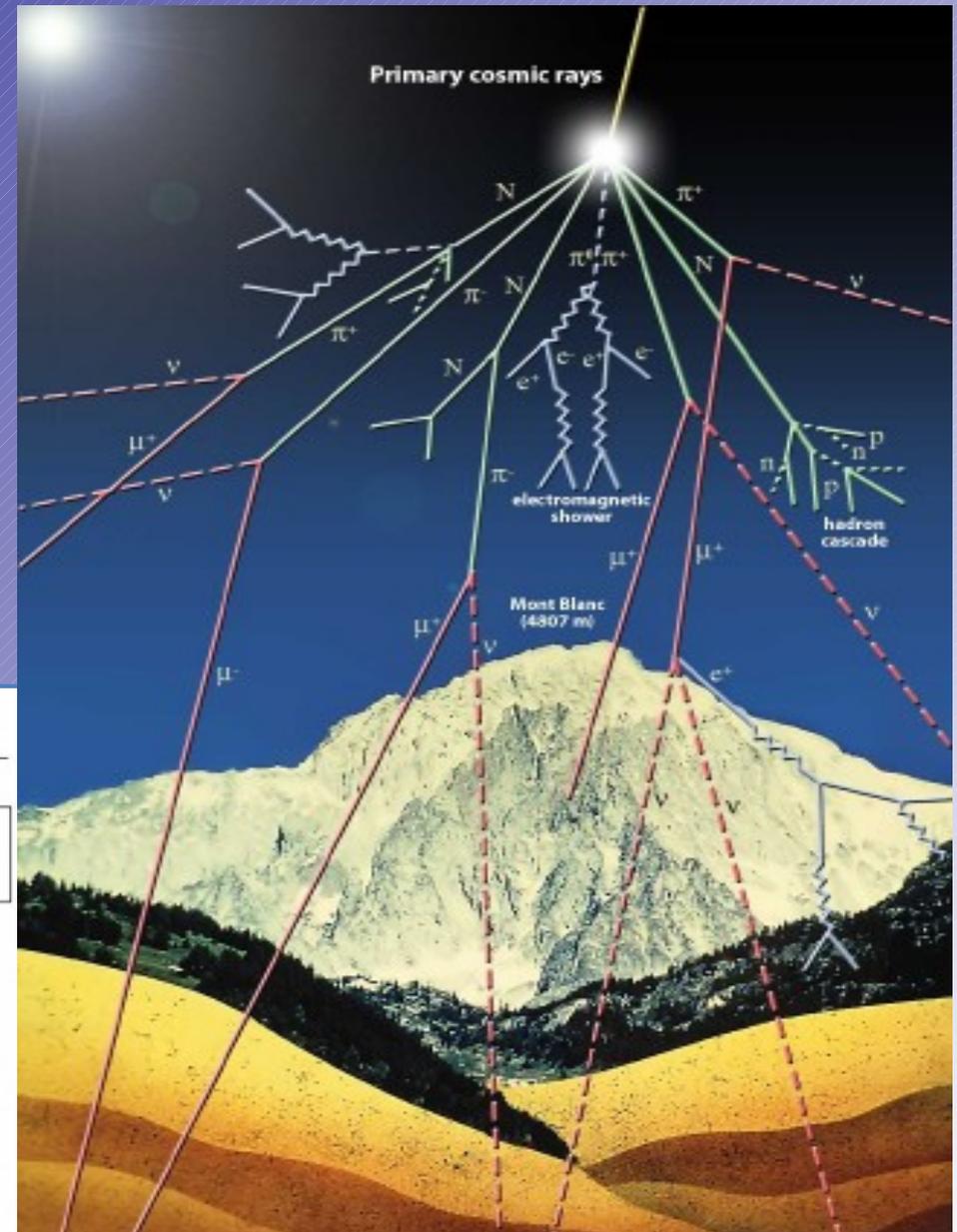
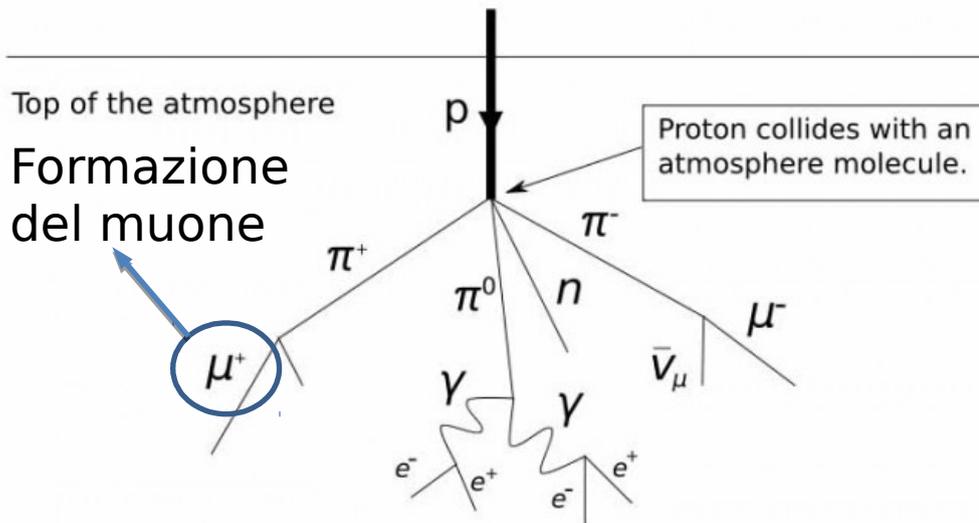




MISURA DELLA VITA
MEDIA DEL MUONE

I Raggi Cosmici – Sorgente dei Muoni

- Sono flussi di particelle relativistiche prodotte dalle stelle e provenienti da ogni parte dell' universo
- Nel momento in cui colpiscono le particelle dell' atmosfera producono particelle secondarie
- Tra le particelle secondarie che giungono a terra c'è il MUONE



MUONE

Il muone è una particella fondamentale
simile all' elettrone ma con massa 200 volte maggiore
E' estremamente penetrante

Particella (simbolo)	Massa (MeV) ⁽¹⁾	Carica elettrica	Tipo di interazioni
neutrino (ν)	< 2eV	no	d
fotone (γ)	0	no	em
elettrone (e^\pm)	0,5	si	d,em
muone (μ^\pm)	105	si	d,em
pione (π^\pm)	140	si	d,em,f
kaone (K^\pm)	493	si	d,em,f
protone (p)	938	si	d,em,f

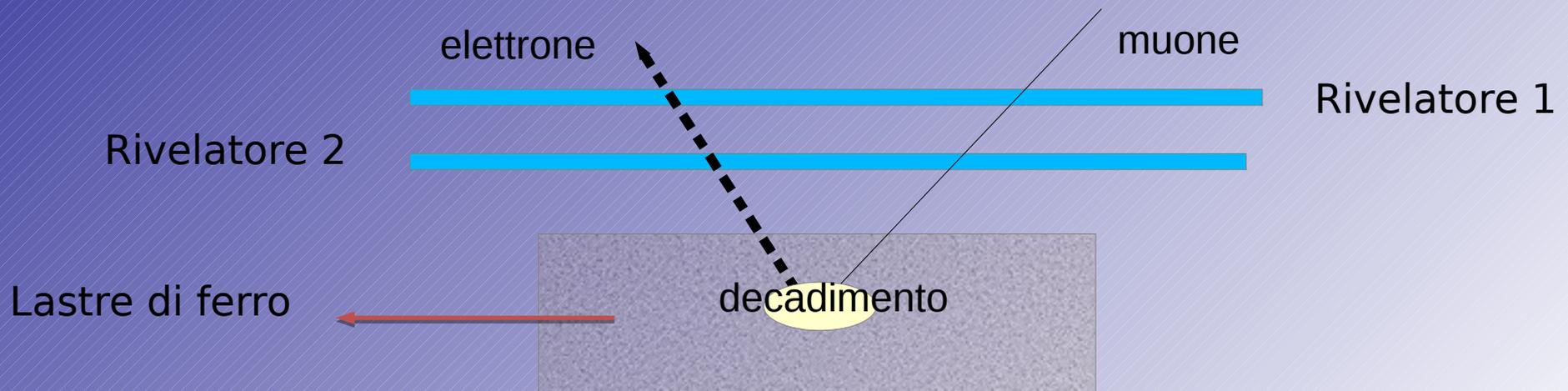
Decade tramite questo processo:

