

Analisi dei dati in un rivelatore 4π - il caso di CHIMERA

[http://www.ct.infn.it/~cardella/lezioni/lezione_chimera\(2\).ppt](http://www.ct.infn.it/~cardella/lezioni/lezione_chimera(2).ppt)

Calibrazione rivelatori:

Calibrazione in energia/tempo

Identificazione particelle DE-E/FAST-SLOW/Pulse-shape/TOF

Ricostruzione evento globale:

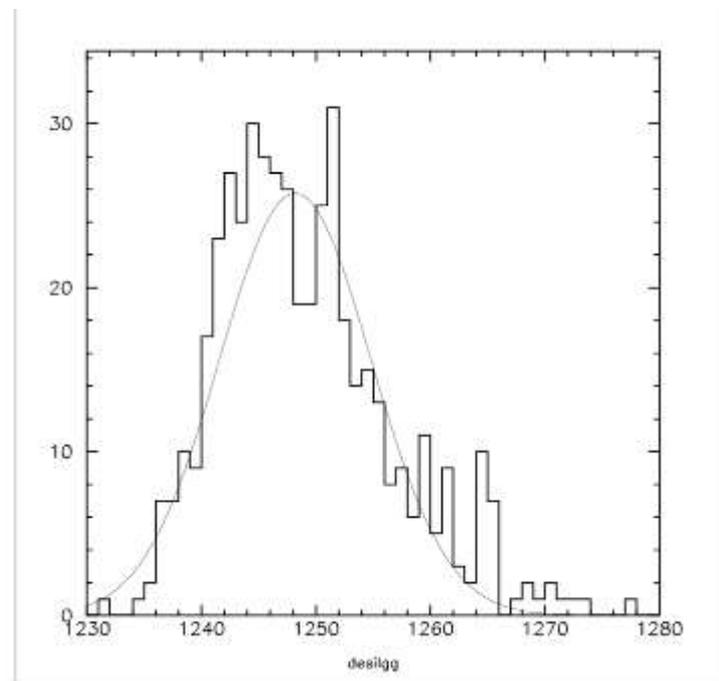
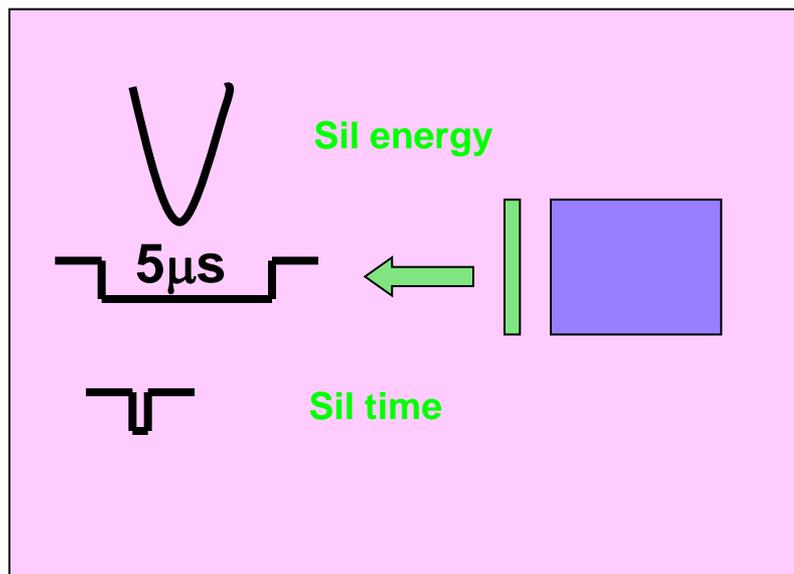
Variabili globali - massa totale - energia totale - impulso totale - flussi -

Casi particolari – identificazioni cinematiche

Analisi dei dati in un rivelatore 4π

Calibrazione in energia - tempo

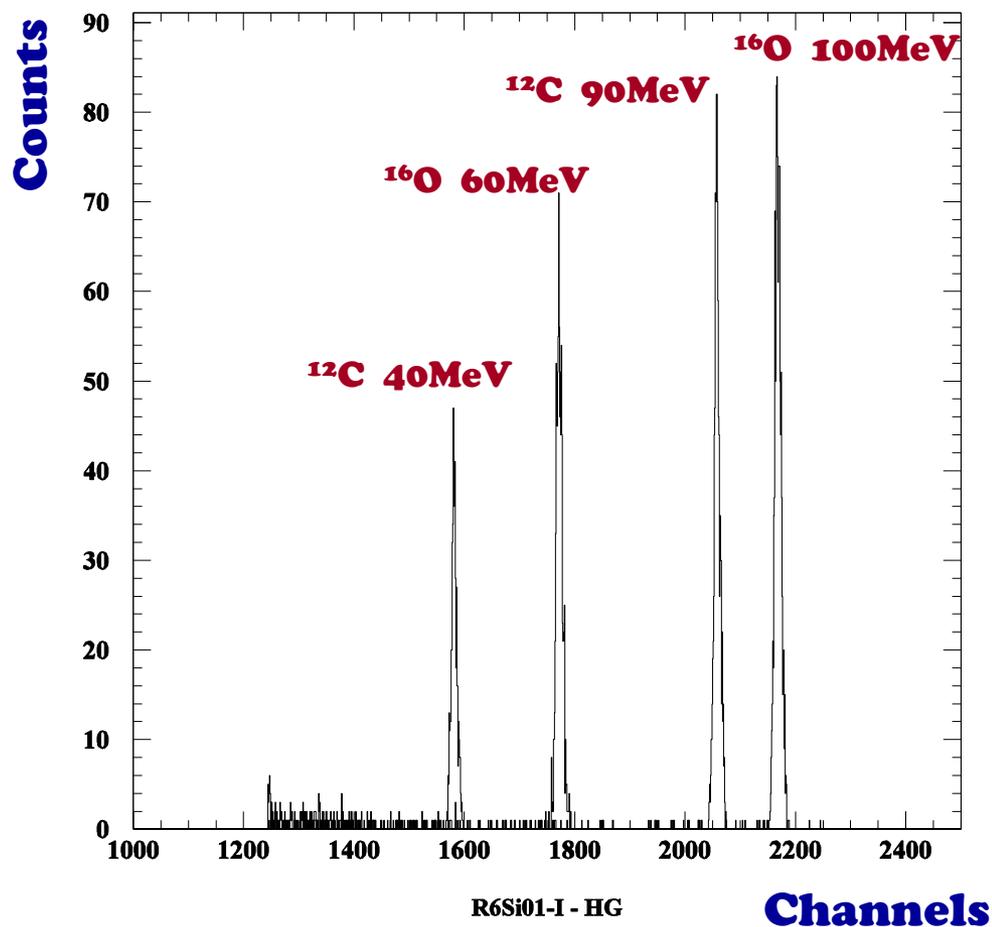
Le particelle arrivate in un rivelatore producono segnali che vengono convertite nei QDC e conservate nei dati – con la calibrazione in energia correliamo l'informazione sulla carica totale del segnale convertito con l'energia rilasciata dalla particella nel rivelatore



Analisi dei dati in un rivelatore 4π

Calibrazione in energia - tempo

Occorre utilizzare dei segnali di riferimento per potere calibrare il nostro rivelatore – tipicamente si usano sorgenti alfa e lo scattering elastico di particelle di varia energia

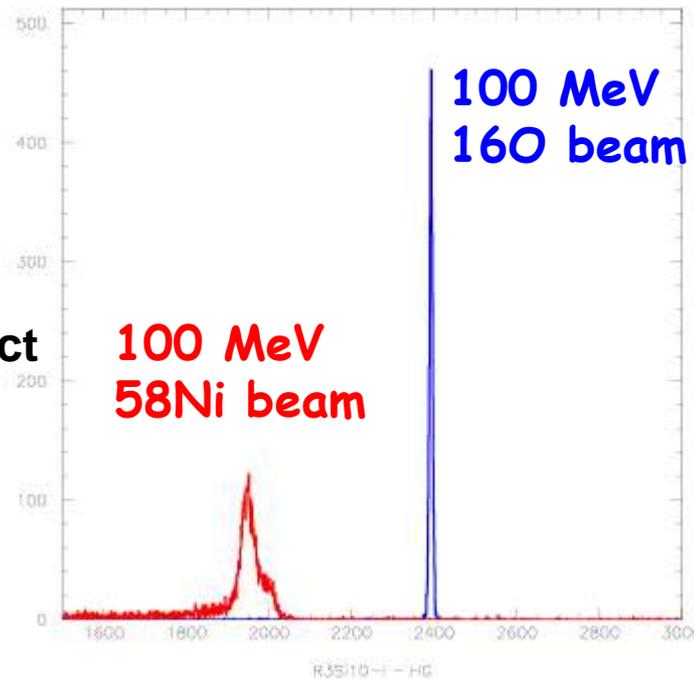


Analisi dei dati in un rivelatore 4π

Calibrazione in energia - tempo

Piccolo problema - lo scattering elastico esiste solo sino all'angolo di grazing o poco più in là occorre quindi avere fasci di bassa energia – come calibriamo rivelatori a 1 GeV? – Usiamo fasci con alto Z? avremo il picco elastico anche ad alta energia? Si ma..

Pulse height defect



Analisi dei dati in un rivelatore 4π Calibrazione in energia - tempo

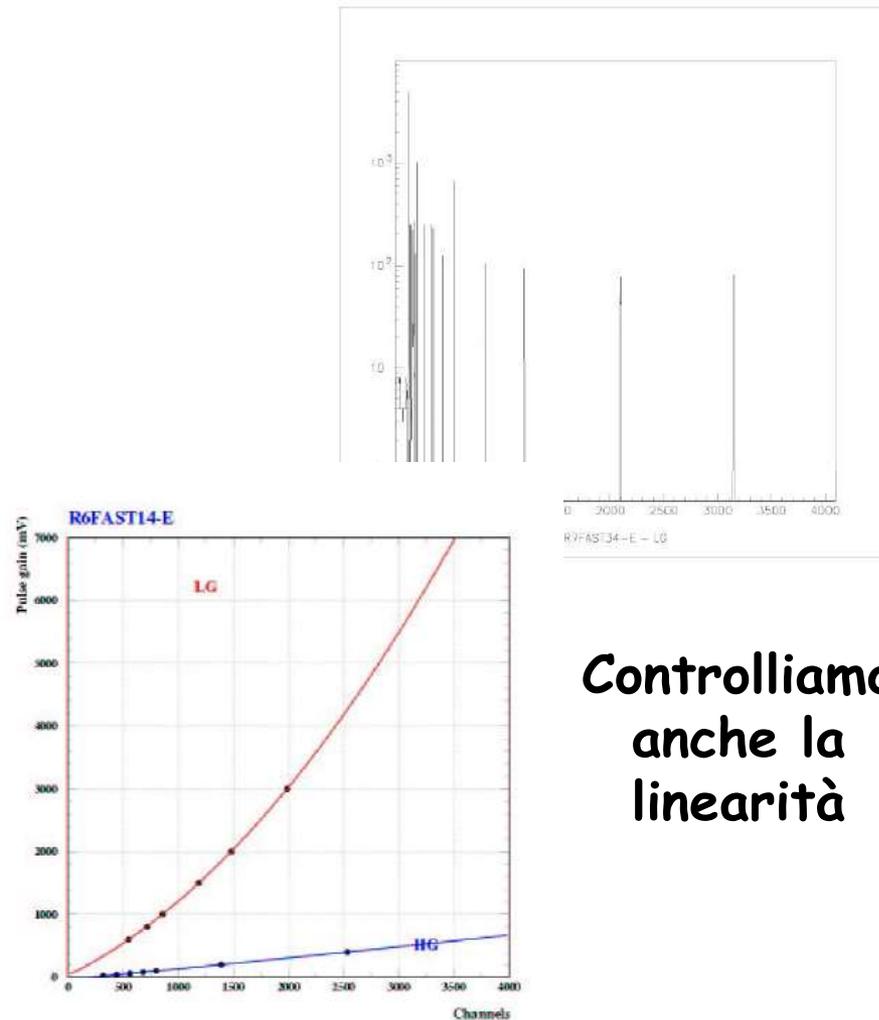
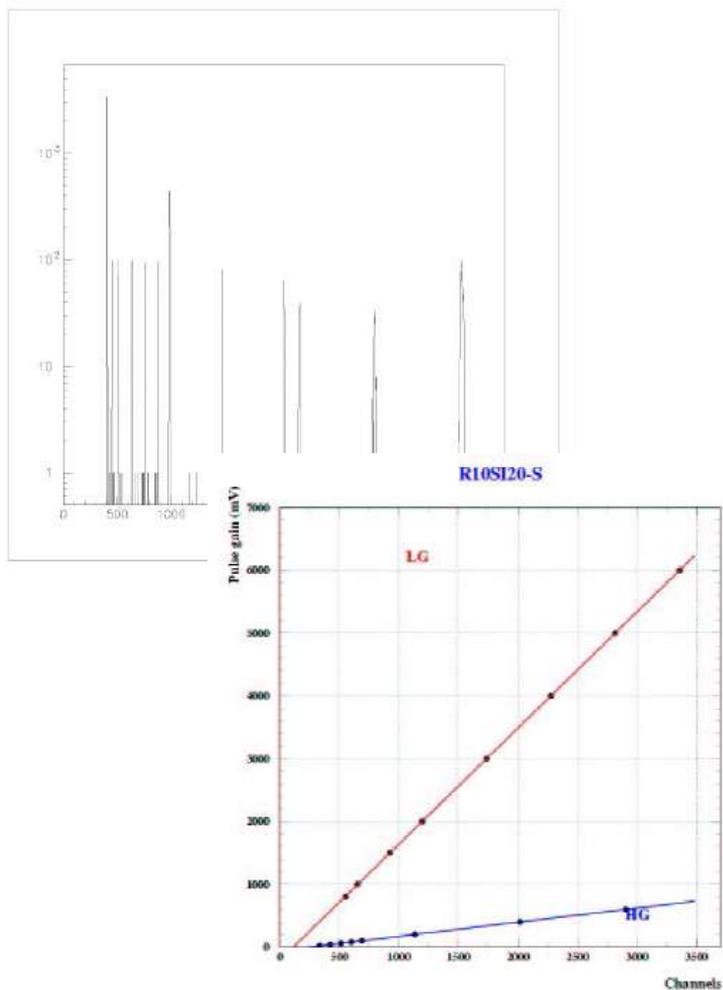
Inoltre per avere una buona risposta su di una larga dinamica i nostri QDC hanno una doppia dinamica. Piccoli segnali vengono amplificati e convertiti su di una scala detta HG (high gain) mentre segnali grandi vengono convertiti direttamente nel LG (Low gain), c'è un guadagno circa 8 tra i due occorre dunque avere una calibrazione per entrambi i guadagni e non sempre si riescono ad avere sufficienti picchi elastici su entrambi i guadagni.

