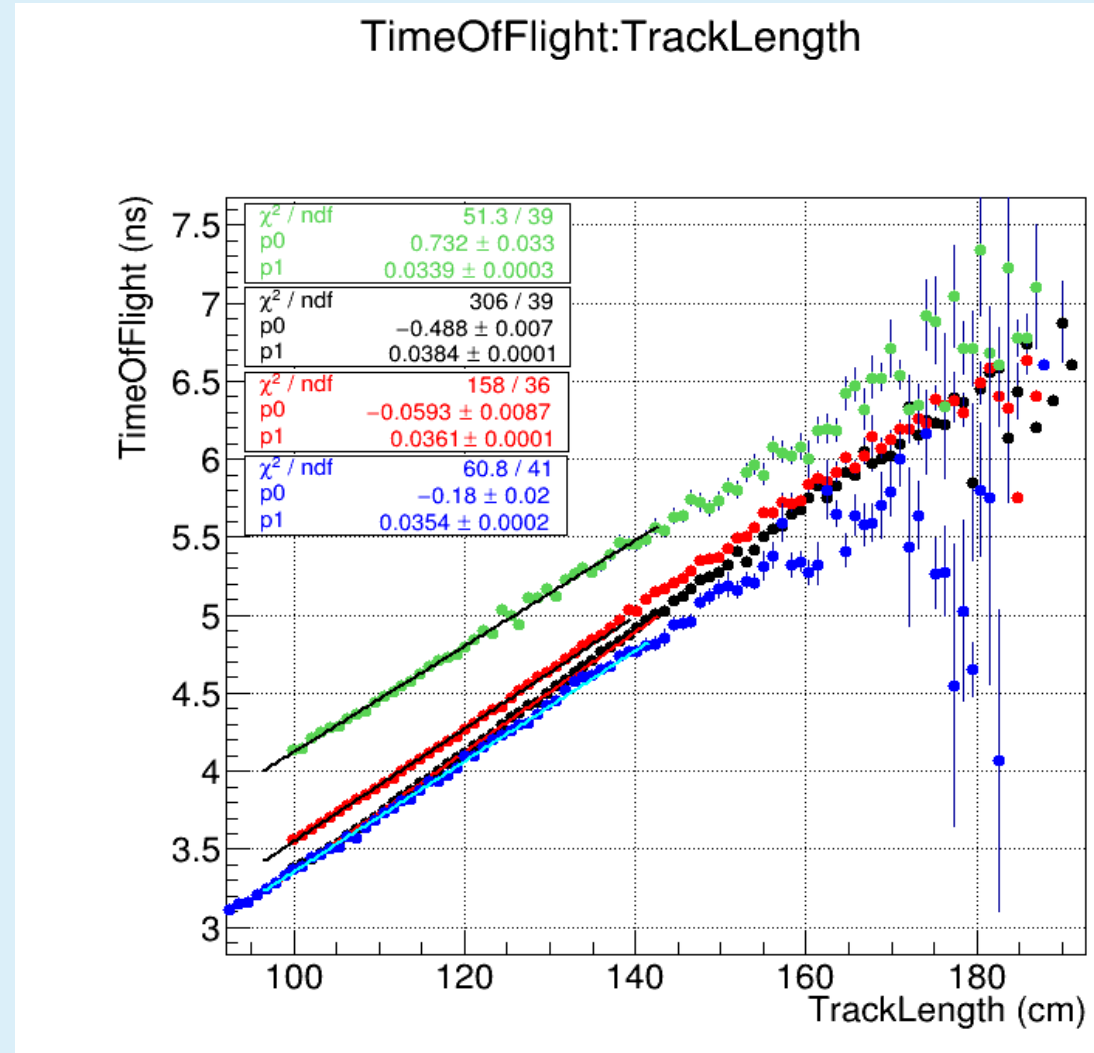
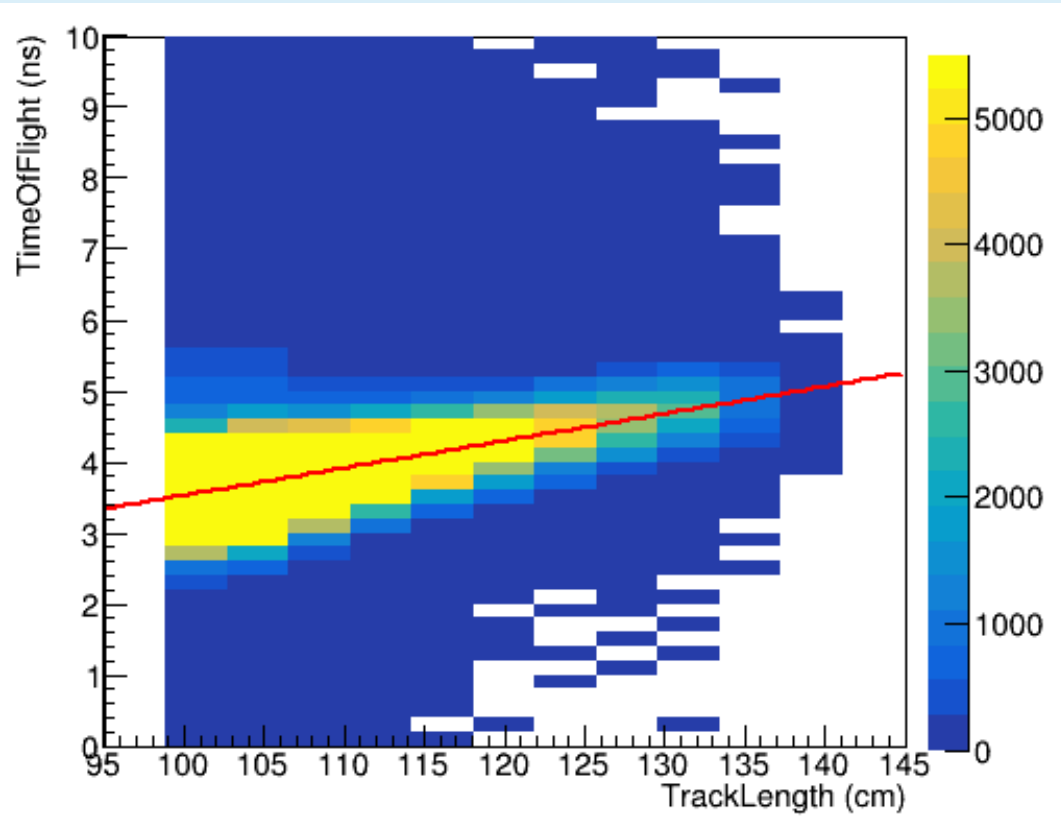
Diamo uno sguardo al TimeOfFlight:

