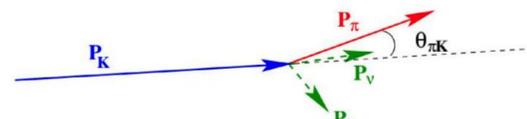
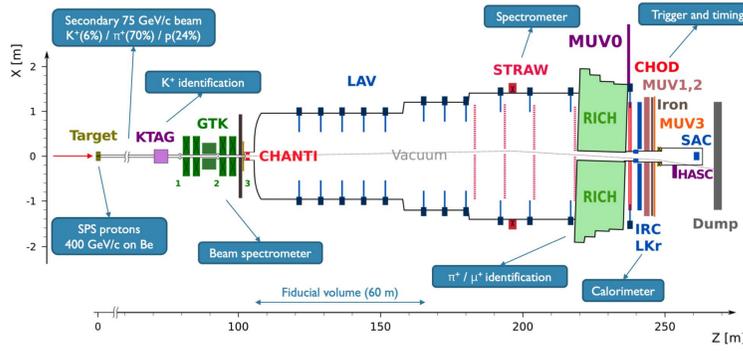


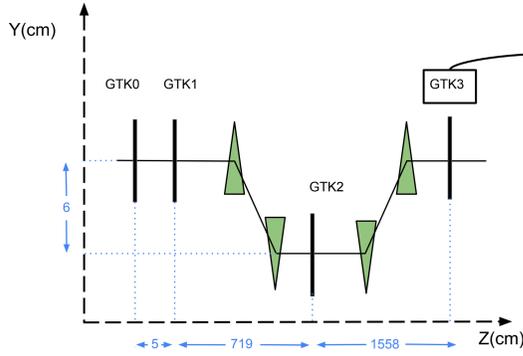
## L'esperimento NA62

L'esperimento NA62 è stato disegnato con l'obiettivo principale di misurare il BR del decadimento estremamente raro ( $K^+ \rightarrow \pi^+ \nu \bar{\nu}$ ) predetto dal Modello Standard con elevata precisione  $O(\sim 10^{-10})$

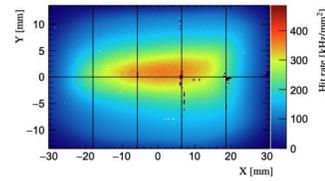
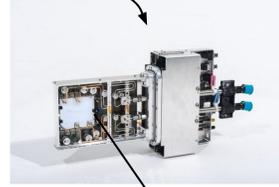


- Esperimento a bersaglio fisso all'SPS del CERN: fascio primario di p di 400 GeV/c su un bersaglio di Berillio, viene selezionato un fascio secondario di 75 GeV/c (750 MHz di cui ~ 6% K<sup>+</sup>)
- I K<sup>+</sup> sono identificati dal rivelatore cherenkov KTAG ( $\sigma \sim 70$  ps), il momento è misurato dal GigaTracker (GTK)
- I K<sup>+</sup> decadono in volo in una regione di decadimento lunga 60 m
- I momenti delle particelle prodotte nel decadimento dei K<sup>+</sup> sono misurate da tracciatori a STRAW tube ed il loro tempo è misurato dai CHOD
- Il RICH identifica il  $\pi^+$  e l'ulteriore identificazione delle particelle è data dalla combinazione dei calorimetri LKr, MUV1, MUV2. L'identificazione dei muoni è fornita dal MUV3, posizionato dietro una parete di ferro.
- I fotoni sono identificati dall'LKr o, in caso di angoli ampi, dalle 12 stazioni LAV, completano l'angolo solido i calorimetri a piccolo angolo SAC e IRC
- La risoluzione temporale sperimentale complessiva è dell'ordine di  $O(100)$  ps

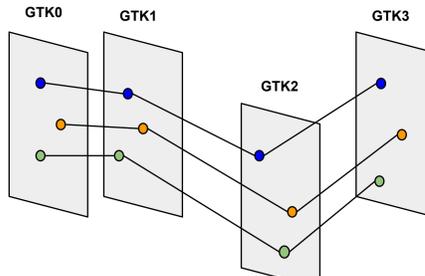
## Definizione del problema



Il GTK è composto di 4 stazioni a pixel di silicio (18000 pixels per stazione, 10 readout chips), garantisce una risoluzione temporale  $< 200$  ps e una risoluzione angolare di  $16 \mu\text{rad}$

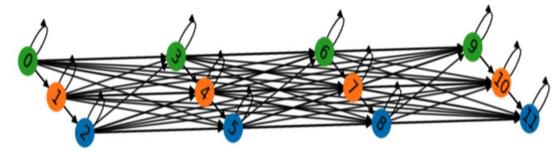


- Ogni hit rappresenta un nodo del grafo
- Solo le hit generate dalla stessa particella dovrebbero essere connesse da archi



Questa struttura rappresenta in maniera dinamica l'evento

Il **Problema** è formulato come una **classificazione binaria degli archi**: dati due qualunque nodi, esiste l'arco che li connette?

