



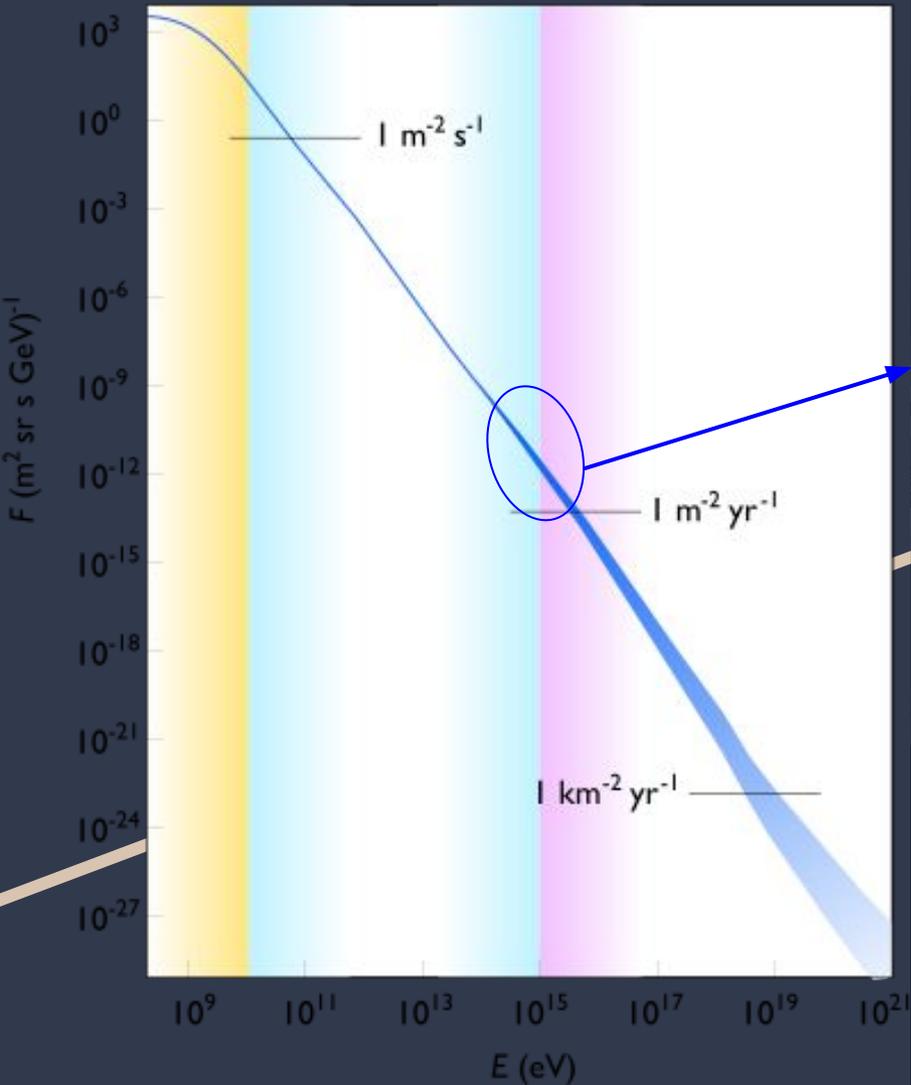
International Cosmic Day,  
6 Novembre 2019