Problema 2: alcuni tempi sono eccessivi visto che per attraversare tutta la camera di EEE lungo la massima distanza possibile bastano 9.6 ns



Soluzione 2: abbiamo studiato lo scatter plot TimeOfFlight in funzione della TrackLength e trovato tutti gli offset temporali dei telescopi per considerare TimeOfFlight ragionevoli:

$$cut_i = \text{abs}(x) < 84 \ \&\& \ \text{abs}(y) < 34.025 \ \&\& \ \text{abs}(\text{TimeOfFlight} - \text{offset}_i) < 9.6$$



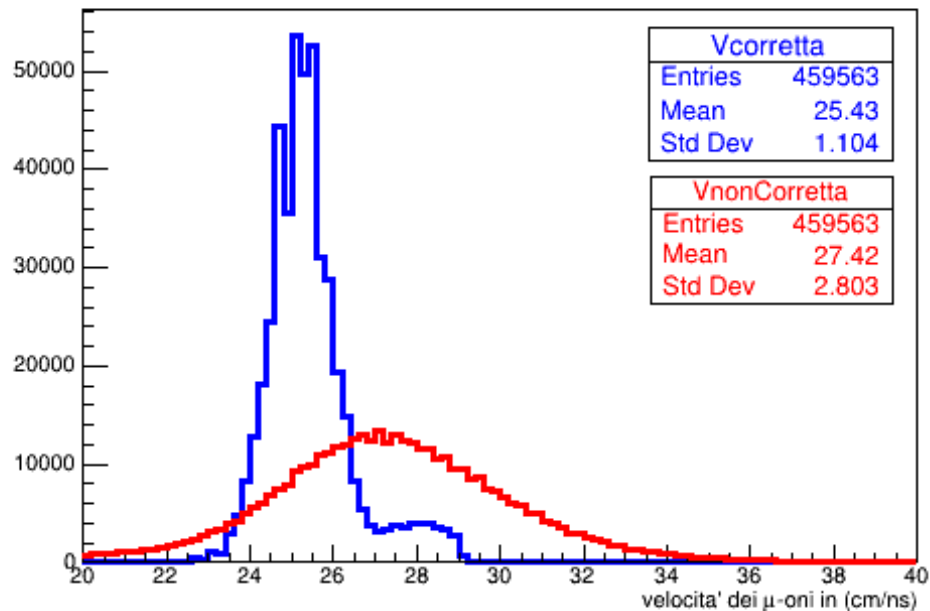
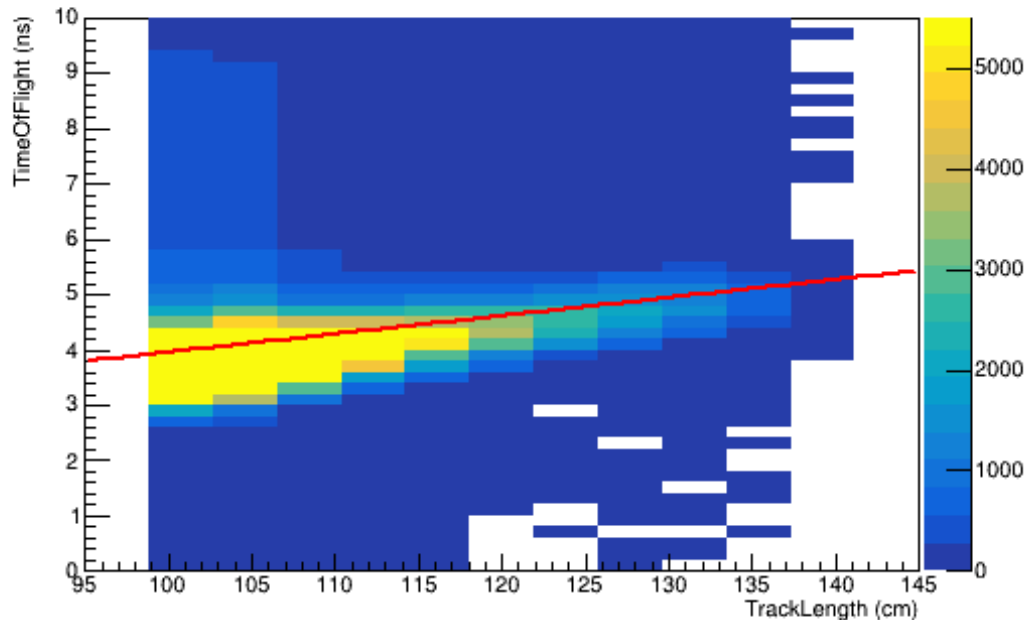
CERN
AREZZO
CAGLIARI
TORINO

Dal secondo grafico, fittandolo per un certo intervallo (di punti accettabili), otteniamo la dipendenza lineare tra TimeOfFlight (ToF) e TrackLength(TkL):

