

Status Report of FAZIA

STEFANO CARBONI
for the FAZIA collaboration

- **Il progetto**

- R&D che impieghi le migliori tecniche di identificazione digitali (*PSA and DE-E*)

- Controllo dell'uniformità di drogaggio dei silici

- Controllo accurato dei fenomeni di Channeling in silicio

- Mantenimento della costanza del campo elettrico all'interno dei silici

- Elrtronica digitale ed algoritmi.

- **Recenti risultati sperimentali**

- LNL '07: ioni leggeri, basse energie

- LNS '09: ioni pesanti, energie più alte

- Quali sono i limiti del nostro approccio?

- Radiation Damage and PSA

- Alcuni risultati

- Conclusioni

FAZIA (Four p A and Z Identification Array)

Un progetto di R&D supportato da INFN,
Spiral2PP e LEA.

Finalizzato alla realizzazione di un rivelatore
di nuova generazione per particelle
cariche, dedicato allo studio della fisica
dell'Isospin con ioni *n-poor*
e n-rich alle Radioactive
Beam Facilities come Spiral2 e SPES.
I partner principali sono INFN e CNRS.

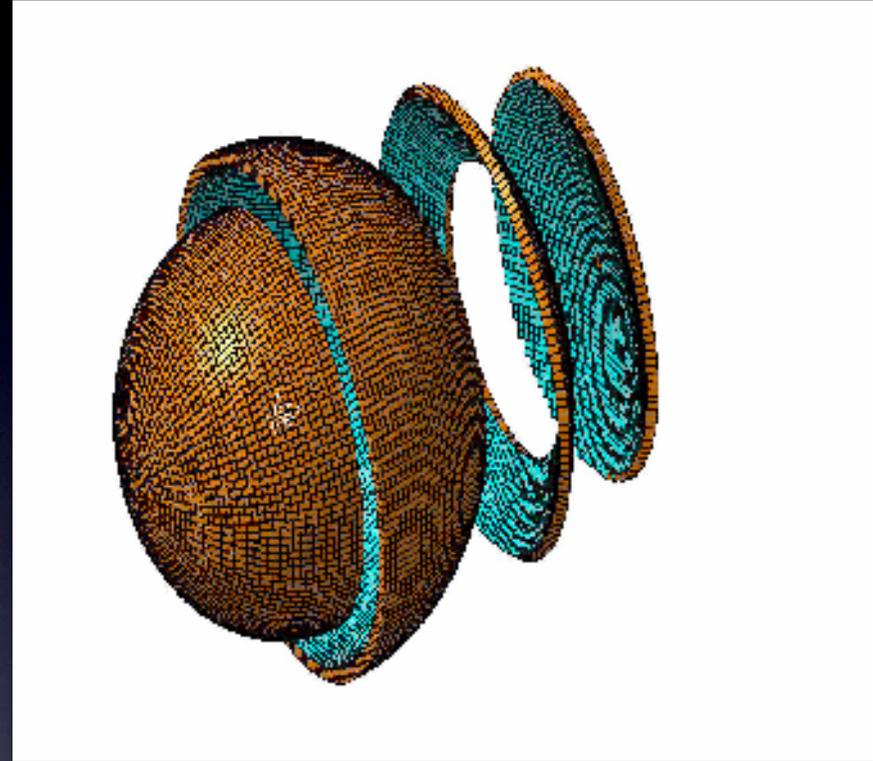
Organizzazione interna:

Physics Coordinators G. Poggi, R.
Bougault

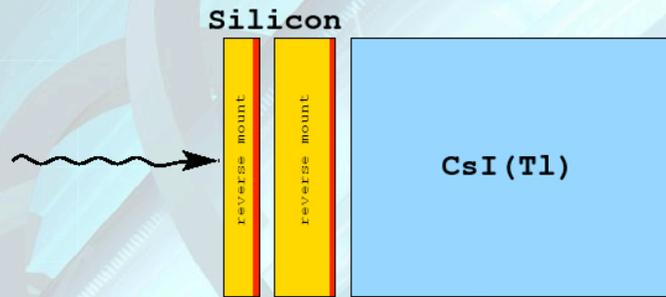
Technical Coordinator P. Edelbruck
Project management board, 9 Working
groups

WEB site: <http://fazia.in2p3.fr>

The FAZIA Project



Two NTD silicon and one CsI(Tl) detectors:



Characteristics: *(other solutions are also being investigated...)*

First Si (ΔE) NTD, 300 μm thickness, reverse mount

Second Si (E) NTD, 500/700 μm thickness, reverse mount

CsI(Tl) Few cm thick, depending on beam energy

Area Current prototypes: 20x20 mm²

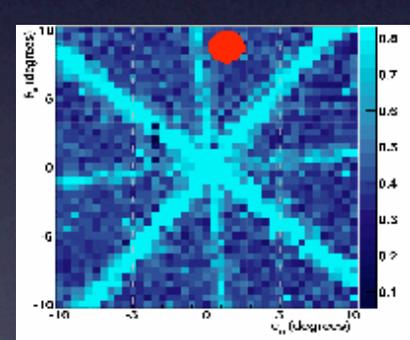
The FAZIA Project

L'elemento di base: Si-Si-CsI(Tl)

Telescopio a tre elementi che sfrutta soluzioni originali ed innovative: PSA digitale per identificazione in Z ed A degli ioni arrestati nel primo silicio.

Agli angoli indietro, il secondo silicio funziona anche come fotodiode (Single Chip Telescope)

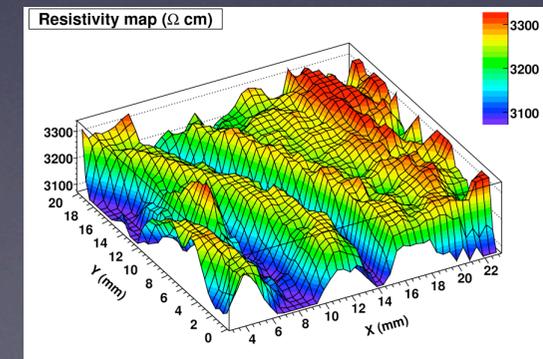
Implementazione completamente digitale



FAZIA ha dimostrato l'importanza di evitare i fenomeni legati al "channeling" in silicio per ottenere prestazioni di alta qualità nella PSA. A tale scopo, la collaborazione utilizza silici tagliati "random" (punto rosso) **L.Bardelli et al, NIM A605 (2009) 353**

Silici ad alta omogeneità di tipo neutron Transmutation Doped (nTD) sono necessari per avere il campo elettrico omogeneo richiesto per la PSA. E' stato sviluppato un sistema laser per controllare l'uniformità del rivelatore.

Si utilizzano silici TOPSIL con omogeneità $\sim 1\%$. I rivelatori sono costruiti dalla FBK (Trento). **L.Bardelli et al, NIM A602 (2009) 501**



EXPERIMENTS

LNL '07: Ioni “leggeri”, bassa energia

Selezionati rivelatori ad alta omogeneità.

Rivelatori “random-cut” non erano disponibili e si è proceduto alla rotazione di alcuni gradi del silicio.

Risultati molto promettenti

LNS '09: ioni “pesanti”, energia più alta

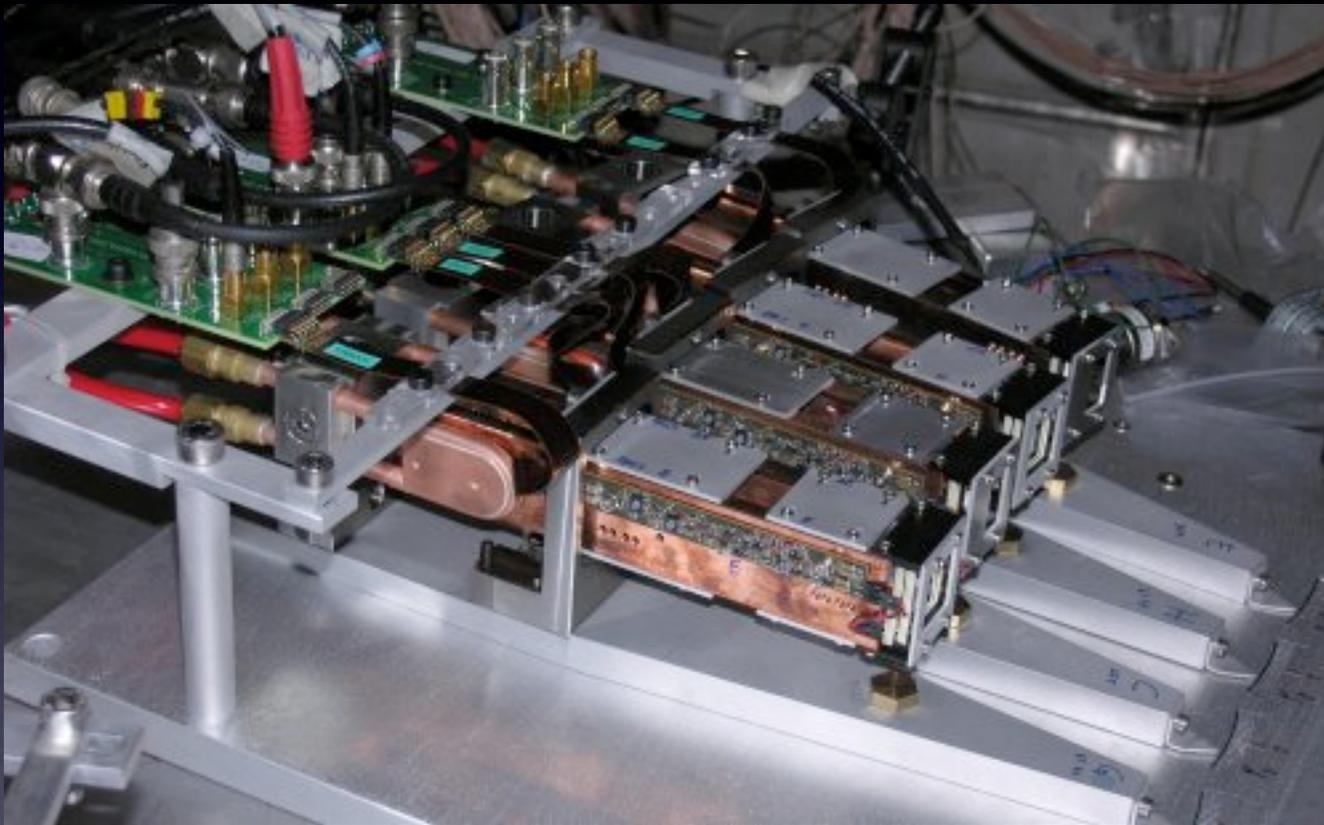
Disponibili rivelatori tagliati “random”

Fuzionano come previsto?

Qual'è il limite alla discriminazione degli ioni in PSA?

Test FAZIA @LNL '07

Dicembre 2007: run in LNL ($^{32}\text{S} + ^{27}\text{Al}$ @ MeV/n)



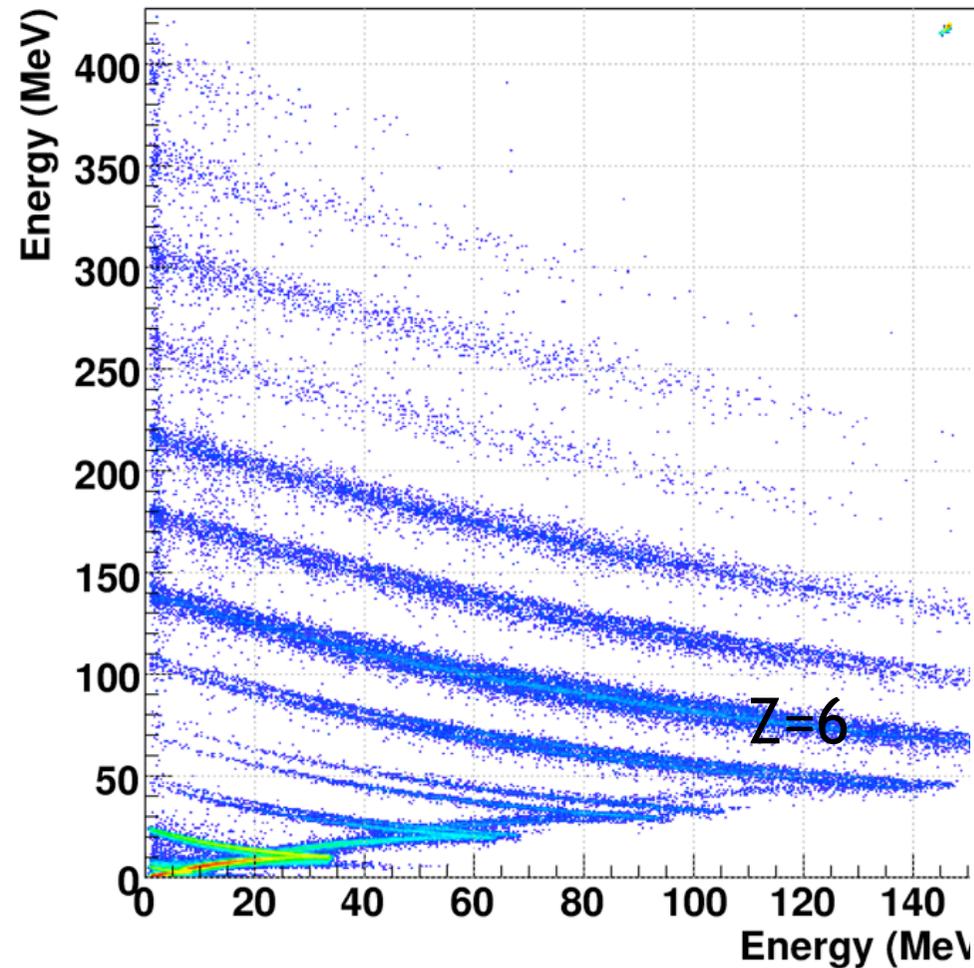
Differenti
configurazioni
Si-Si o Si-CsI
e diverse
tipologia di
elettronica
associata

Effetti di Channeling in dE-E

“with” channeling “standard mounting”

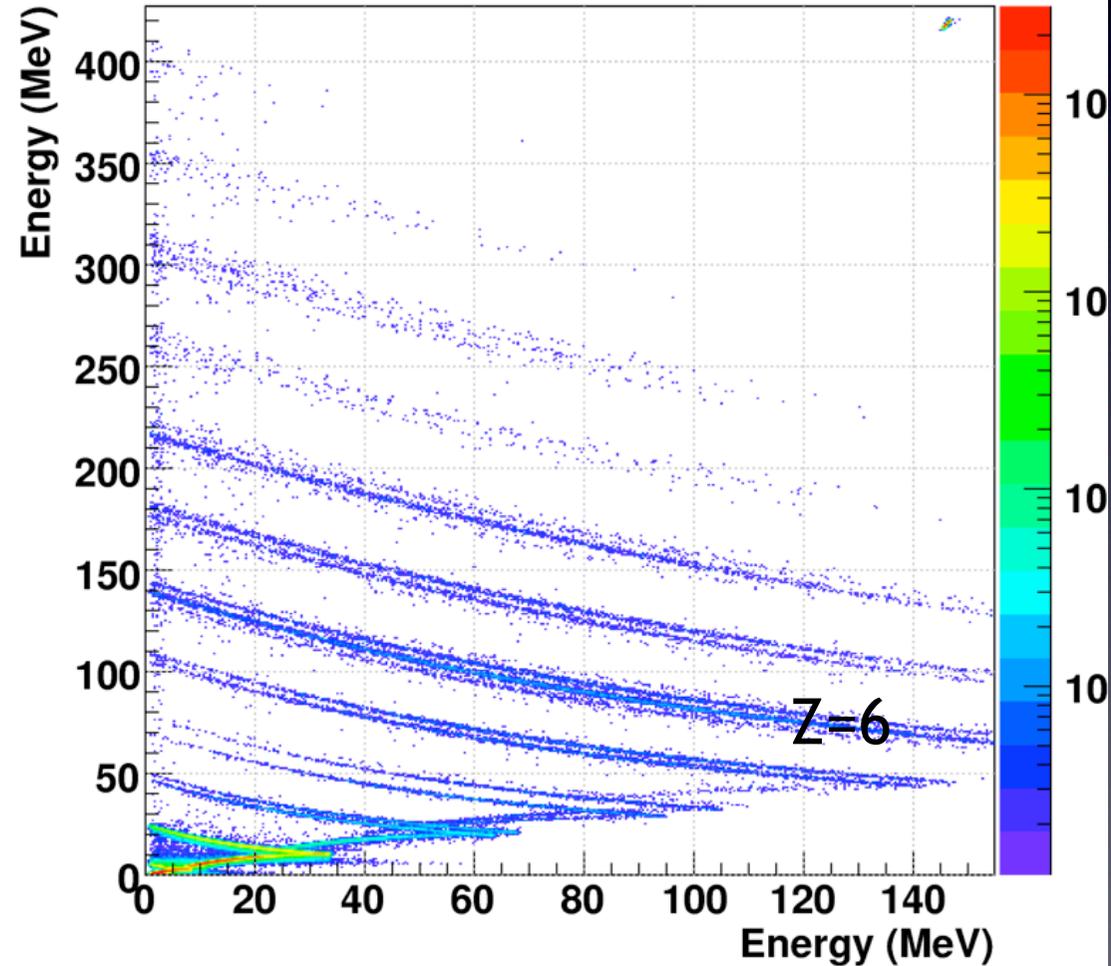
14bit, 100 MS/s digitizer
4.2 GeV full range in ΔE