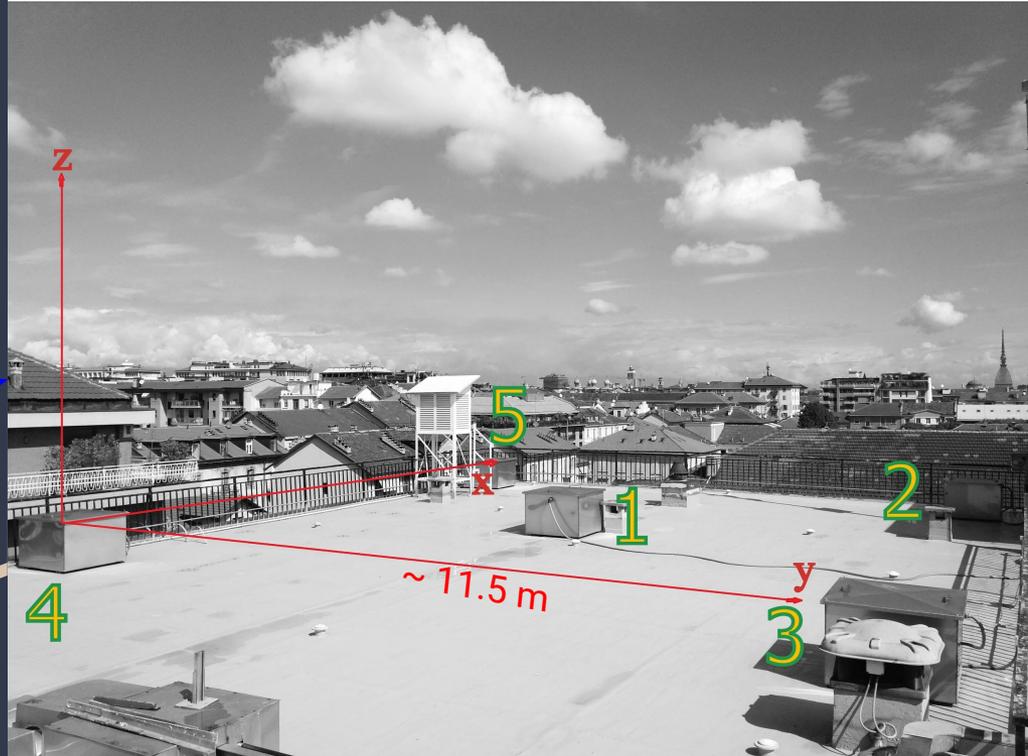
# Rivelare i raggi cosmici: le stazioni a scintillazione del Dipartimento di Fisica dell'Università di Torino

Matteo Battisti,  
[matteo.battisti@edu.unito.it](mailto:matteo.battisti@edu.unito.it)