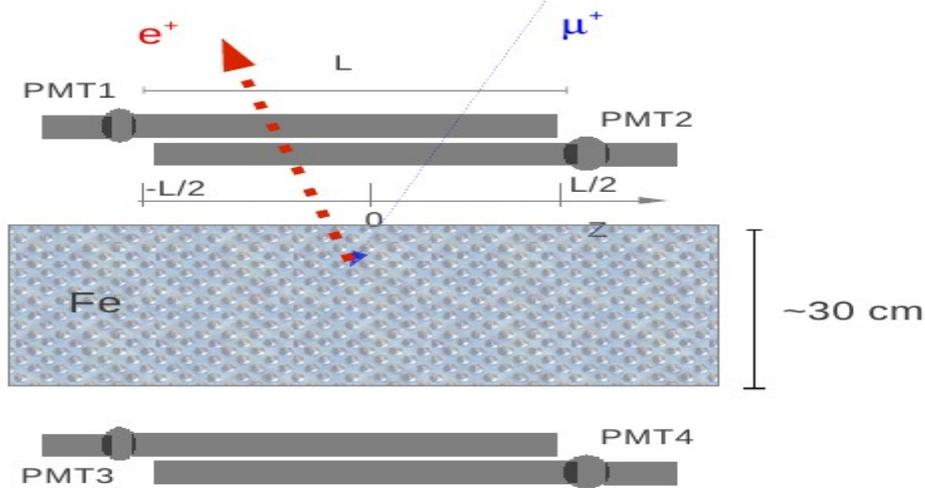


SCOPO DELL' ESPERIENZA: la misura della vita media del muone

Si definisce vita media del muone il periodo medio tra il momento in cui viene osservato e quello in cui decade.

In ogni istante la probabilità che decada è sempre la stessa, indipendentemente dal momento in cui viene osservato la prima volta



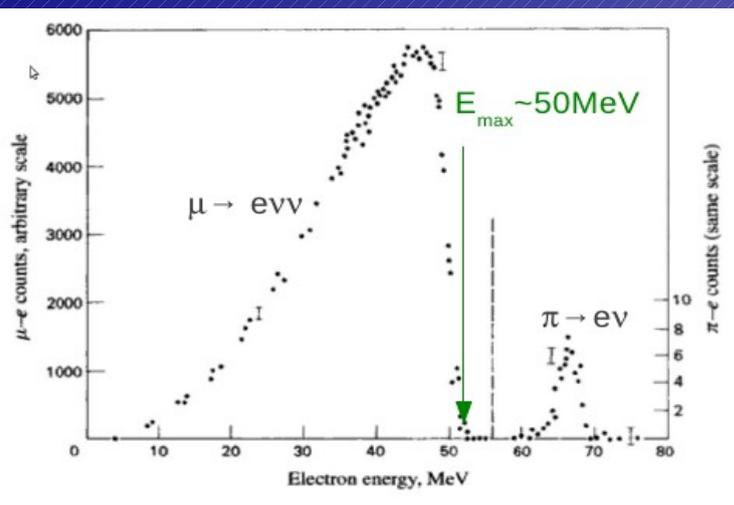


Il ferro posto sotto agli scintillatori serve a fermare i muoni cosicché decadano ed emettano un elettrone...

... Come la sabbia frena il rotolare delle bocce



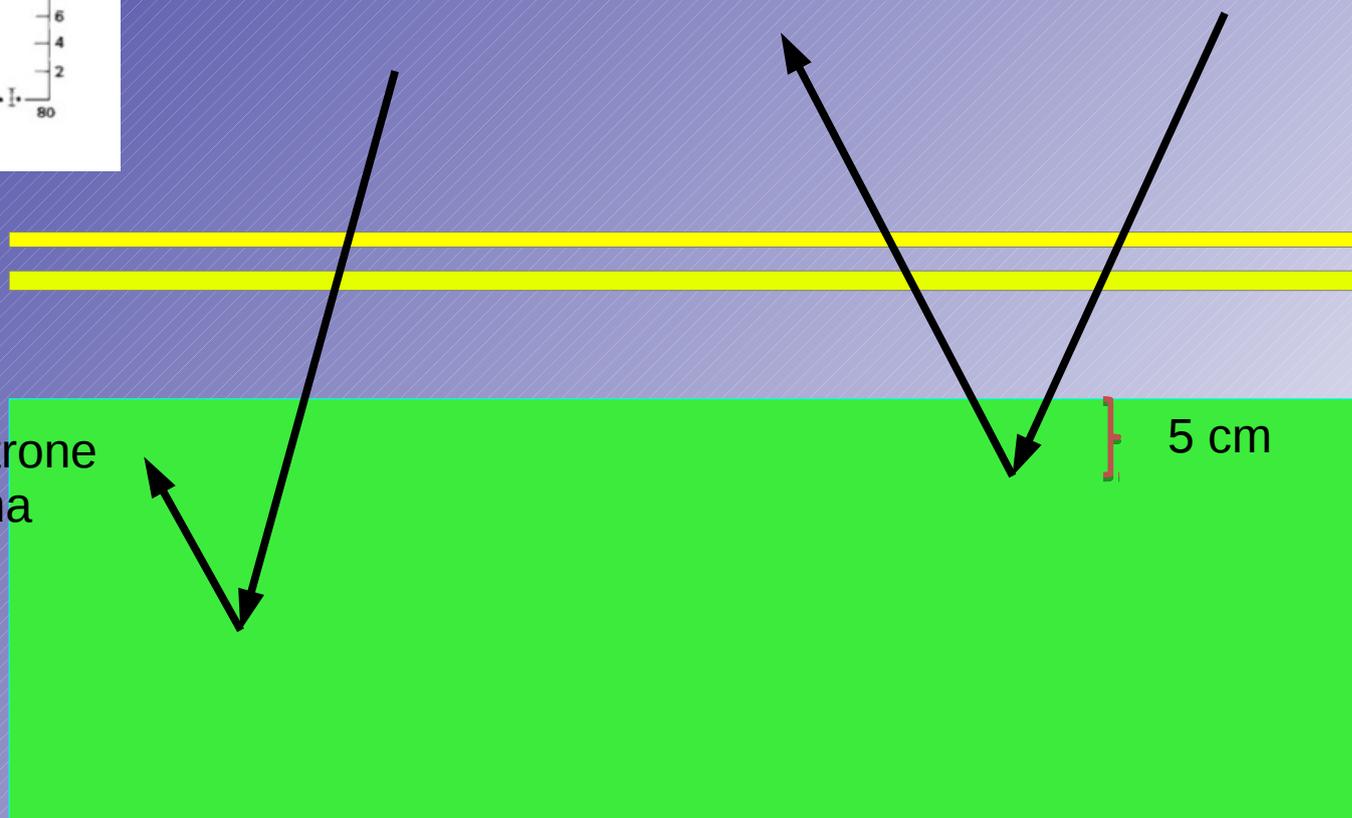
L' elettrone ha un' energia pari al massimo a 50 MeV, quindi riesce ad uscire dal ferro solo se il muone si ferma nei primi 5 centimetri. Infatti:



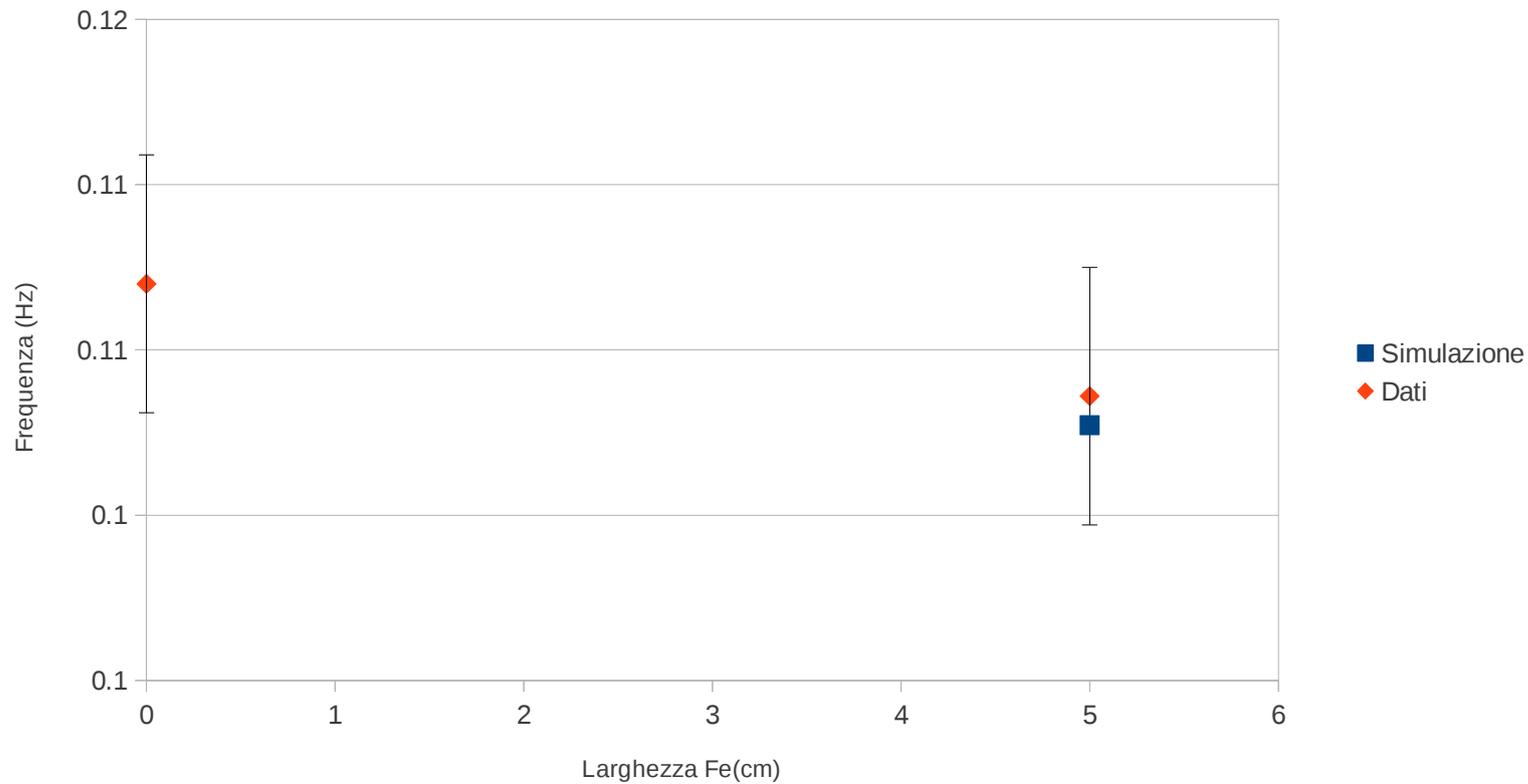
$$\Delta \text{energia} = dE/dx * \text{densità} * \text{altezza}$$

$$\Delta \text{energia (in 5 cm di Fe)} = 57 \text{ MeV}$$

L' elettrone
si ferma



Diminuzione della frequenza di cosmici con la presenza del blocchetto di ferro



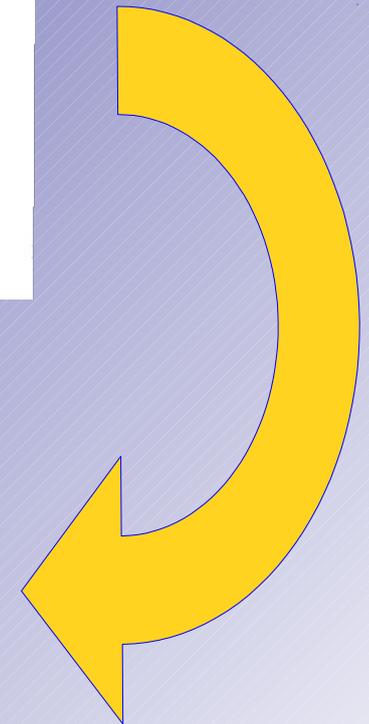
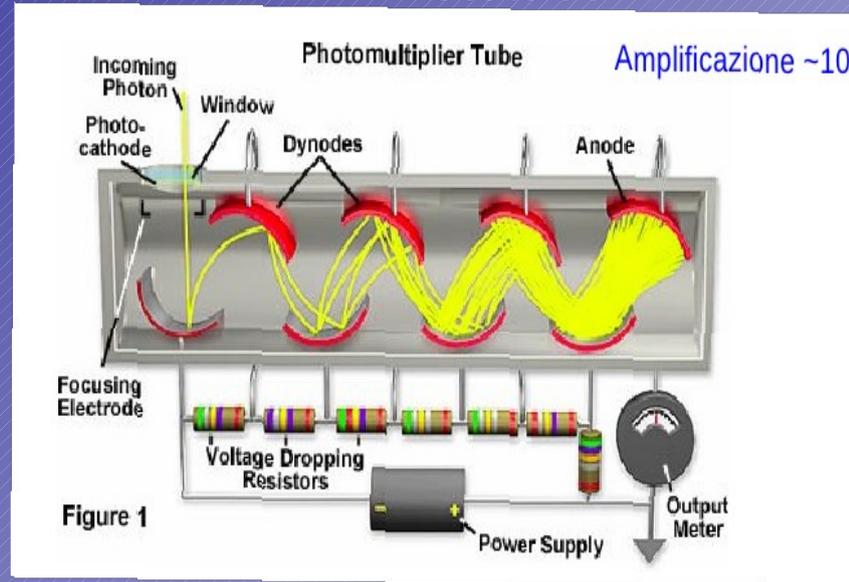
Da una simulazione ci aspettiamo che il 4% dei muoni si fermano in 5 cm, in accordo con i nostri dati sperimentali