Soluzione = PULSER

Analisi dei dati in un rivelatore 4π

Calibrazione in energia - tempo

Mandiamo un segnale di impulsore ad ampiezza variabile su tutti i rivelatori ottenendo dei picchi sia su HG che su LG



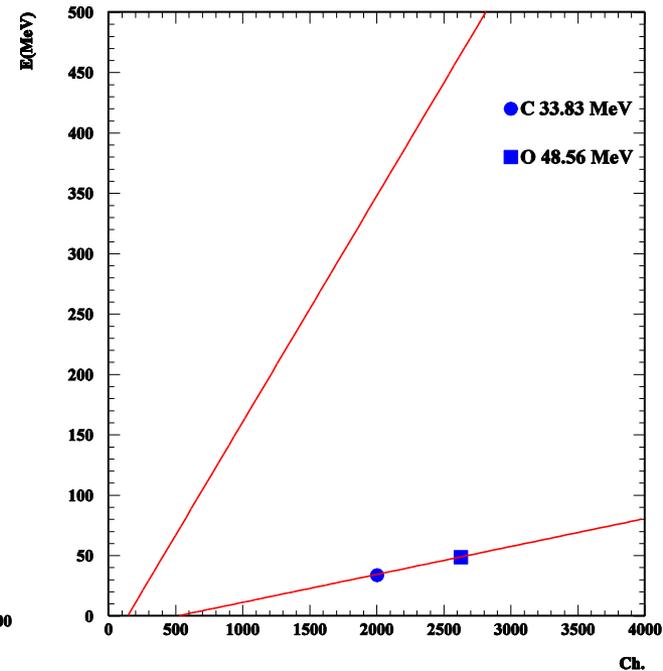
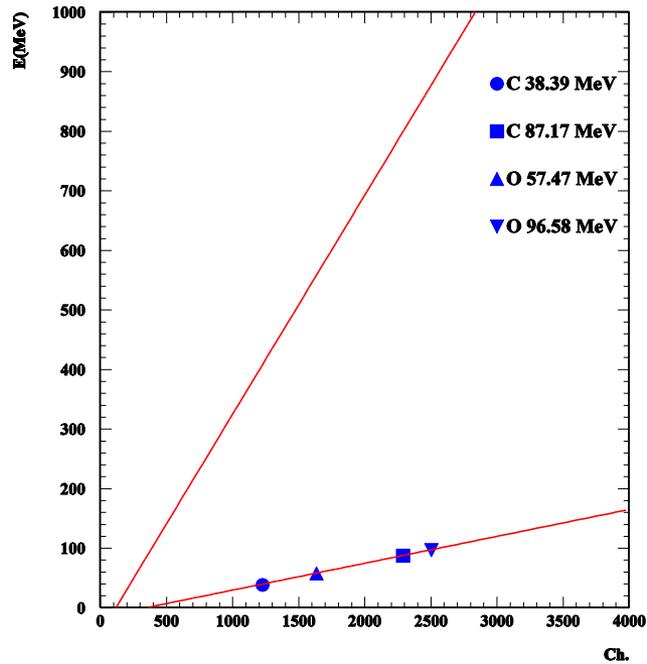
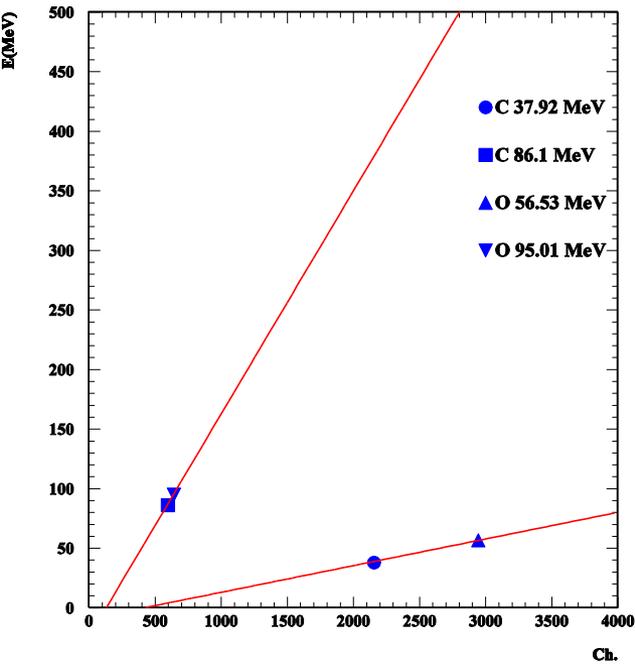
Controlliamo anche la linearità

Analisi dei dati in un rivelatore 4π

Calibrazione in energia - tempo

Dal fit otteniamo il corretto matching tra HG e LG ed una prima calibrazione $mV \rightarrow ch$

A questo punto è sufficiente anche un solo punto per trasformare la calibrazione da mV ad MeV per canali. Basta calibrare la pendenza in quanto il valore di zero deve ovviamente coincidere

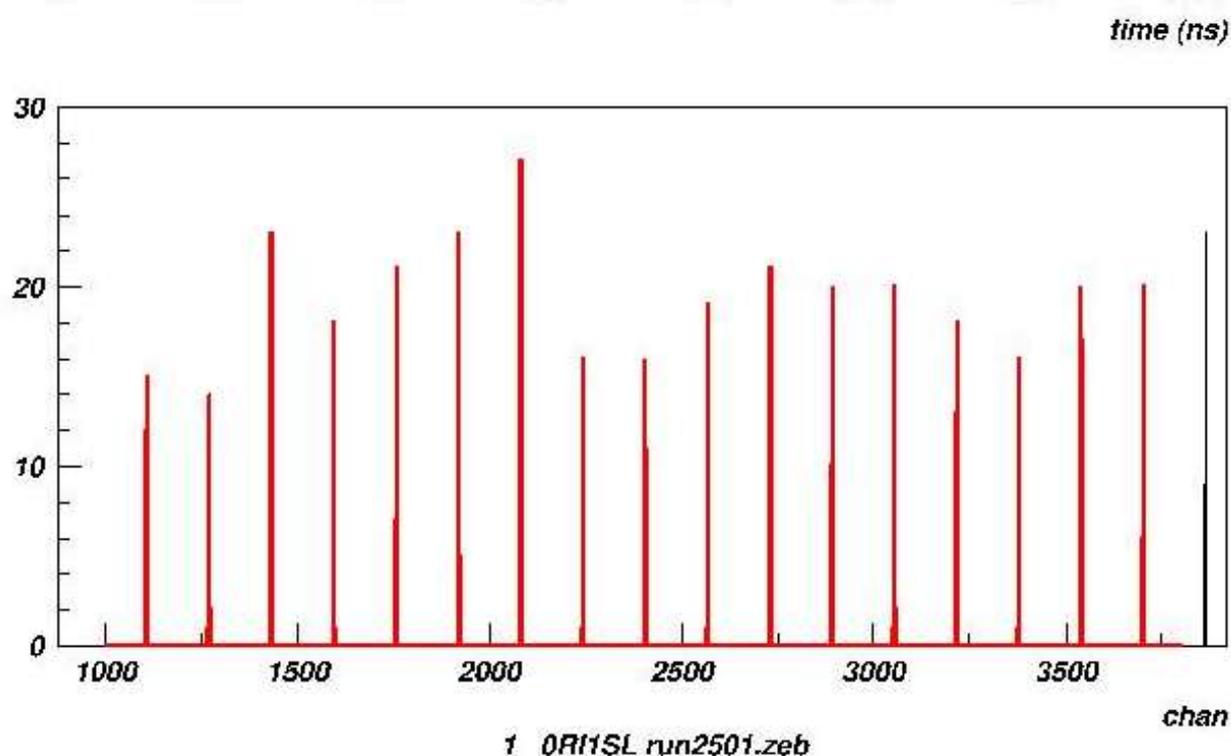


Analisi dei dati in un rivelatore 4π

Calibrazione in energia - tempo

Sempre con un impulsatore possiamo calibrare i TDC

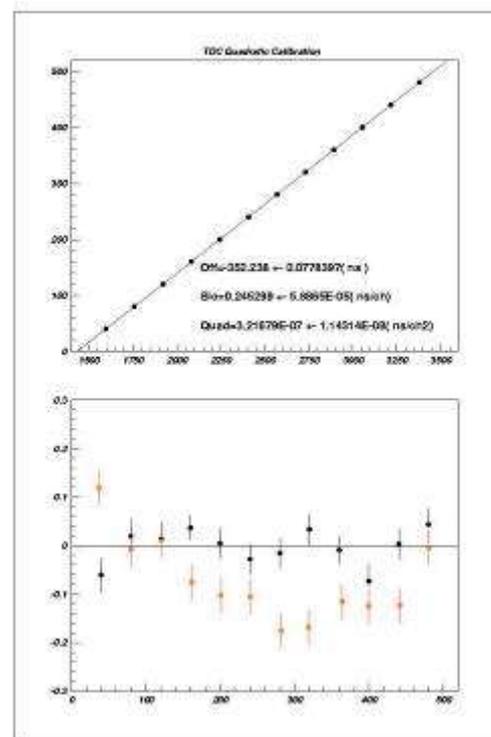
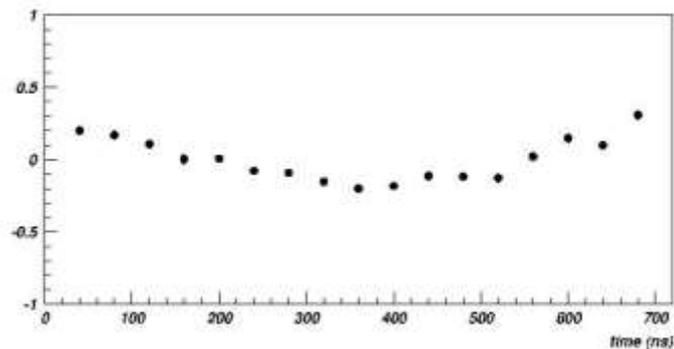
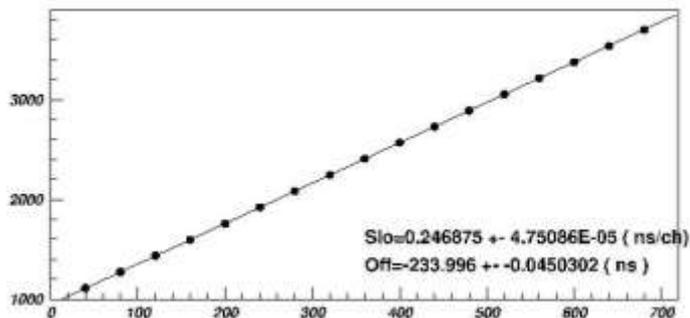
Si utilizza un modulo detto time calibrator che genera un segnale di start e degli stop a tempo variabile regolabile



Analisi dei dati in un rivelatore 4π

Calibrazione in energia - tempo

Facendo il fit dei dati si vede se ci sono delle non linearità

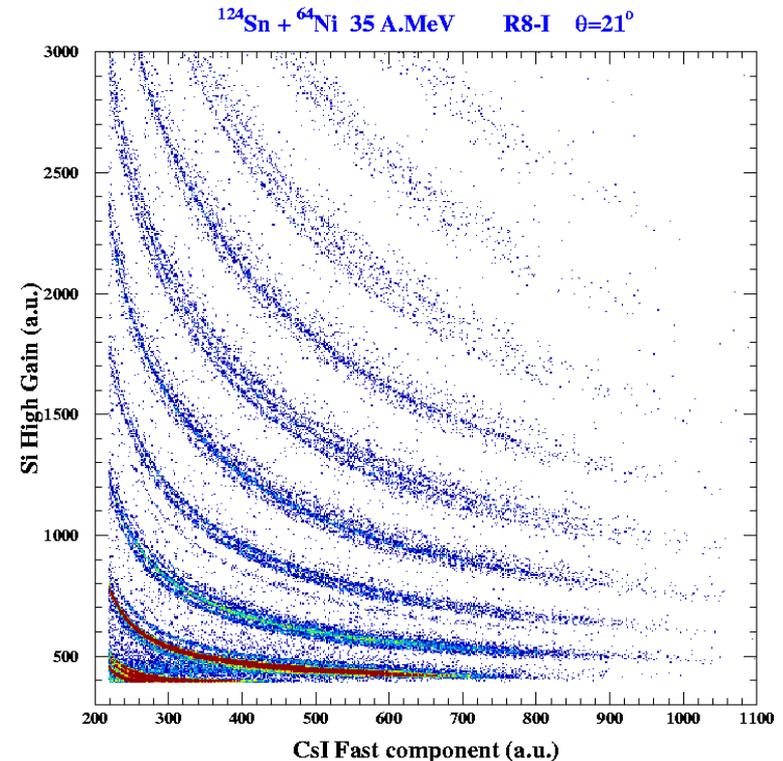
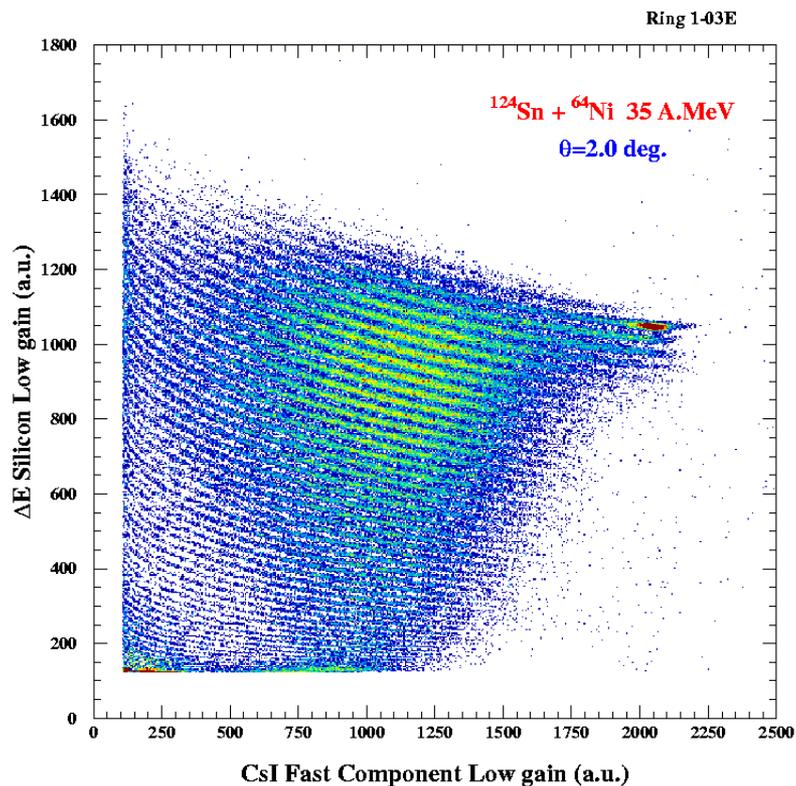


Che possono essere risolte con un fit quadratico

Analisi dei dati in un rivelatore 4π

Identificazione particelle

Come si fa ad ottenere da una matrice DE-E l'identificazione in carica/massa di una particella?