# Misura della distribuzione angolare dei cosmici primari



# Raggi cosmici: come rivelarli?



# Rivelatori a scintillazione: come sono fatti?

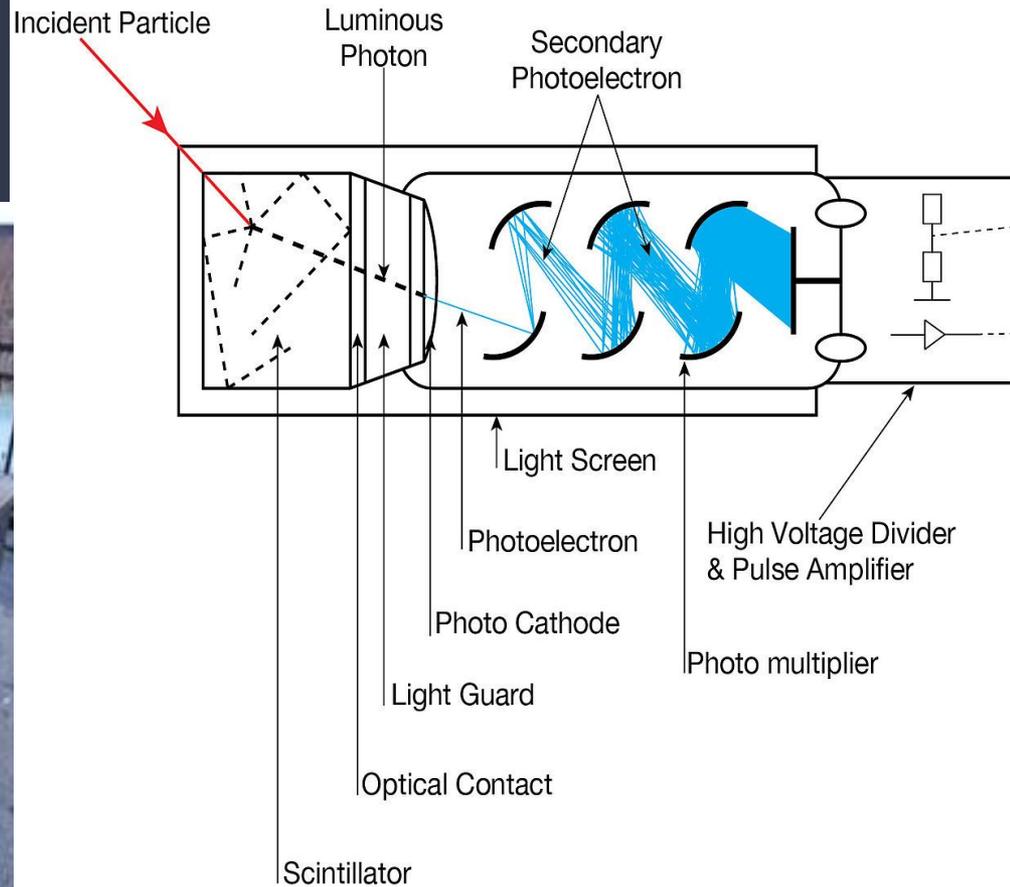
Fotomoltiplicatore



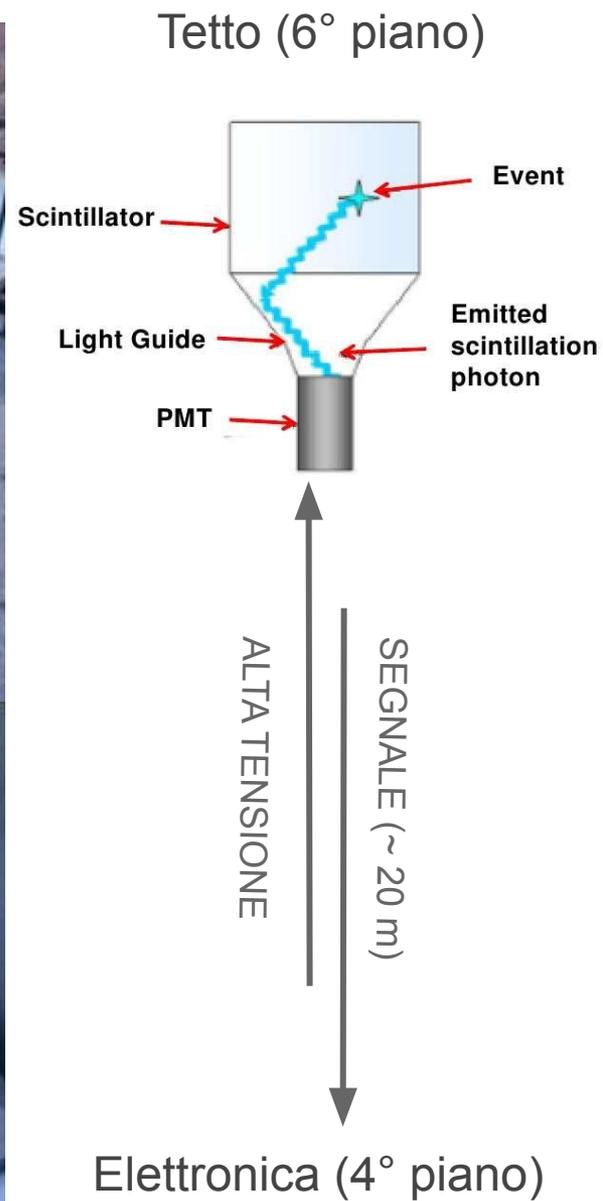
Scintillatore e guida di luce



# Scintillatore e fotomoltiplicatore



# Rivelatori a scintillazione: come sono fatti?



# Misura in sciame

Per ottenere informazioni sui cosmici primari andiamo a guardare quegli eventi in cui le 5 stazioni sono state attraversate da particelle cariche (quasi) contemporaneamente.

Quando questo accade siamo pressoché sicuri che le particelle rivelate non sono cosmici di bassa energia vaganti per il cielo ma provengono da uno stesso sciame causato da un primario di alta energia

TDC: Time to Digital Converter

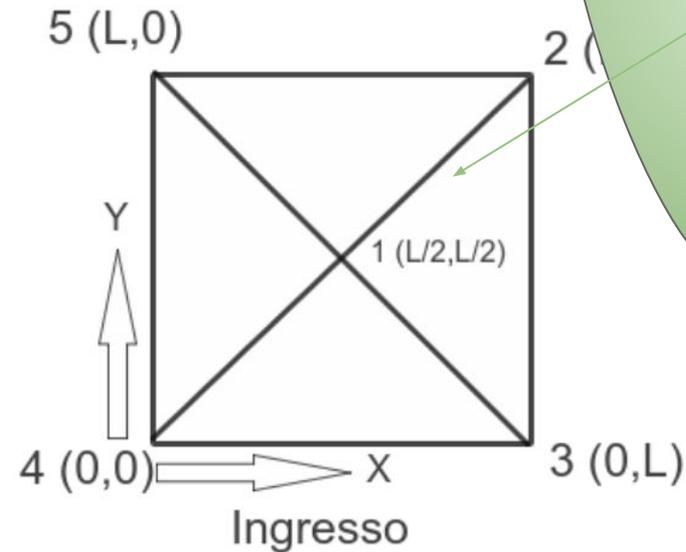
Cronometro: misura dopo quanto tempo le 5 stazioni sono colpite da una particella dello sciame



