

Studio di ottimizzazione della geometria del rivelatore

Outline

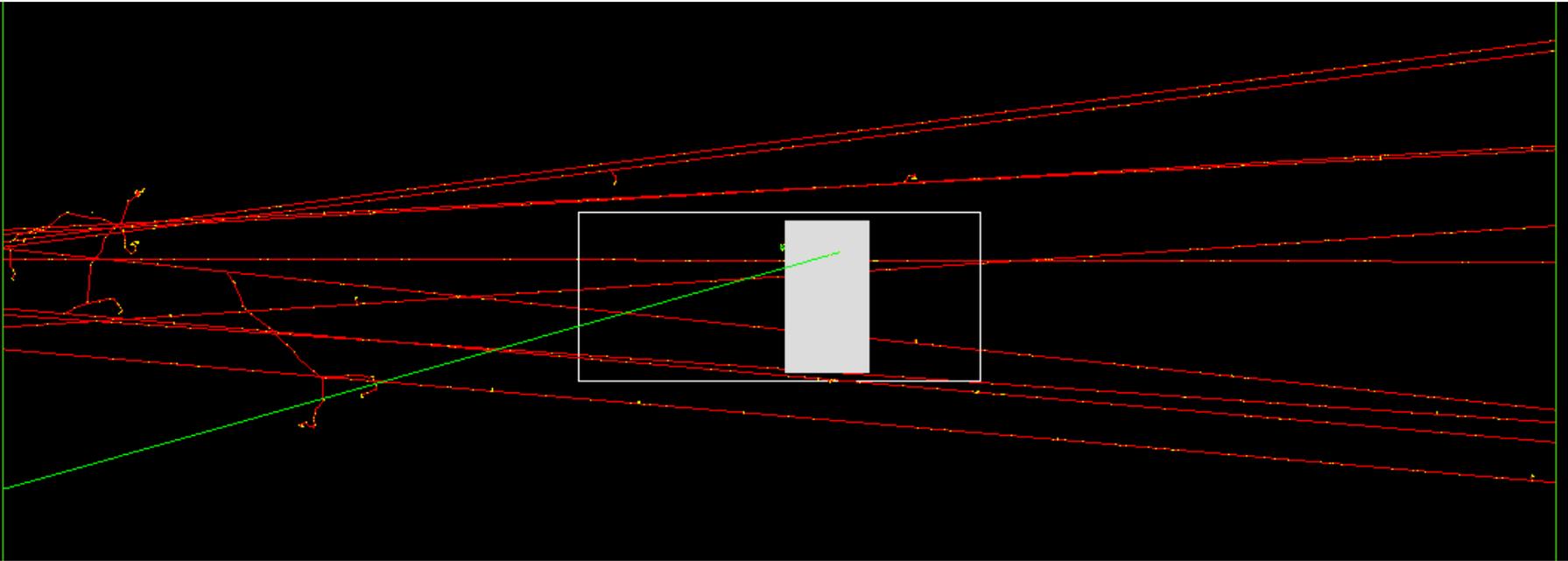
Obiettivo

studio di possibili configurazione della geometria del rivelatore

- Geometria implementata nella simulazione Geant4
- Studi di efficienza geometrica
- Studio della dipendenza angolare dei tagli in energia
- Analisi di diverse configurazioni