ΔE -E (tele.G) - channeled configuration



“without” channeling (a few deg tilting)

ΔE -E (tele.G) - random configuration

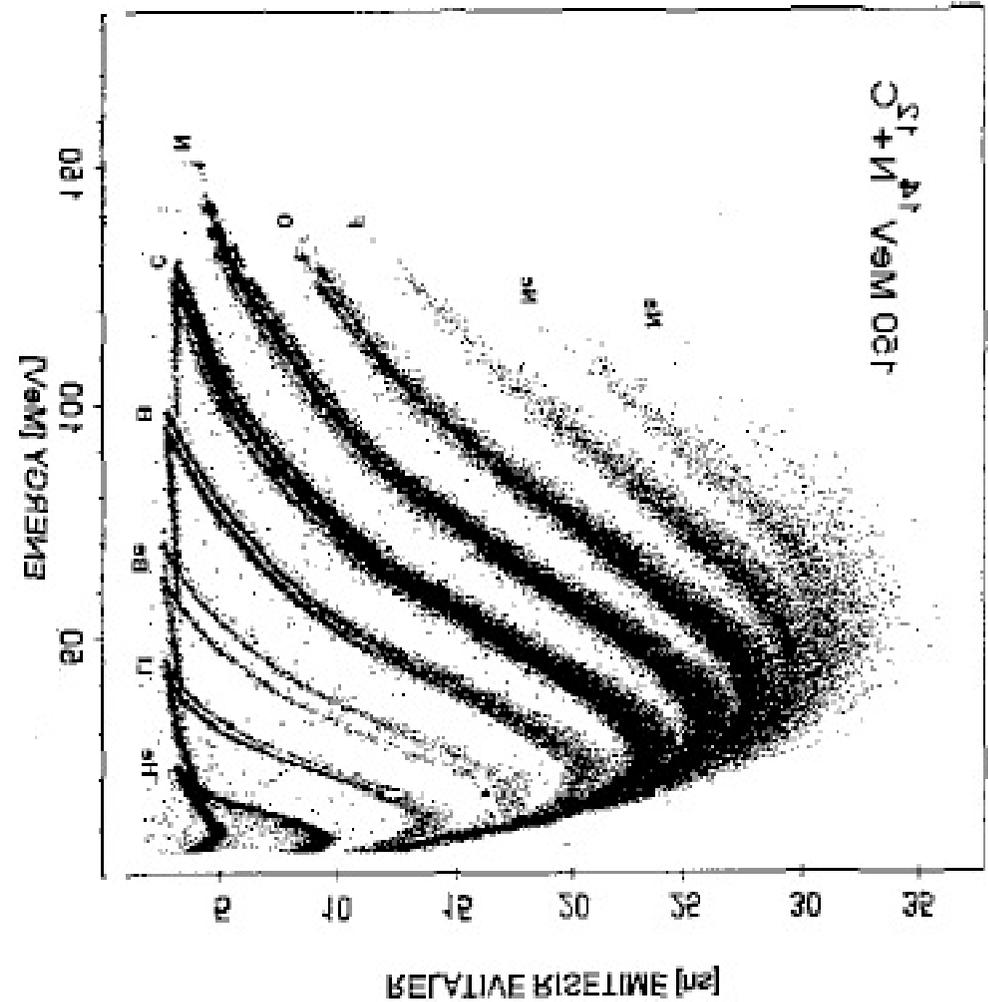


Identificazione ioni con PSA in Si

Questo è il miglior esempio di identificazione degli ioni con la tecnica dell'analisi di forma dei segnali di carica (analogica), prima di FAZIA.

Mutterer et al IEEE TNS 47 (2000) 756

Risultato praticamente irriproducibile fino all'avvento di Fazio



Effetti di Channeling in PSA

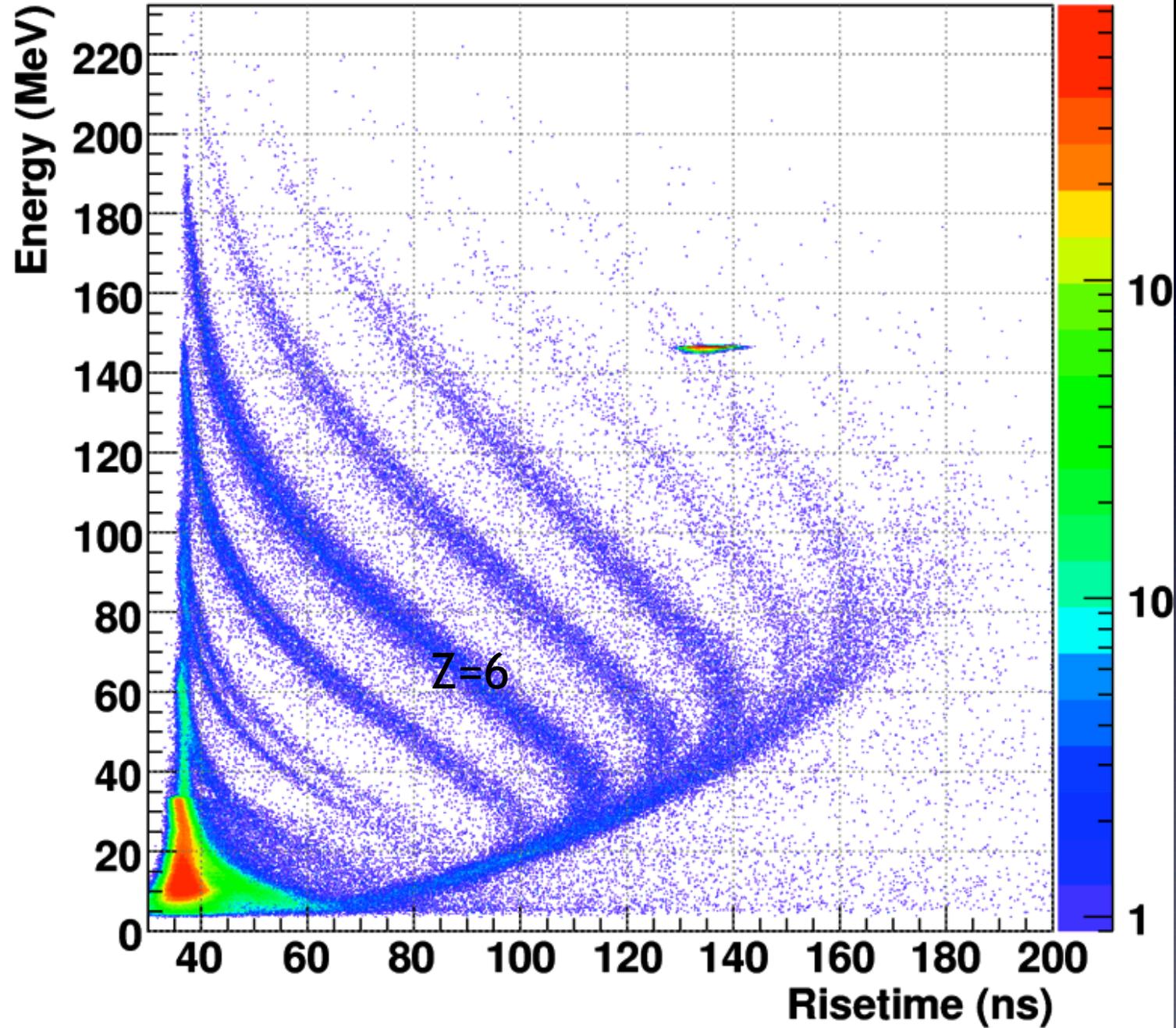
Digital PSA:

500 um detector
1.5% non-uniformity
(BEST)

“with” channeling
 (“standard
 mounting”)

14 bit, 100 MS/s
digitizer
1.3 GeV full range

Energy vs risetime (det.G-E) - channeled configuration



Effetti di Channeling in PSA

Digital PSA:

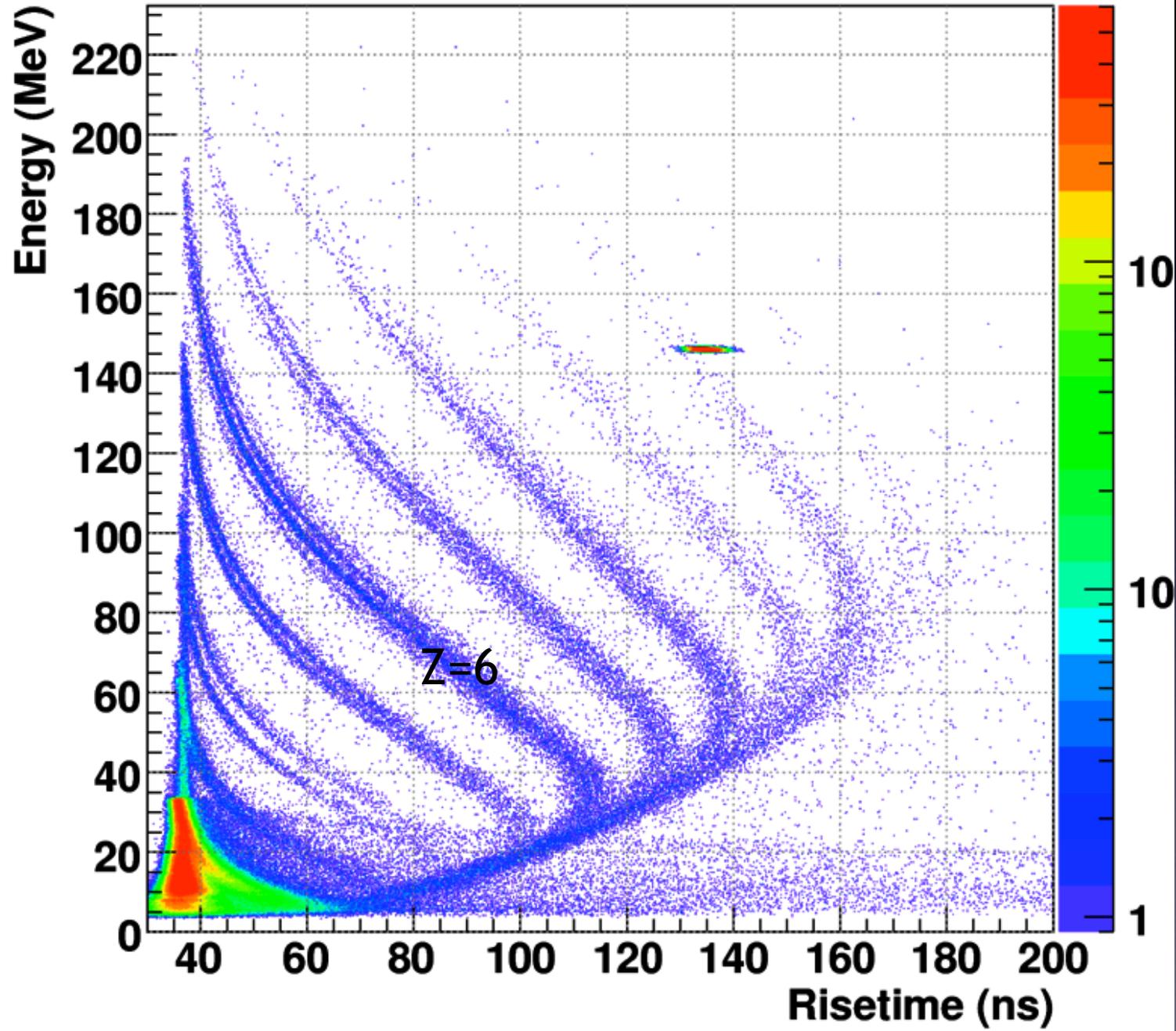
500 um detector
1.5% non-uniformity
(BEST)

“without”
channeling
(a few deg tilting)
(BEST)

14 bit, 100 MS/s
digitizer

1.3 GeV full range

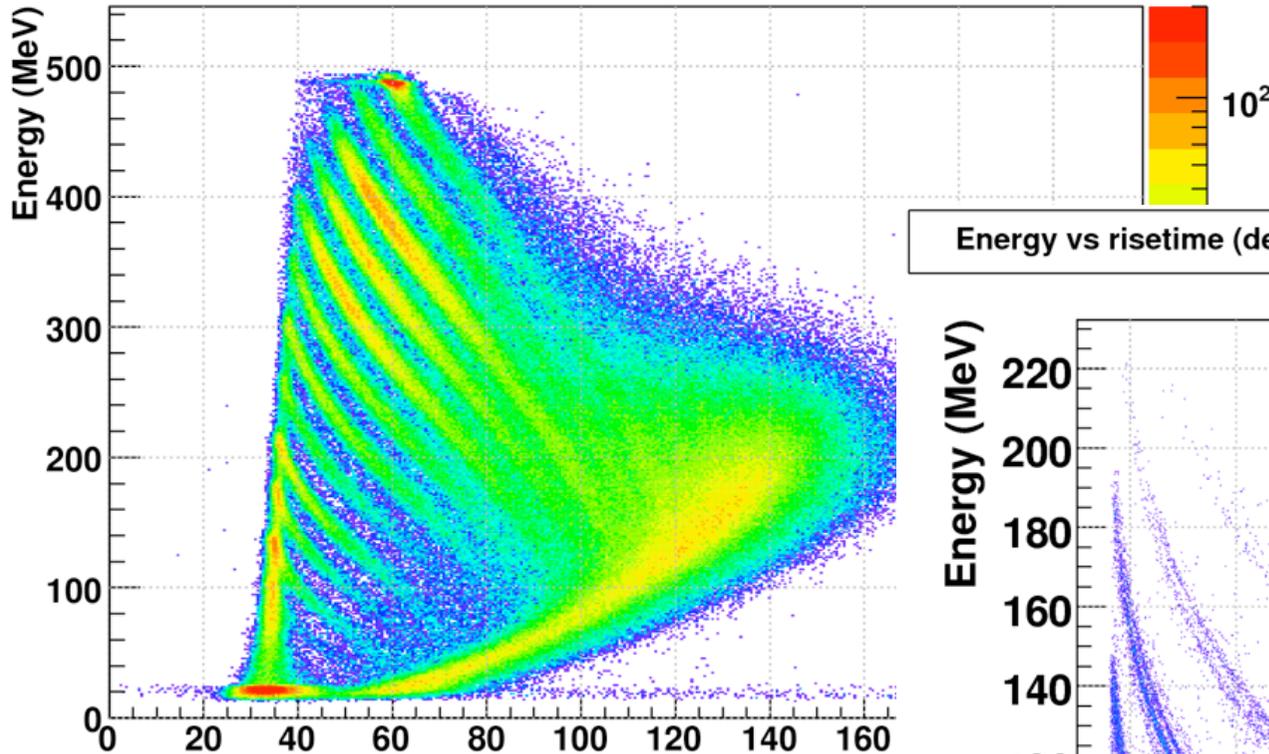
Energy vs risetime (det.G-E) - random configuration