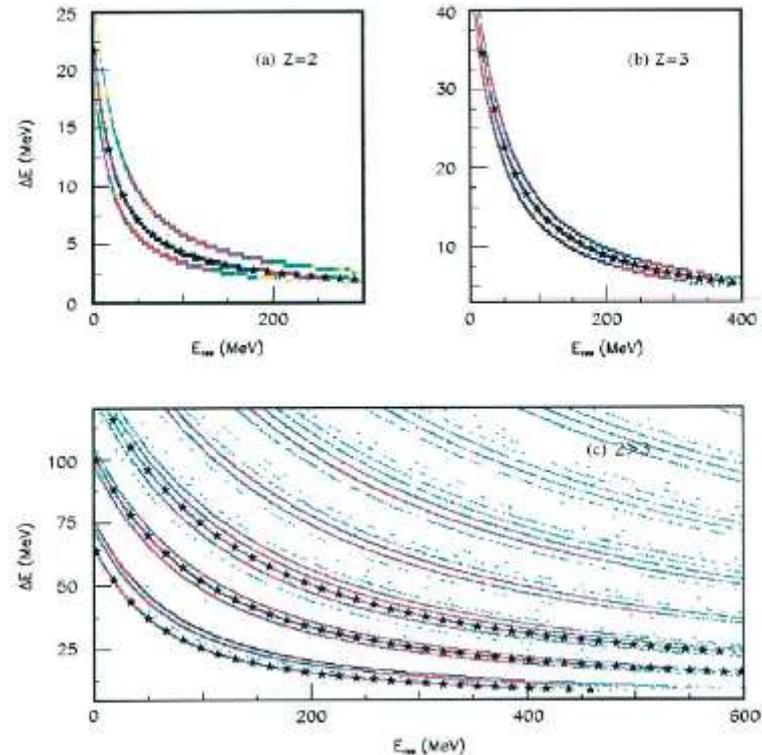
Opzione 1 faccio dei cut carica per carica e massa per massa
(50 cut per ogni telescopio solo per la carica * 1200 telescopi =60kcut)

Analisi dei dati in un rivelatore 4π Identificazione particelle

Per sistemi di rivelazione semplici (<100 rivelatori) si può procedere con sistemi artigianali per rivelatori complessi no

Sfruttiamo le regolarità delle curve DE-E per costruire degli algoritmi che ci permettano di linearizzare le matrici e di avere in modo semi-automatico l'identificazione delle particelle

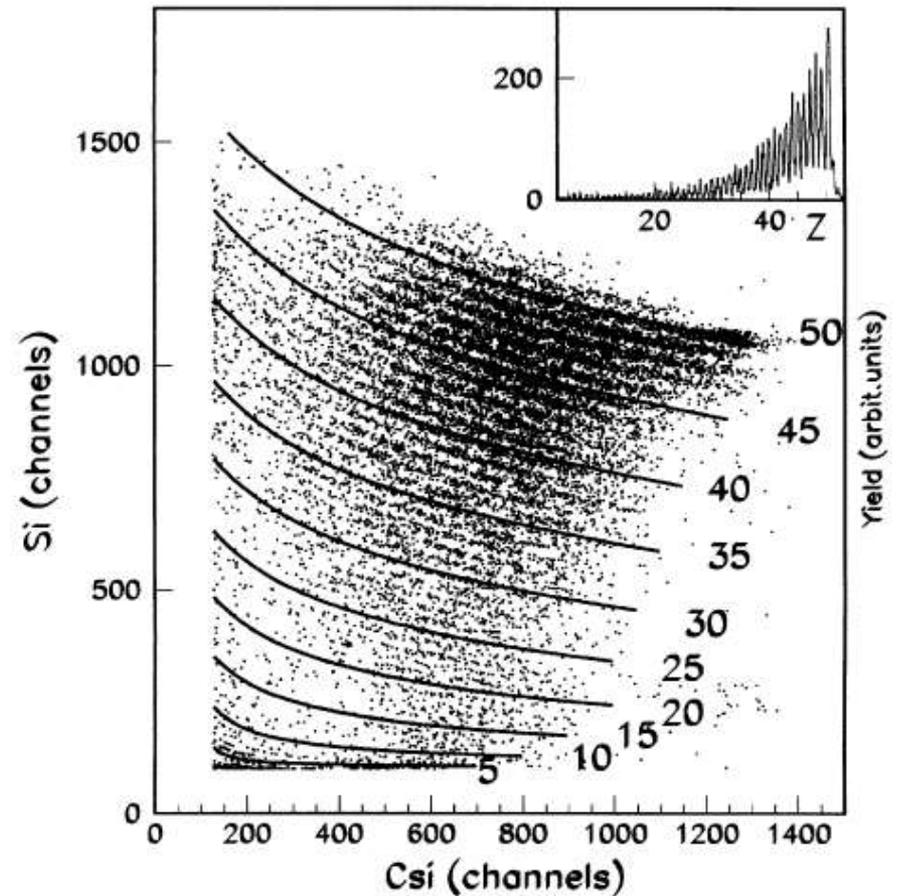
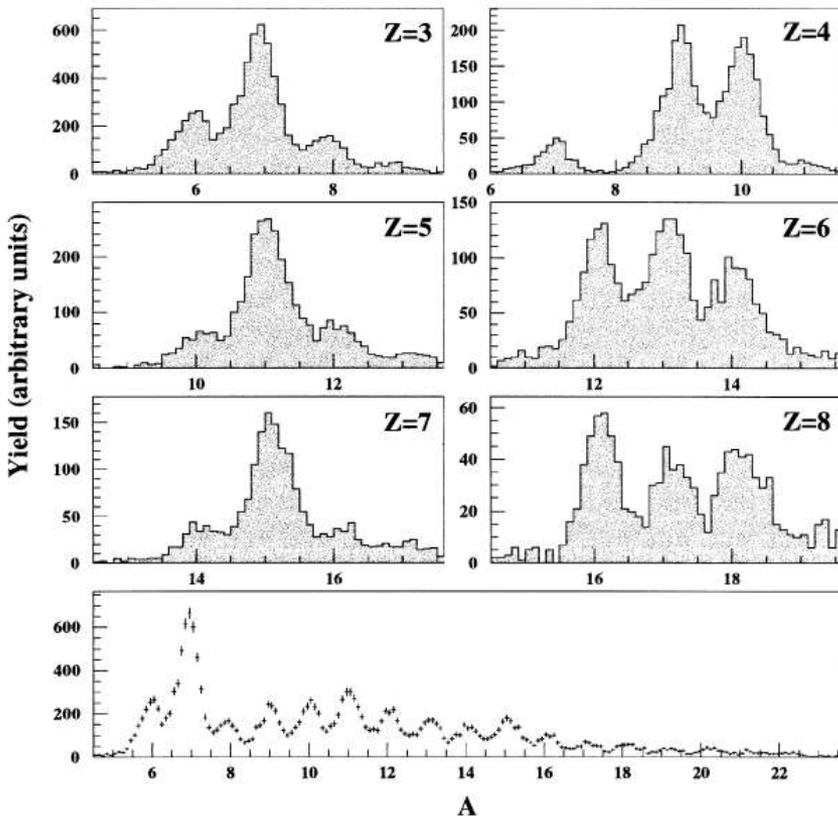
$$\frac{dE}{dX} = \frac{Z^2}{f(E/A)}$$



Analisi dei dati in un rivelatore 4π

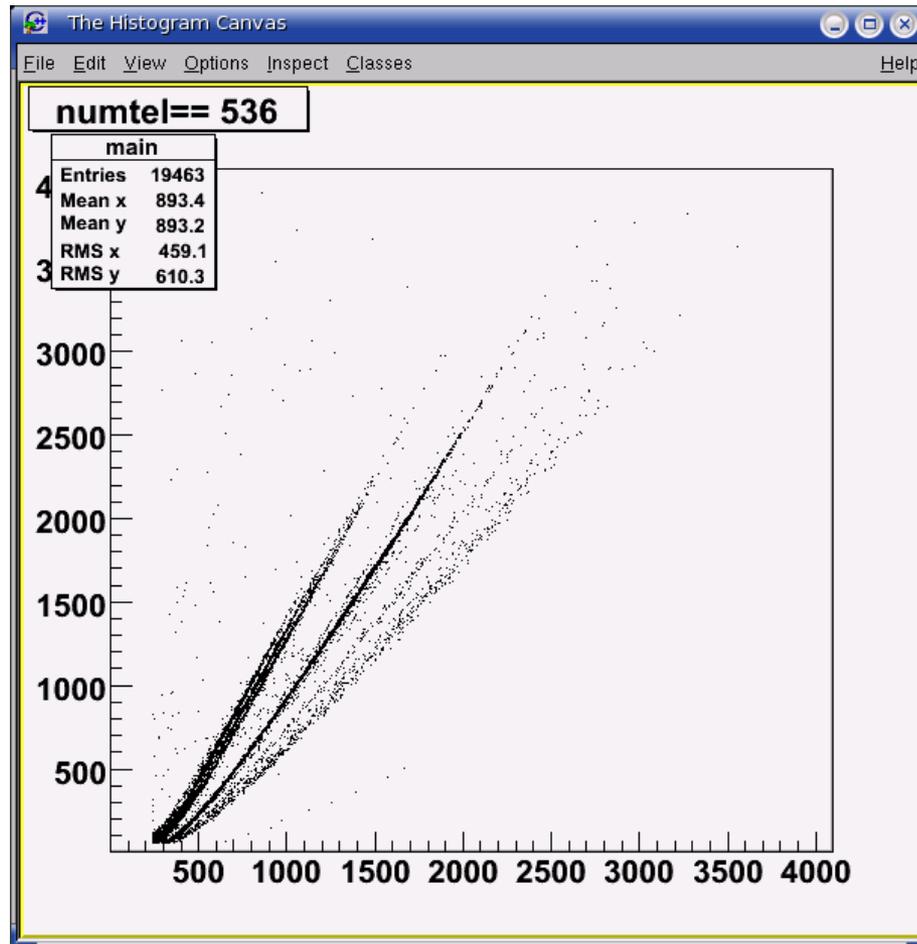
Identificazione particelle

Con relativamente pochi click di mouse e con dei programmi di fit riusciamo a ricostruire le curve di Z e massa ottenendo una identificazione automatica della particella



Analisi dei dati in un rivelatore 4π Identificazione particelle fast-slow

Un metodo differente viene utilizzato per le matrici fast slow nelle quali si utilizza la “continuità” della curva per ricostruire il luogo dei punti dove si piazzano le varie particelle (p,d,t – ^3He , alfa, ...)

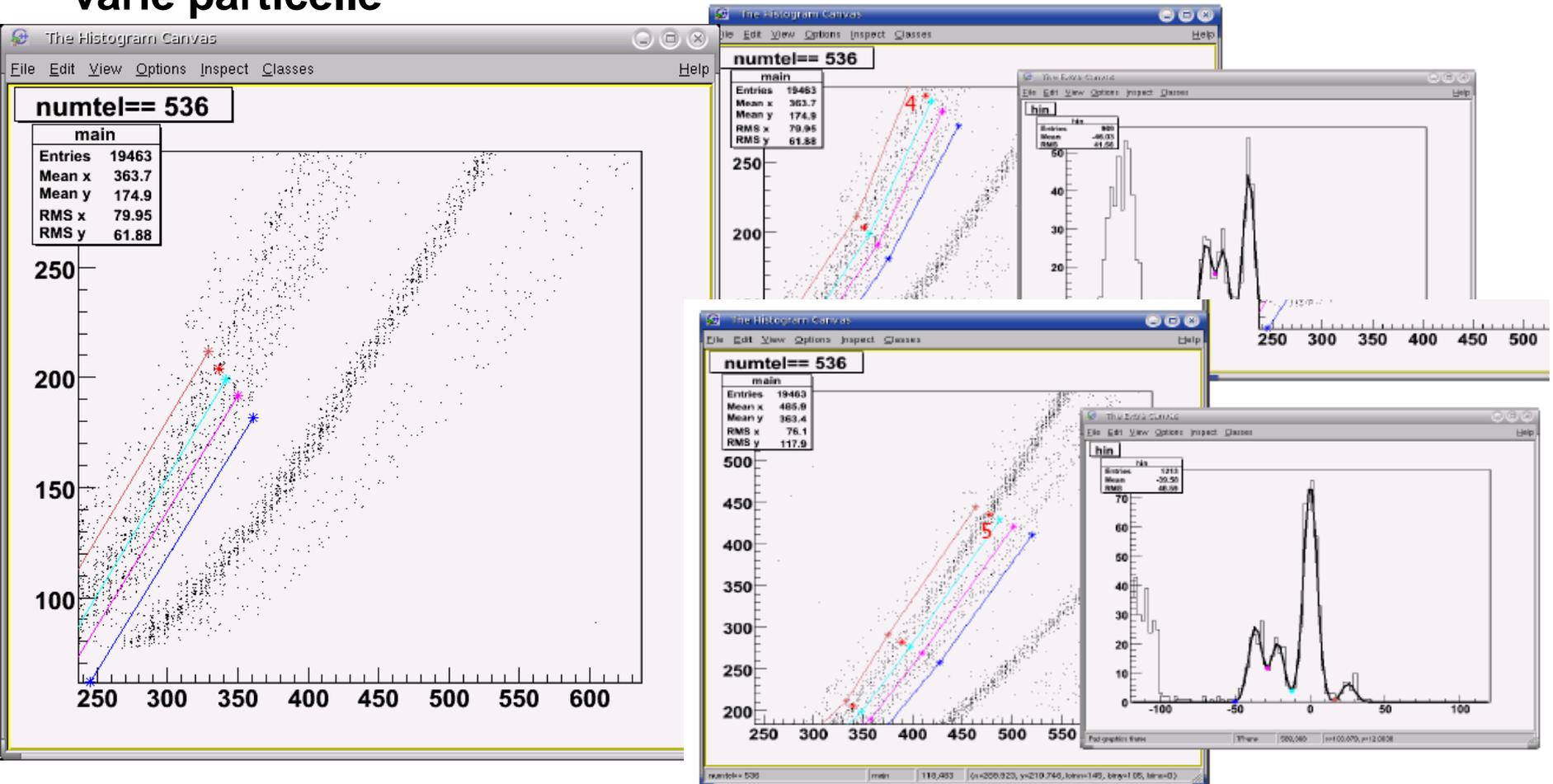


Analisi dei dati in un rivelatore 4π

Identificazione particelle fast-slow

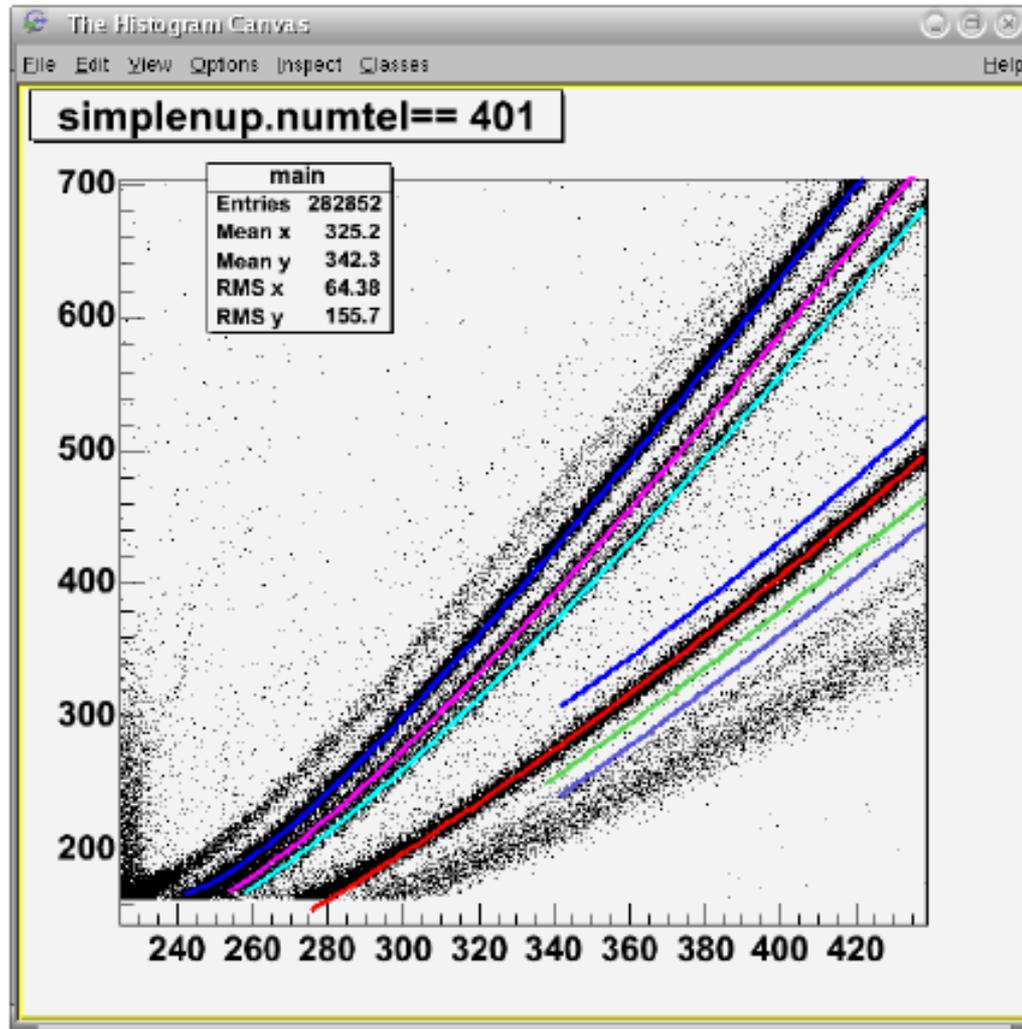
Lavorando su matrici a grande risoluzione si vedono con chiarezza le linee delle particelle ed è possibile costruire un programma che partendo da punti di inizio selezionati a mano segua le linee delle varie particelle