Geometria in Geant4

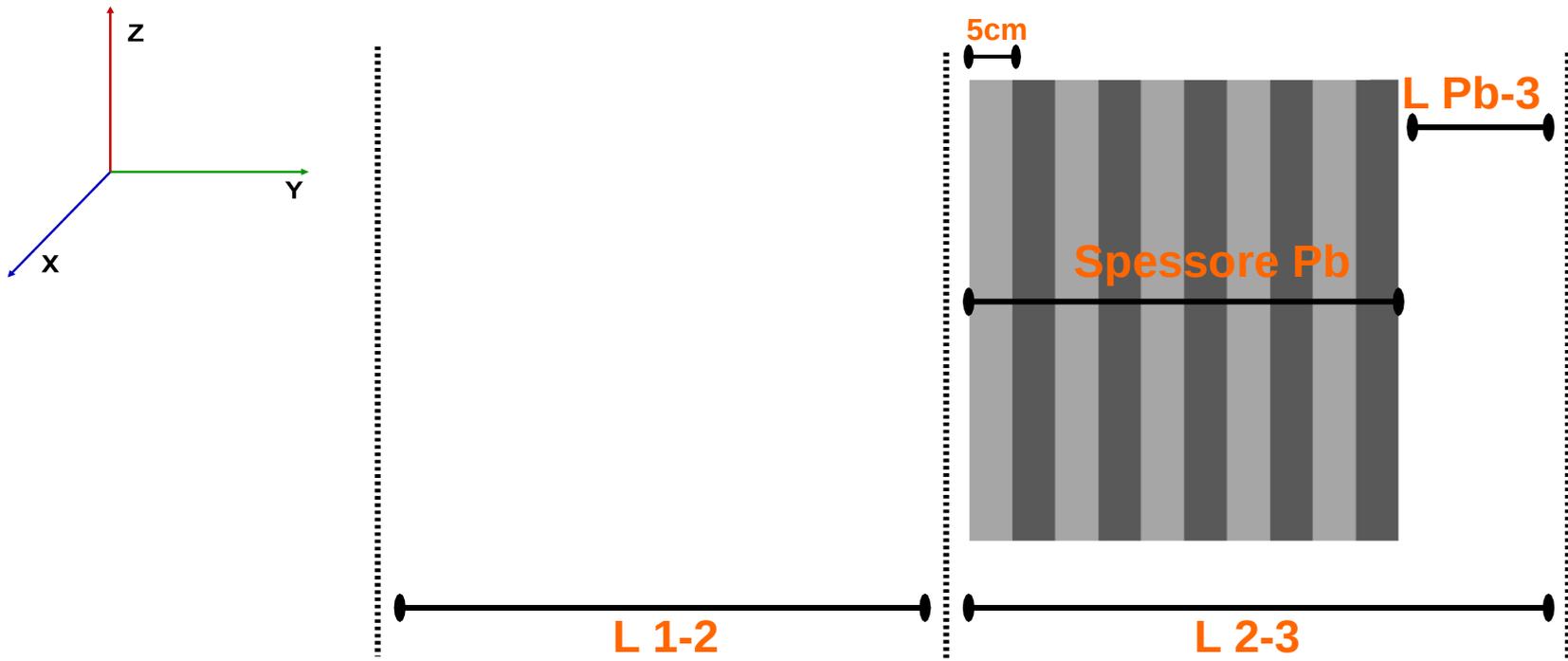
- 10 piani di piombo da 5 cm
- 1'000'000 muoni $10\text{MeV} < E_\mu < 10\text{GeV}$ in un cono di apertura 20°



Dati da Geant4: posizione (x,y,z) e momento (p_x, p_y, p_z) in entrata e uscita ogni 5 cm di Pb

Schematizzazione del rivelatore

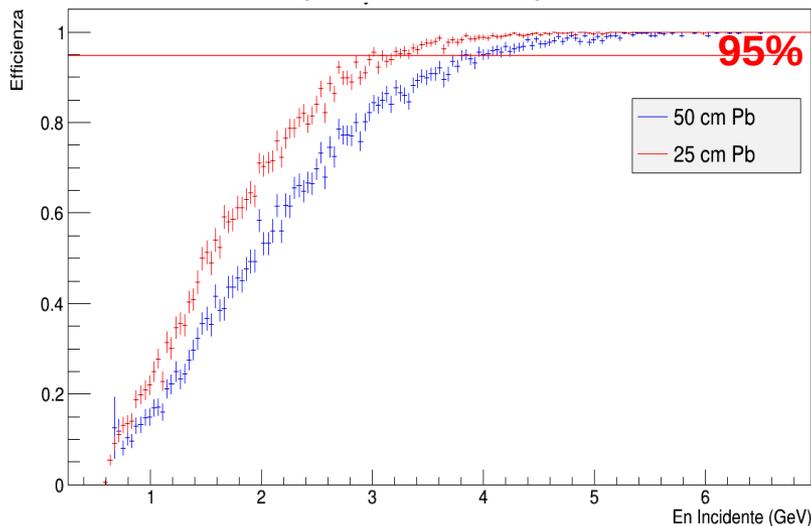
- Distanza primo secondo piano (L_{1-2})
- Distanza secondo terzo piano (L_{2-3})
- Spessore del piombo
- Distanza tra fine del piombo e il terzo piano (L_{Pb-3})