Disomogeneità di drogaggio

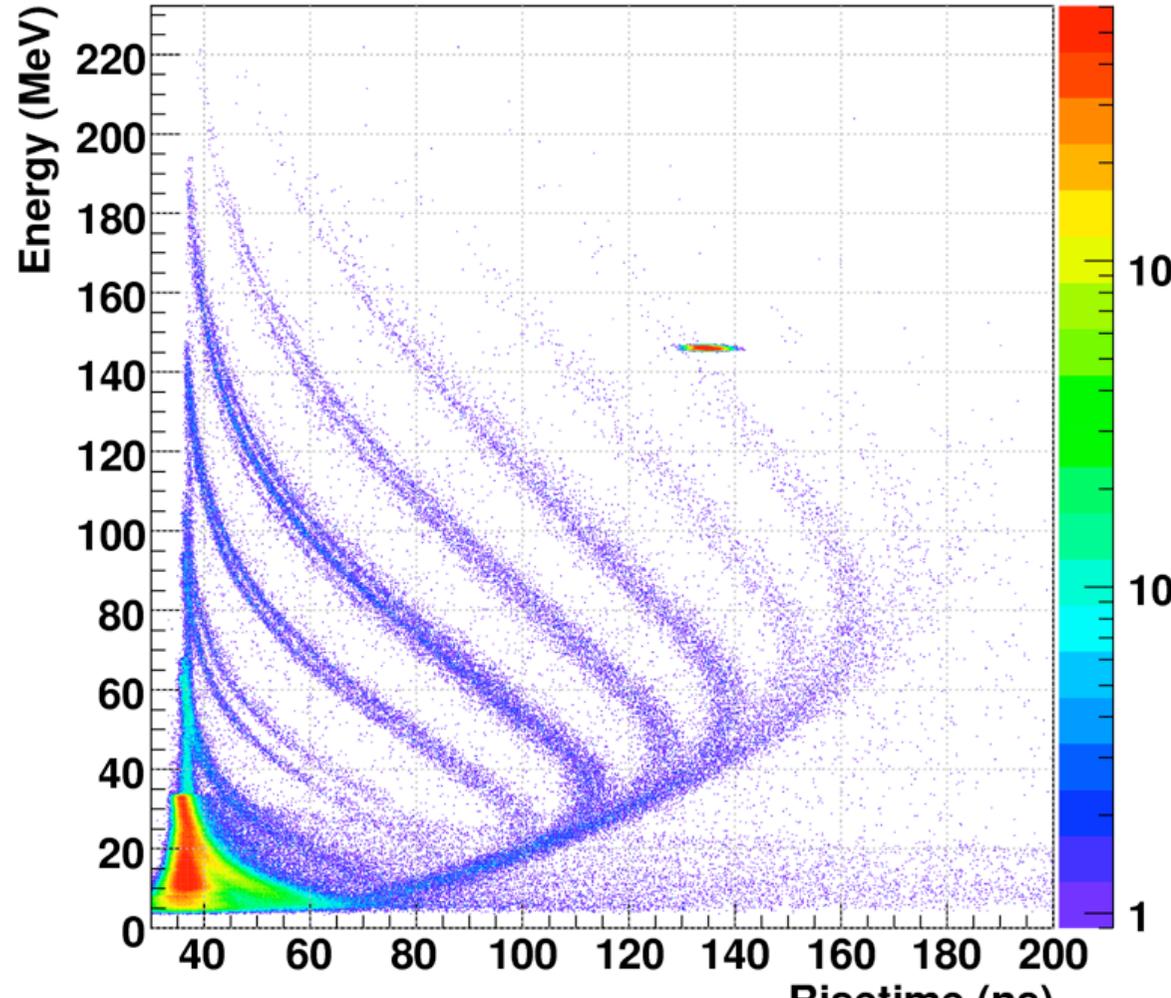
PSA in riv.73311

300 μm , 9.4% non hom.



500 μm , 1.3% non-hom.

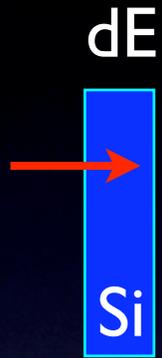
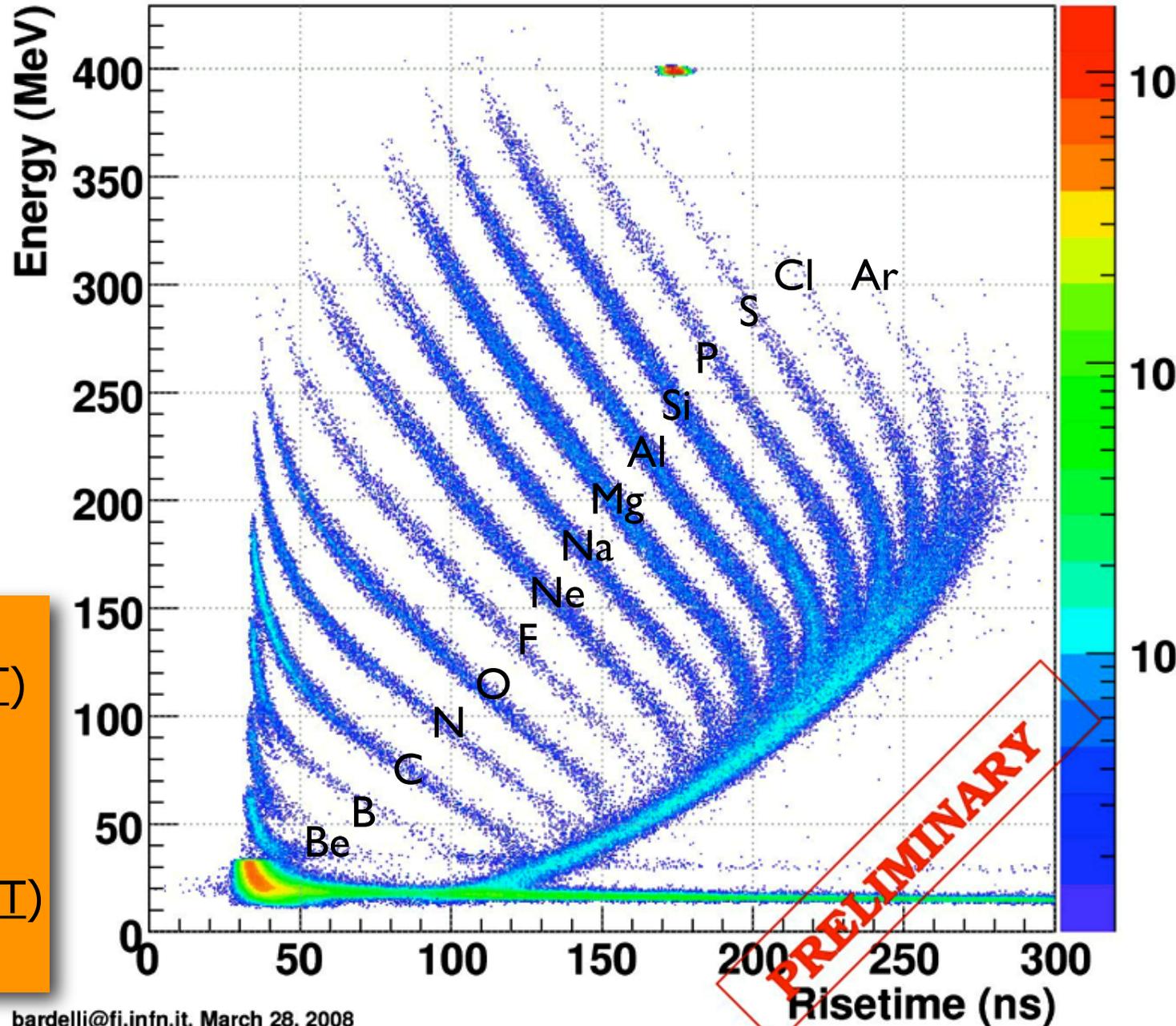
Energy vs risetime (det.G-E) - random configuration



entrambi i rivelatori sono stati montati in configurazione "no channeling"

Identificazione ioni con PSA in Si

Energy vs risetime (SCT.1) - random configuration



100 MS/s 14 bit
digitizer
4 GeV full range

500 um detector
~1% non-uniformity (BEST)

“without” channeling
(a few deg tilting)

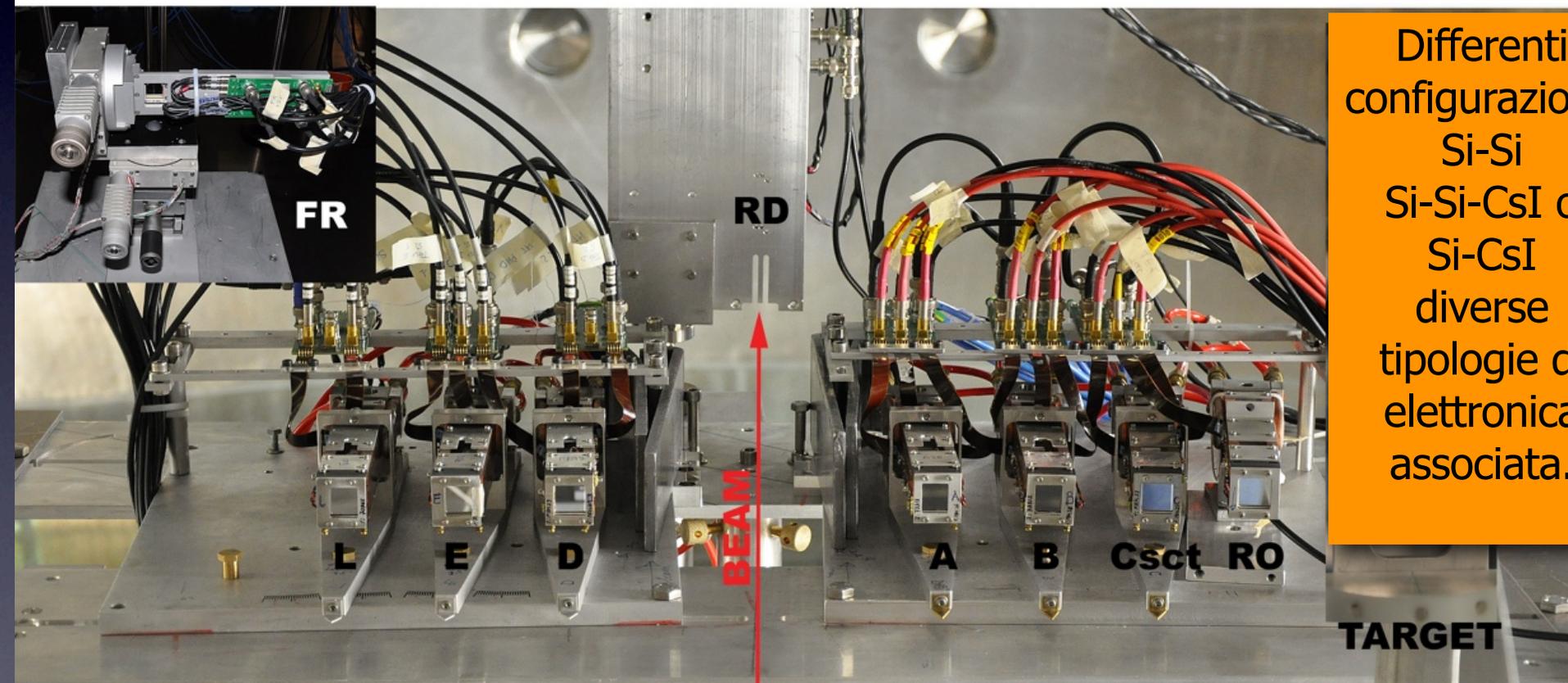
(BEST)

Test FAZIA @LNS '09

Luglio 2009: run in LNS (^{84}Kr + nat Ni @ 35 MeV/n)

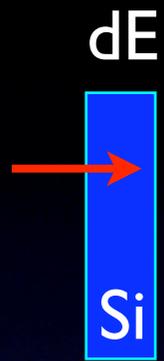
Novembre 2009: run in LNS (^{129}Xe + nat Ni @ 35 MeV/n)

FAZIA PHASE1 LNS-EXPERIMENT JULY 2009



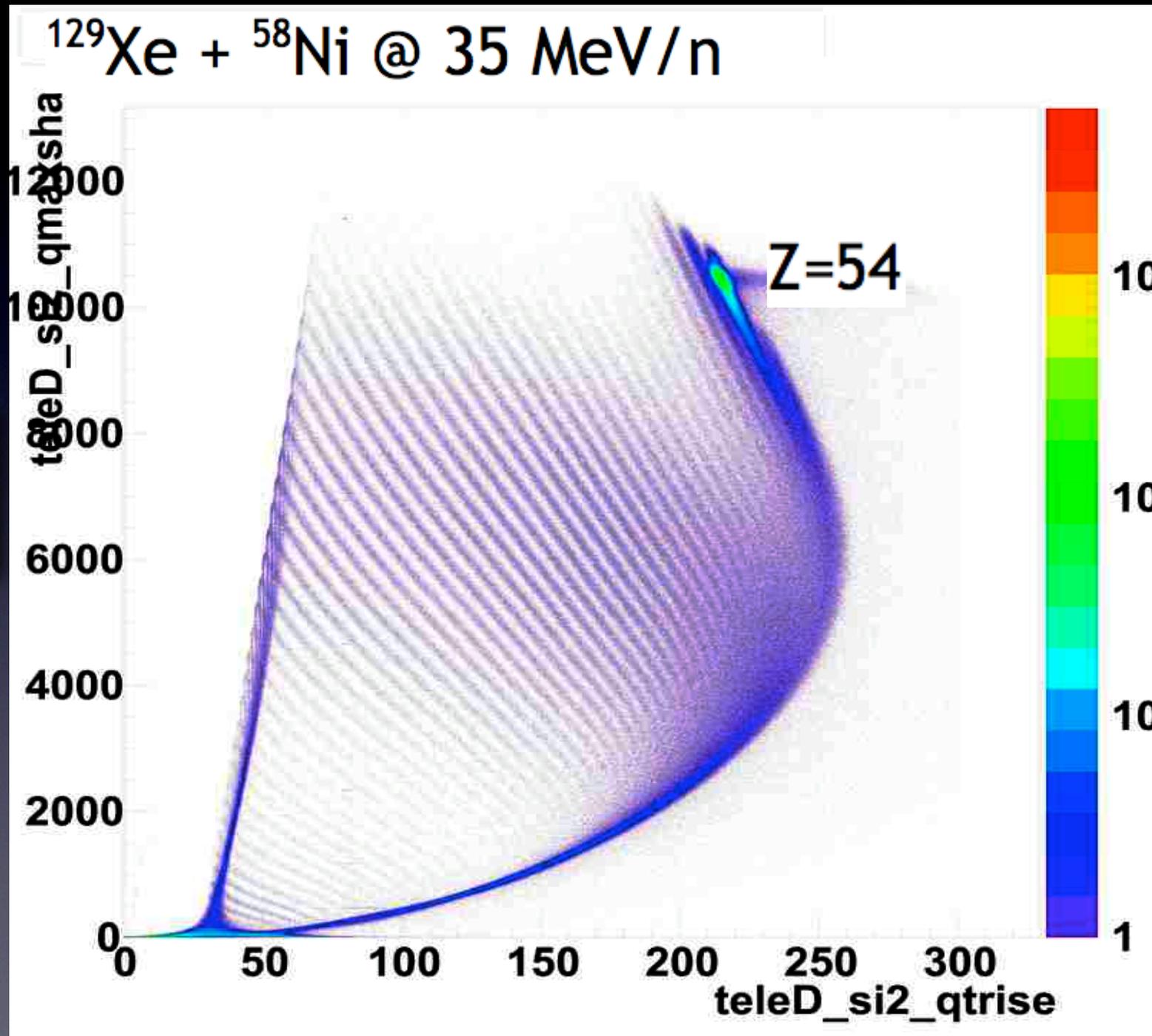
Differenti configurazioni:
Si-Si
Si-Si-CsI o
Si-CsI
diverse tipologie di elettronica associata.