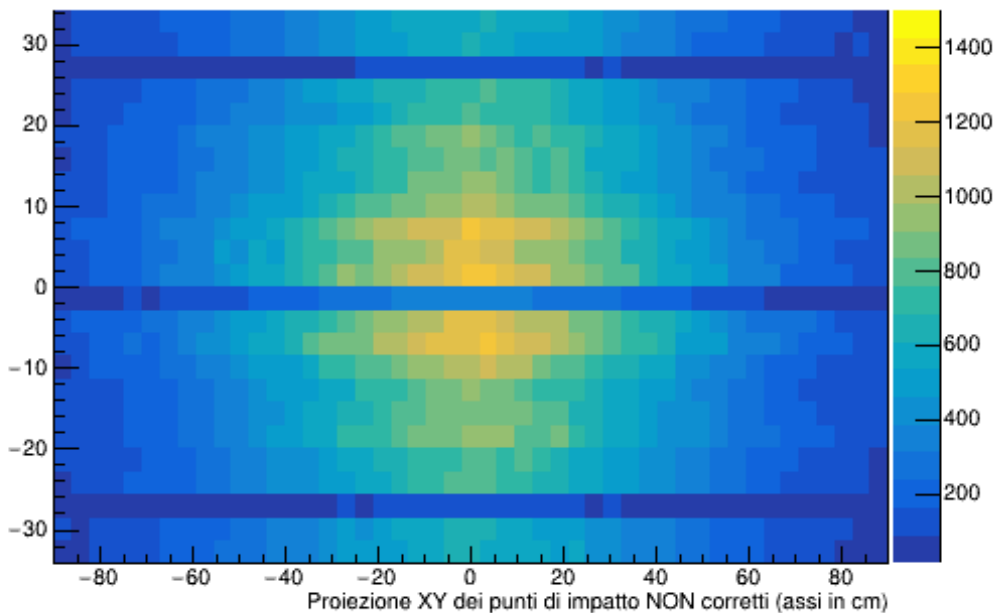
$$ToF = p0 + p1 \cdot TkL$$

Da cui possiamo ricavare la nostra «nuova» TrackLength (TkLn): $TkLn = \frac{ToF - p0}{p1}$.

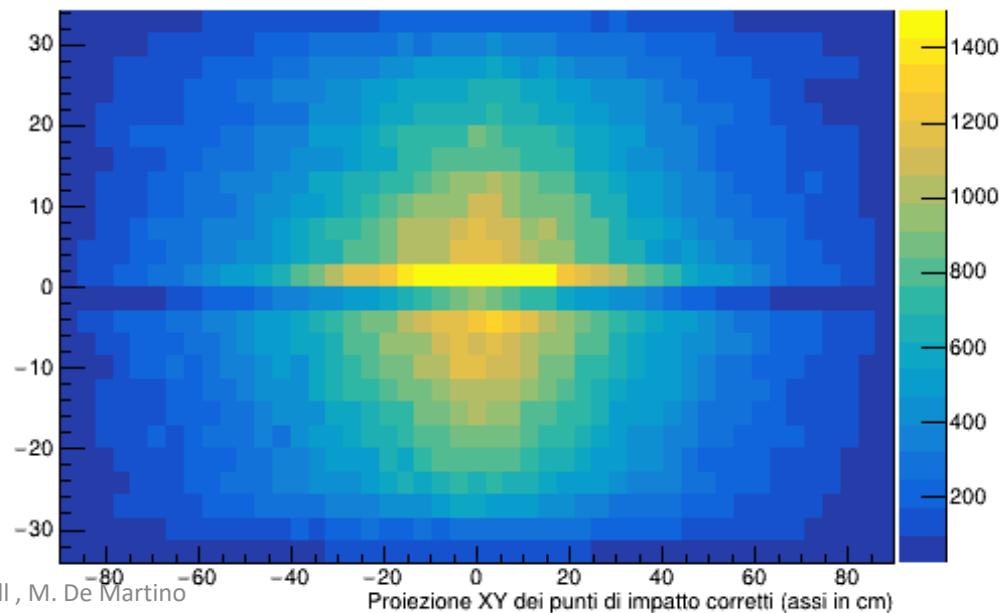
Con questo nuovo valore andremo poi a ricalcolare la velocità (TkLn/ToF) e l'impatto dei muoni sul piano.