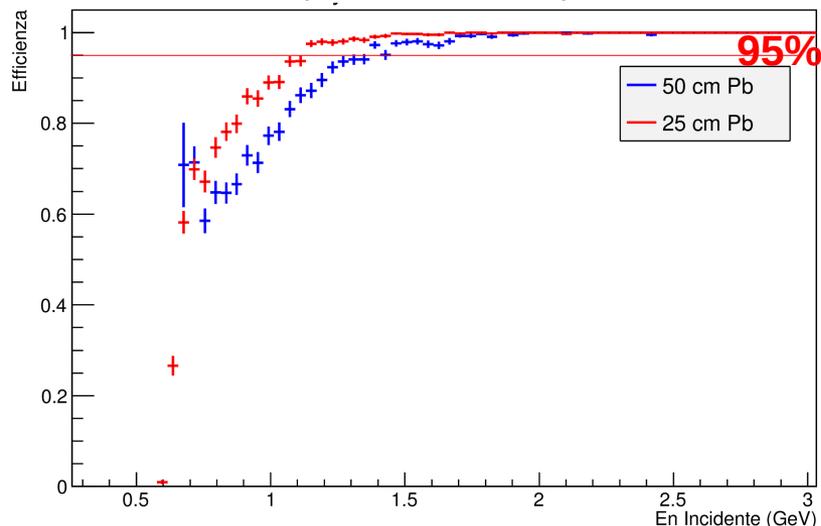
Studio con risoluzione infinita

Configurazione: L 1-2= 50cm L 2-3=50cm

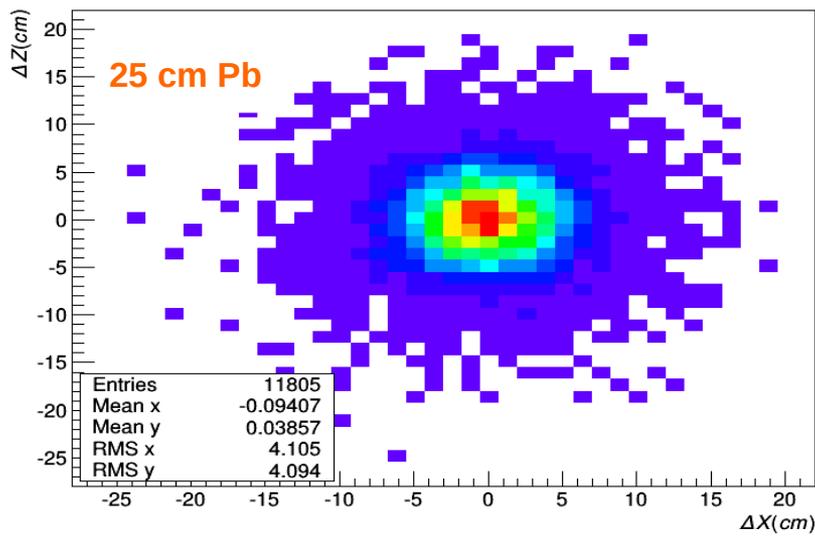
$$\chi^2_{xy} < 1 \ \&\& \ \chi^2_{zy} < 1$$



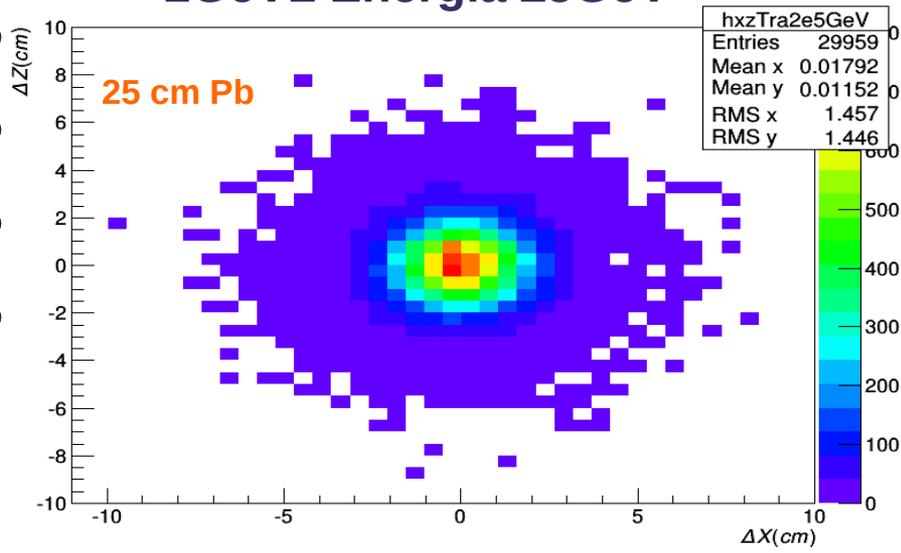
$$\chi^2_{xy} < 1 \ 0 \ \&\& \ \chi^2_{zy} < 10$$