After step 4



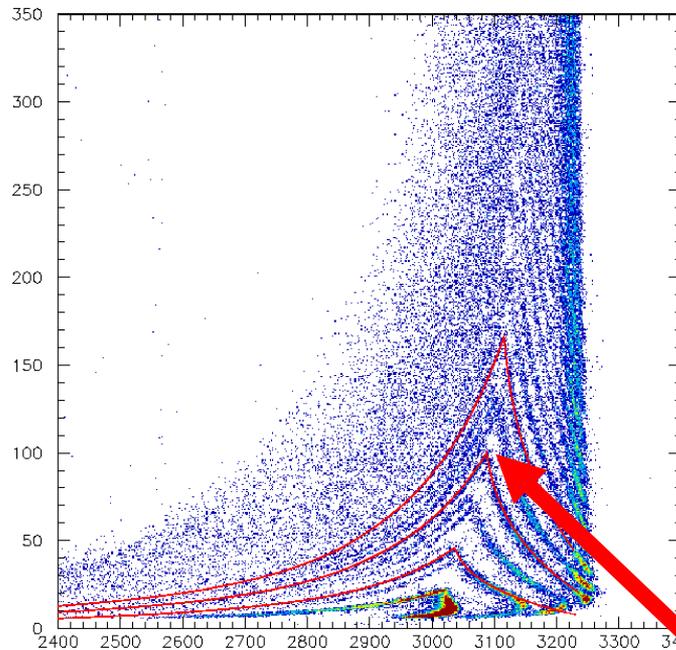
Analisi dei dati in un rivelatore 4π Identificazione particelle fast-slow

Alla fine si ottengono i luoghi della figura dove stanno le varie particelle



Analisi dei dati in un rivelatore 4π Identificazione particelle TOF

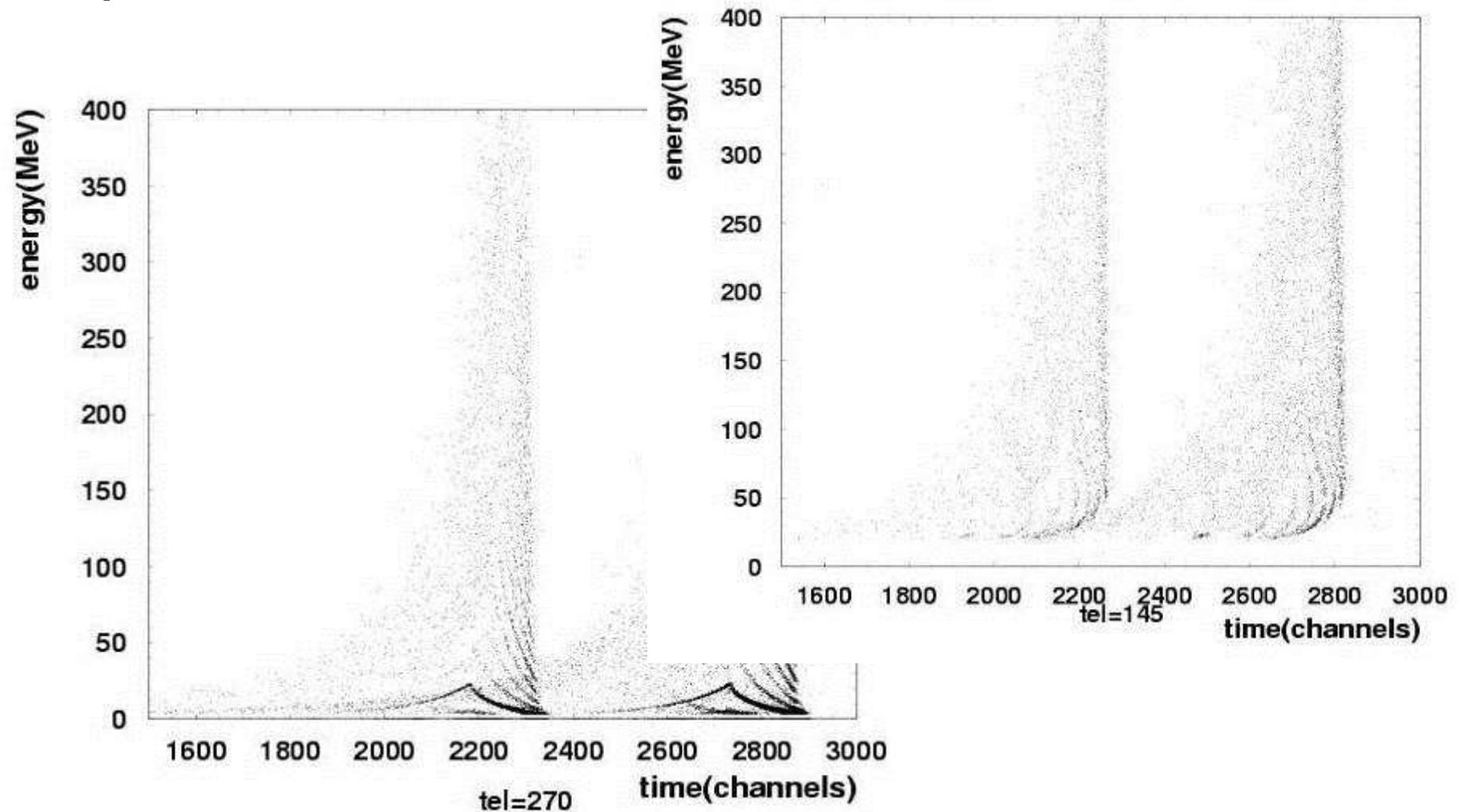
Calibrato in nsec la matrice tempo-energia il compito non è finito



La calibrazione del time-calibrator dà infatti la conversione ch-nsec cioè il tempo relativo, ma non il tempo assoluto, manca il cosiddetto tempo-zero – lo possiamo ricavare da segnali fisici, ad esempio dai **punch-trough** i punti di attraversamento del silicio da parte delle varie particelle

Analisi dei dati in un rivelatore 4π Identificazione particelle TOF

Prendere i punch trough per tutti i telescopi è lungo, delicato e non sempre facile



Analisi dei dati in un rivelatore 4π

Identificazione particelle TOF

Per tutti i telescopi abbiamo identificato in carica le particelle, abbiamo la calibrazione in energia, dalla carica possiamo valutare la massa media e dall'energia e massa possiamo valutare il tempo di volo

$$E = \frac{1}{2} mv^2 = \frac{1}{2} m(s/t)^2$$

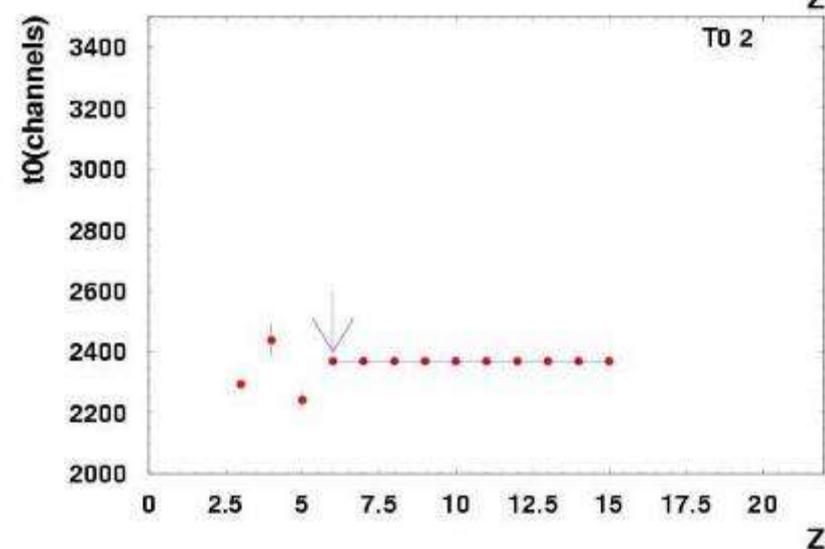
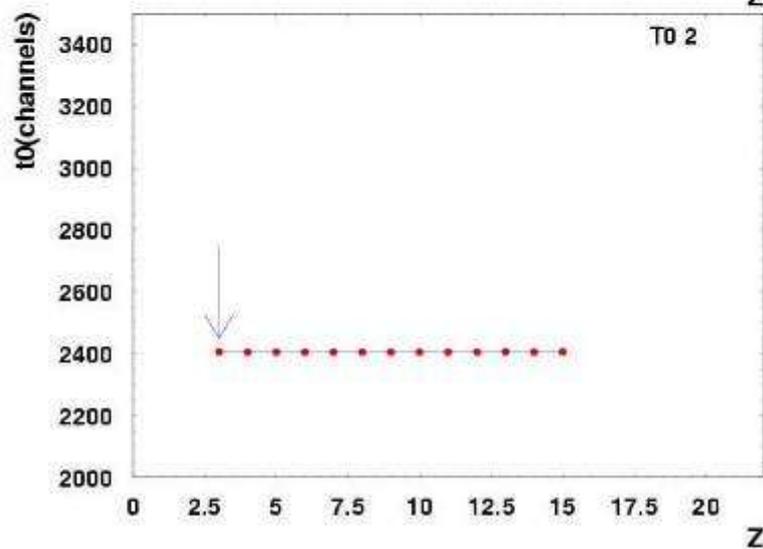
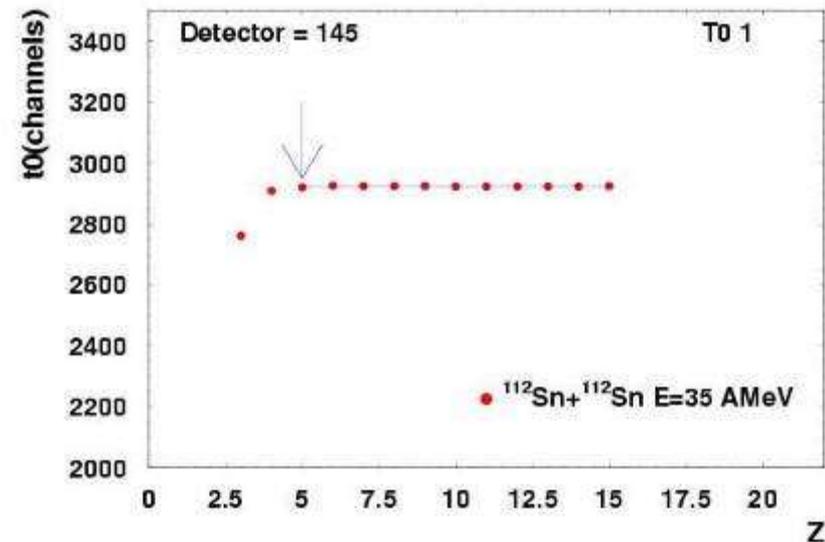
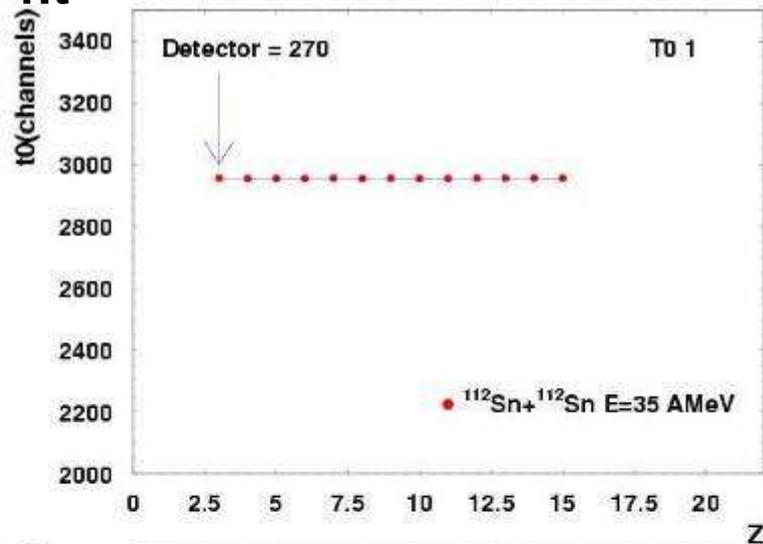
Possiamo fare il fit di questa formula ed estrarre il tzero

$T = t_{\text{zero}} + a \cdot ch$ dove a è il coefficiente di calibrazione dato dal fit del time calibrator