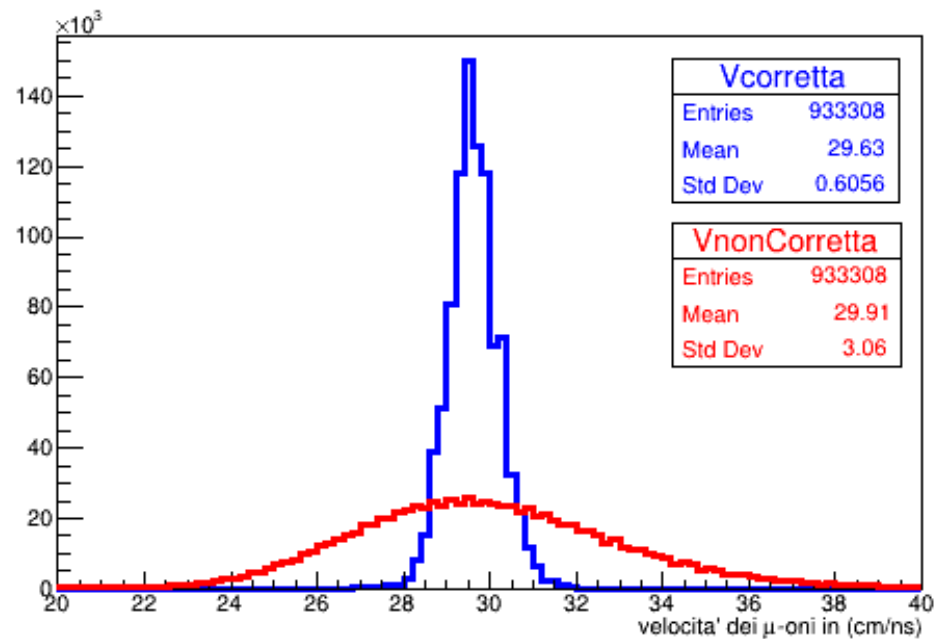
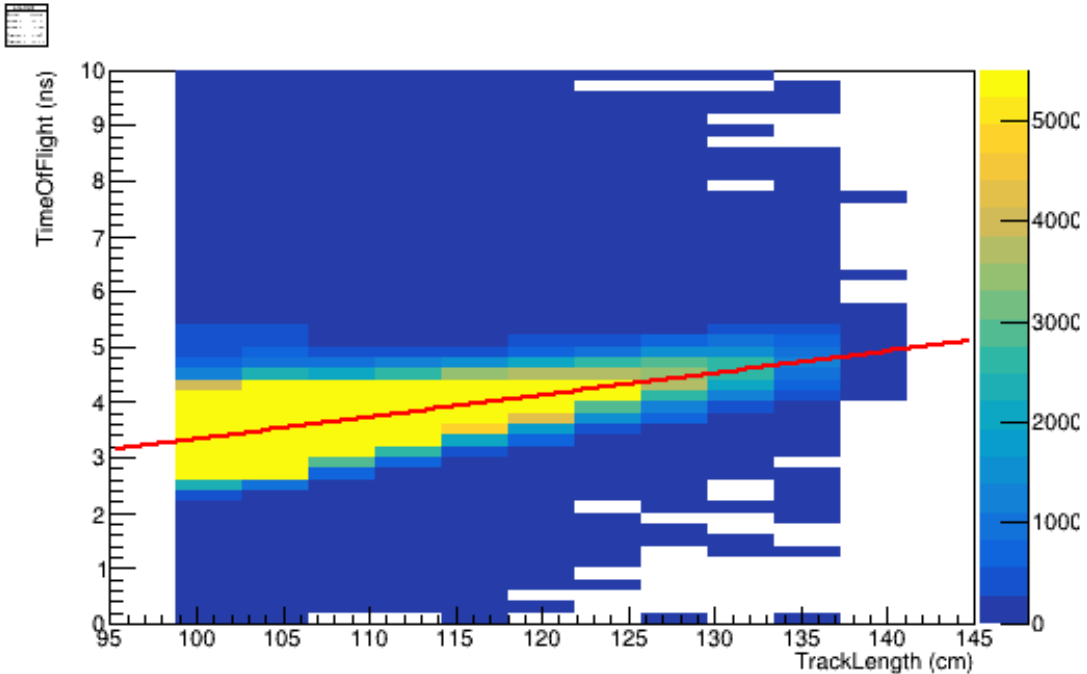


AREZZO

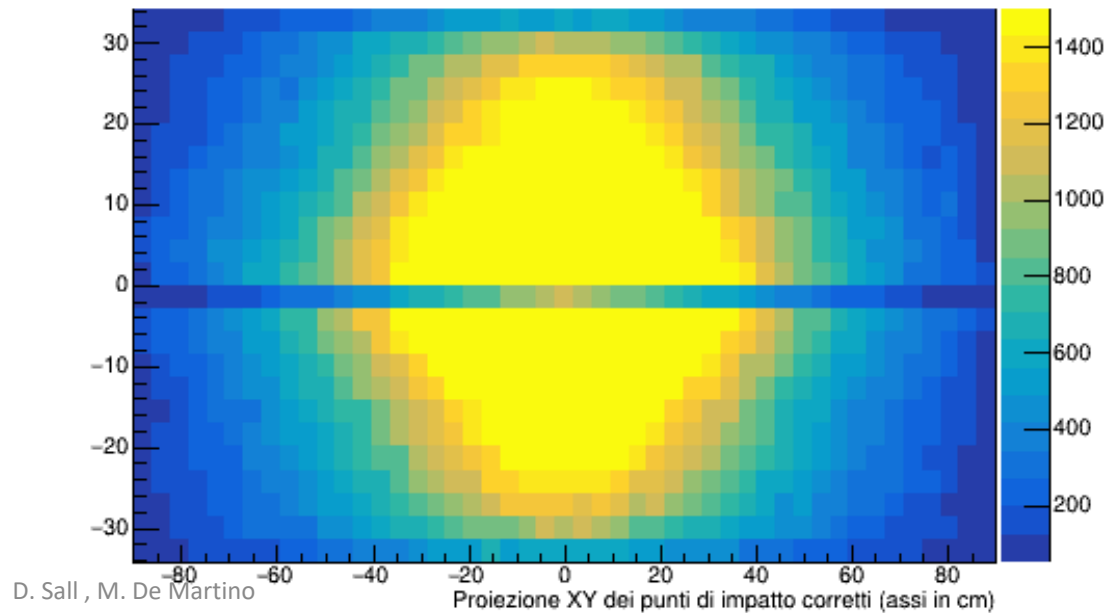
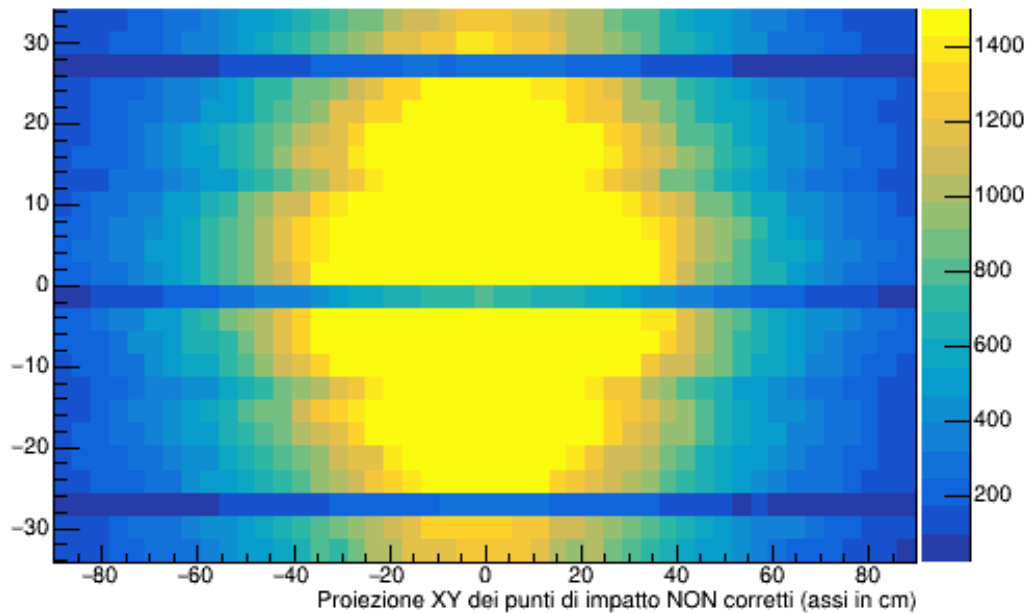