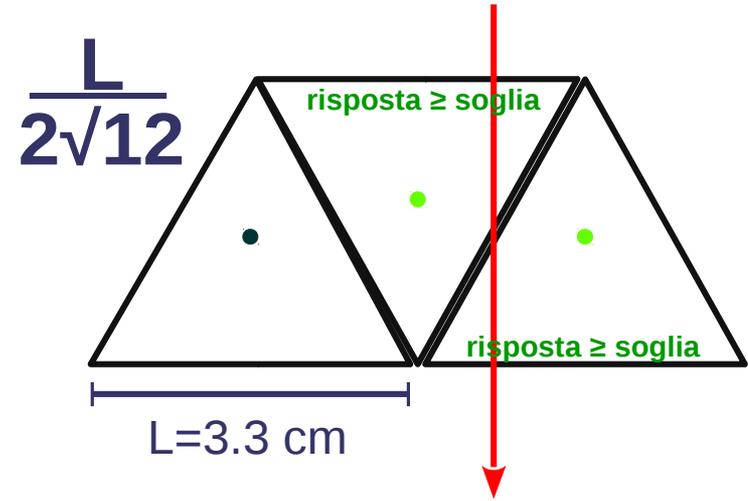
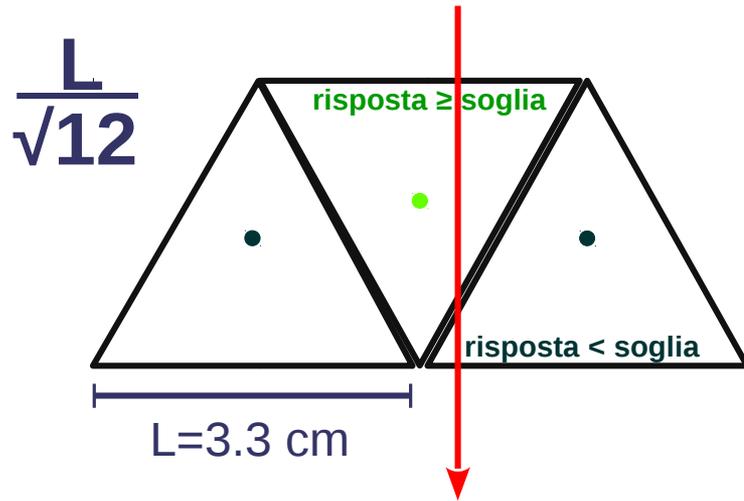
Energia < 2GeV



2GeV ≤ Energia ≤ 5GeV



Risoluzione

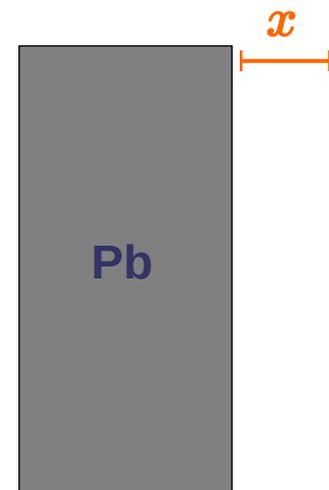


La soglia è stata ottenuta a partire da considerazioni di tipo geometrico su tracce diritte: **non è una stima affidabile** di ciò che accade realmente

Efficienza geometrica

$$\frac{N_x}{N_2}$$

Rapporto tra Muoni che arrivano sul terzo piano posto a distanza x dalla fine del piombo e quelli che arrivano sul terzo piano posto a 2 cm dalla fine del piombo



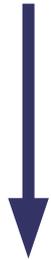
| Distanza 2-3 | Dist 3-Pb | Piombo | N_x/N_2 | Piombo | N_x/N_2 | Piombo | N_x/N_2 |
|--------------|-----------|--------|-----------|--------|-----------|--------|-----------|
| 30 cm | 10 cm | 15 cm | 0,98 | 20 cm | 0,98 | 25 cm | |
| 50 cm | 10 cm | | 0,98 | | 0,98 | | 0,98 |
| | 20 cm | | 0,95 | | 0,95 | | 0,95 |
| | 30 cm | 0,92 | 0,92 | 0,92 | | | |
| 70 cm | 10 cm | 0,98 | 0,98 | 0,98 | | | |
| | 20 cm | 0,95 | 0,95 | 0,95 | | | |
| | 30 cm | 0,92 | 0,92 | 0,92 | | | |