Strumentazione

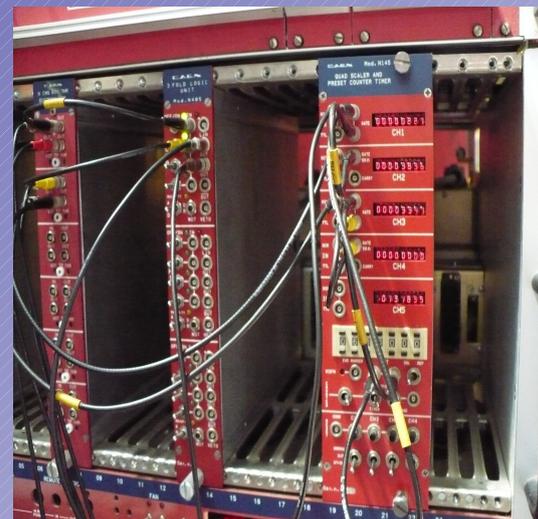
Scintillatore



Fototubo



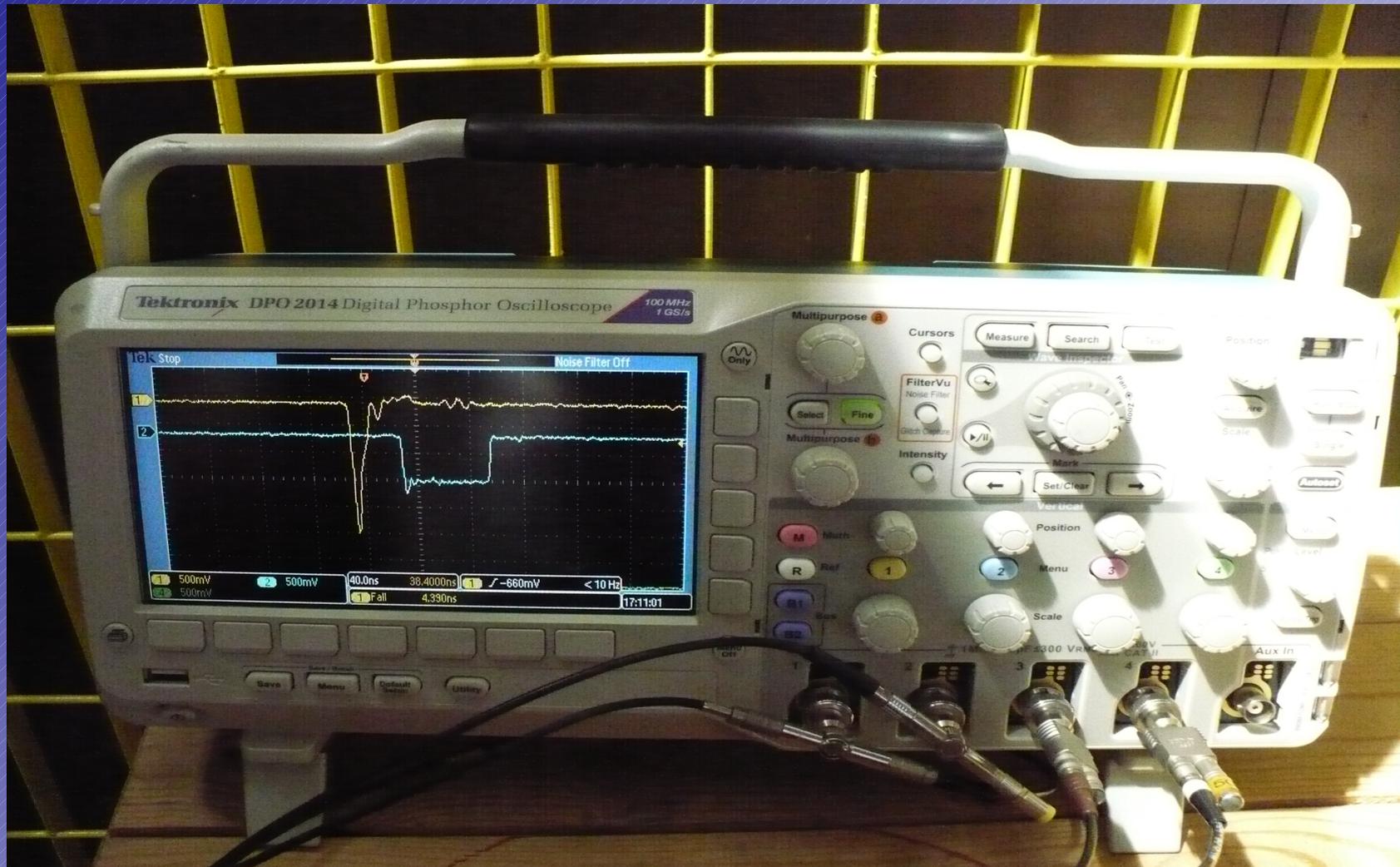
Computer



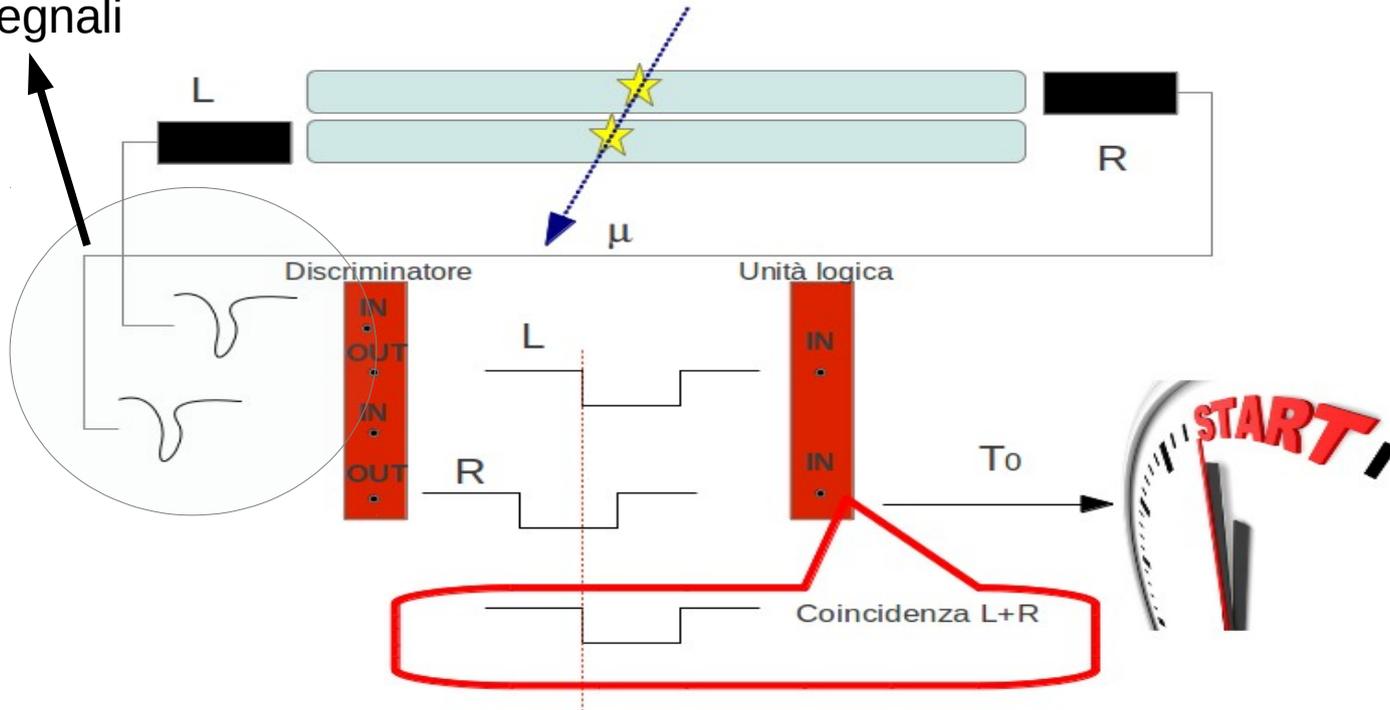
Discriminatore, Unità logica e un TDC("orologio")

Segnali

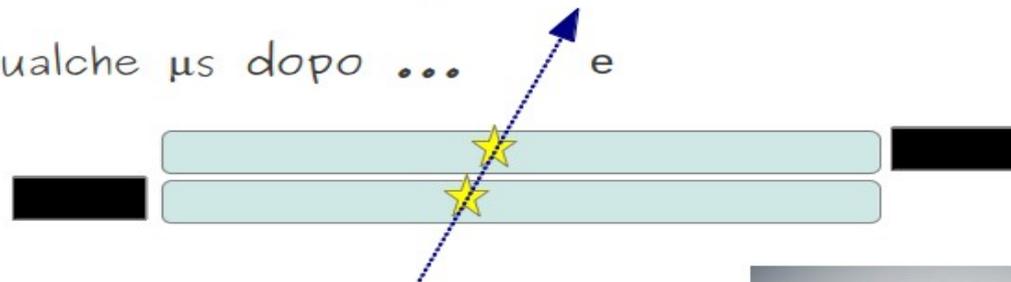
Analogico + discriminato



segnali



Qualche μs dopo ...