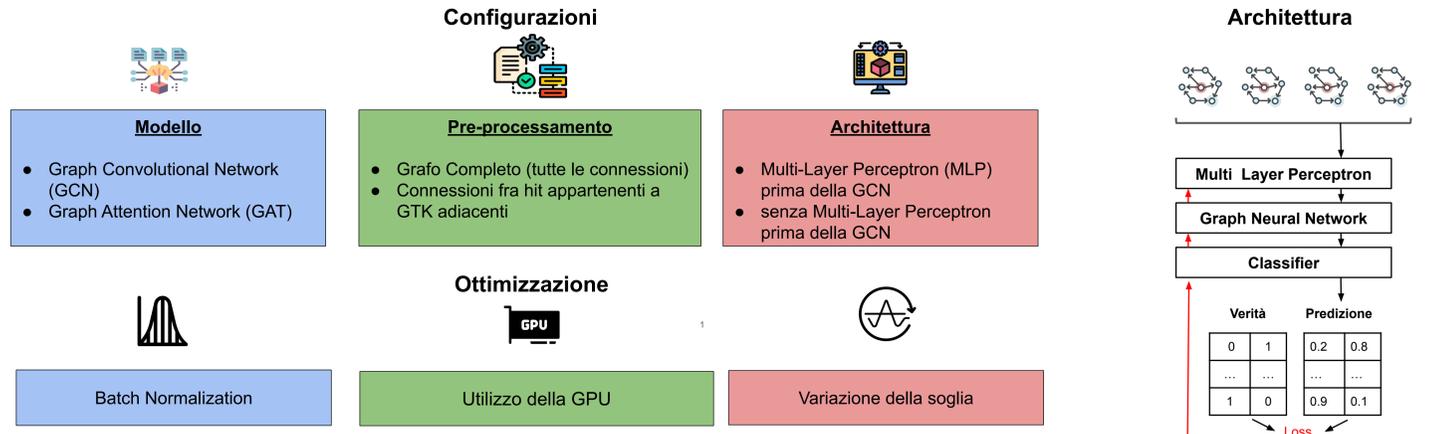


## Metodo

**INPUT** : un grafo G dove ogni nodo ha un insieme di informazioni: la posizione x, la posizione y, la posizione z e il tempo

$$\text{Nodo} \rightarrow (x, y, z, t)$$

**OUTPUT** : la probabilità p che l'arco fra due nodi esista o no



## Risultati



Modello	Soglia	Accuratezza	Efficienza	Purezza
GAT-BN- tutte connessioni	0.15	0.6302	0.6572	0.1833
GAT-BN-MLP- tutte connessioni	0.15	0.6344	0.619	0.1833
GAT-BN- adiacenti	0.15	0.6335	0.7165	0.3415
GAT-BN_MLP- adiacenti	0.3	0.768	0.724	0.482
GCN-BN- tutte connessioni	0.2	0.7332	0.9142	0.2555
GCN-BN-MLP- tutte connessioni	0.25	0.8037	0.6889	0.3339
<b>GCN-BN- adiacenti</b>	<b>0.55</b>	<b>0.9841</b>	<b>0.973</b>	<b>0.9555</b>
GCN-BN-MLP- adiacenti	0.15	0.9752	0.9596	0.93

$$\text{Accuratezza} = \frac{\text{pred corrette}}{\text{totale}}$$

$$\text{Purezza} = \frac{\text{archi veri pred con score} \geq \text{soglia}}{\text{archi pred con score} \geq \text{soglia}}$$

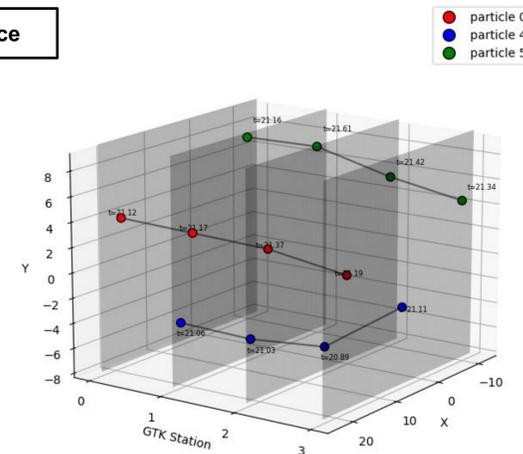
$$\text{Efficienza} = \frac{\text{archi veri pred con score} \geq \text{soglia}}{\text{archi veri con score} \geq \text{soglia}}$$

$$\text{Tracce false} = \frac{\text{tracce pred con errore}}{\# \text{ tracce vere}} = 1.95\%$$

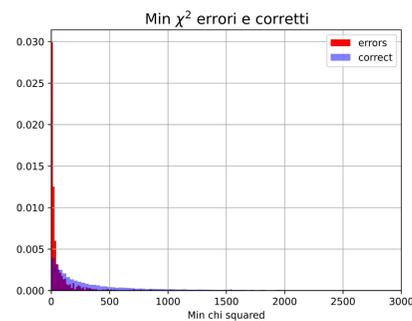
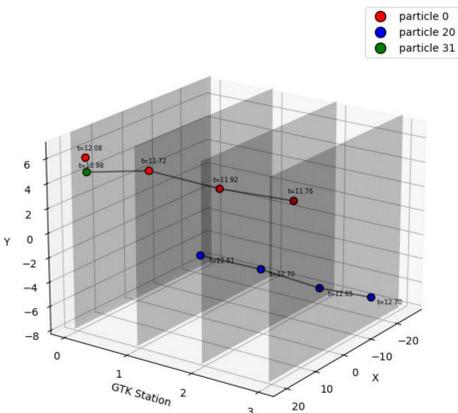
$$\text{Purezza} = \frac{\text{tracce pred correttamente}}{\# \text{ tracce pred}} = 97.97\%$$

$$\text{Efficienza} = \frac{\text{tracce pred correttamente}}{\# \text{ tracce vere}} = 94.23\%$$

3D plot di un evento predetto correttamente



3D plot di un evento predetto con errori



## Conclusioni

- Possibilità di estendere la procedura ad un input con un numero differente e arbitrariamente grande di hit
- Possibilità di imporre vincoli geometrici sul grafo basati sulla conoscenza fisica dell'evento
- Architettura modulare: logiche più sofisticate possono essere inserite per risolvere l'ambiguità