Analisi dei dati in un rivelatore 4π

Identificazione particelle TOF

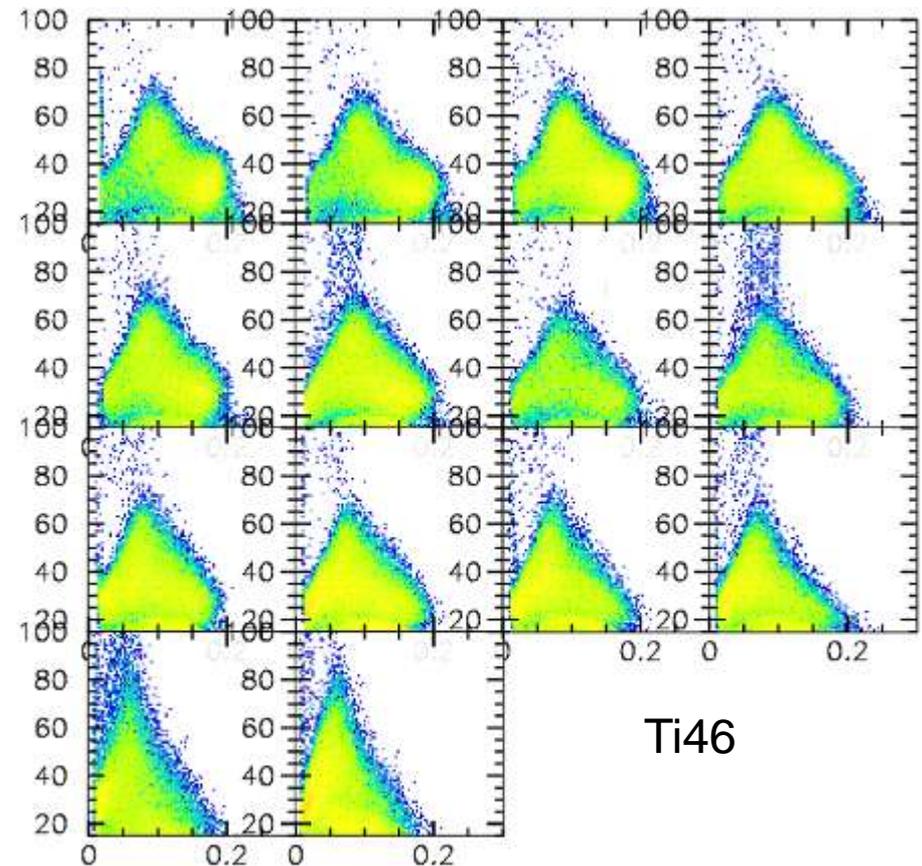
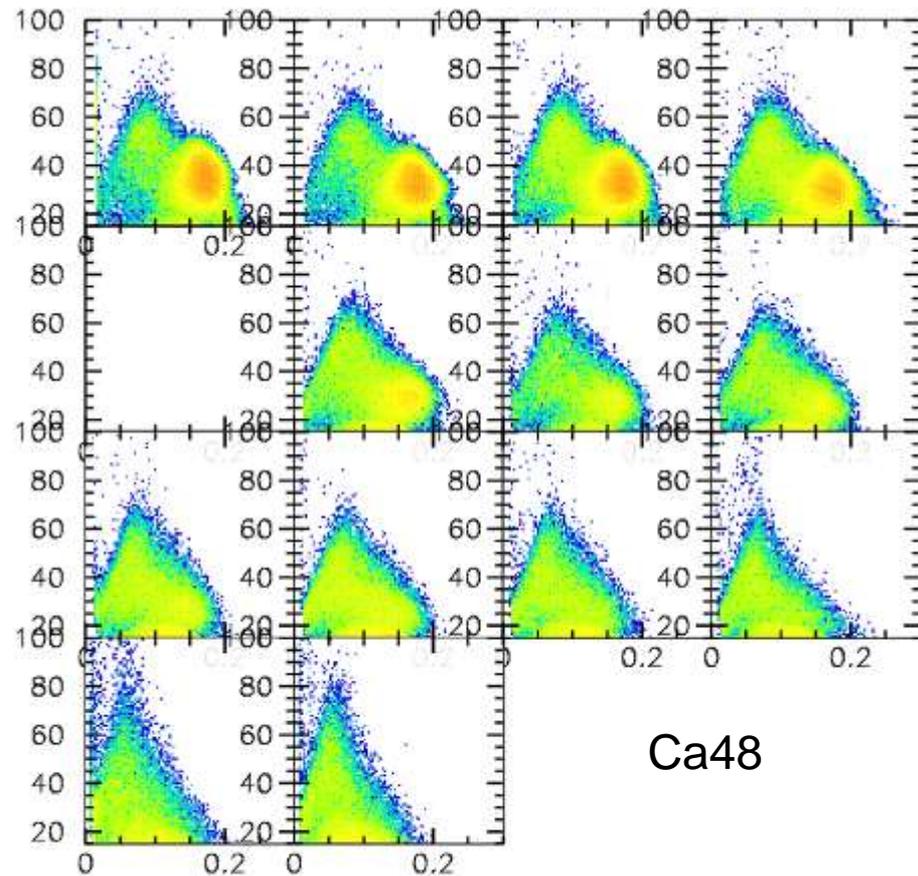
Otteniamo t_{zero} stabili generalmente indipendenti dalla carica usata per il fit



Analisi dei dati in un rivelatore 4π

Analisi evento

Finite le calibrazioni abbiamo finalmente gli eventi globali, possiamo cominciare a vedere se tutto quadra confrontiamo ad esempio le reazioni su target diversi matrici Massa-velocità per diversi ring



Attenzione il target di ca48 era ossidato la macchia a grandi v viene dalle reazioni su O

Analisi dei dati in un rivelatore 4π

Analisi evento

Come facciamo ad eliminare l'ossigeno dai dati?

Con un rivelatore a 4π raccogliamo tutte le particelle emesse nella reazione

Se sommiamo la carica totale misurata nel caso di rivelatore ideale dovrebbe essere uguale alla carica iniziale

Se ho la reazione $40\text{Ca}+40\text{Ca}$ ho $20+20=40$ protoni nello stato iniziale devo averne 40 nello stato finale

Se ho la reazione $40\text{Ca}+16\text{O}$ ho $20+8=28$ protoni nello stato iniziale devo averne 28 nello stato finale

Se butto via tutti gli eventi con carica totale <30 ho eliminato le reazioni su Ossigeno e posso ripulire i dati

Analisi dei dati in un rivelatore 4π

Analisi evento

Abbiamo costruito la prima variabile globale Z_{tot} dell'evento

Possiamo andare avanti e costruire altre variabili come M_{tot} (massa totale)

E_{tot} (energia totale)

P_{tot} (impulso totale)

P_{par} (impulso parallelo alla direzione del fascio)

P_{per} (impulso perpendicolare alla direzione del fascio)

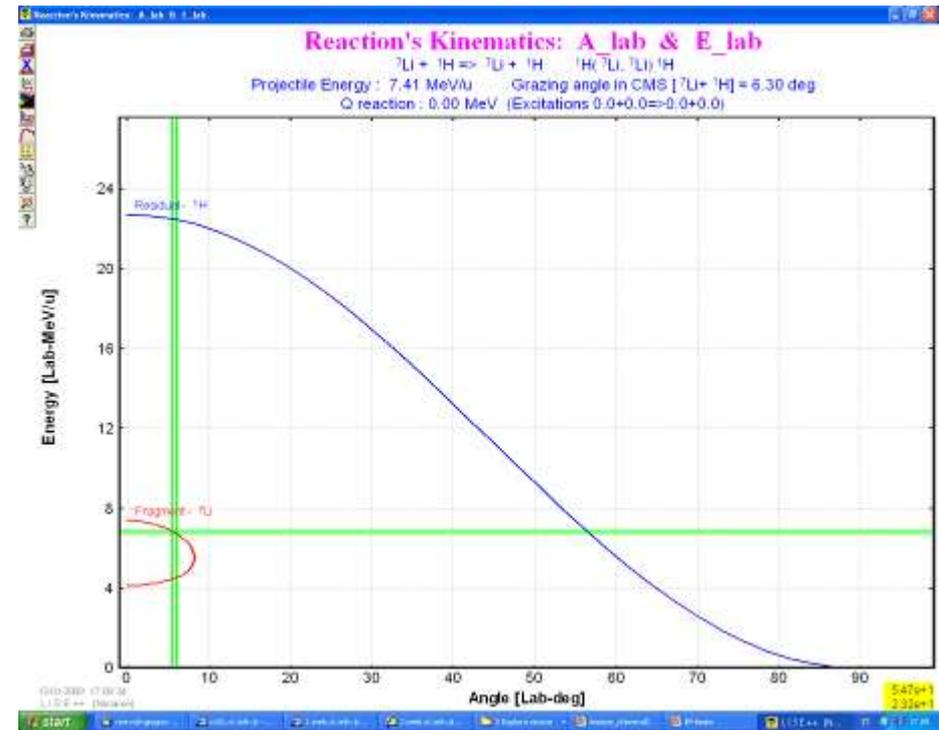
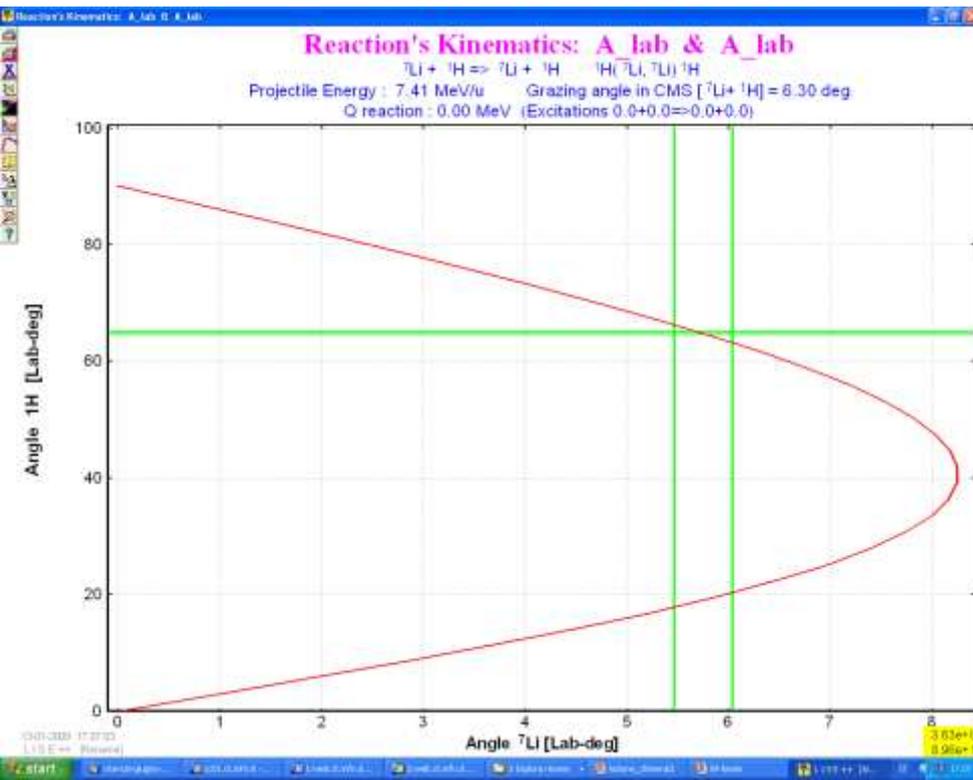
Ed altre variabili complicate come flussi ottenute come somme vettoriali degli impulsi

Le variabili globali servono a dare un andamento medio della reazione ma anche a mettere dei vincoli per ripulire gli eventi evitando pile-up (rivelazione in contemporanea di due reazioni) o eventi incompleti.

Analisi dei dati in un rivelatore 4π

Casi particolari - coincidenze cinematiche

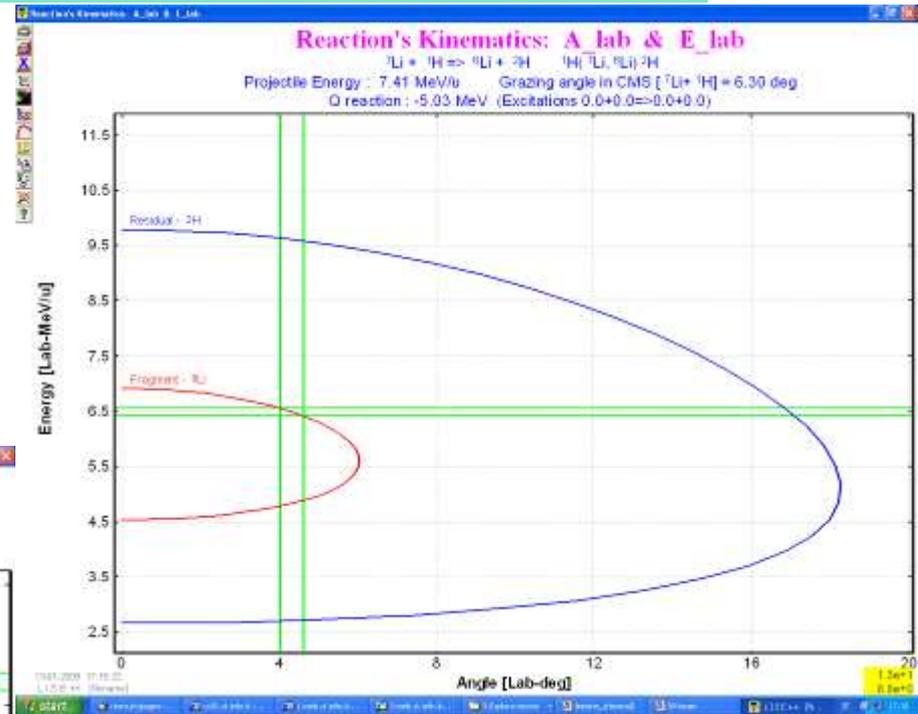
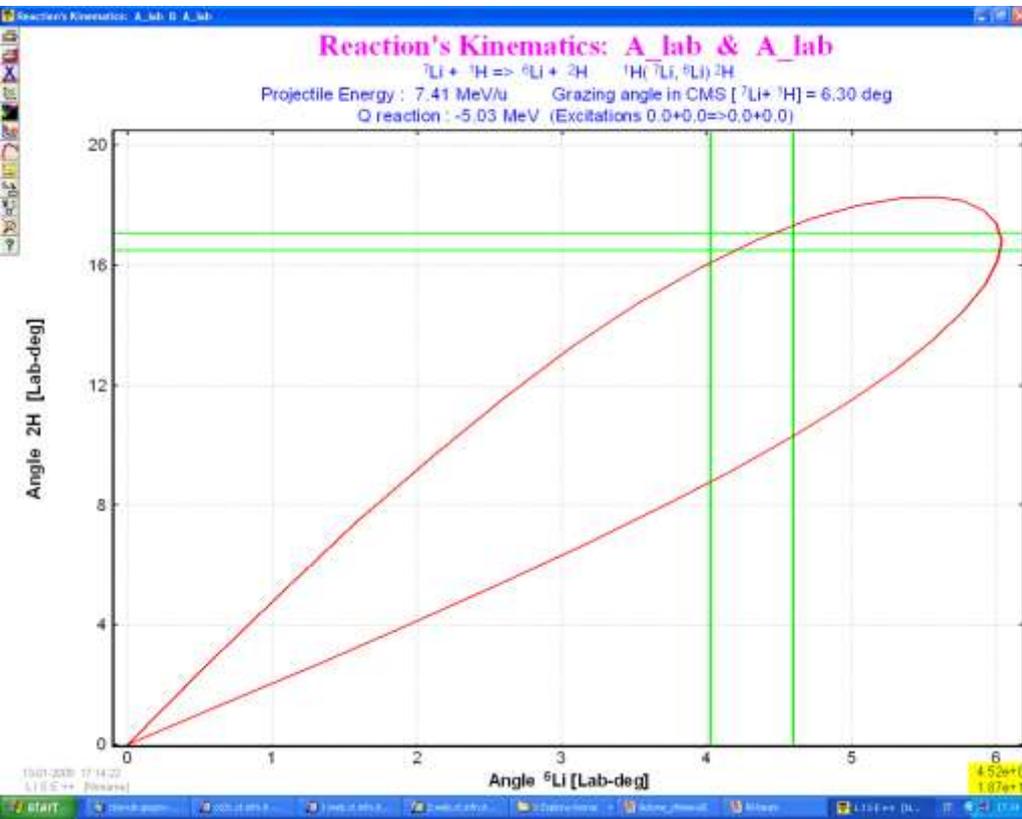
Ovviamente al cambio dell'angolo di rivelazione cambia pure l'energia delle particelle con legge ben precisa data dalla conservazione di E e P