T_1

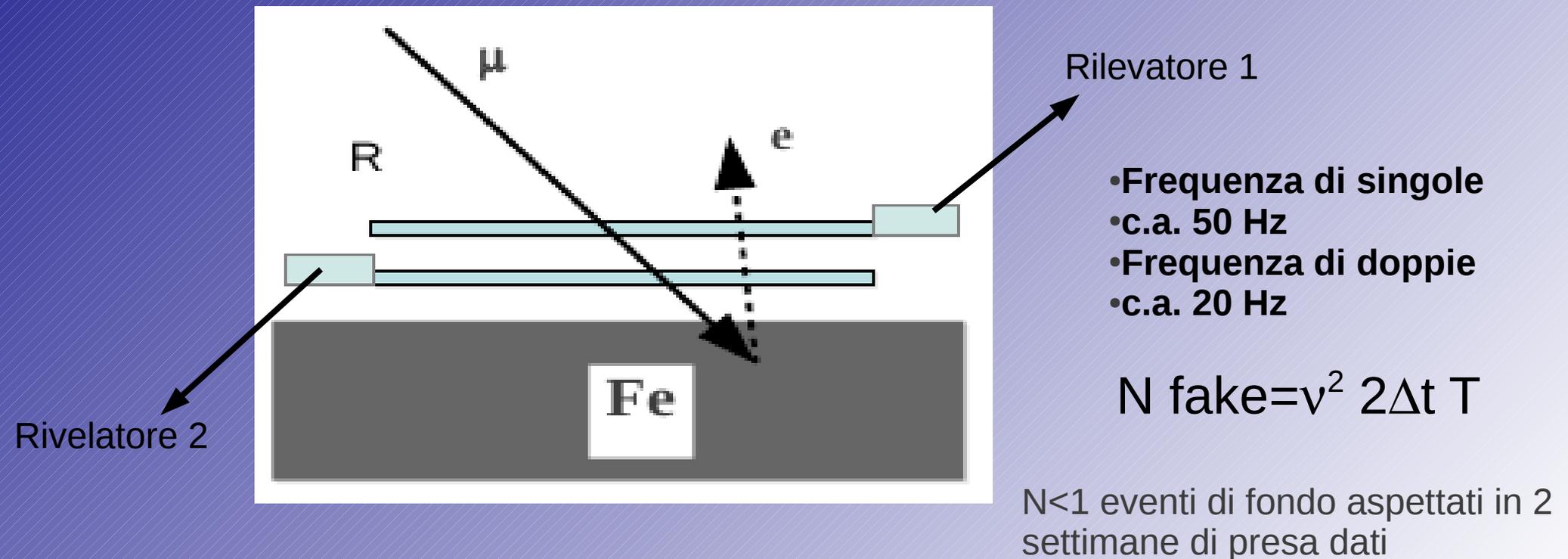


$T_0, T_1, T_0, T_1, T_0, T_1 \dots$



Perché due scintillatori?

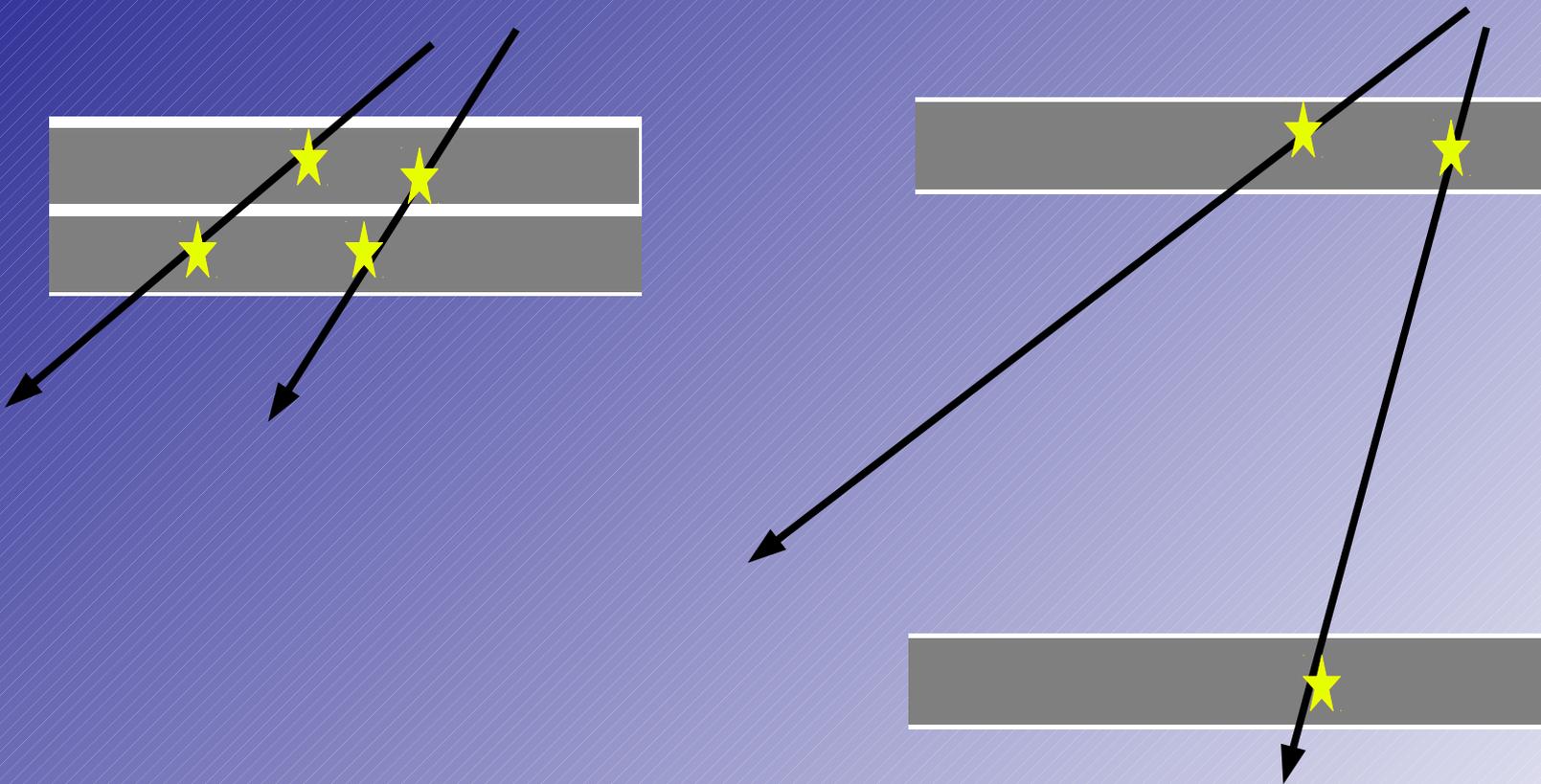
Dato che esiste un rumore elettronico, ossia segnali che non si riferiscono al passaggio di un muone, teniamo in considerazione solo le “coincidenze” tra i due rivelatori