Misura in sciame:  
dalla differenza dei  
tempi alla direzione  
di arrivo

$t_i$  è il tempo di arrivo delle  
particelle, misurato dal  
TDC

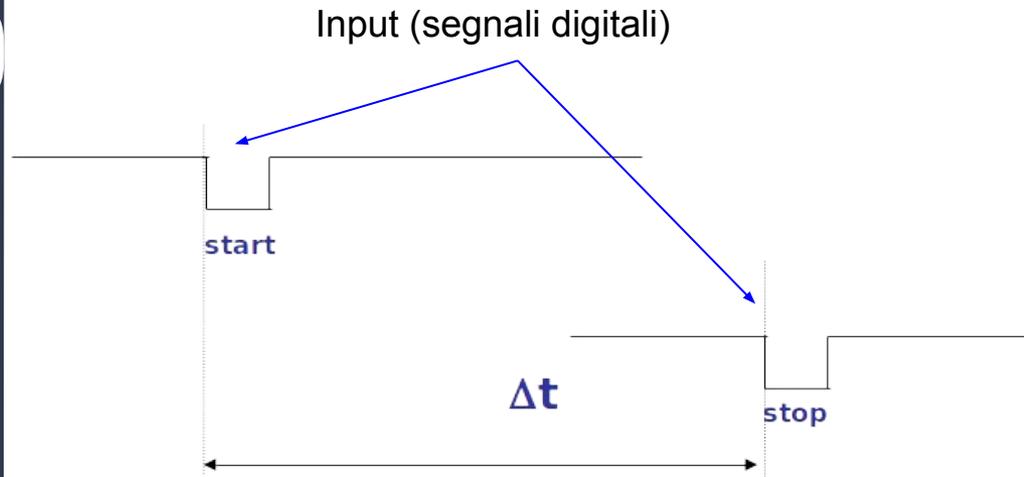
## Spiegazione intuitiva



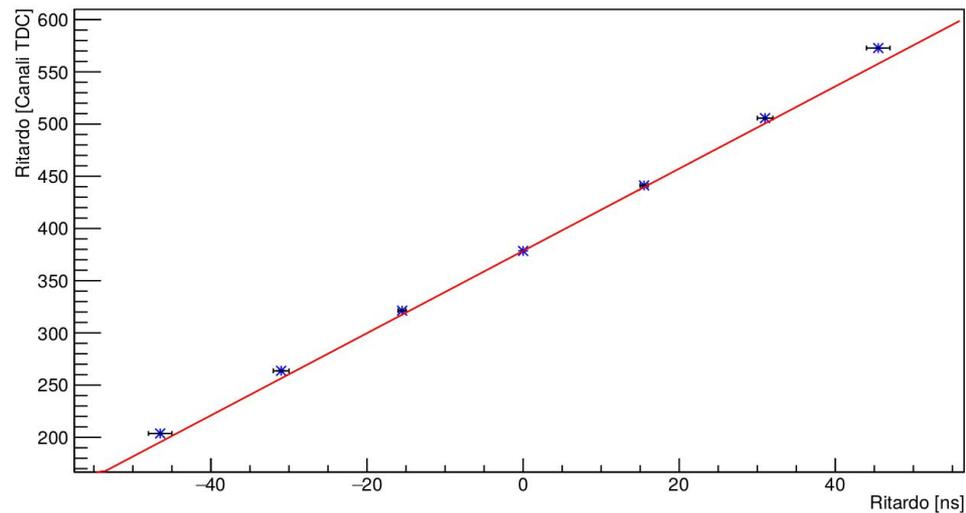
$$\begin{cases} A = \frac{c}{2L} \cdot [(t_2 - t_4) + (t_3 - t_5)] \\ B = \frac{c}{2L} \cdot [(t_2 - t_4) - (t_3 - t_5)] \\ C = \sqrt{1 - A^2 - B^2} \end{cases}$$

GUARDIAMO I  
DATI!!!!