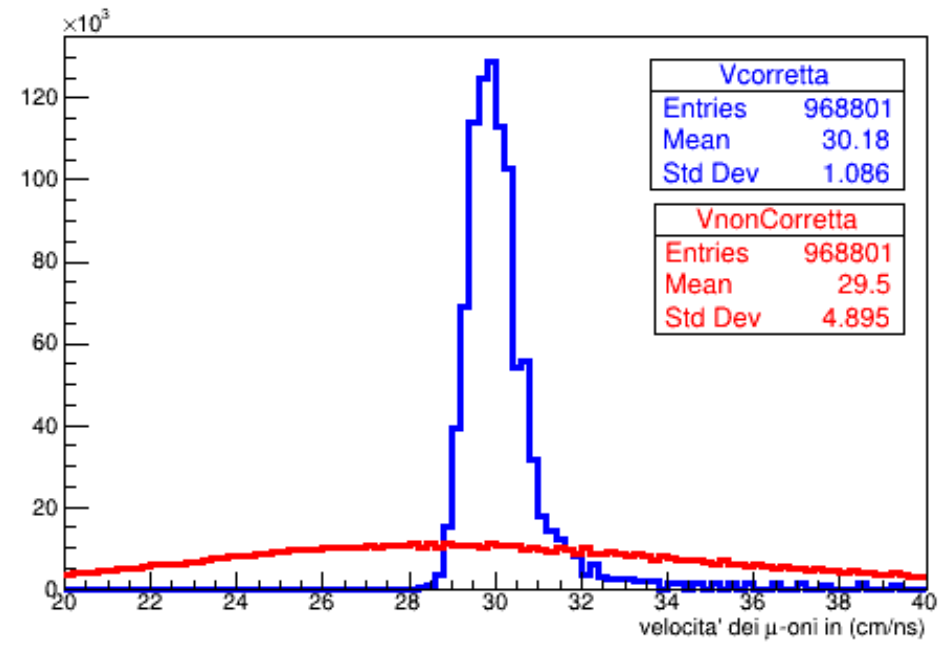
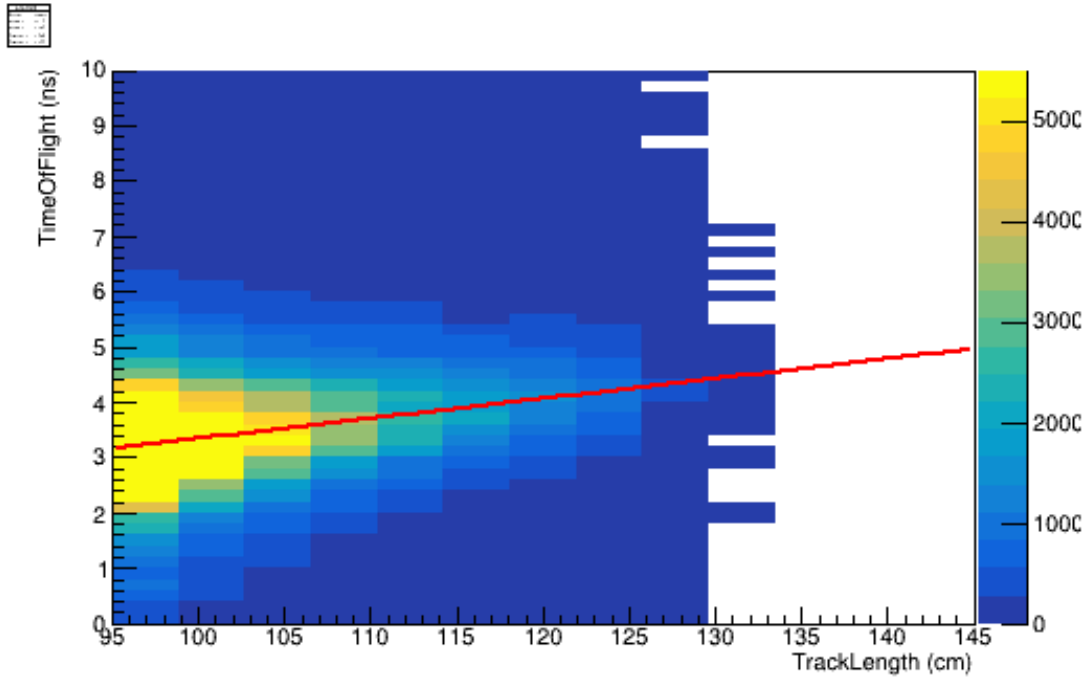
D. Sall , M. De Martino