Identificazione ioni con PSA in Si @LNS

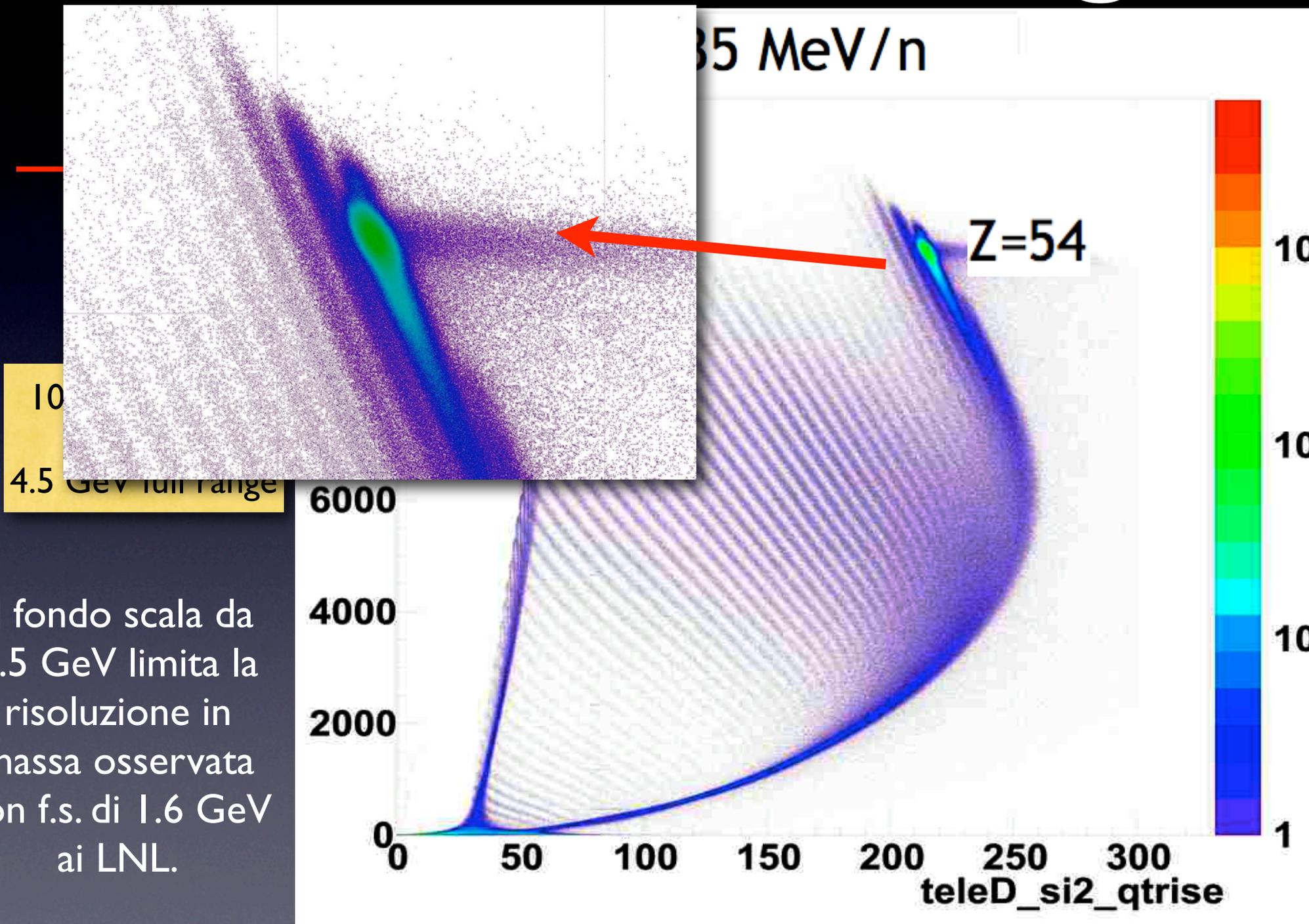


100 MS/s 14 bit
digitizer
4.5 GeV full range

PSA digitale
Particelle stoppate
in singolo silicio.
Soglia di
identificazione
~30um in range

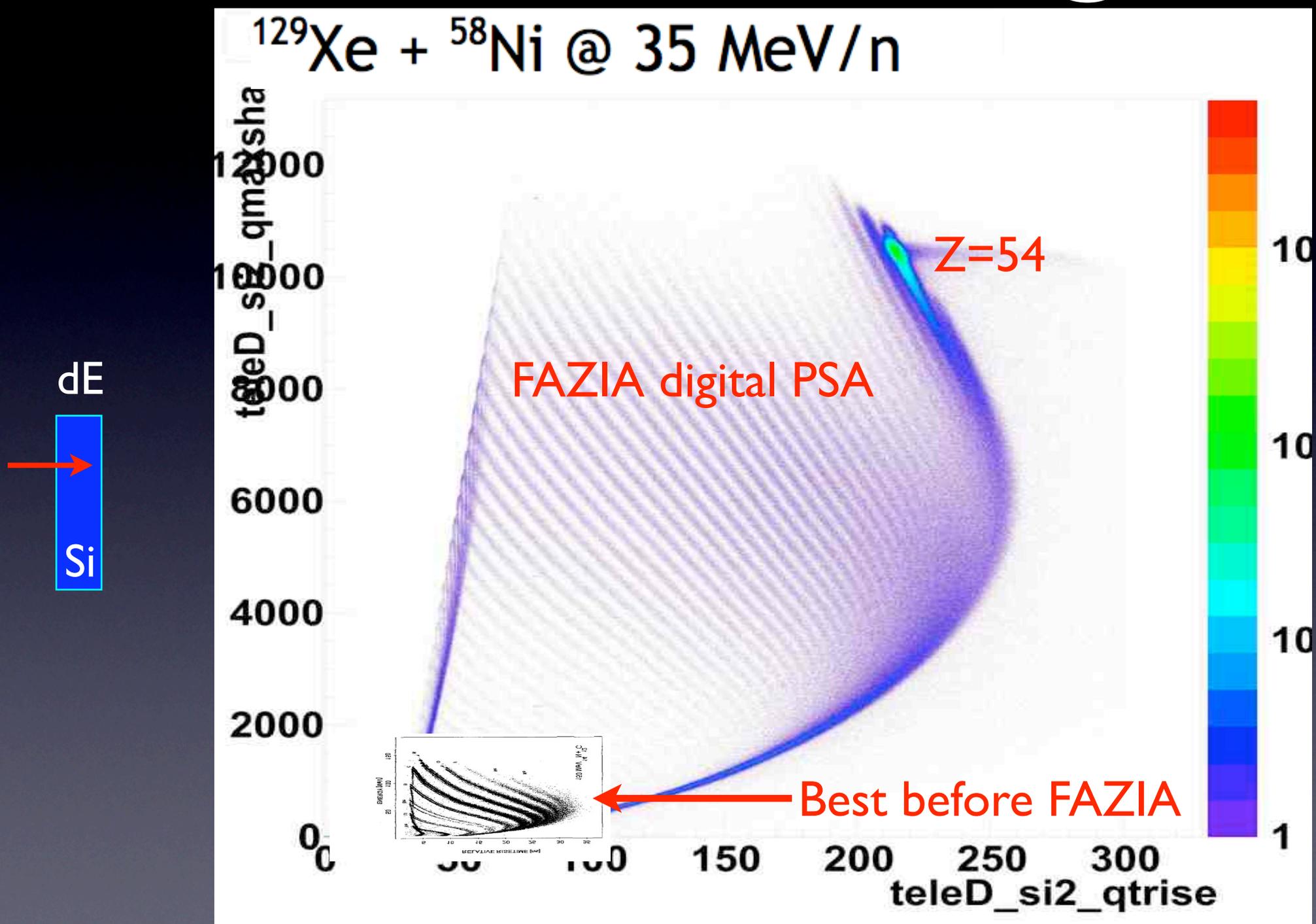


Identificazione ioni con PSA in Si @LNS

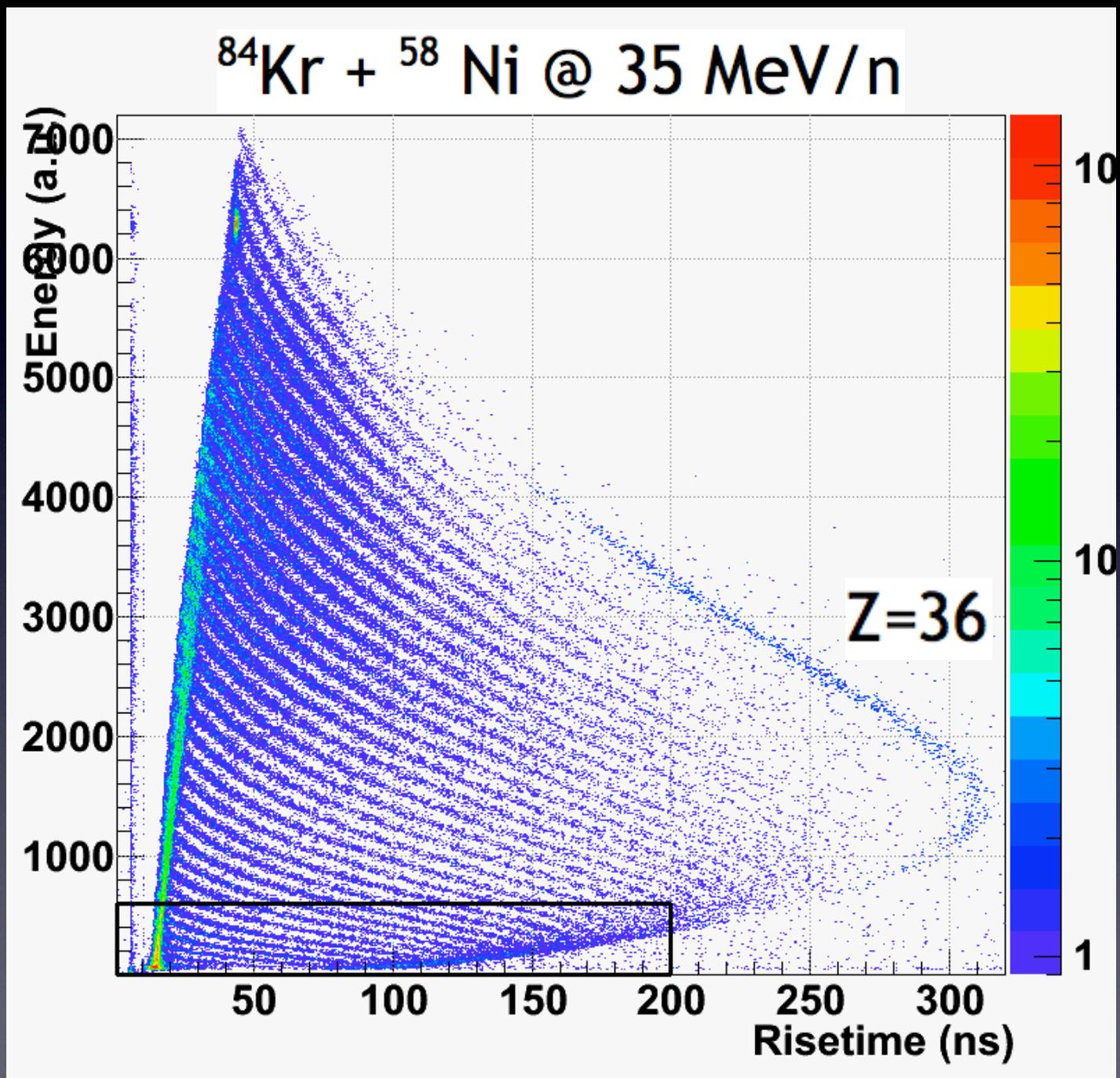
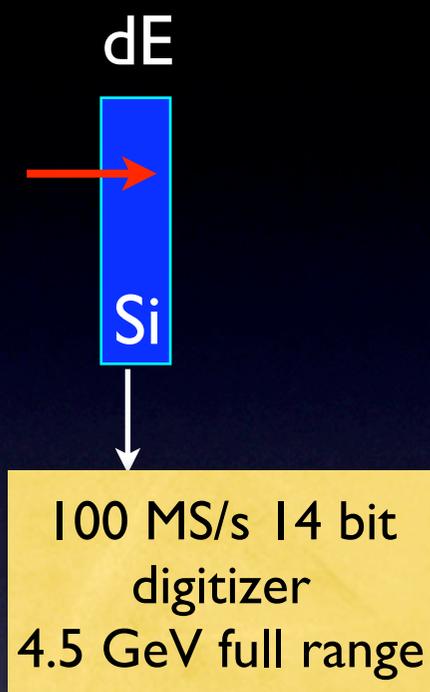


Il fondo scala da 4.5 GeV limita la risoluzione in massa osservata con f.s. di 1.6 GeV ai LNL.