Analisi dei dati in un rivelatore 4π

Casi particolari - coincidenze cinematiche

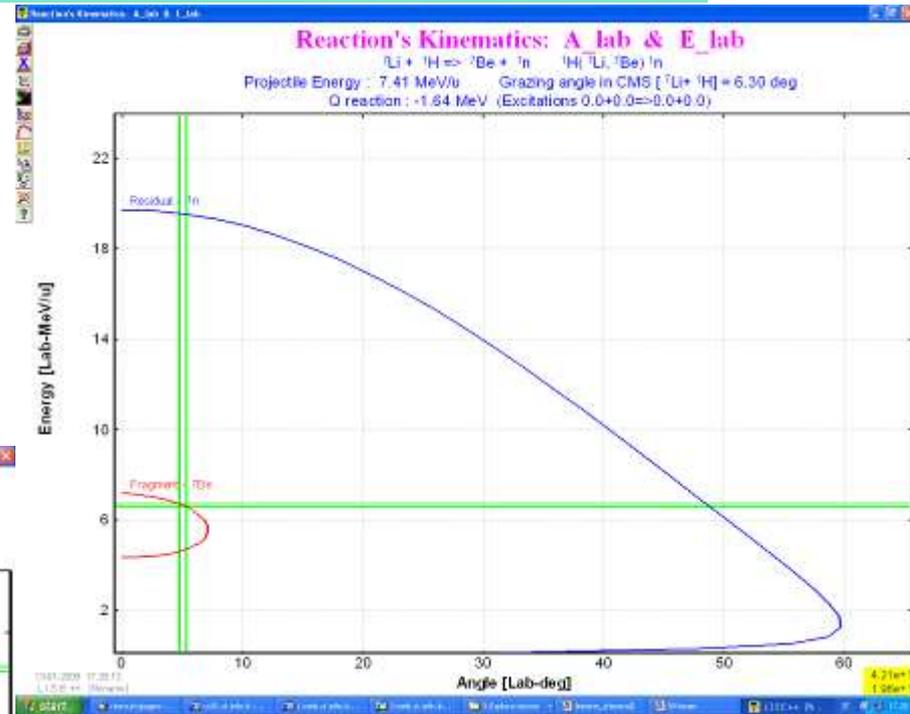
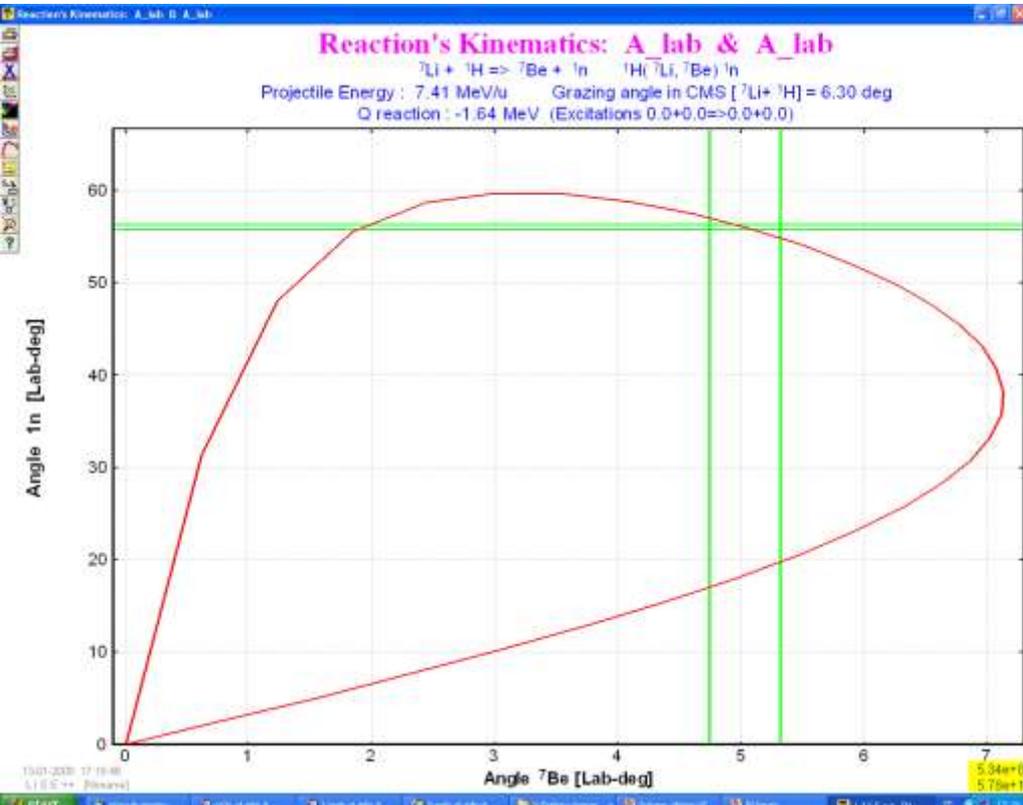
Non si popola solamente il canale elastico – si possono eccitare livelli o produrre varie reazioni come ad esempio **p,d**



Analisi dei dati in un rivelatore 4π

Casi particolari - coincidenze cinematiche

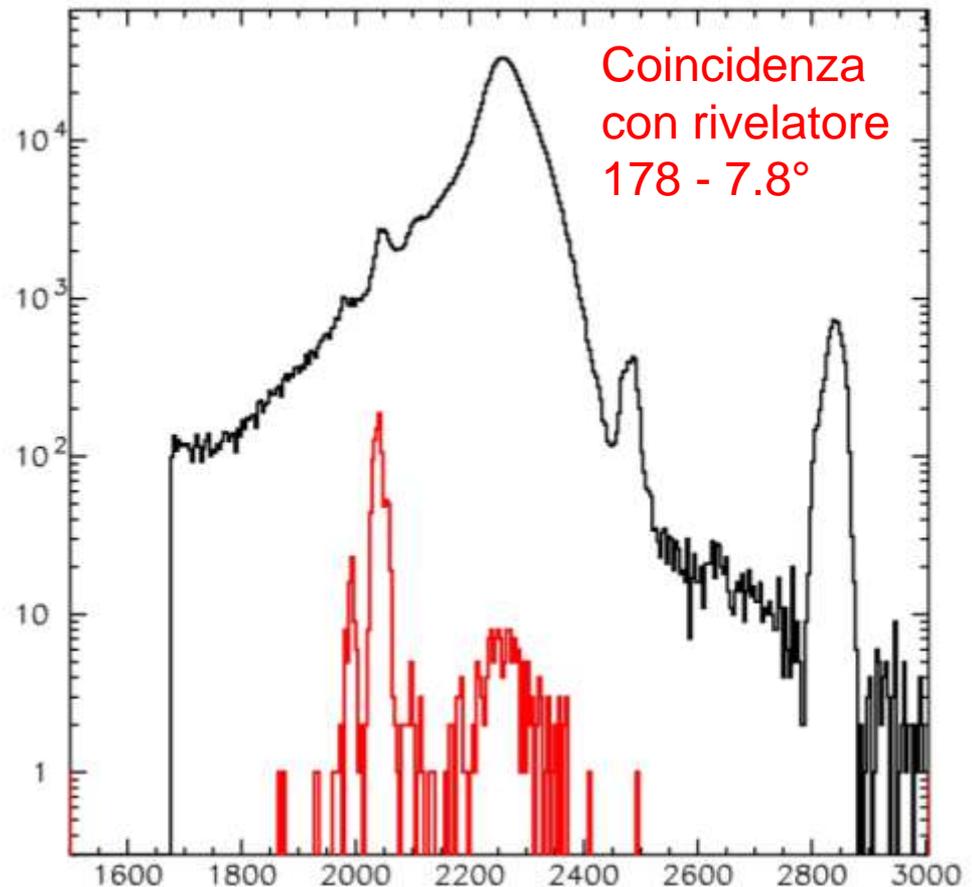
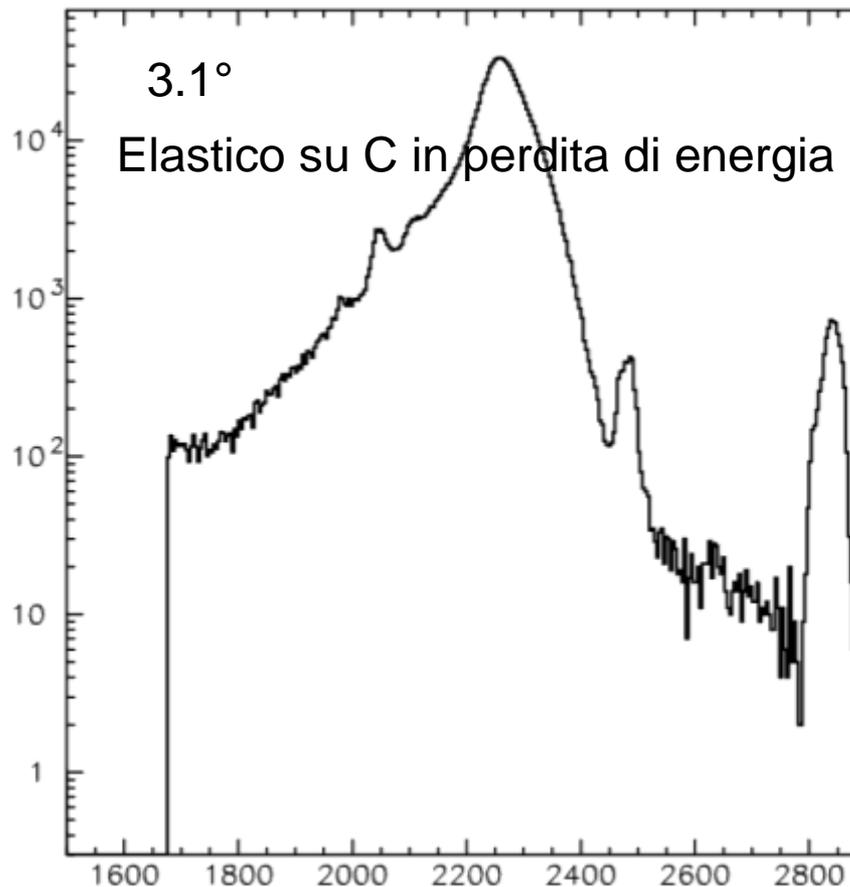
p,n



Analisi dei dati in un rivelatore 4π

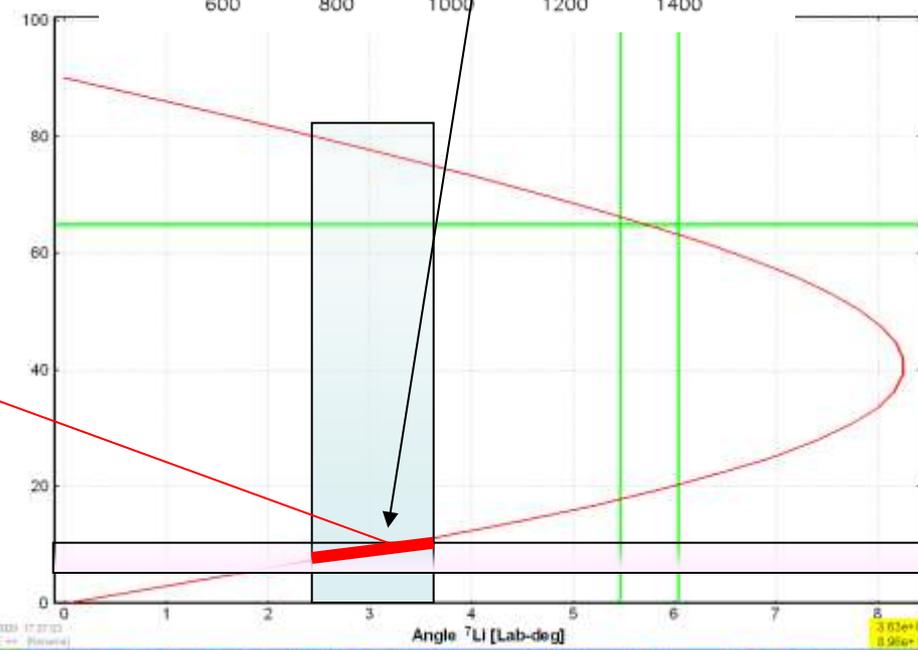
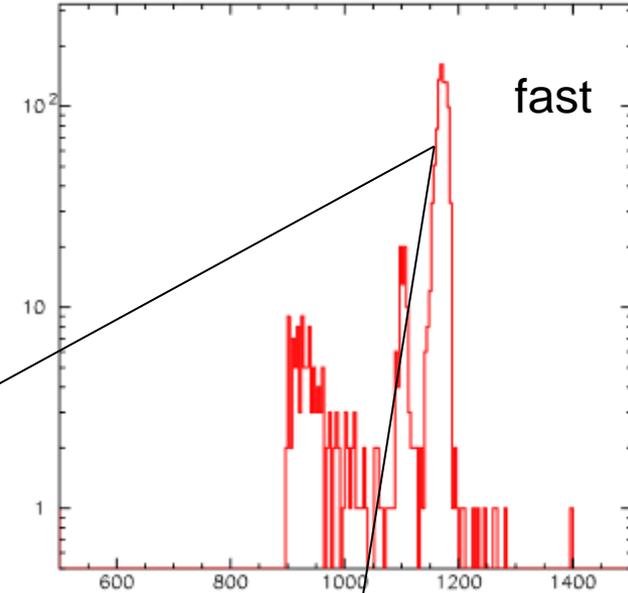
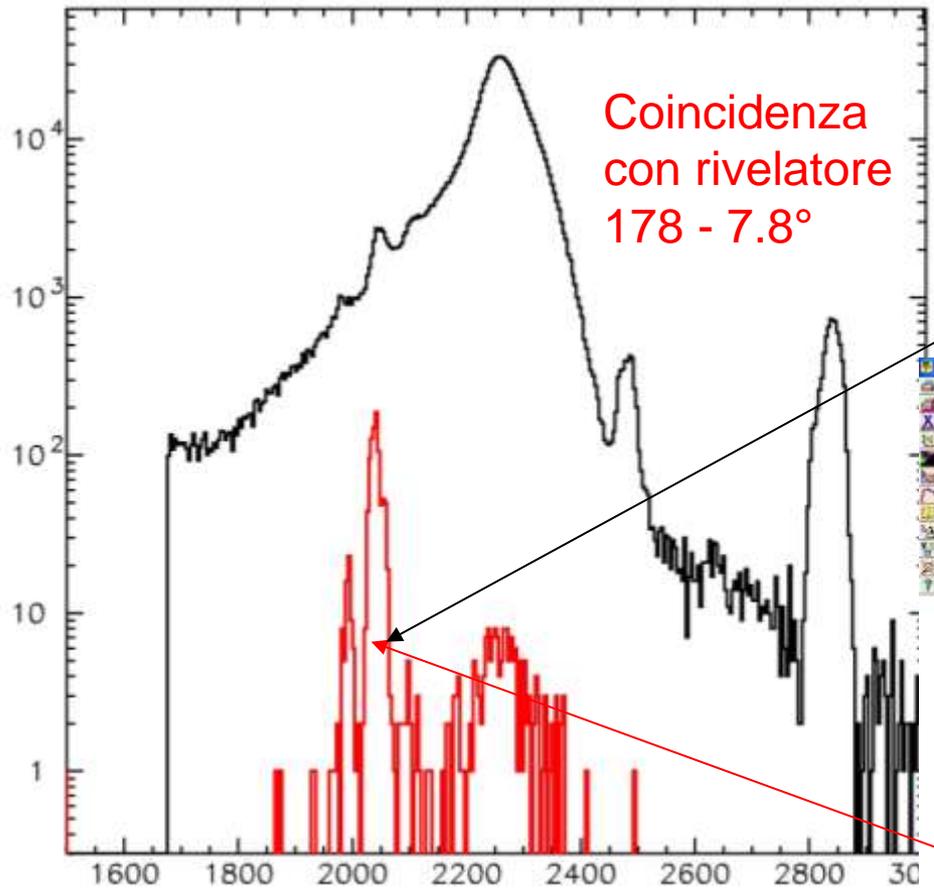
Casi particolari - coincidenze cinematiche

Se studiamo questa reazione possiamo vedere lo spettro di particelle prodotto in un rivelatore al silicio – purtroppo non è facile avere un bersaglio di soli protoni per cui usiamo una plastica $(\text{CH}_2)_n$