# TDC (Time to Digital Converter)



Misura le differenze tra i tempi di arrivo delle particelle nei diversi scintillatori.  
Da questi si ricava la direzione di arrivo.  
La misura temporale è espressa in canali di TDC

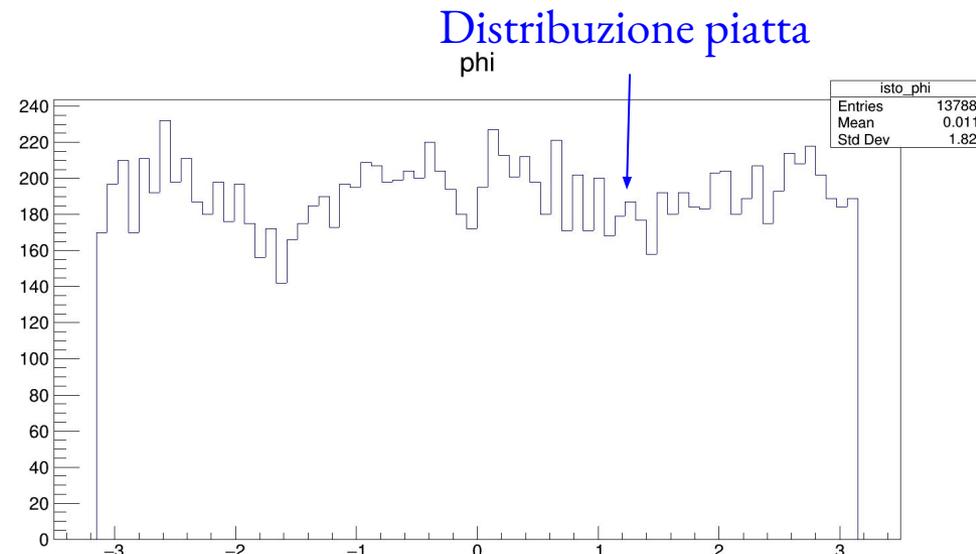
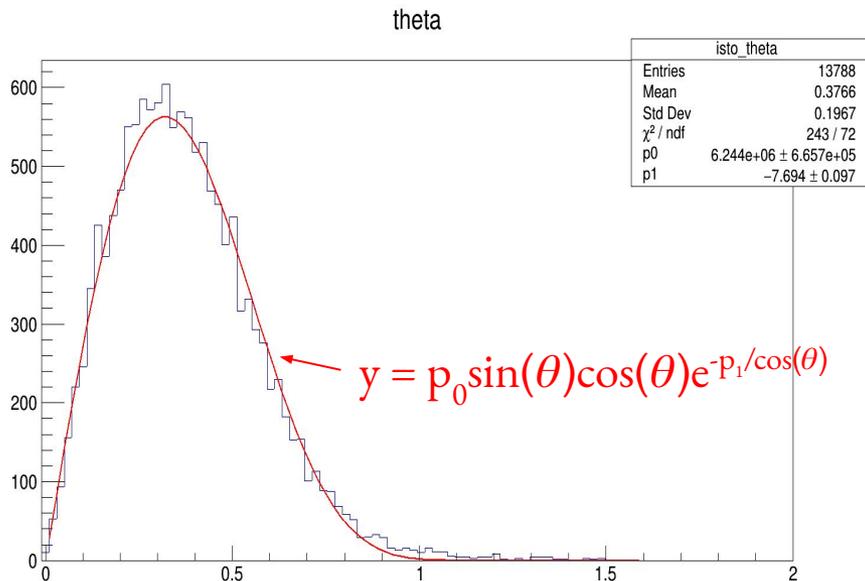


I canali di TDC vengono convertiti in tempo (ns)

# Da fare:

- 1) convertire i dati grezzi in ns
- 2) calcolare i valori di A, B, C
- 3) calcolare i due angoli  $\theta$   $\varphi$

$$\begin{cases} A = \frac{c}{2L} \cdot [(t_2 - t_4) + (t_3 - t_5)] \\ B = \frac{c}{2L} \cdot [(t_2 - t_4) - (t_3 - t_5)] \\ C = \sqrt{1 - A^2 - B^2} \end{cases}$$
$$\begin{cases} \vartheta = \arccos C \\ \varphi = \arctan \frac{B}{A} \end{cases}$$