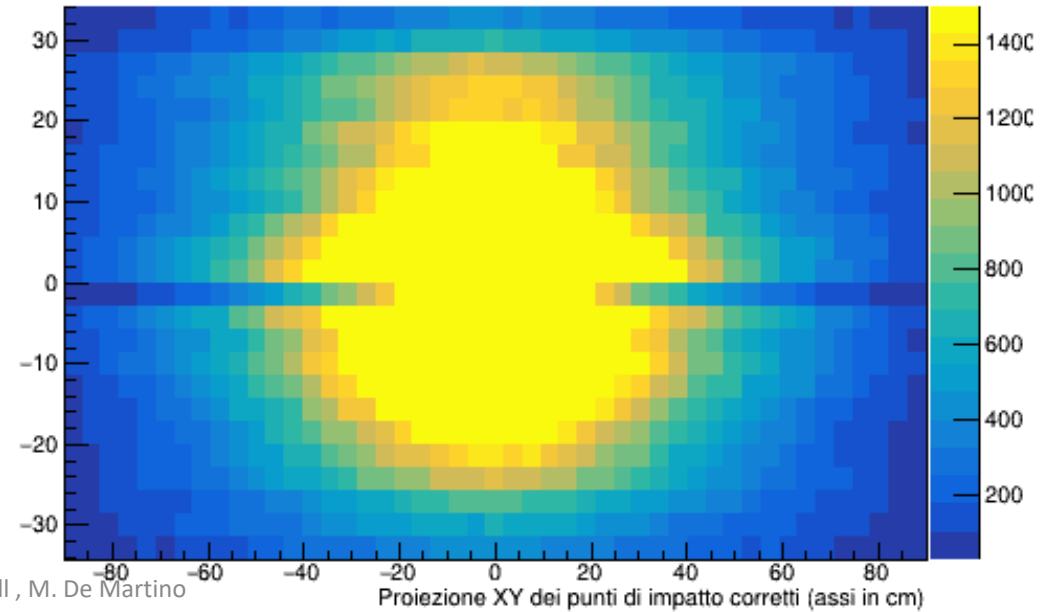
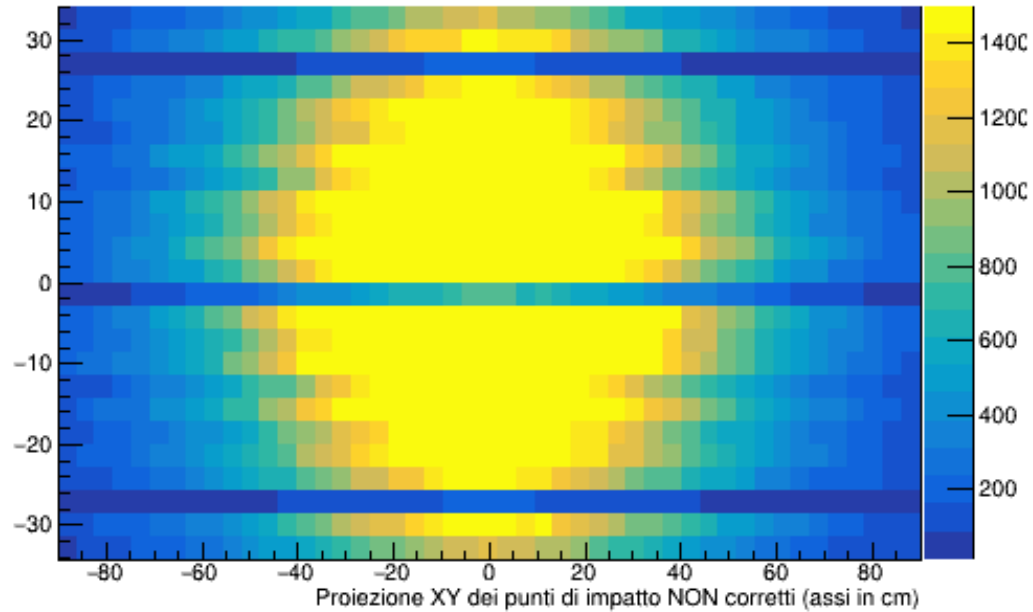


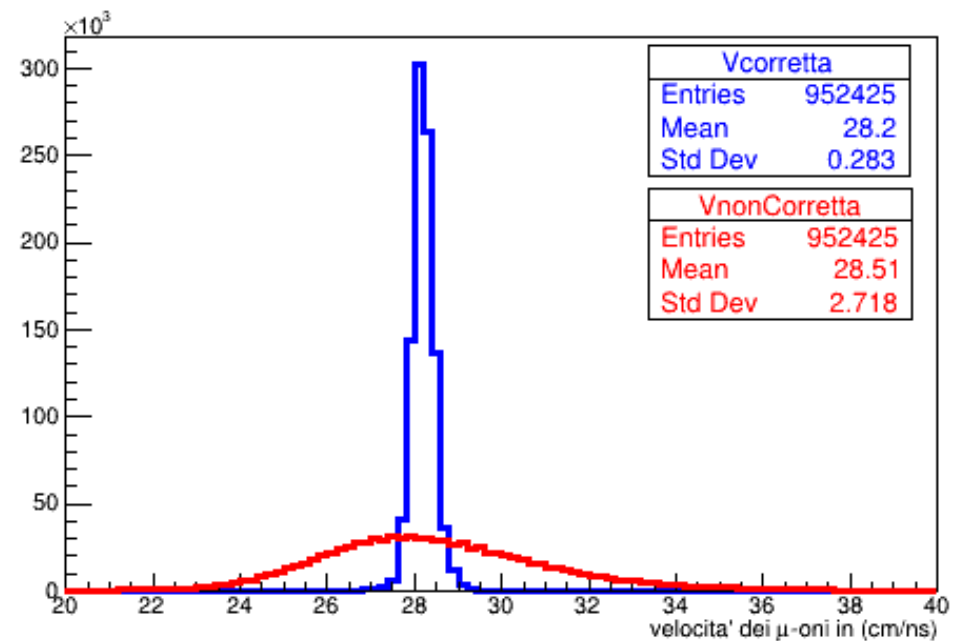
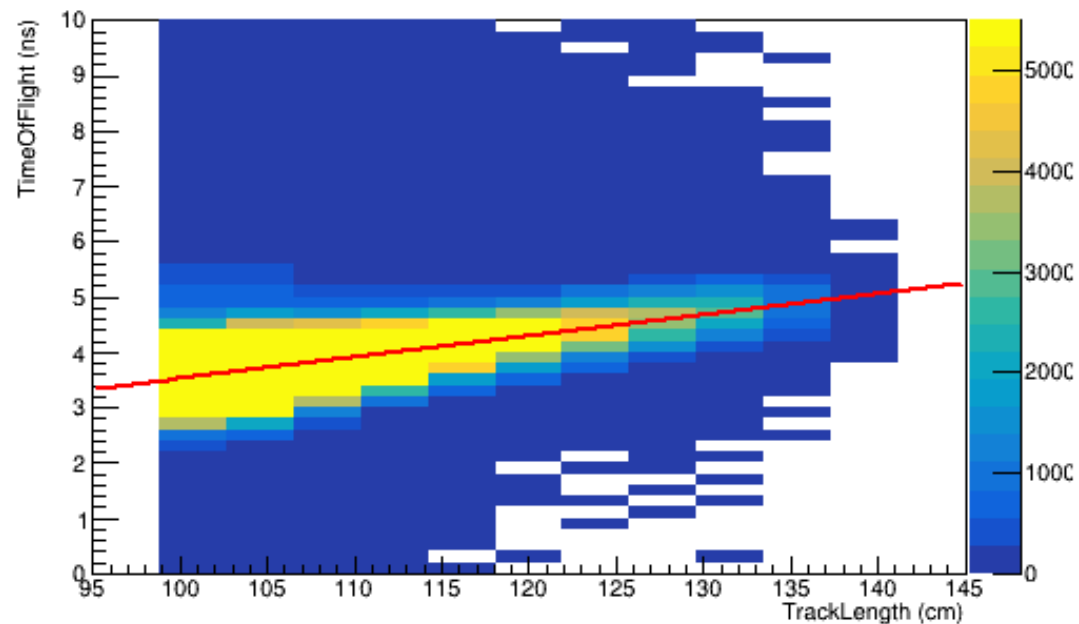
CAGLIARI