x massimo 10 cm

χ^2 delle tracce

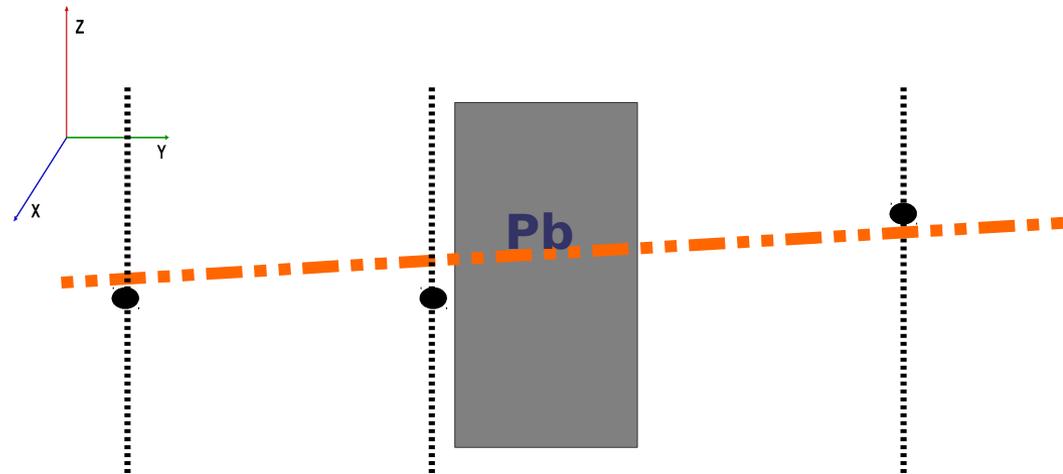
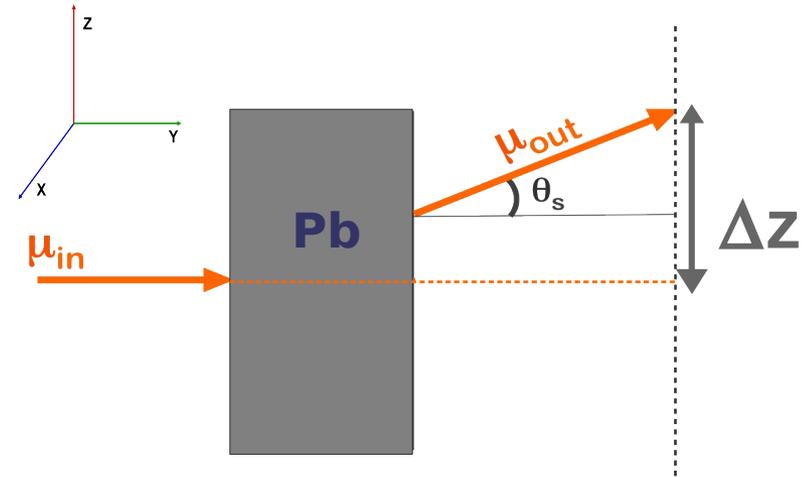
Effetti del piombo:

- displacement Δx e Δz
- angolo di scattering θ_s



informazione complessiva
contenuta nel

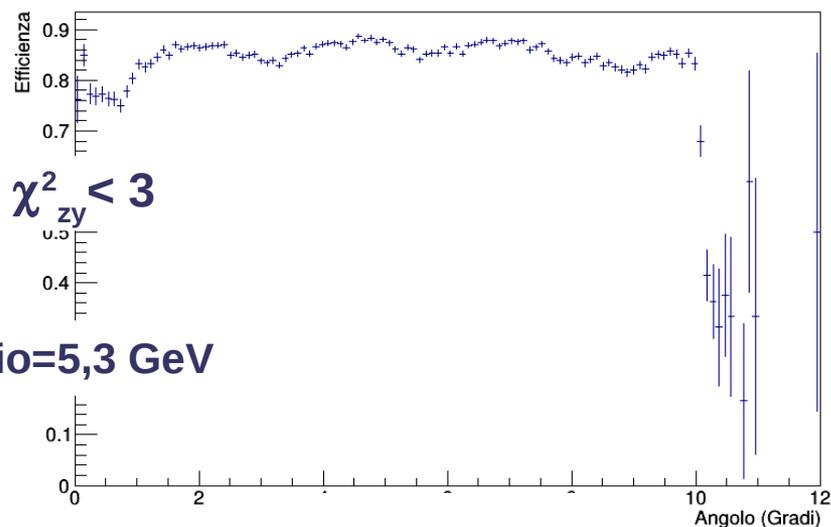
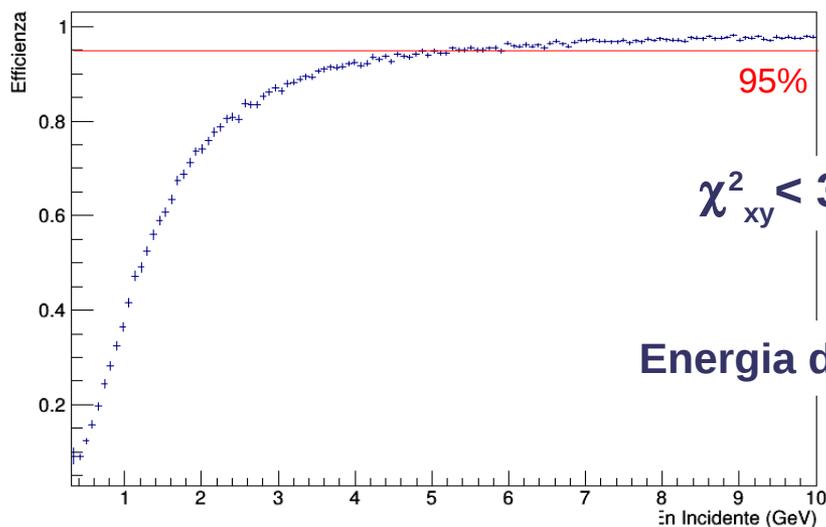
χ^2