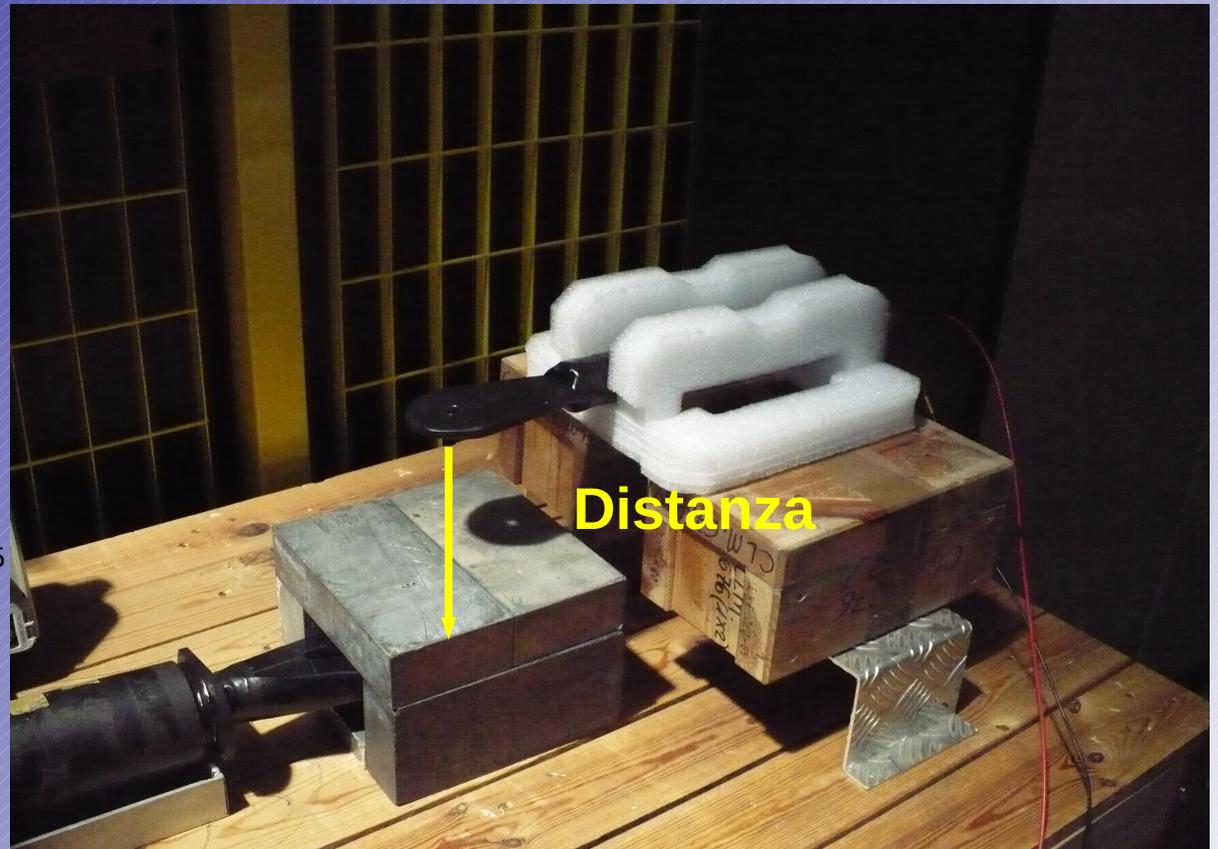
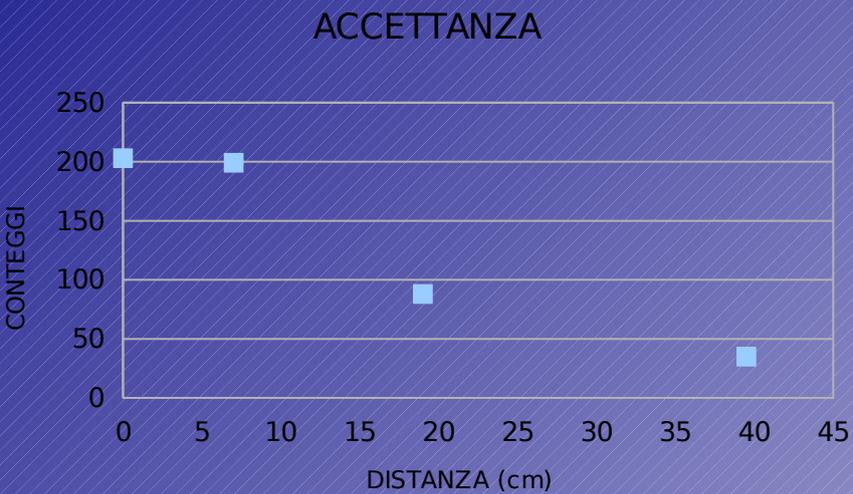
Accettanza

I due scintillatori non sono perfettamente sovrapposti
può accadere che un muone passi nel primo scintillatore ma non nel secondo

All' aumentare della distanza il numero di coincidenze diminuisce. Per questo motivo perdiamo il 40% dei cosmici. Un altro 50% si perde per l' efficienza del rivelatore