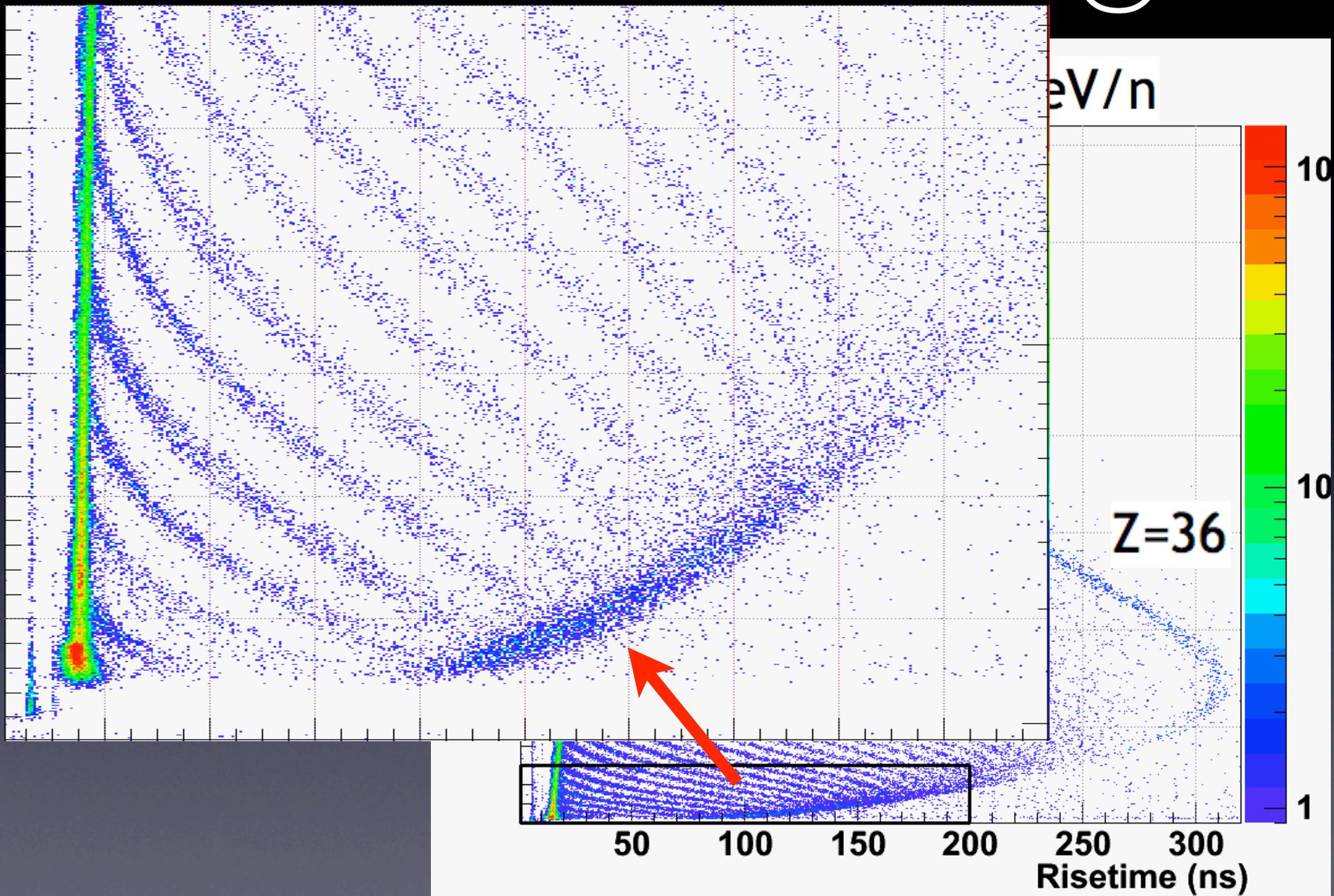
Identificazione ioni con PSA in Si @LNS



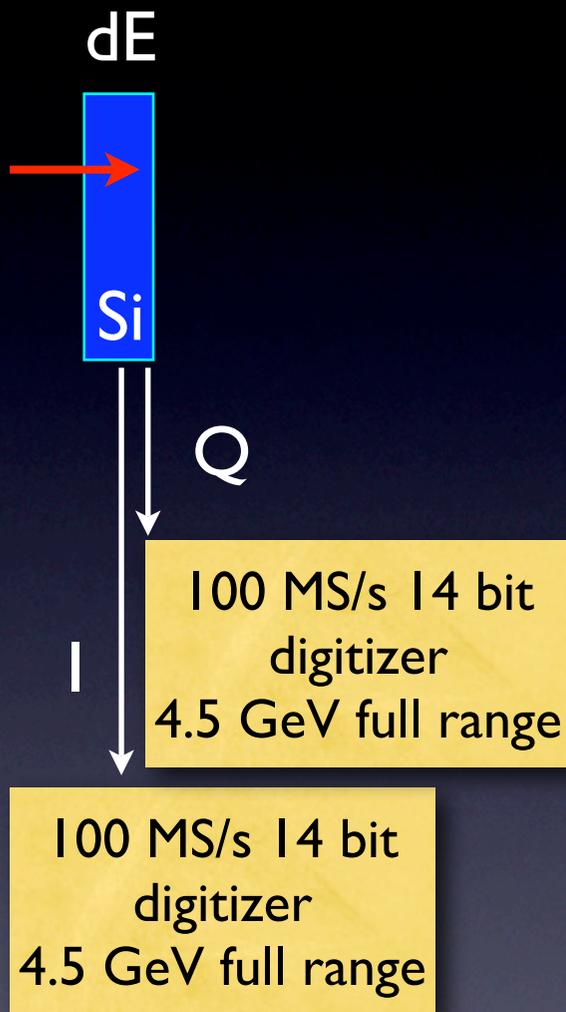
Identificazione ioni con PSA in Si @LNS



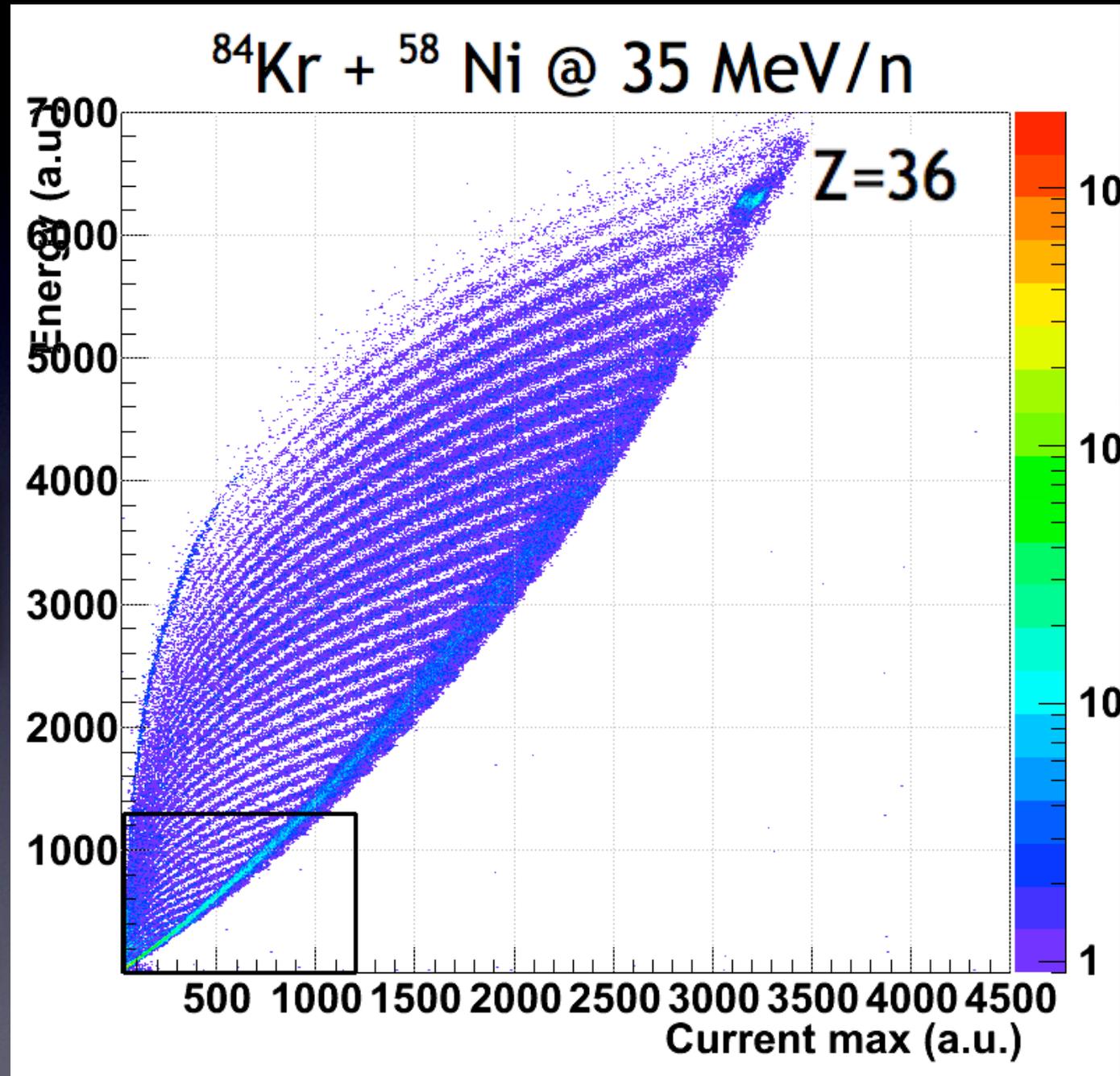
Identificazione ioni con PSA in Si @LNS



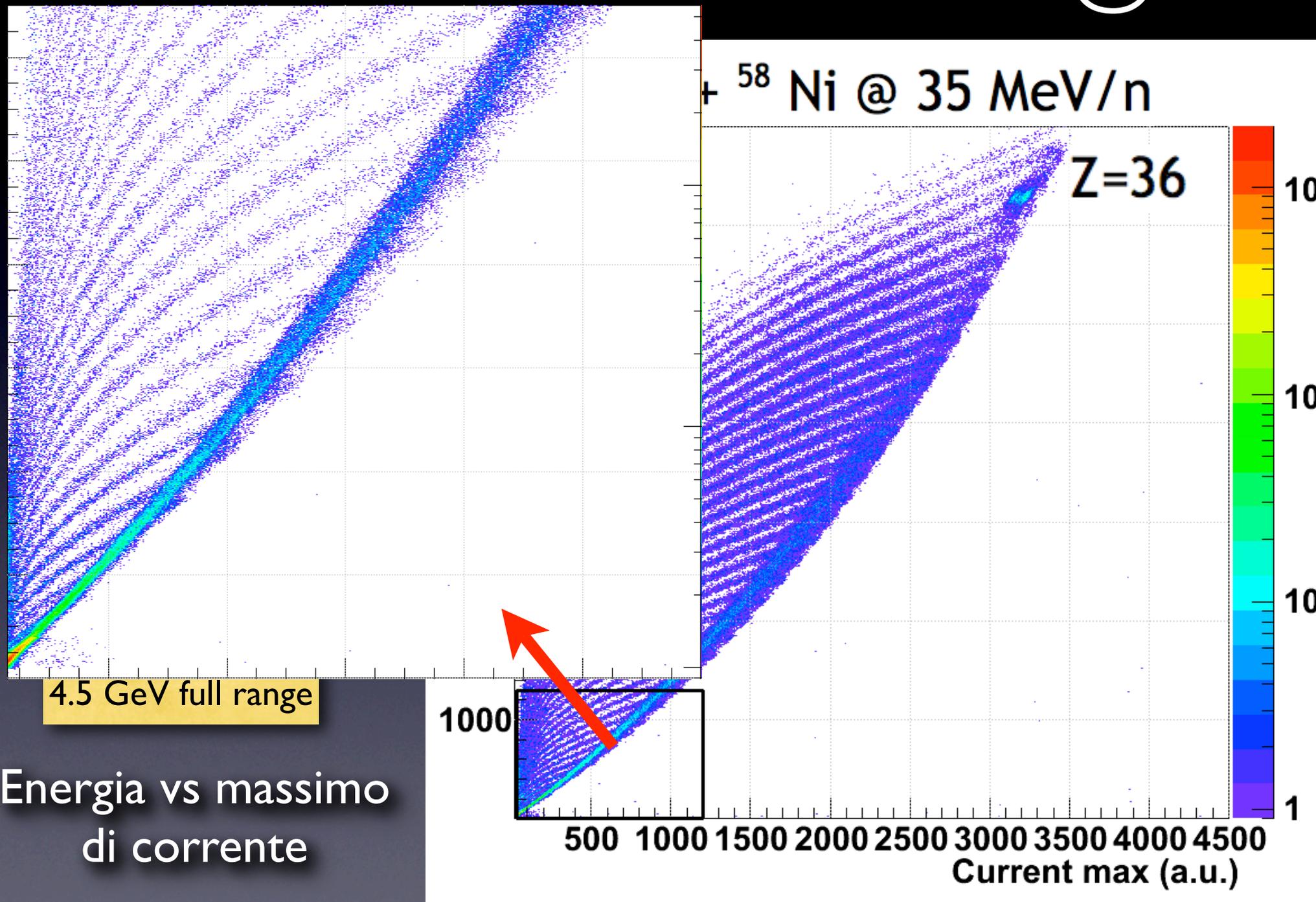
Identificazione ioni con PSA in Si @LNS



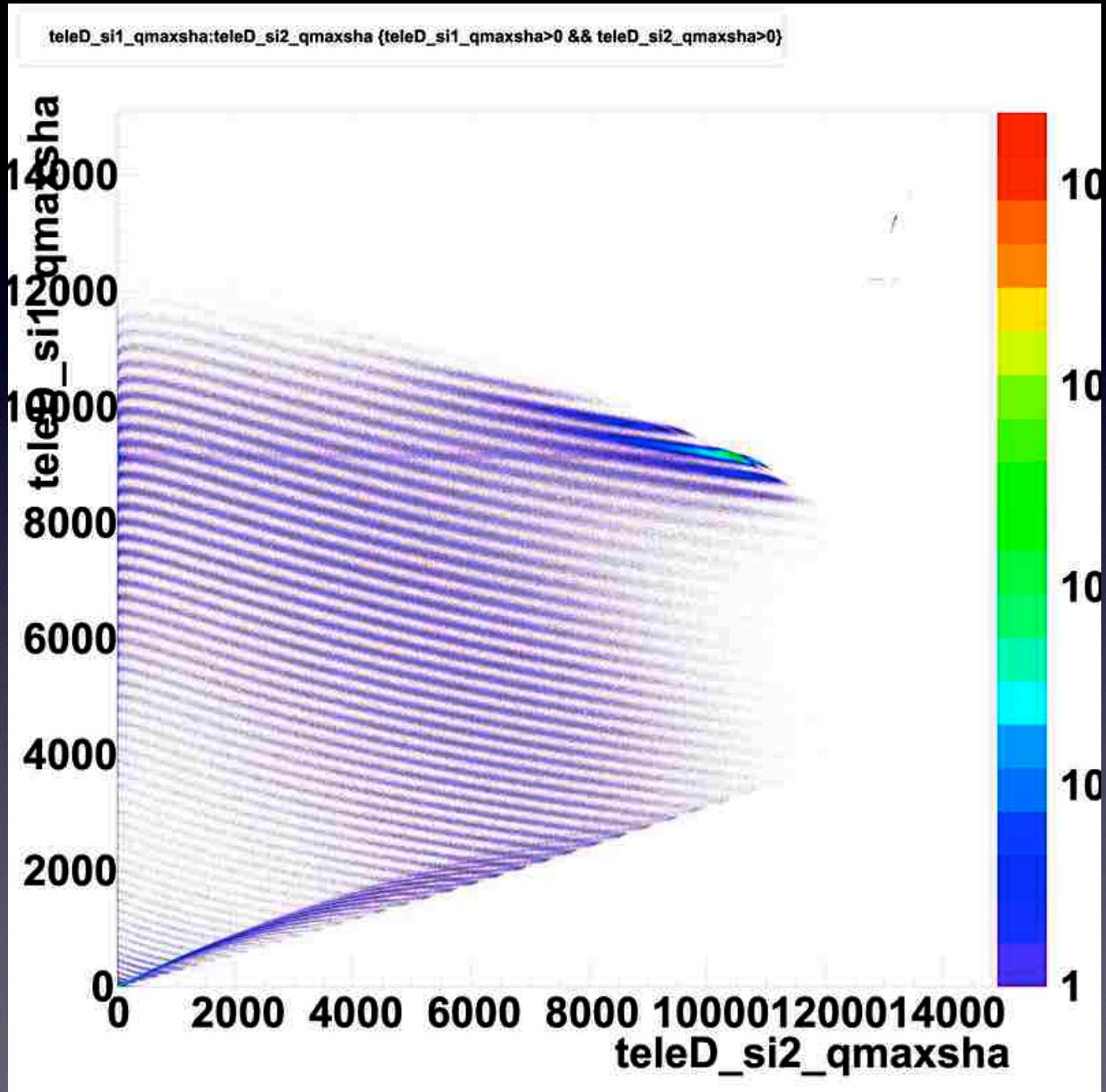
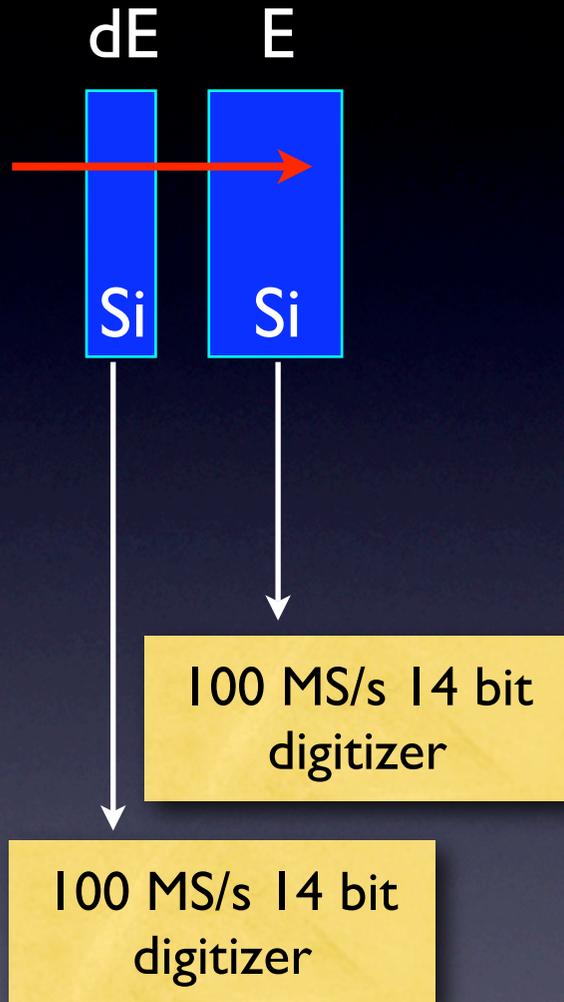
Energia vs massimo
di corrente