Analisi dei dati in un rivelatore 4π

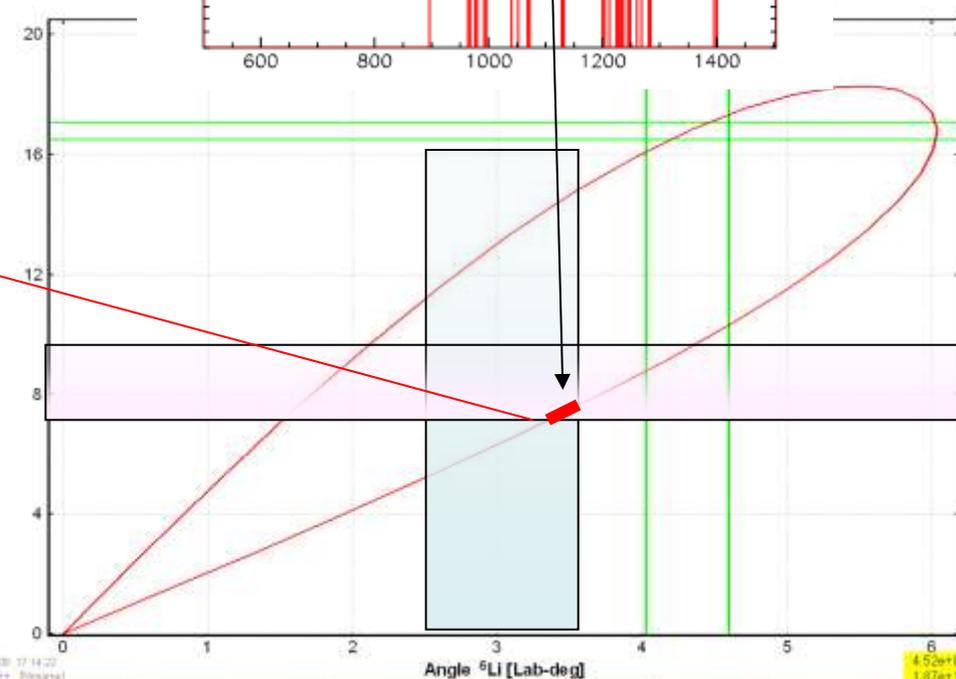
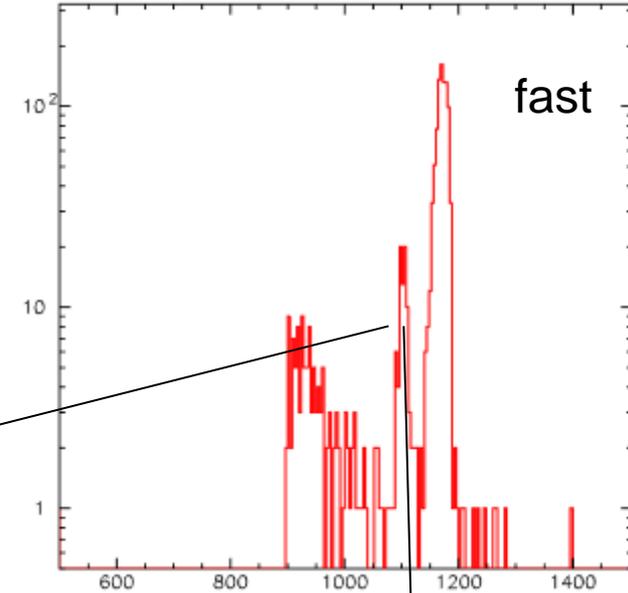
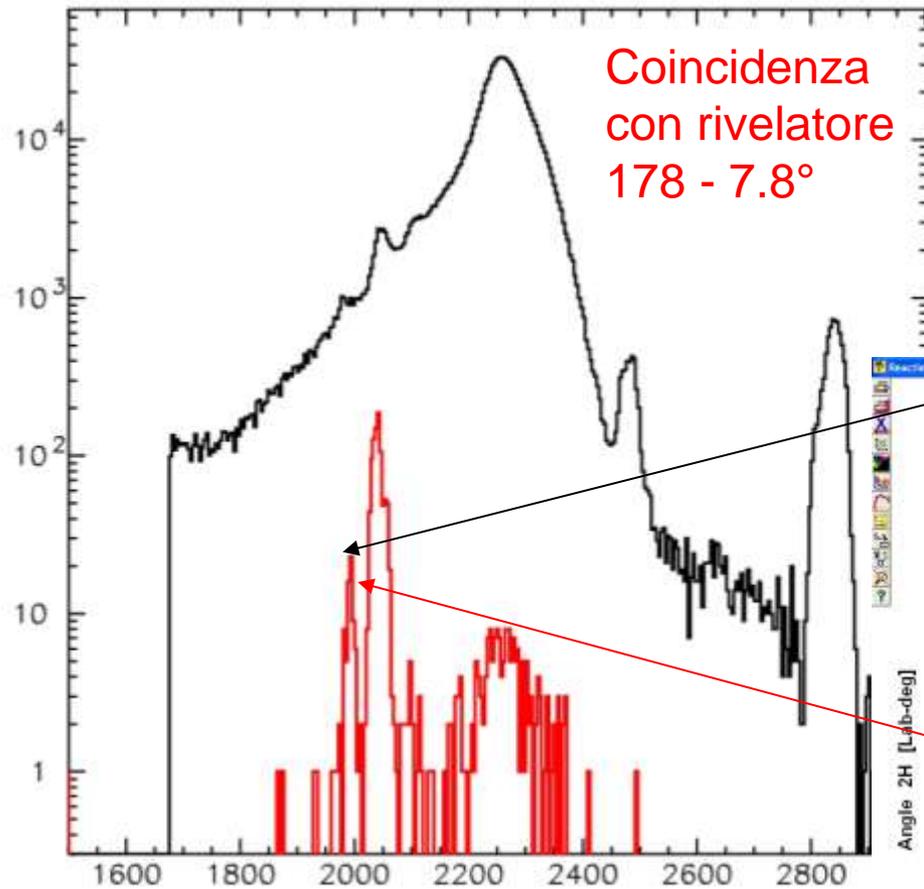
Casi particolari - coincidenze cinematiche



Controlliamo la cinematica per p,p

Analisi dei dati in un rivelatore 4π

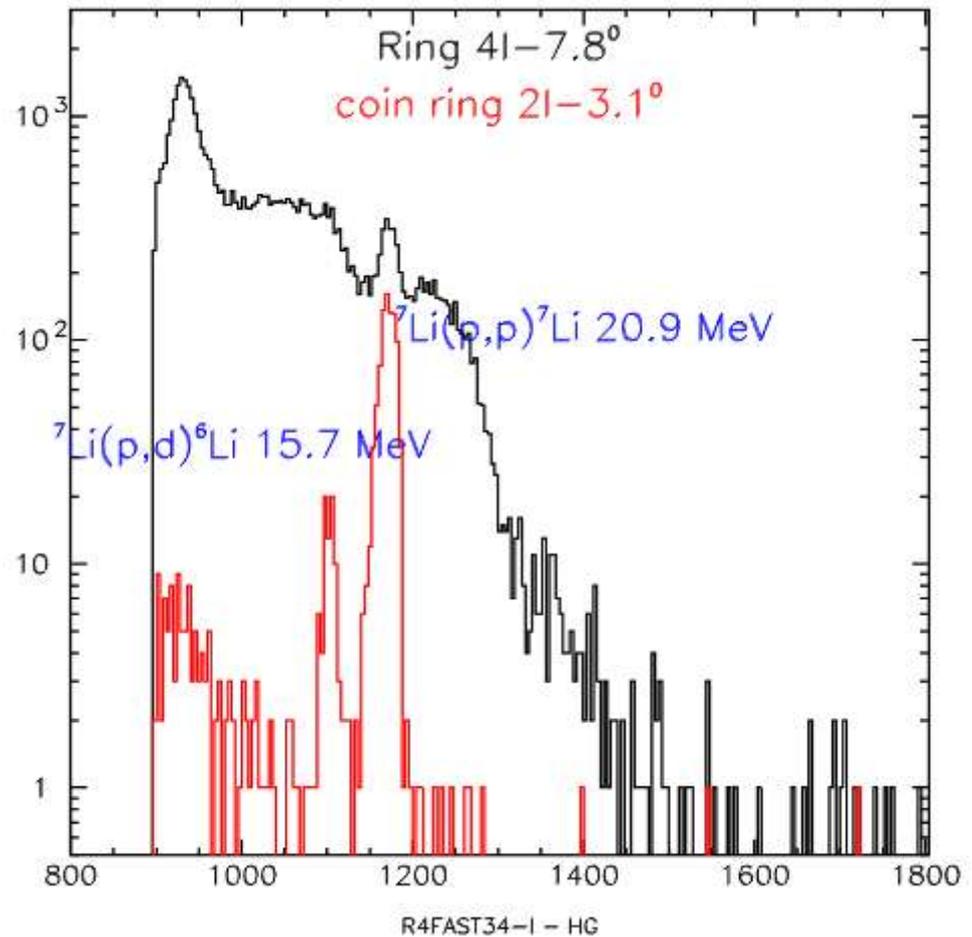
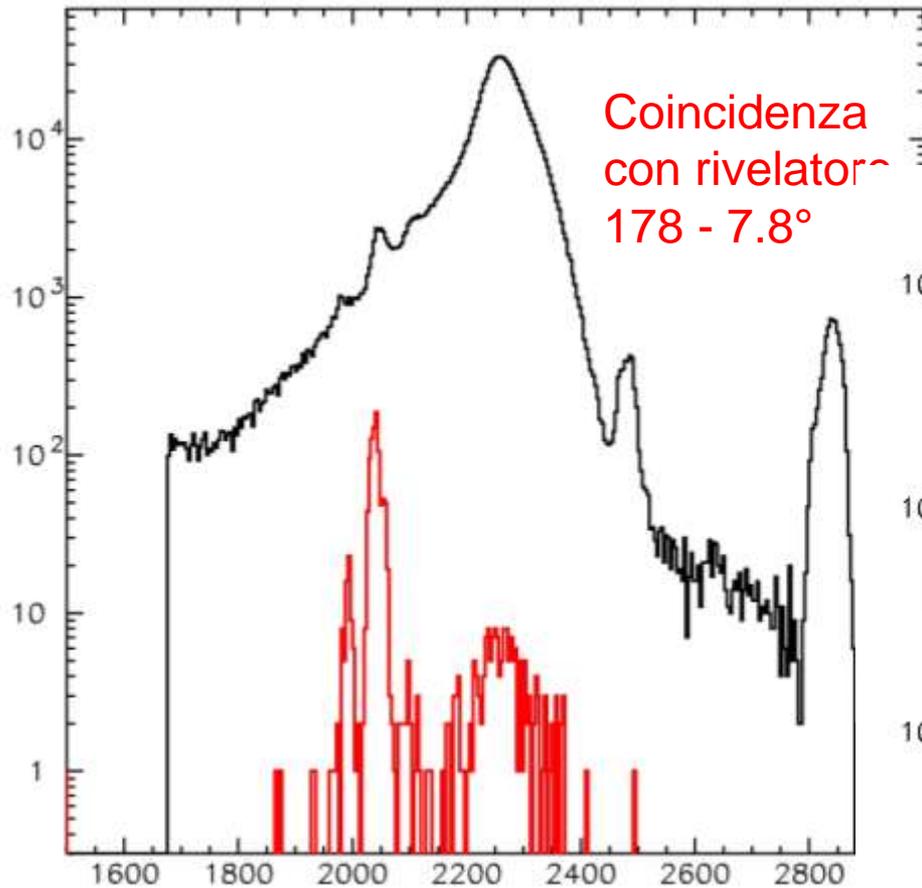
Casi particolari - coincidenze cinematiche