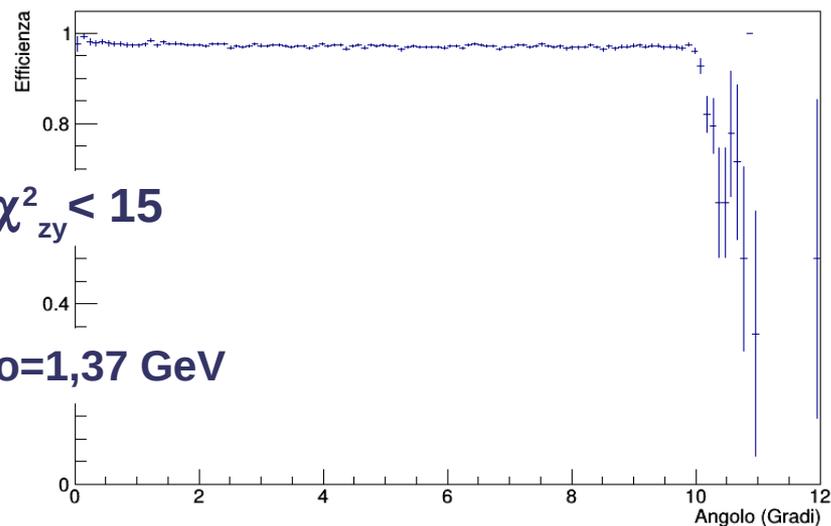
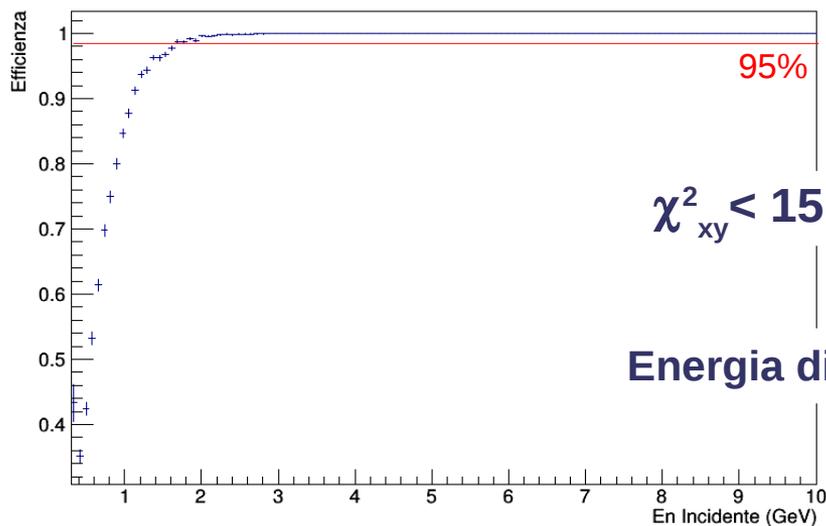
Dipendenza angolare del taglio in χ^2

Configurazione: L 1-2= 80cm L 2-3=35cm Pb=25cm L Pb-3=5cm

Il taglio in χ^2 varia con l'inclinazione della traccia per compensare lo spessore di piombo attraversato