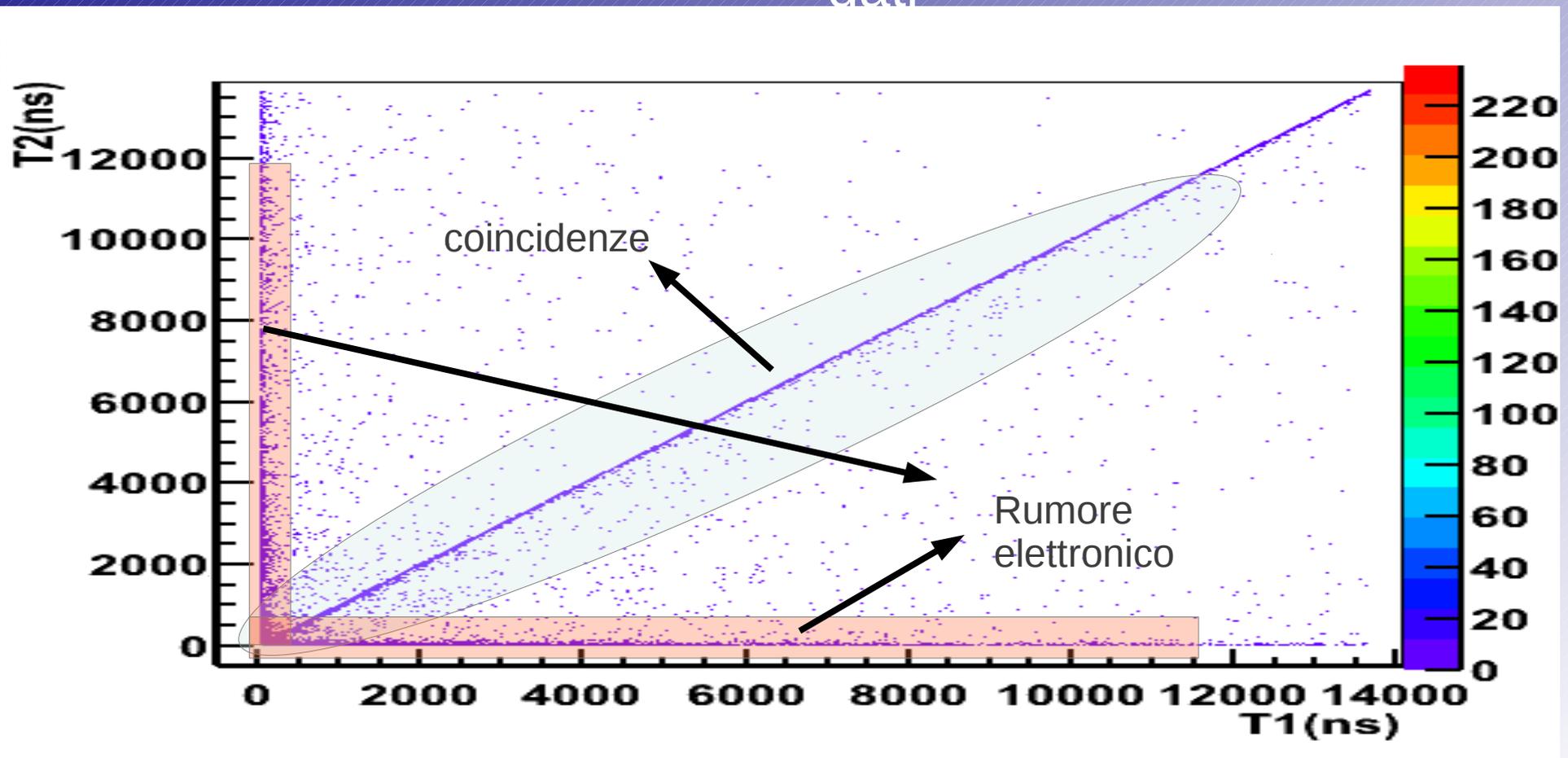


Misura dell' accettanza geometrica



elaborazione dei dati sperimentali

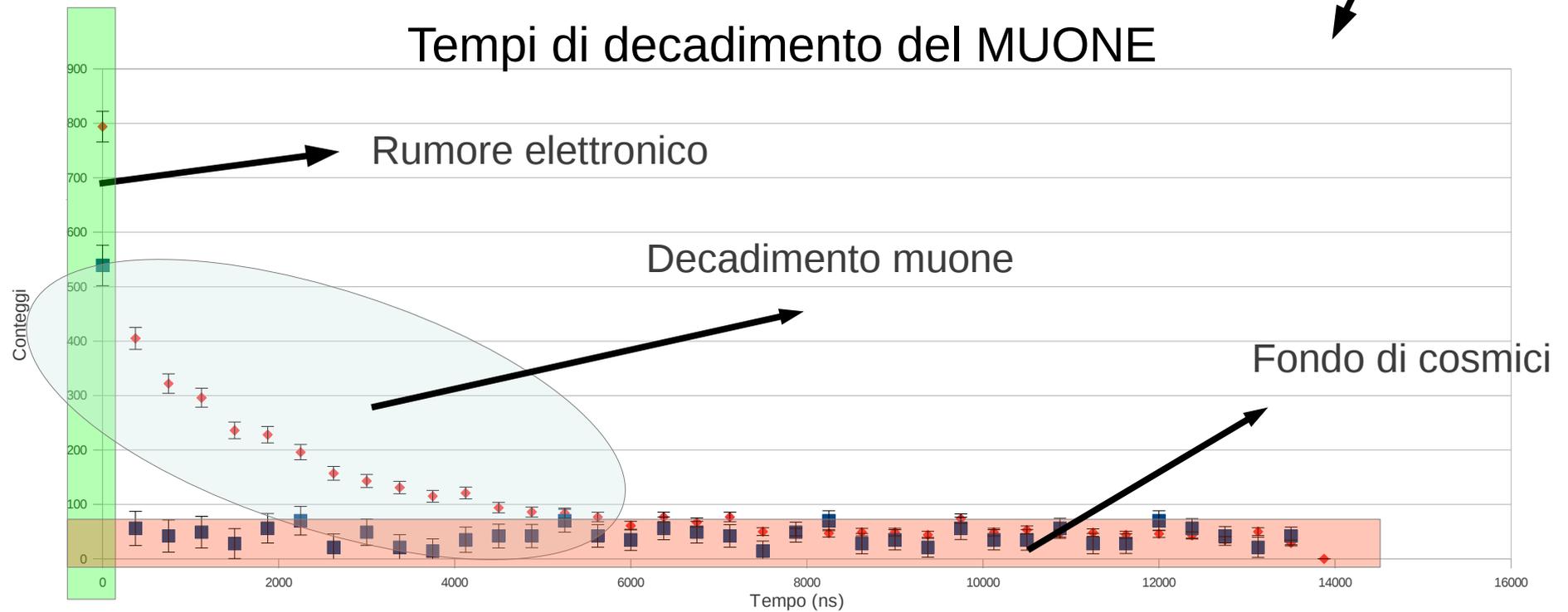
- Per ottenere una misura accurata occorre raccogliere una gran quantità di dati
- N° totale di eventi= 15,5 milioni in due settimane di presa dati



elaborazione dei dati sperimentali



Tempi di decadimento del MUONE



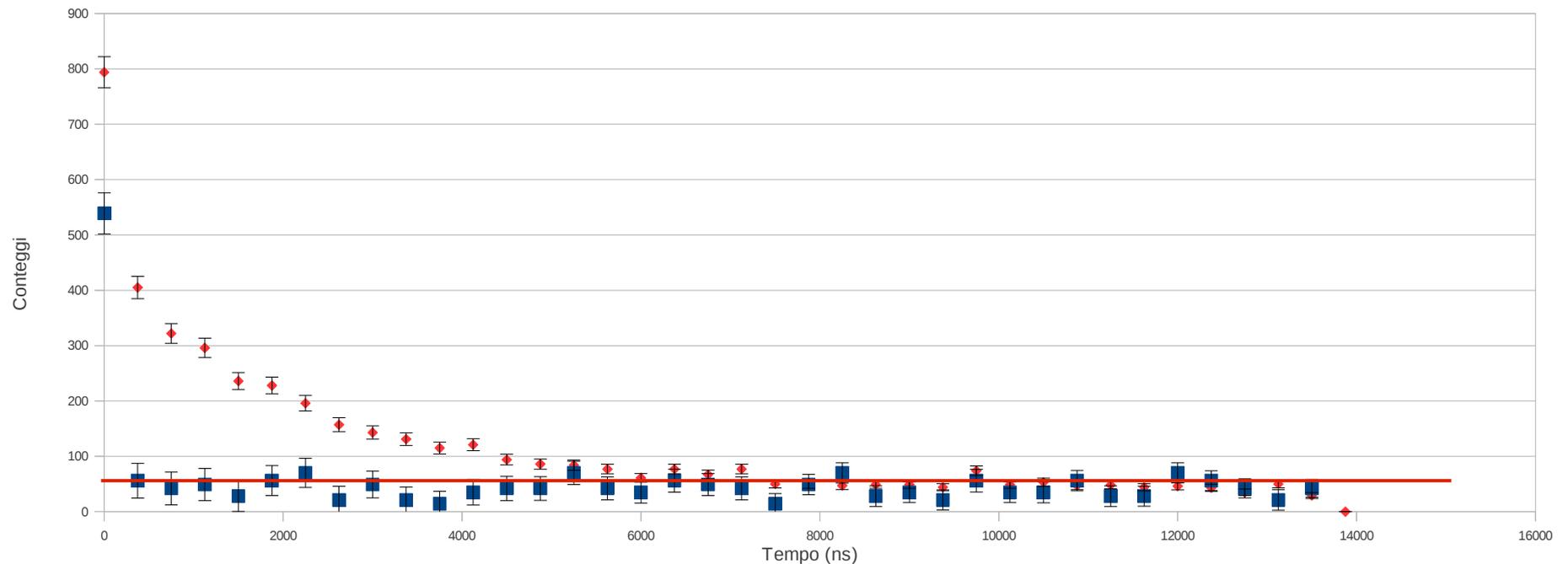
Sottrazione del fondo

Numero di doppi cosmici per bin temporale in 15.5M di eventi
Frequenza media cosmici= 16.51 Hz