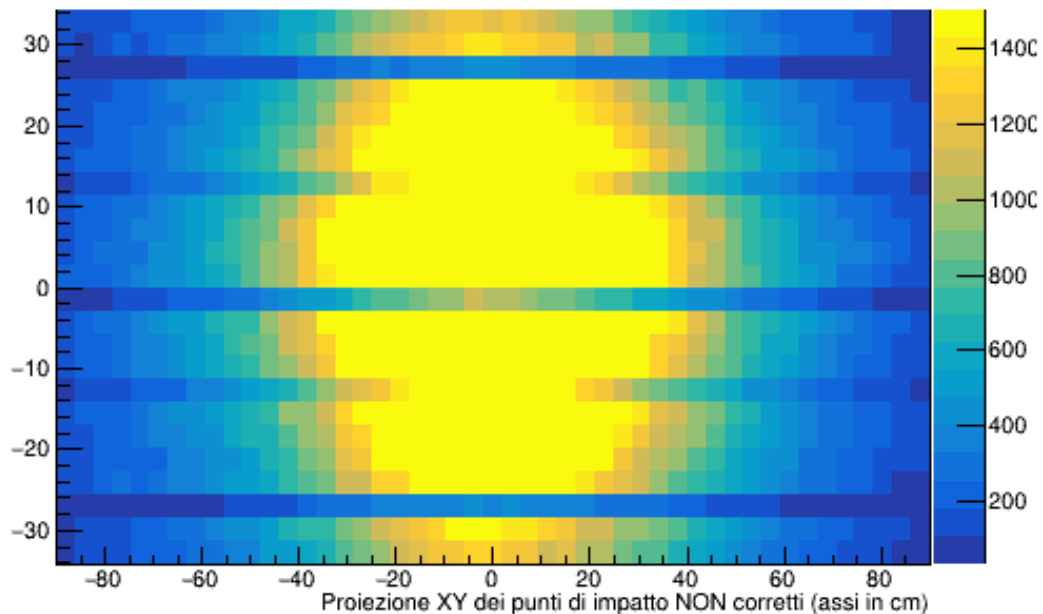


CERN

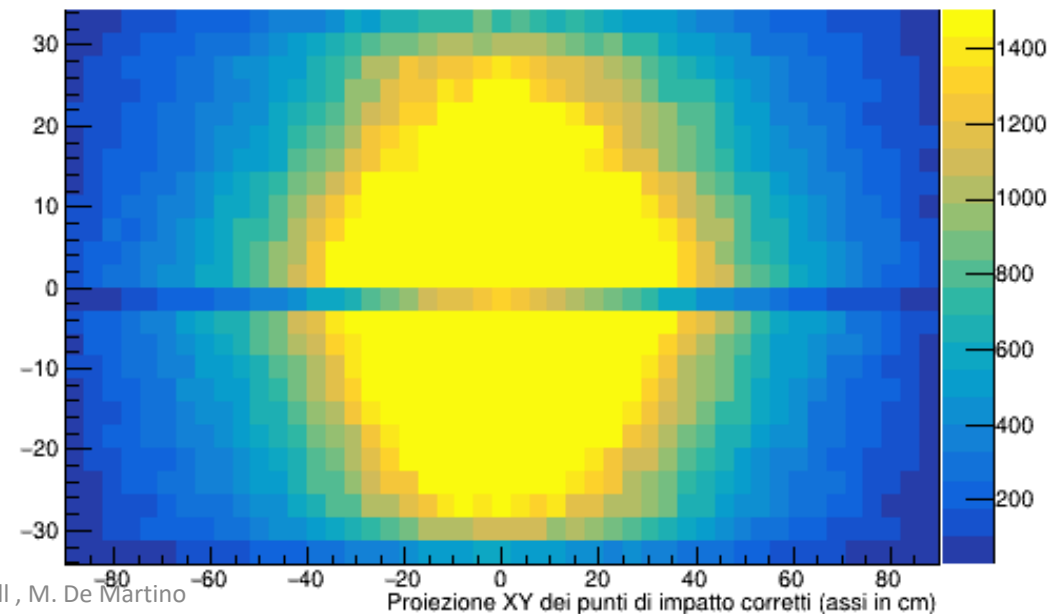




TORINO



D. Sall, M. De Martino



Conclusioni:

- Ricalcolando la TrackLength sulla base del TimeOfFlight otteniamo velocità compatibili e con un errore minore di quello che troviamo dai dati non corretti
- Calcolando il fattore di Lorentz dalle velocità corrette otteniamo valori medi più alti e meno probabili più si sale in gamma.