Energia di taglio=5,3 GeV

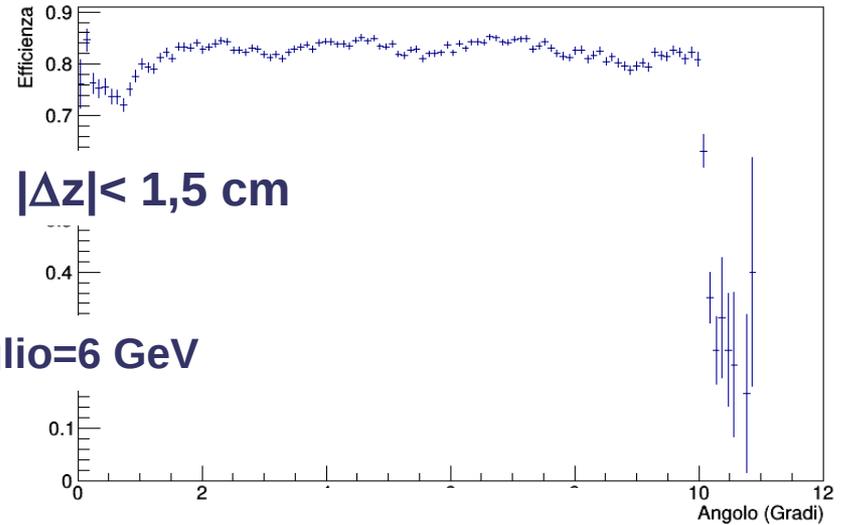
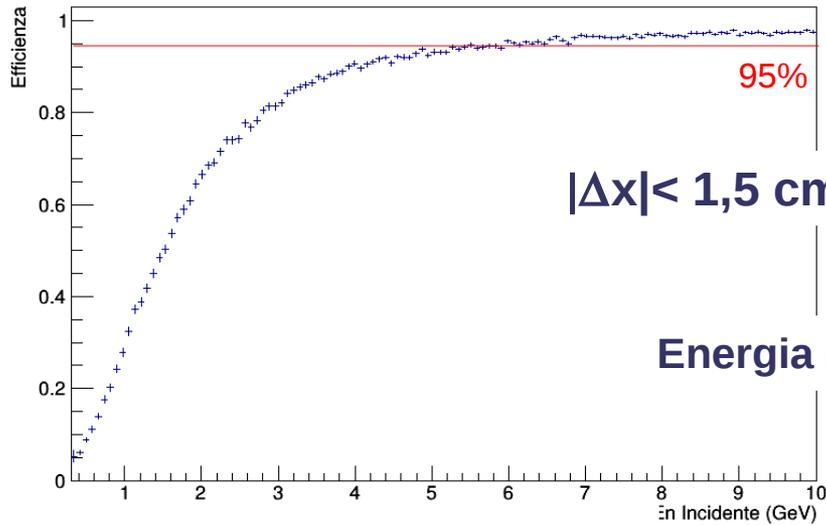


Energia di taglio=1,37 GeV

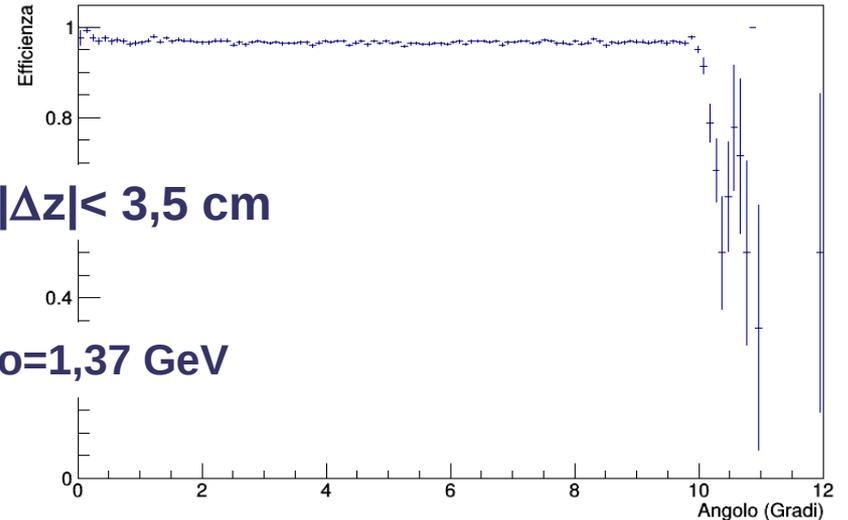
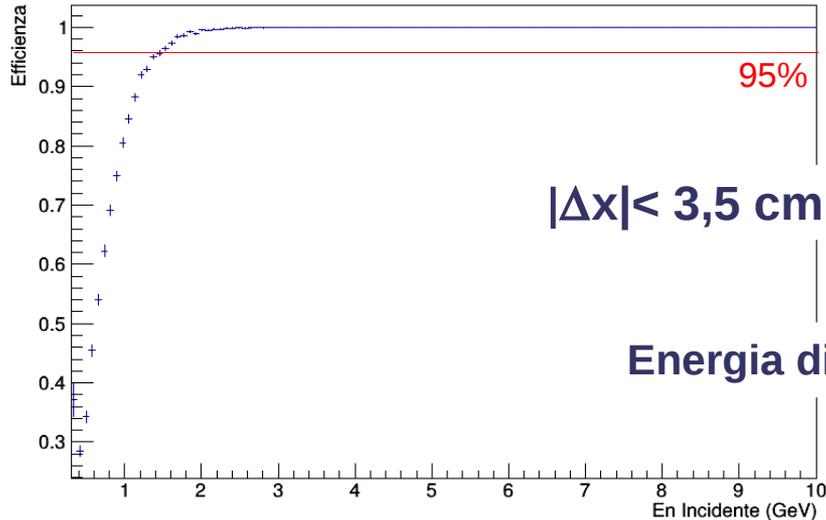
Dipendenza angolare del taglio in Δ