$\Delta T=375$ ns

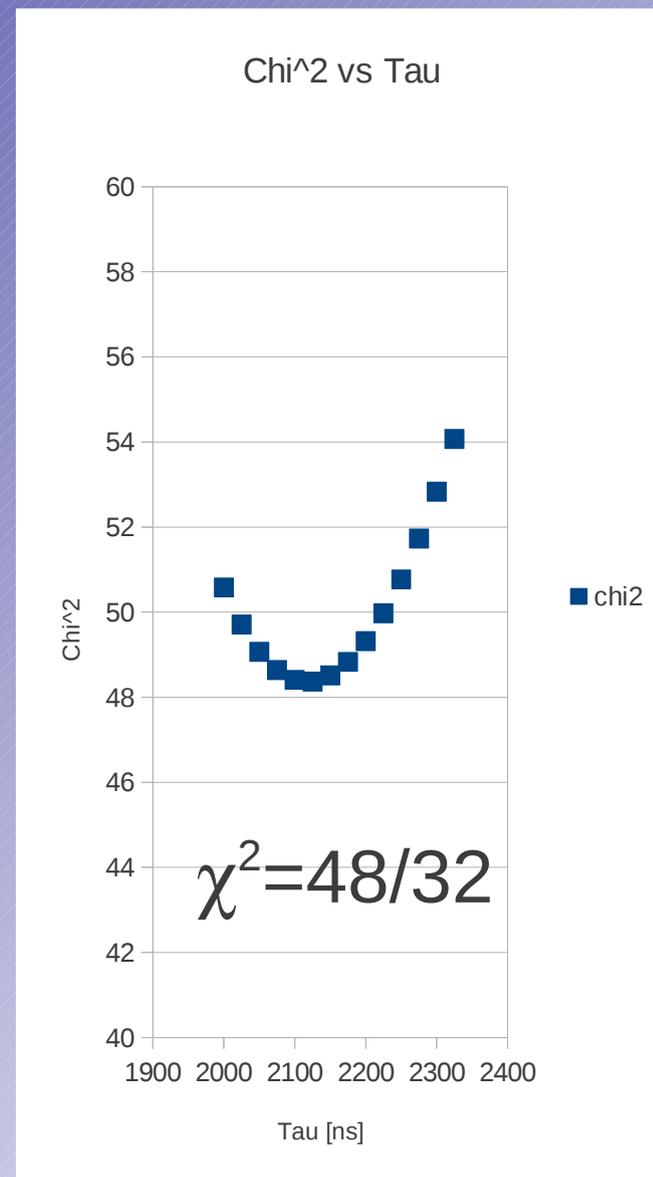
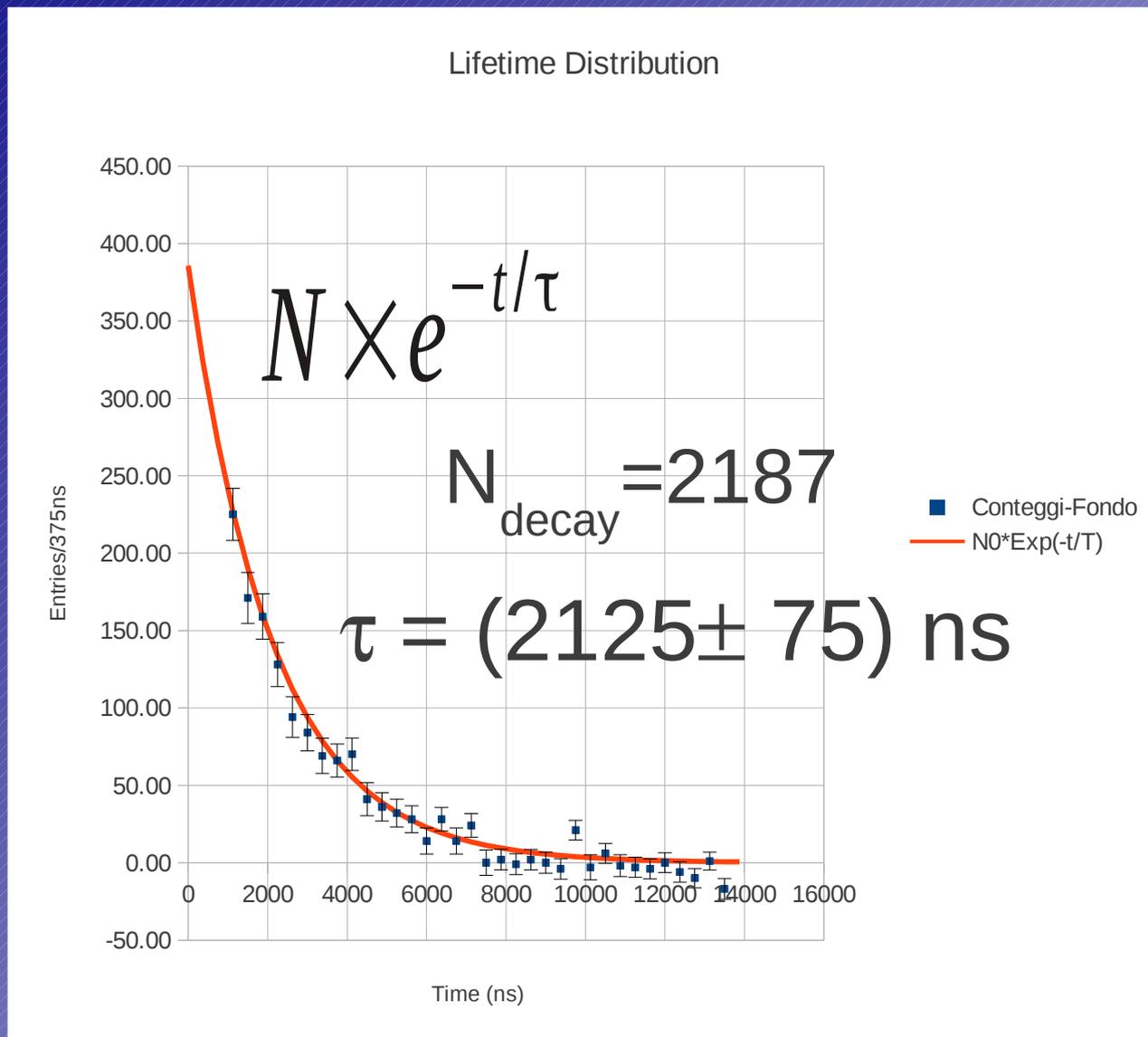
$\Delta N=96 \times 0.46$

(0.46 efficienza selezione ΔZ)



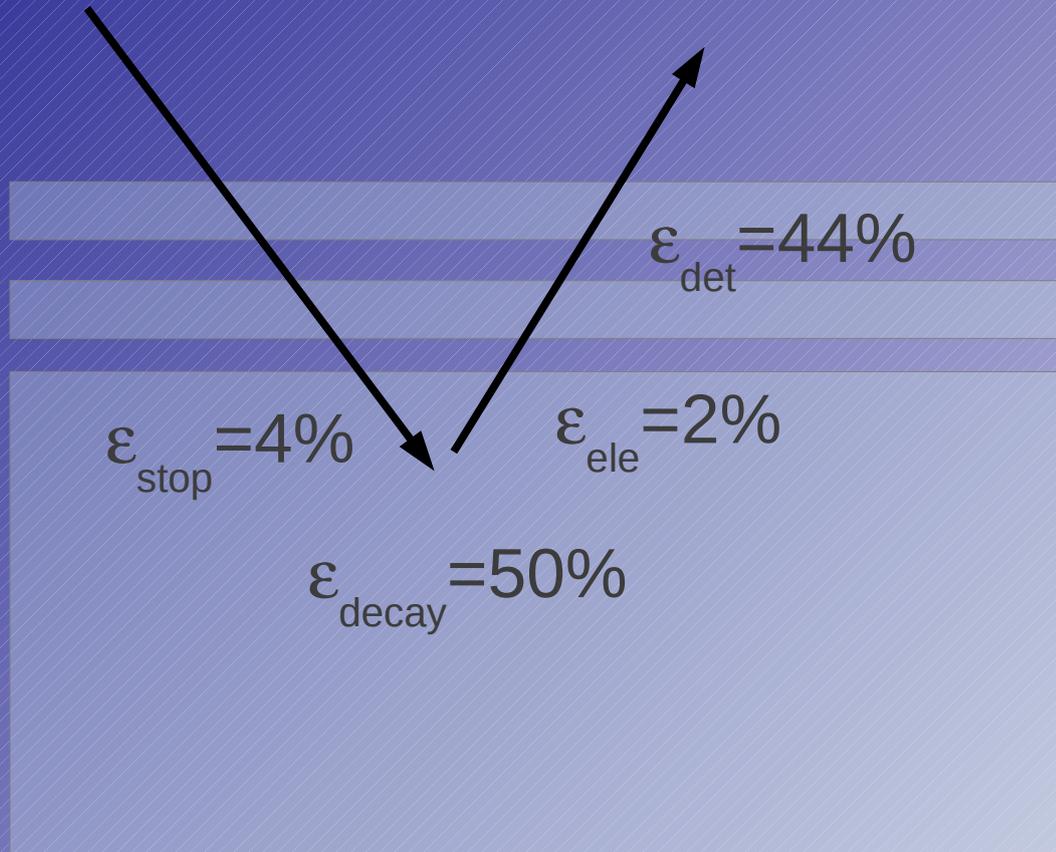
Risultato della Misura

Campione di 15.5M di eventi raccolto in 2 settimane



Numero di decadimenti aspettati

$N_{\text{decay}} = 2187$ osservati



$N_{\text{decay}} = 15.5\text{M} * 0.00018 = 2500$ aspettati

I membri dell' esperimento MULE (MUon Lifetime Experiment)

- GRUPPO DI ANALISI:

Davide Barbarossa

Francesco Draisci

- GRUPPO TEORICO

Davide M. Coluccia

Eugenio Pozzoli

Ludovico Buldini

- GRUPPO HARDWARE

Flavia Cetorelli

Giuseppe Vella

Giorgia Cunicella

- EDITORS:

Federico Casagrande

Samuele Ronchini