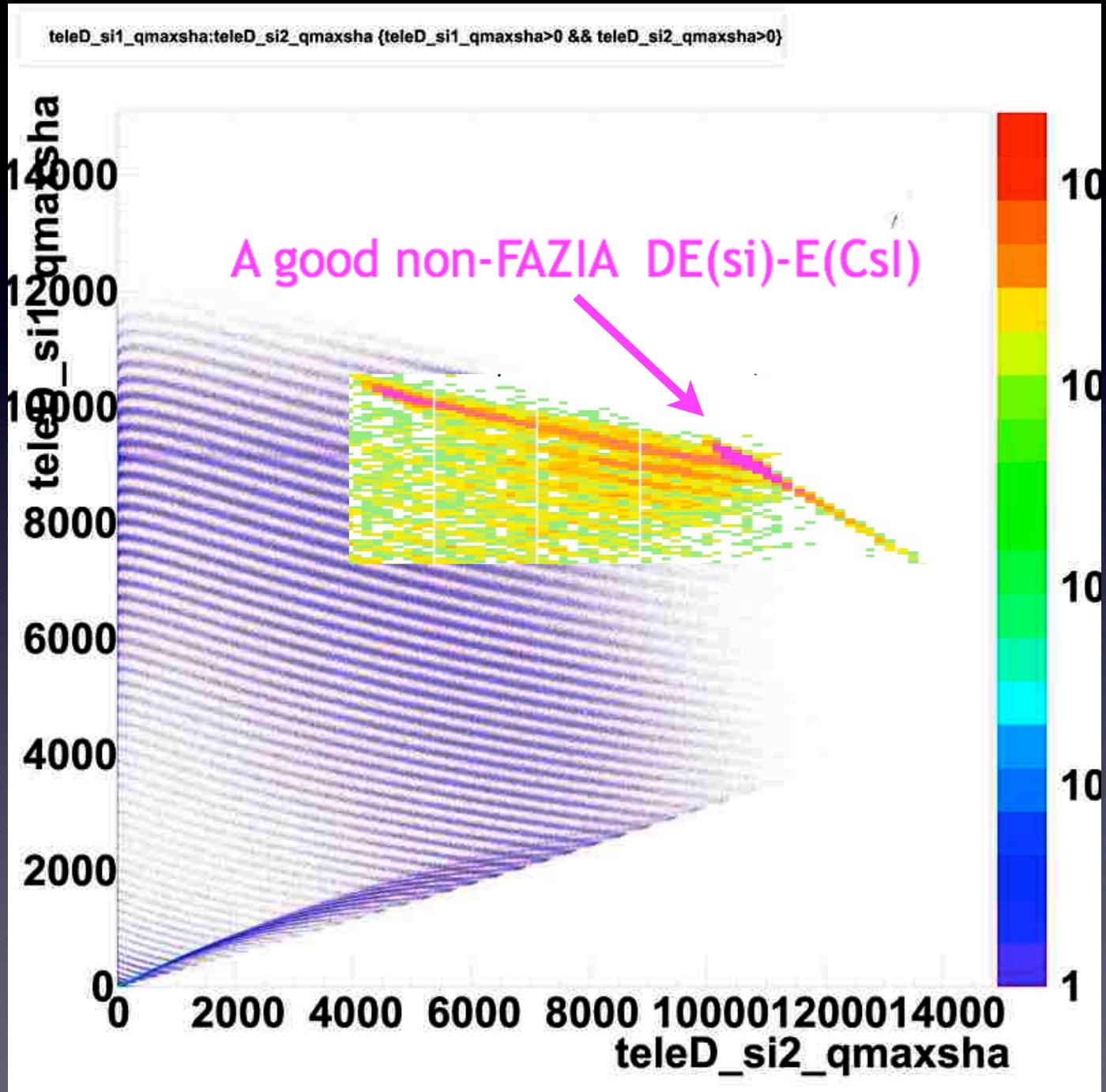
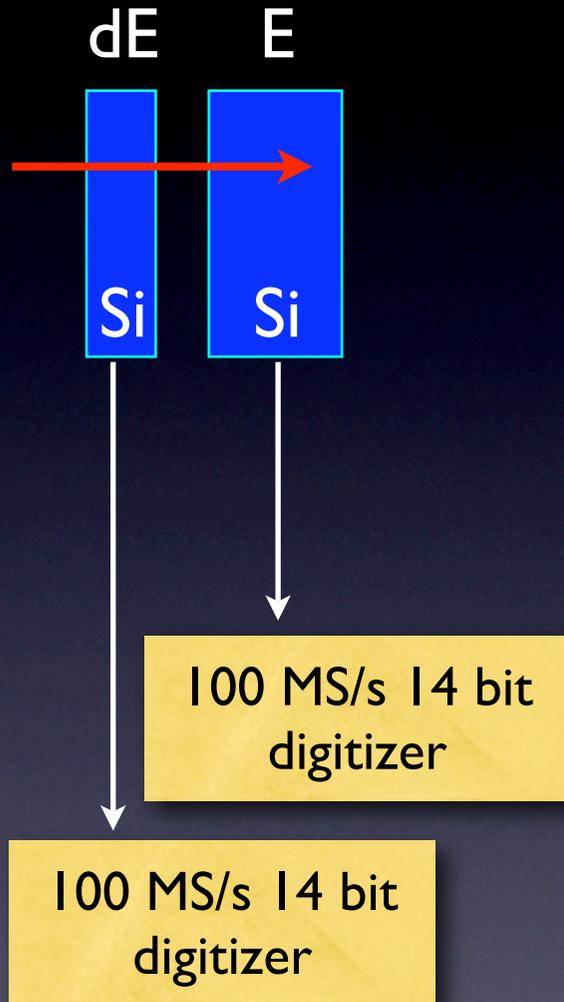
Identificazione ioni con PSA in Si @LNS



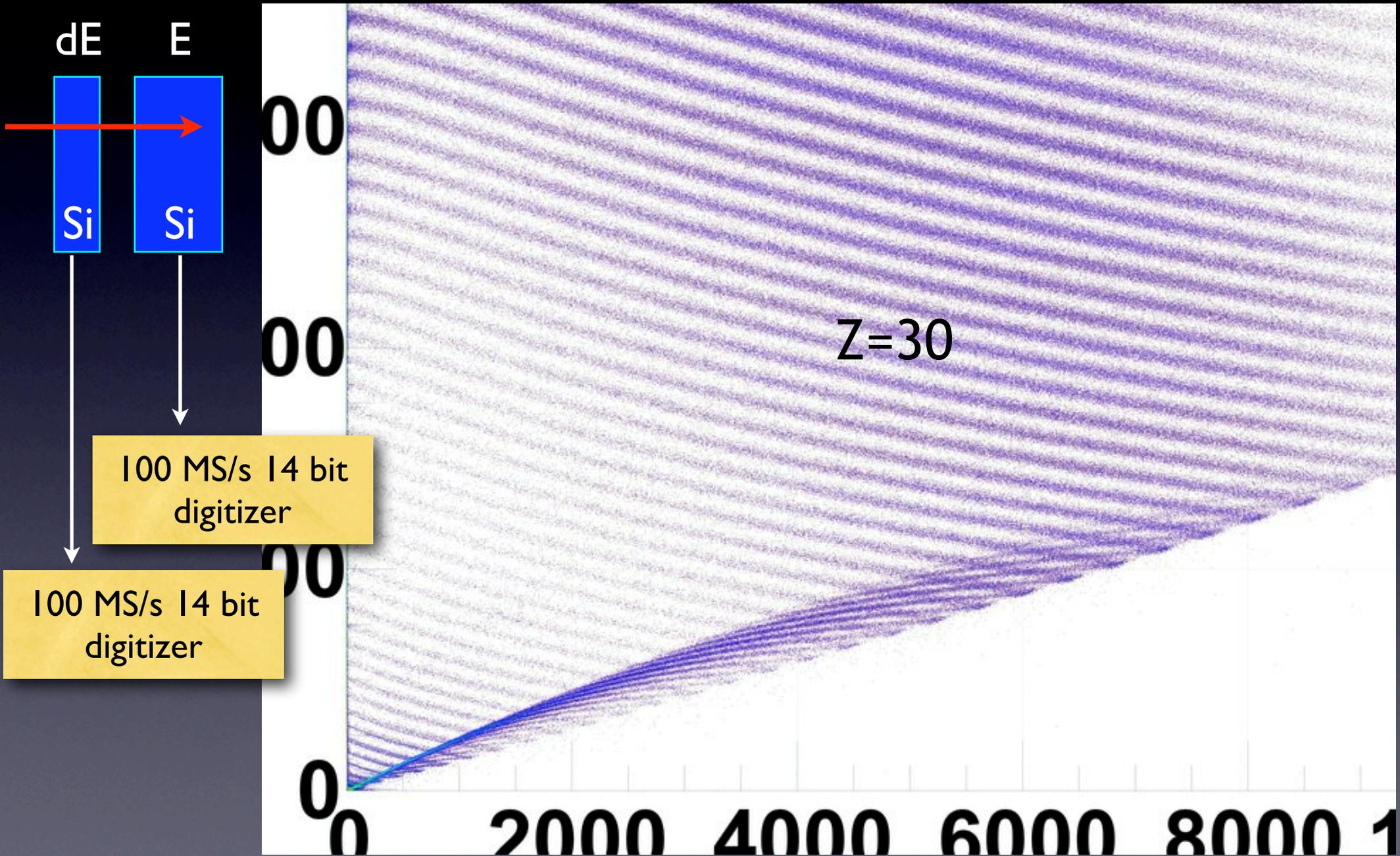
Test FAZIA @LNS '09 dE-E



Test FAZIA @LNS '09 dE-E

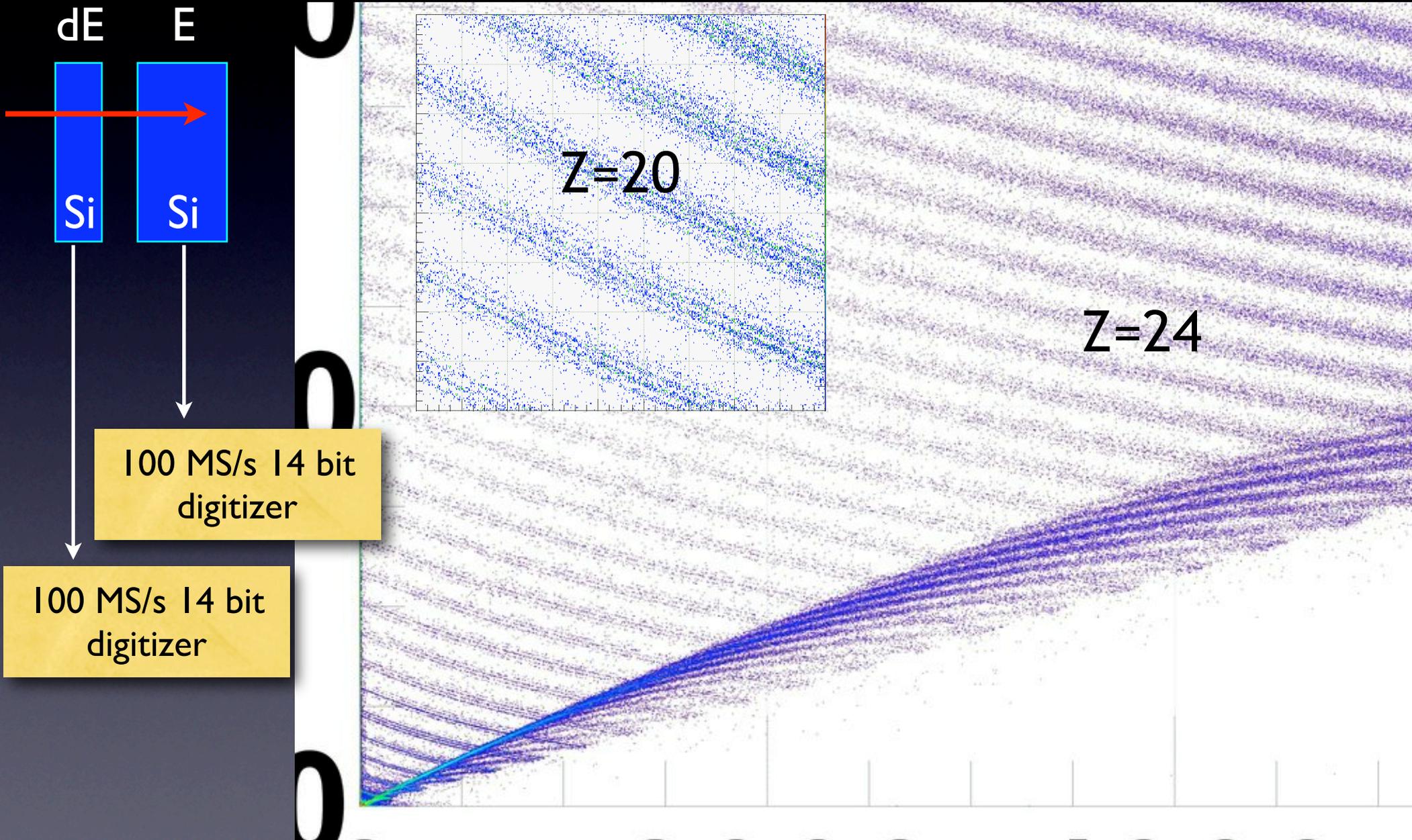


Test FAZIA @LNS '09 dE-E Zoommando..