# Da fare:

1) convertire i dati grezzi in ns

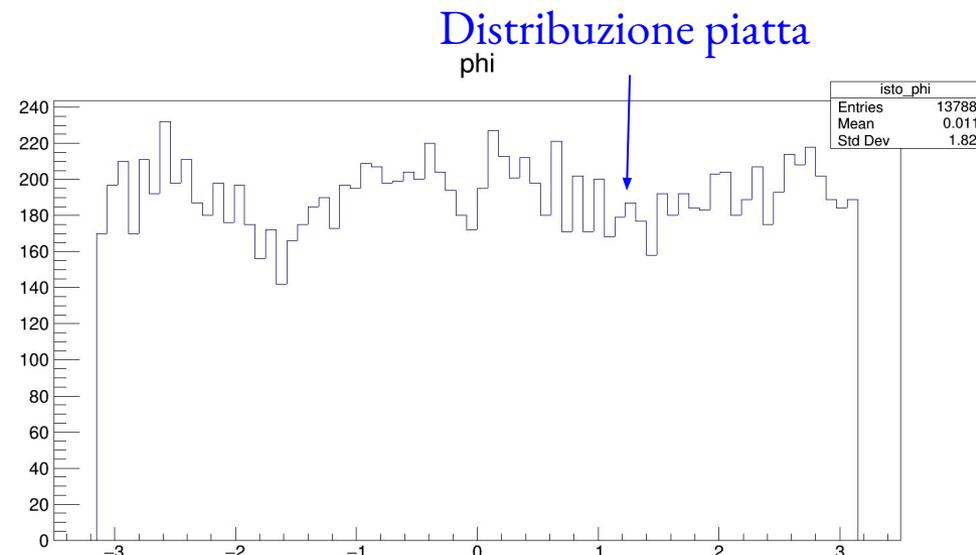
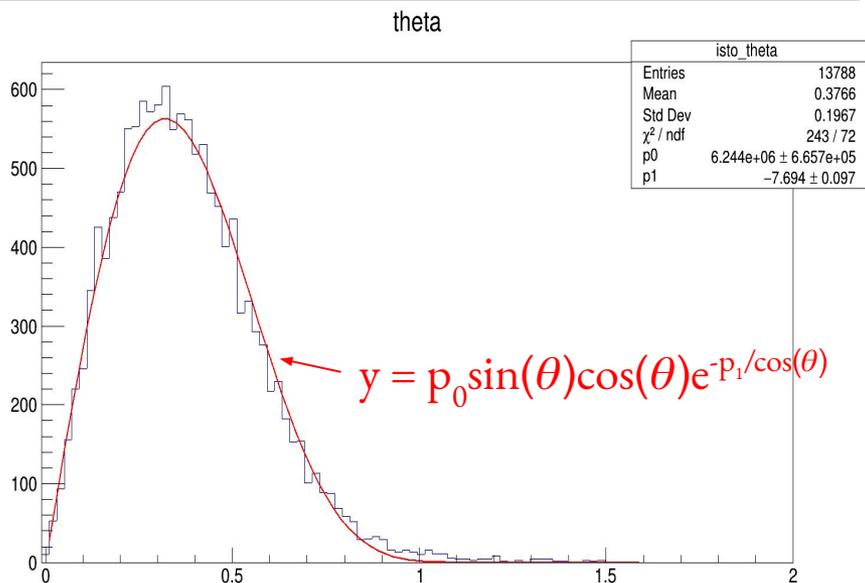
MA... c'è un ma....

2) calcolare i valori di A, B, C

3) calcolare i due angoli  $\theta$   $\varphi$

$$\begin{cases} A = \frac{c}{2L} \cdot [(t_2 - t_4) + (t_3 - t_5)] \\ B = \frac{c}{2L} \cdot [(t_2 - t_4) - (t_3 - t_5)] \\ C = \sqrt{1 - A^2 - B^2} \end{cases}$$

$$\begin{cases} \vartheta = \arccos C \\ \varphi = \arctan \frac{B}{A} \end{cases}$$



# Problema empirico: la differente lunghezza dei cavi interferisce con la accurata misura dei tempi

I segnali non si propagano istantaneamente nei cavi, ma viaggiano ad una velocità finita (circa  $\frac{1}{3}$  della velocità della luce nel vuoto)

Una accurata misura delle differenze di arrivo delle particelle dello sciame alle stazioni è cruciale per ricostruire la direzione di arrivo.

È dunque necessario tarare le 5 stazioni