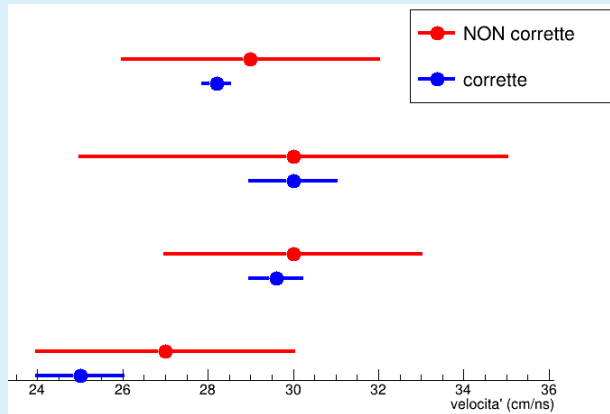
Abbiamo poi confrontato il fattore gamma di Lorentz che si ottiene (**blu**: corretto ; **rosso**: non corretto)

TORINO

CERN

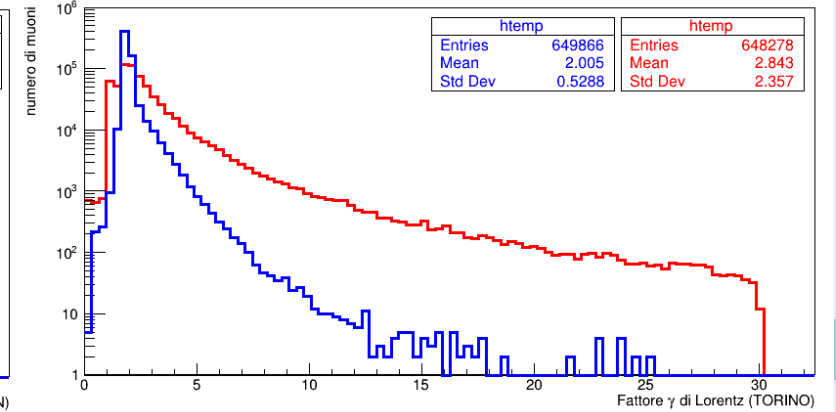
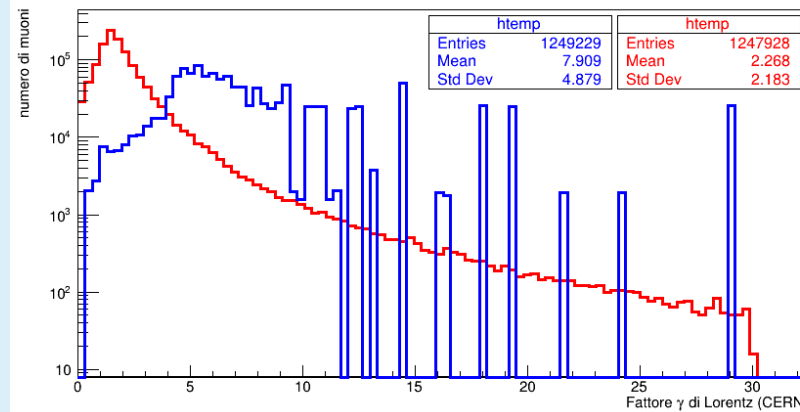
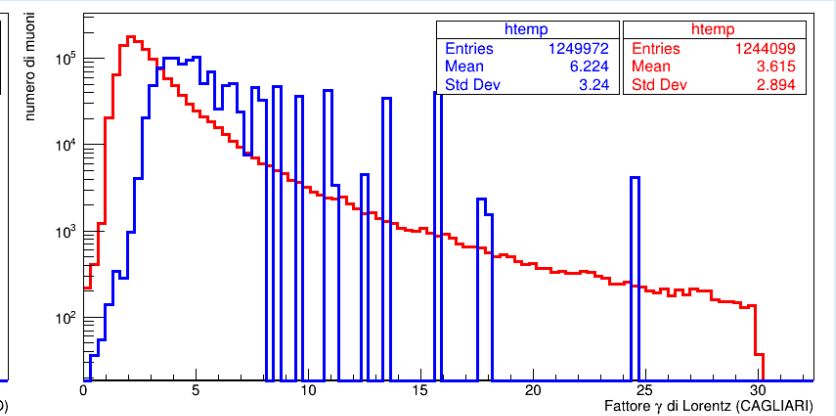
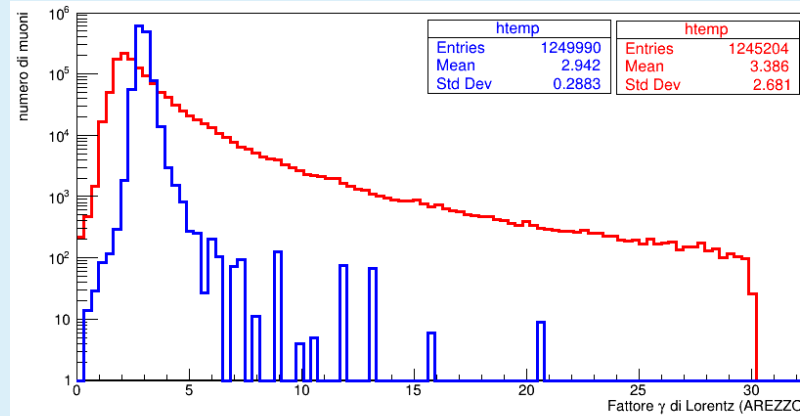
CAGLIARI

AREZZO



Escluso Arezzo

	senza correzione	con correzione
v media (cm/ns)	29.6666	29.2666
β	0.9896	0.9762
γ	6.95	4.61





Un ringraziamento per

l'aiuto a:

Silvia Pisano

Edoardo Bossini