Test FAZIA @LNS '09 dE-E

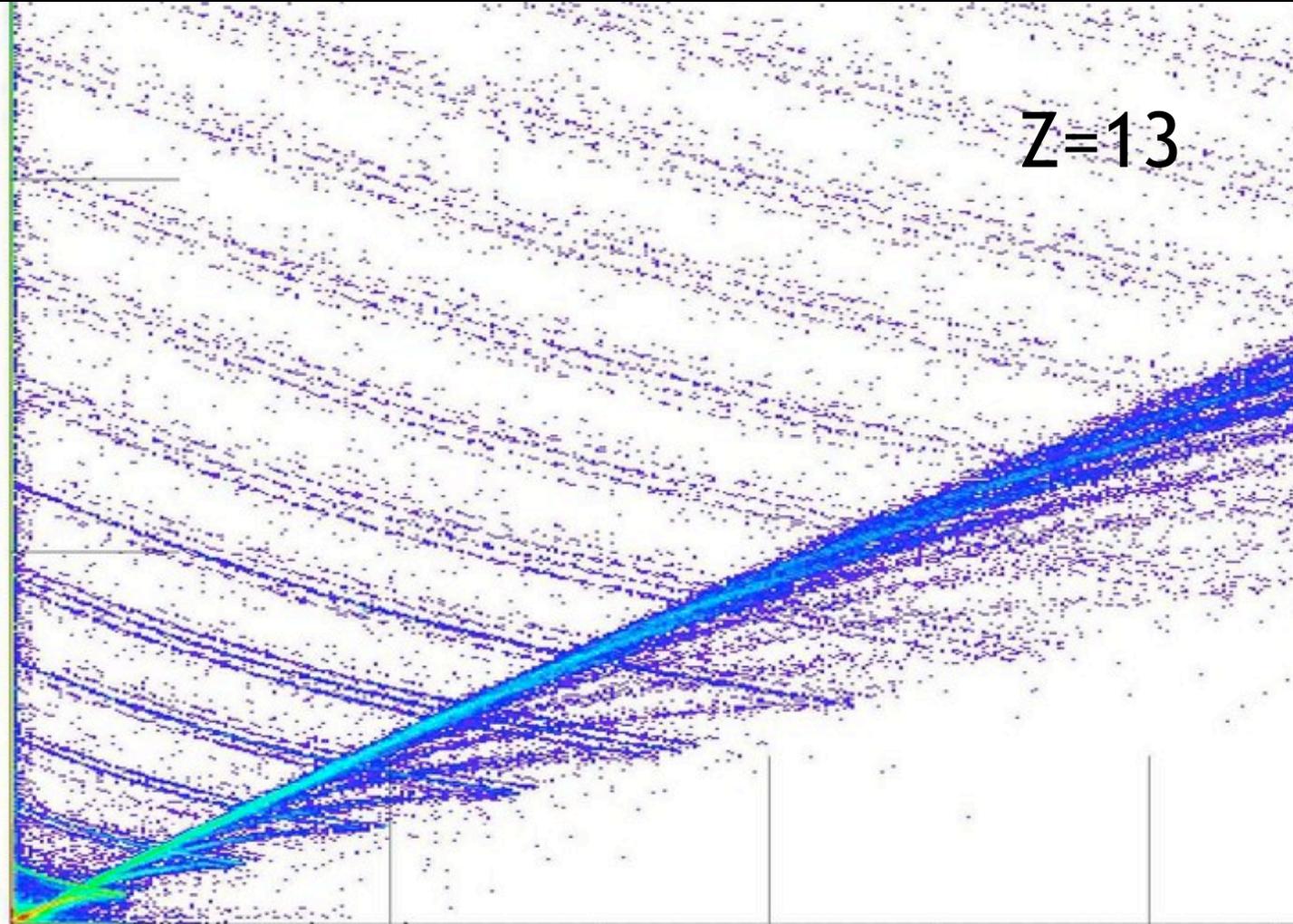
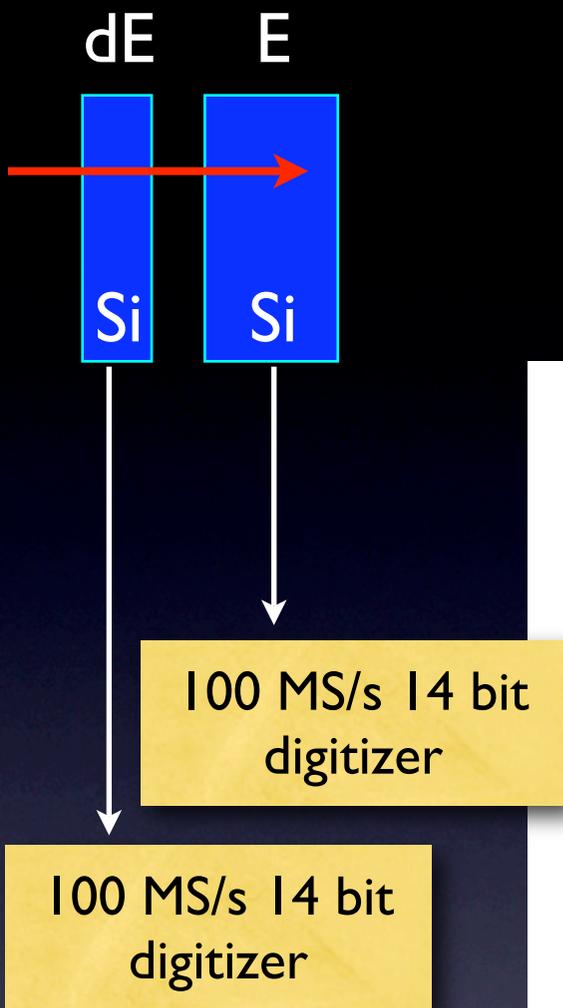
Zoommando..



Test FAZIA @LNS '09 dE-E

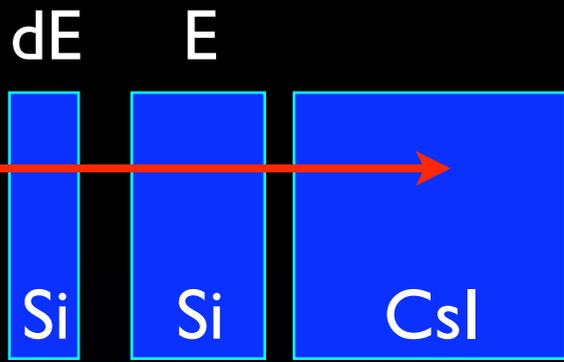
Zoommando..