Controlliamo la cinematica per p,d

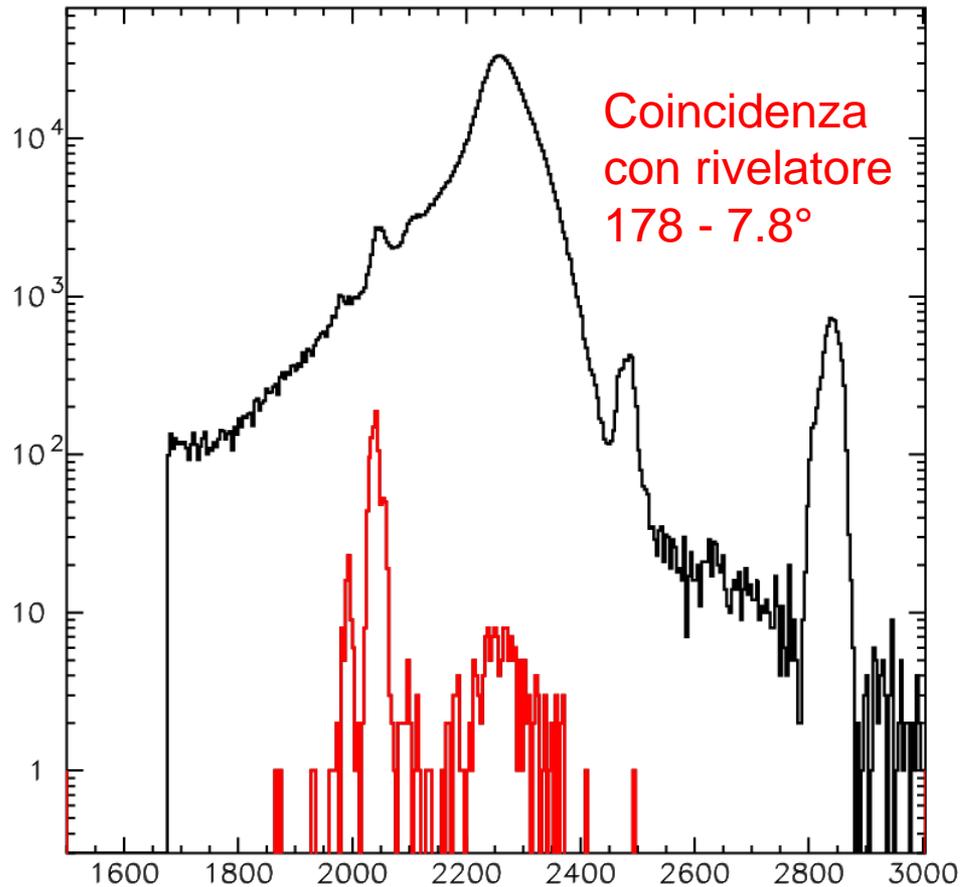
Analisi dei dati in un rivelatore 4π

Casi particolari - coincidenze cinematiche

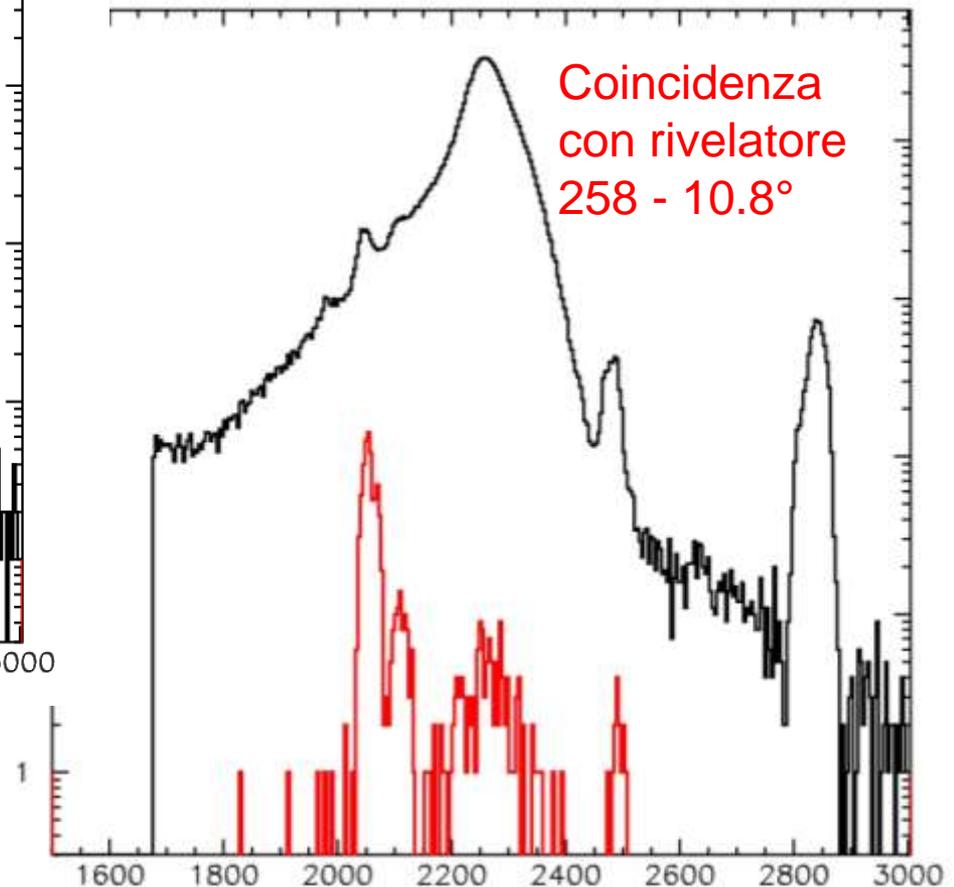


Analisi dei dati in un rivelatore 4π

Casi particolari - coincidenze cinematiche

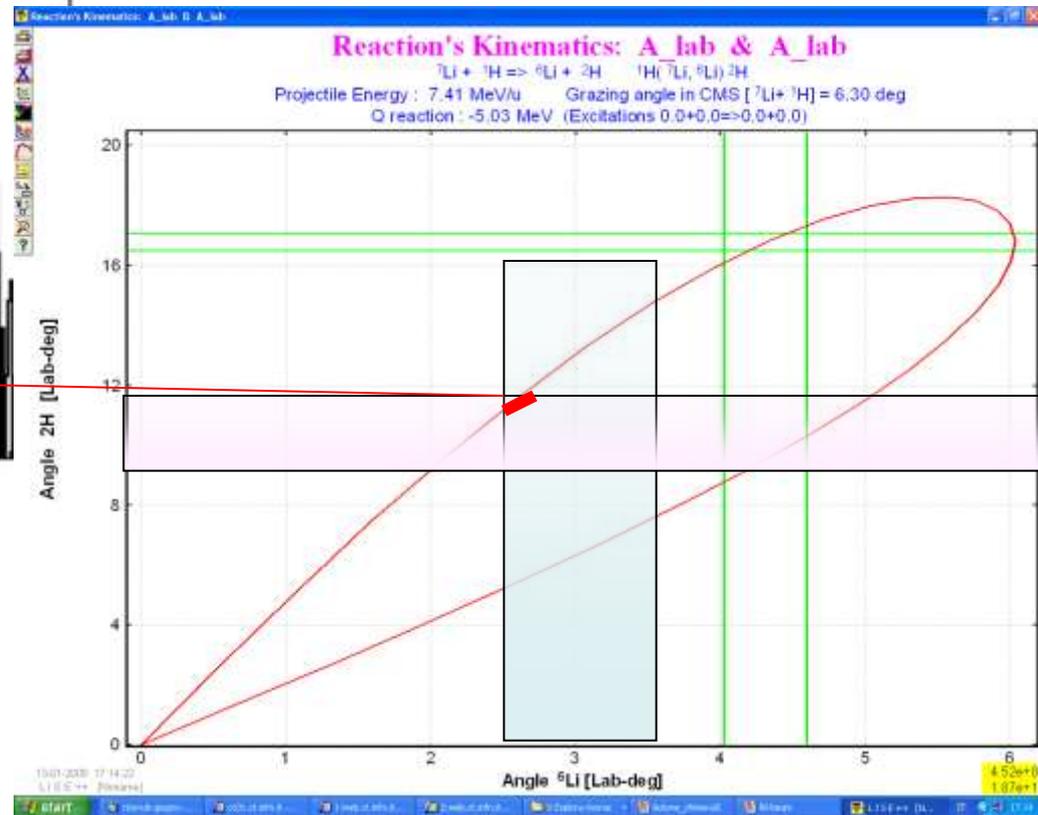
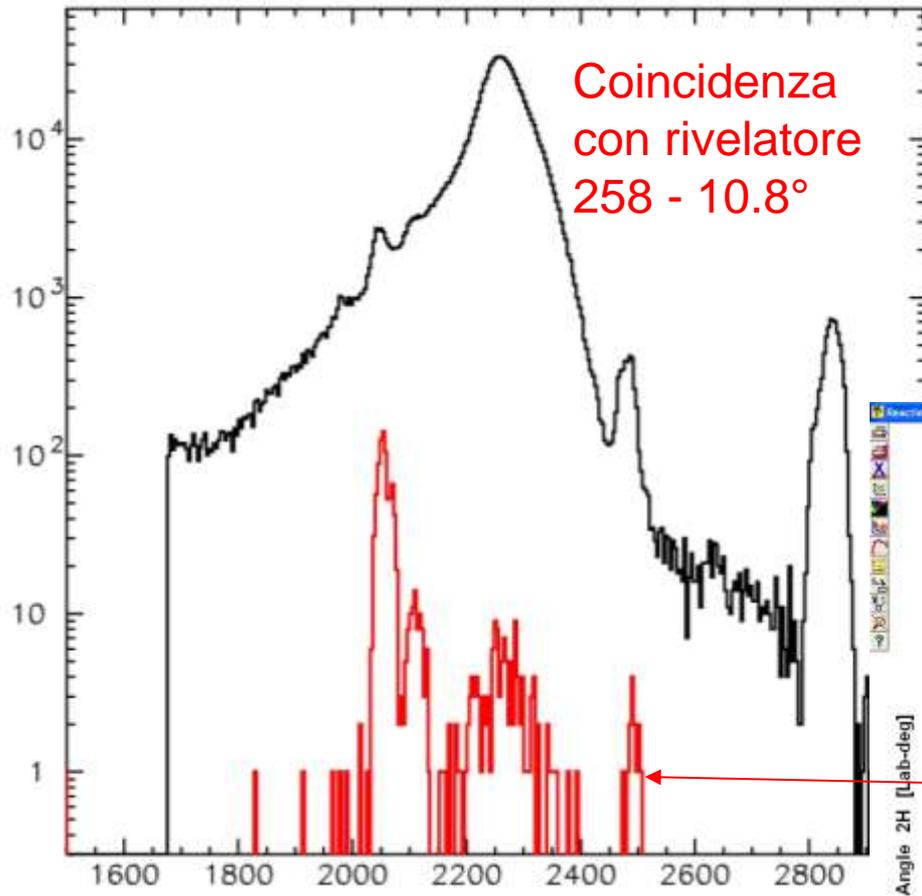


Prendiamo un altro rivelatore
in coincidenza cinematica
N.B. $\Delta\phi=180^\circ$



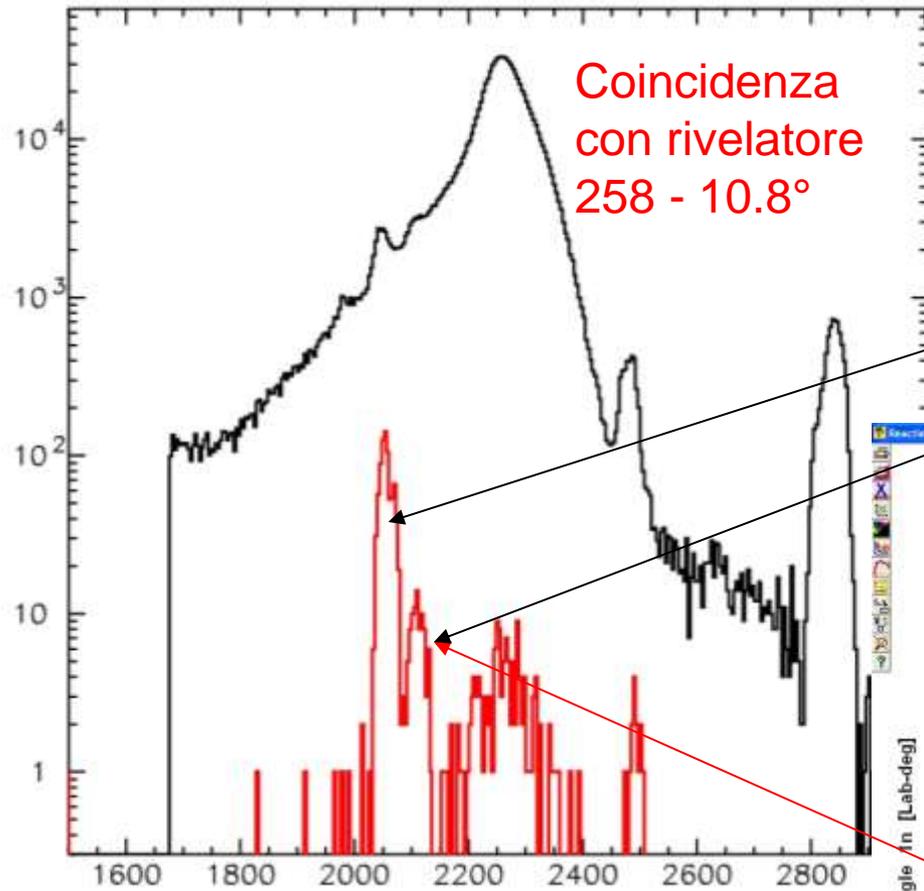
Analisi dei dati in un rivelatore 4π

Casi particolari - coincidenze cinematiche



Analisi dei dati in un rivelatore 4π

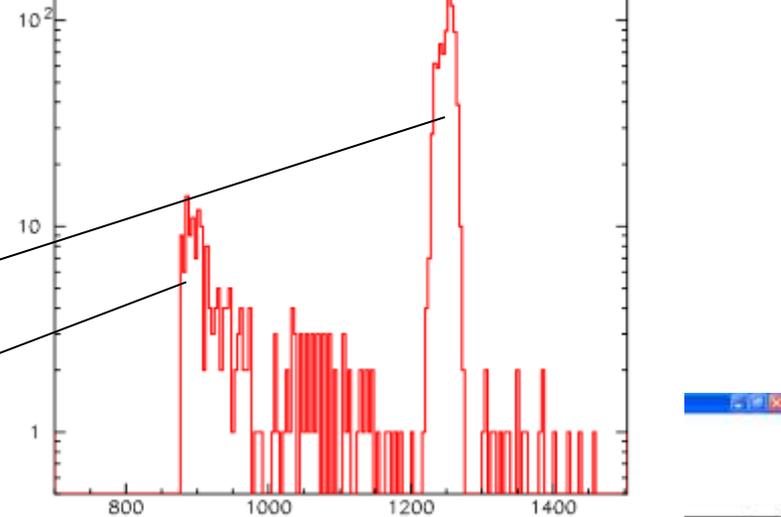
Casi particolari - coincidenze cinematiche



Coincidenze be7-n

Rivelo i neutroni che interagiscono con i CsI facendo reazioni $n-\gamma$ e li identifico perfettamente con la coincidenza cinematica

Vediamo le coincidenze con la fast



Analisi dei dati in un rivelatore 4π

Casi particolari - coincidenze cinematiche

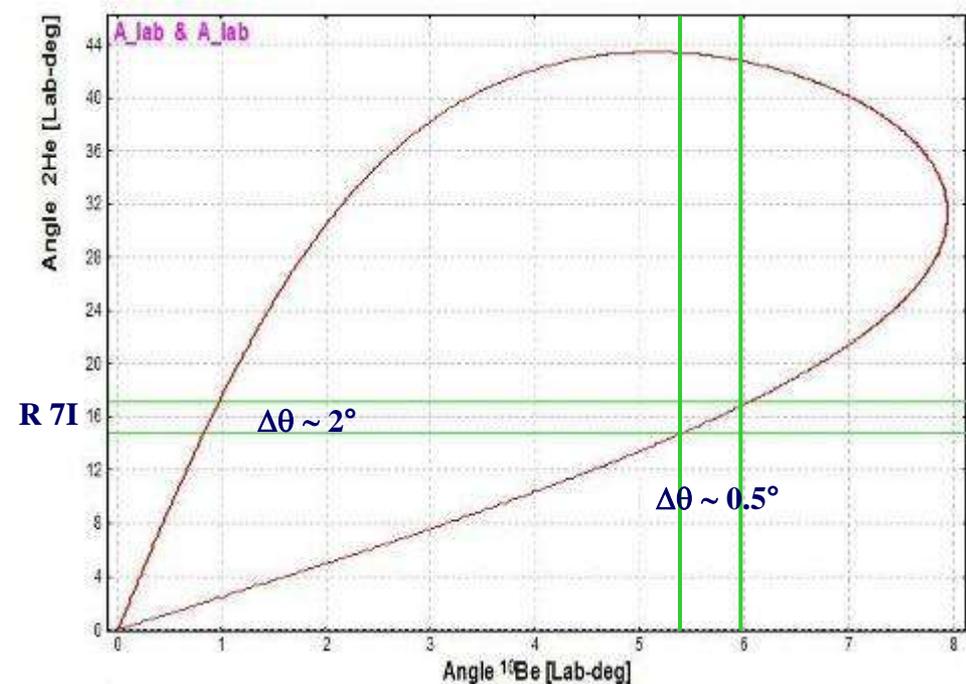
Le coincidenze cinematiche sono quindi un ulteriore metodo di identificazione delle particelle cariche che può essere utilizzato a bassa energia ma anche ad alta energia ad esempio per lo studio di ioni radioattivi

Abbiamo fatto misure con fasci radioattivi prodotti con la frammentazione in volo - fasci FRIBS
Abbiamo misurato con fasci nella zona del ^{11}Be attorno a 40-50 MeV/A e abbiamo studiato reazioni di trasferimento e scattering elastico su vari bersagli

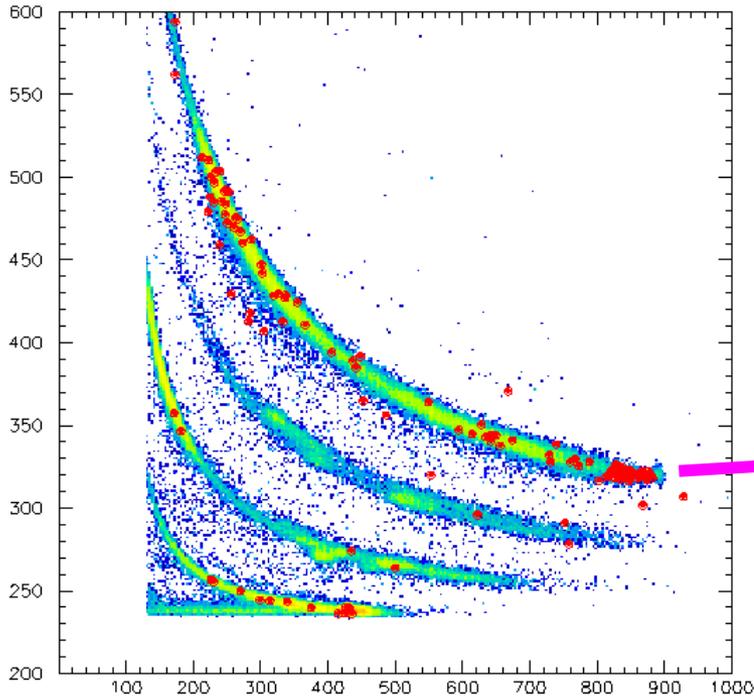
$^{11}\text{Be}(p,d)^{10}\text{Be}$

$^{11}\text{Be}(d,p)^{12}\text{Be}$

Per estrarre informazioni spettroscopiche sul ^{11}Be e sui nuclei a lui vicini



Coincidenze cinematiche – risultati preliminari



**Coinc tel 38(3.1°)-870(66°) $\Delta\phi=180^\circ$
Target CD fascio 12B**

**Pulizia della tecnica - troviamo le
coincidenze solo su rivelatori con
 $\Delta\phi=180^\circ$**