$^{129}\text{Xe} + ^{58}\text{Ni} @ 35 \text{ MeV/n}$



Configurazione
usata: ~5 GeV
full range
Identificazione
isotopica fino a
Z~25

Test FAZIA @LNS '09 dE-E



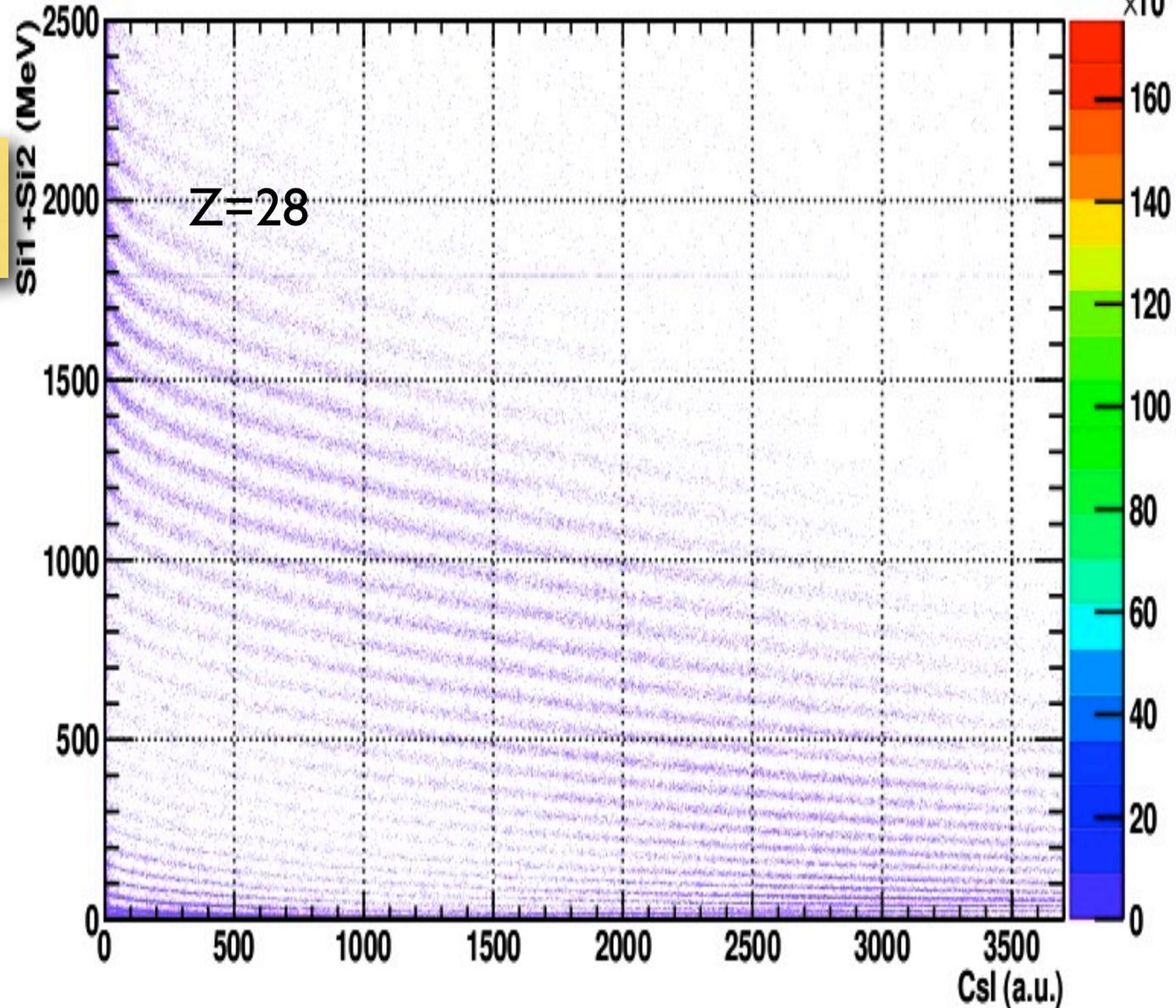
125 MS/s 12 bit digitizer

100 MS/s 14 bit digitizer

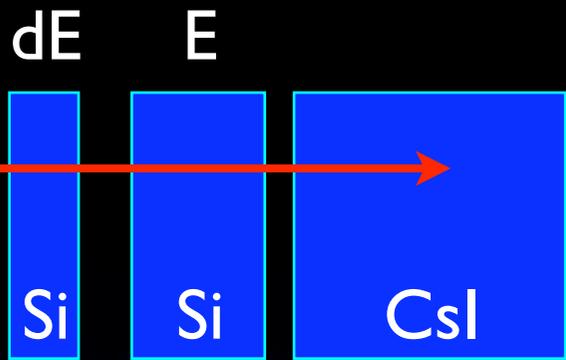
100 MS/s 14 bit digitizer

5 GeV full scale
Il trattamento digitale
permette di avere un
grande range dinamico
con un singolo guadagno

TeleD Si1+Si2 vs CsI



Test FAZIA @LNS '09 dE-E



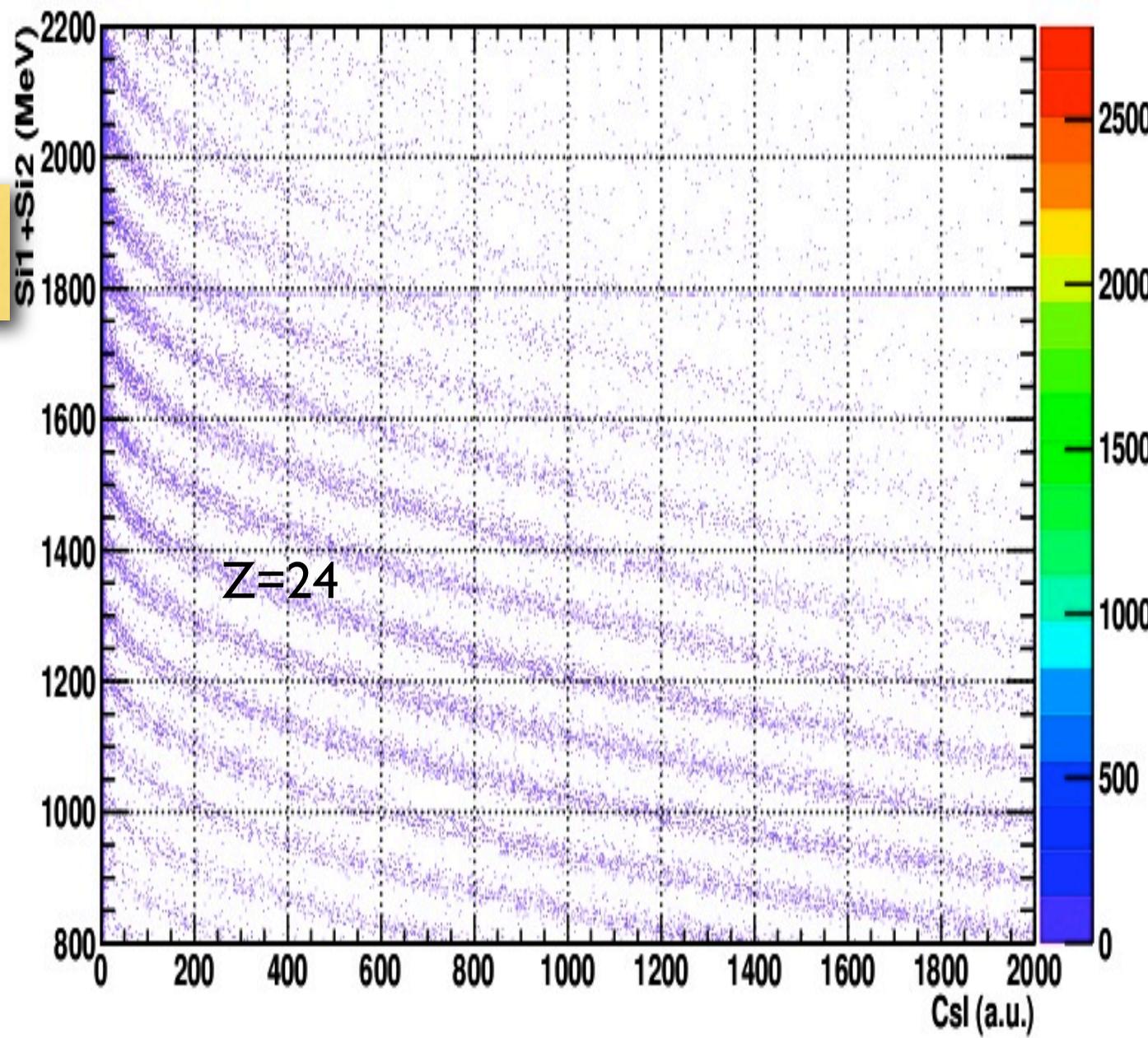
125 MS/s 12 bit digitizer

100 MS/s 14 bit digitizer

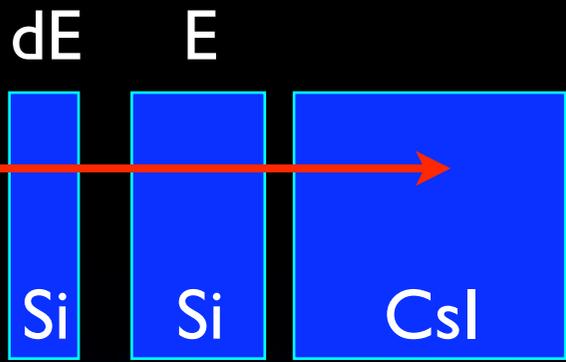
100 MS/s 14 bit digitizer

5 GeV full scale
Il trattamento digitale
permette di avere un
grande range dinamico
con un singolo guadagno

TeleD Si1+Si2 vs CsI



Test FAZIA @LNS '09 dE-E



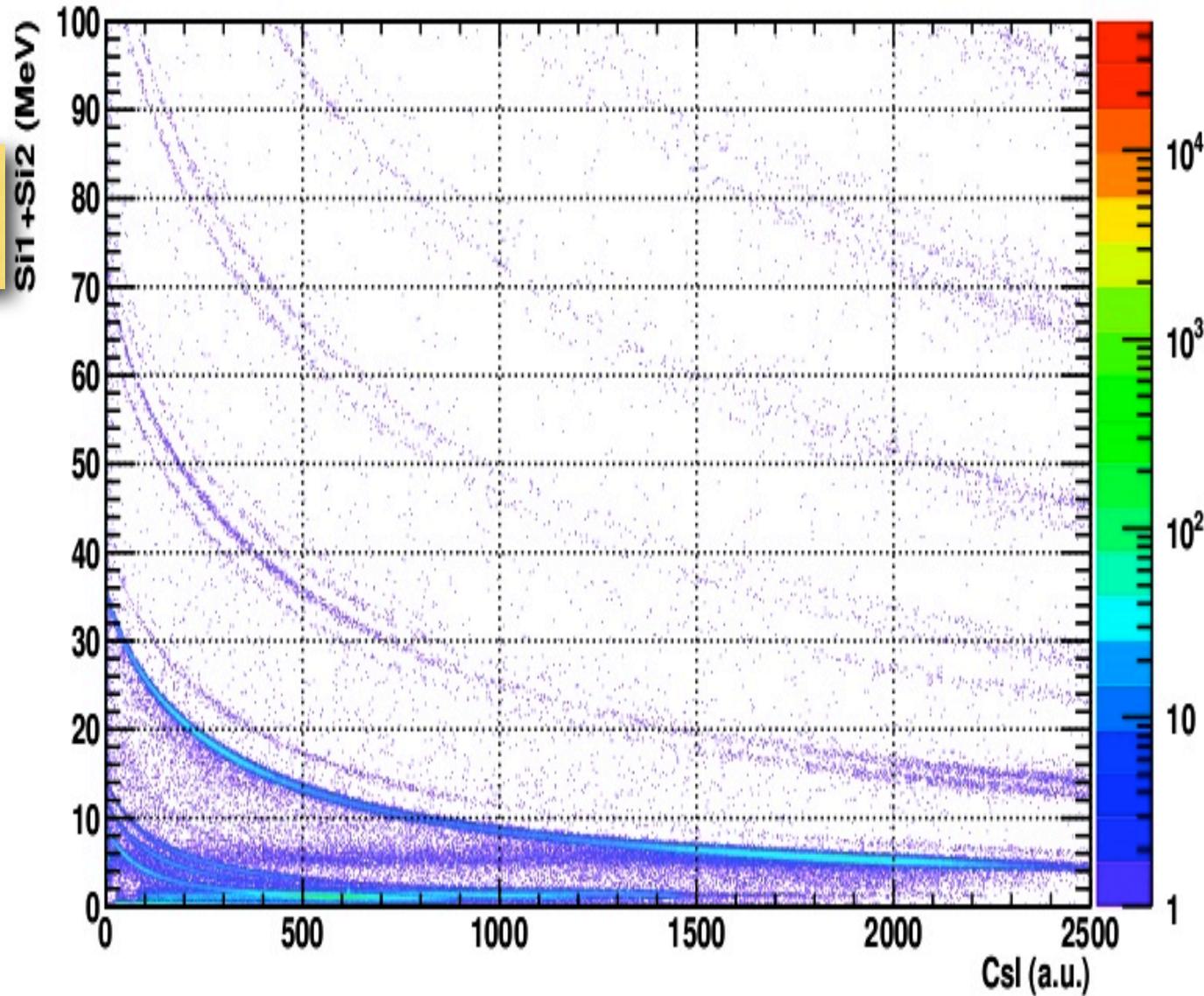
125 MS/s 12 bit digitizer

100 MS/s 14 bit digitizer

100 MS/s 14 bit digitizer

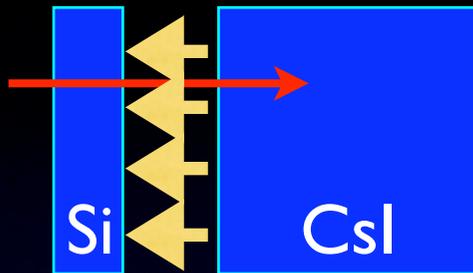
5 GeV full scale
Il trattamento digitale
permette di avere un
grande range dinamico
con un singolo guadagno

TeleD Si1+Si2 vs Csl



Single Chip Telescope @LNS

SCT

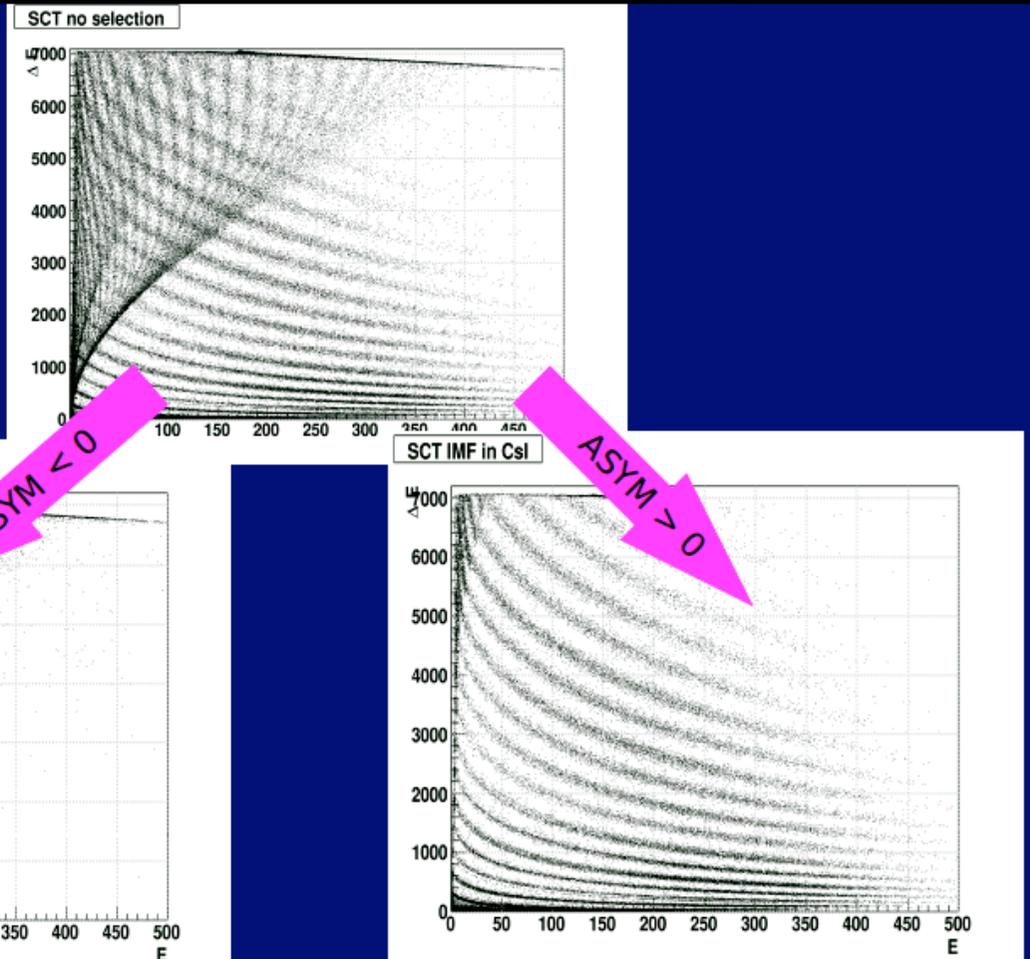


E' necessaria una analisi digitale dei segnali per separare le componenti relative alla ionizzazione e alla fluorescenza (G.Pasquali, to be published)

100 MS/s 14 bit digitizer

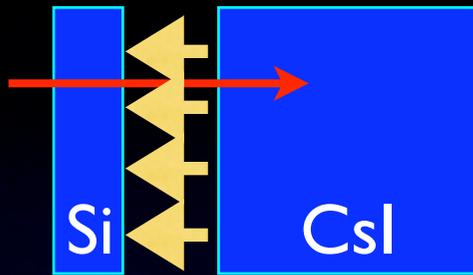
Single chip telescope: 1 canale di lettura per 2 rivelatori + digital signal processing

Analysis:
Particles stopped in Si are separated from those punching through (shape of leading edge).



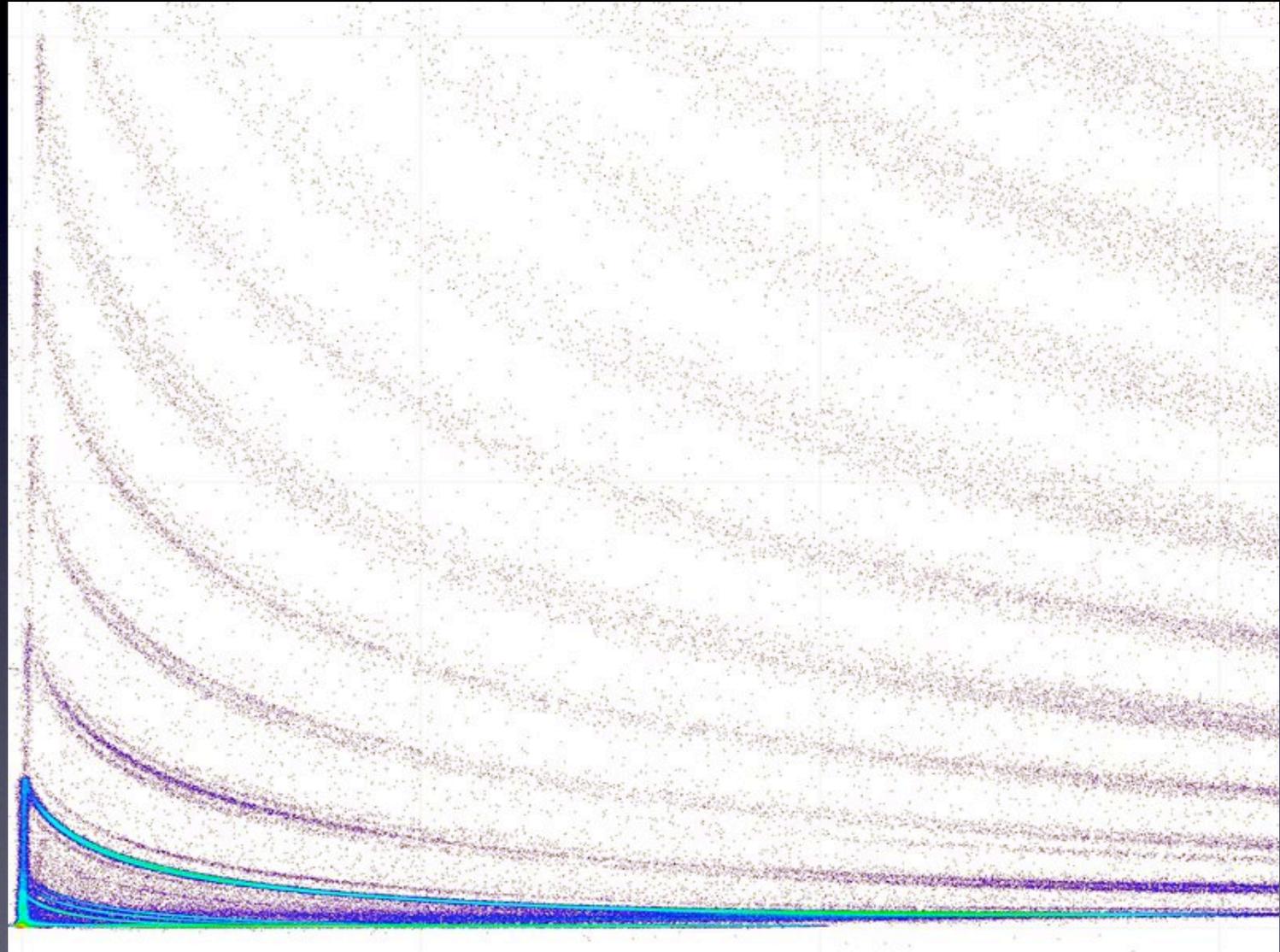
Single Chip Telescope @LNS

SCT



100 MS/s 14 bit
digitizer

Single chip
telescope: 1 canale
di lettura per 2
rivelatori + digital
signal processing



Radiation damage

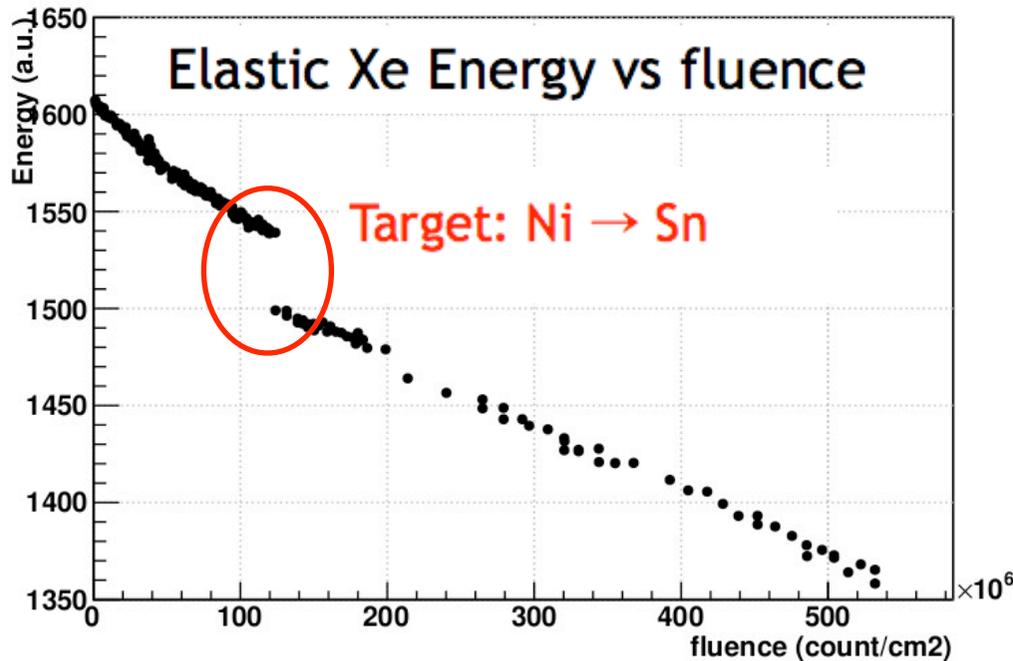


Si osserva un grave danneggiamento per $6 \times 10^8 / \text{cm}^2$ ioni impiantati: grande incremento del pulse height defect ($> -20\%$) unito a una diminuzione del rise-time ($> -50\%$) (charge trapping).

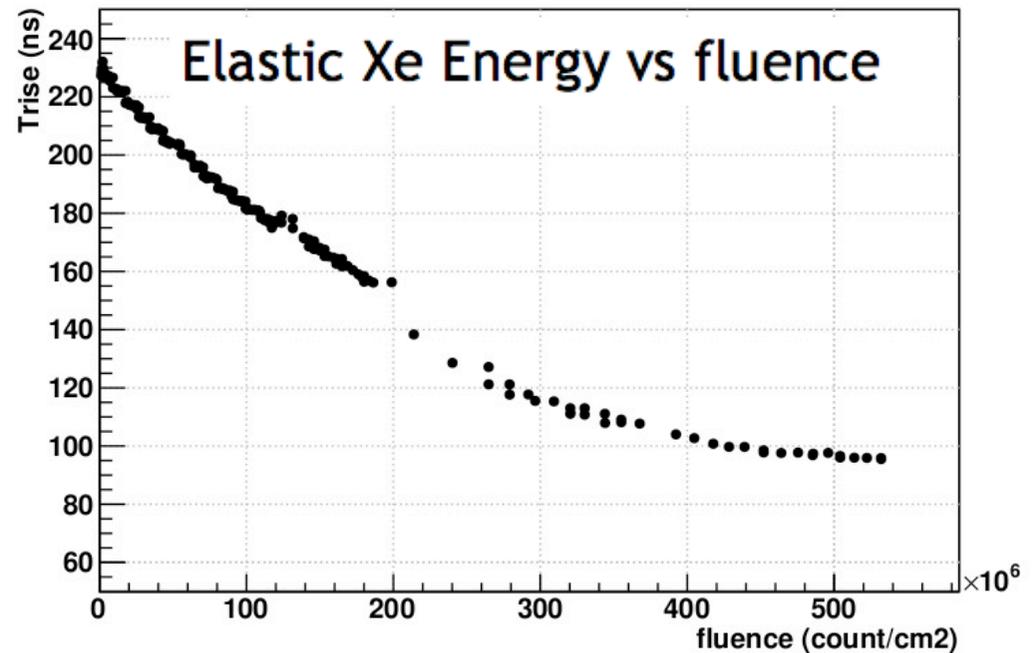


Heavy damage zone:
 $6 \times 10^8 / \text{cm}^2$
implanted Xe ions

Energy of elastic scattering (Xe@35A MeV) vs fluence STOPPED EVENTS



Trise of elastic scattering (Xe@35A MeV) vs fluence STOPPED EVENTS



Conclusioni

- Gli esperimenti di LNL ed LNS hanno dimostrato le notevoli prestazioni dei prototipi FAZIA.
- L'implemento delle tecniche digitali permette di ottenere grandi range dinamici con un singolo guadagno.
- Il monitoring della corrente sui rivelatori e compensazione del campo sono risultati fondamentali nelle applicazioni di PSA.
- Al momento non possiamo determinare il limite superiore all'identificazione in Z , superiore a $Z=54$!
- Il danneggiamento da radiazione limita le prestazioni della PSA per i rivelatori troppo al di sotto del Grazing.
- ToF? Aspettando i nuovi rivelatori metallizzati...