Configurazione: L 1-2= 80cm L 2-3=35cm Pb=25cm L Pb-3=5cm

Il taglio in Δ varia con l'inclinazione della traccia per compensare lo spessore di piombo attraversato

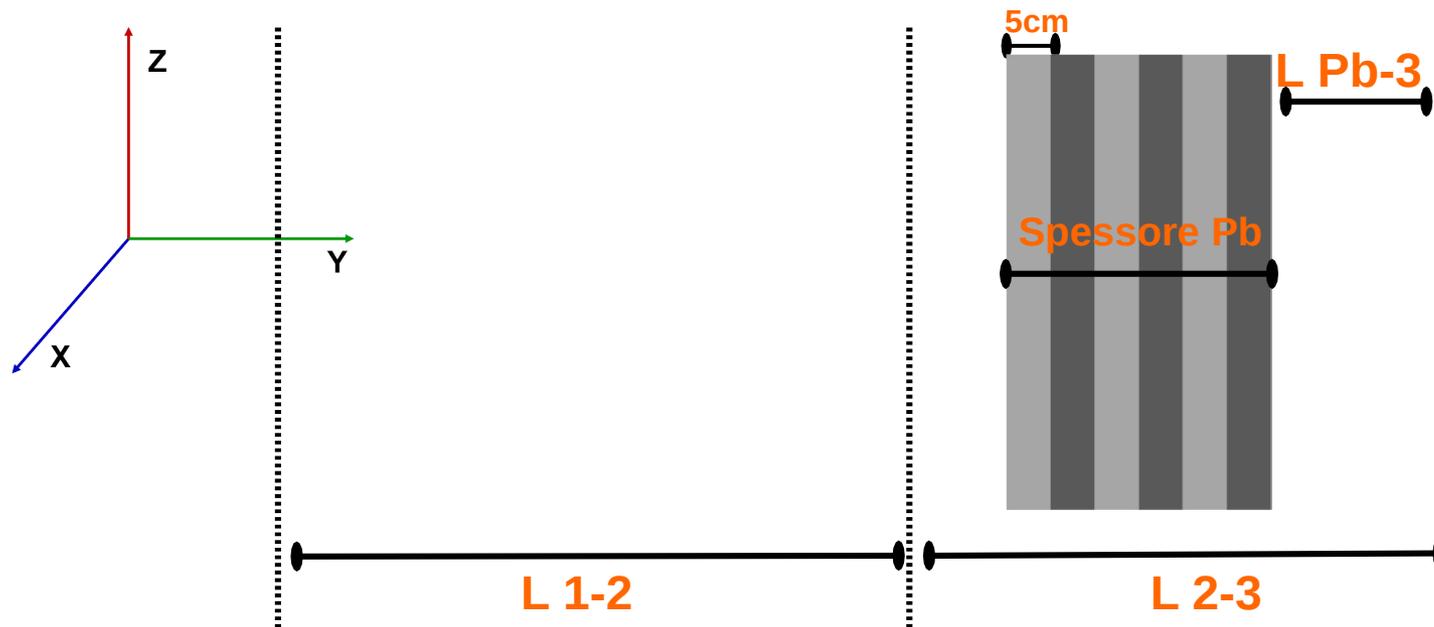


Energia di taglio=6 GeV



Energia di taglio=1,37 GeV

Configurazioni analizzate



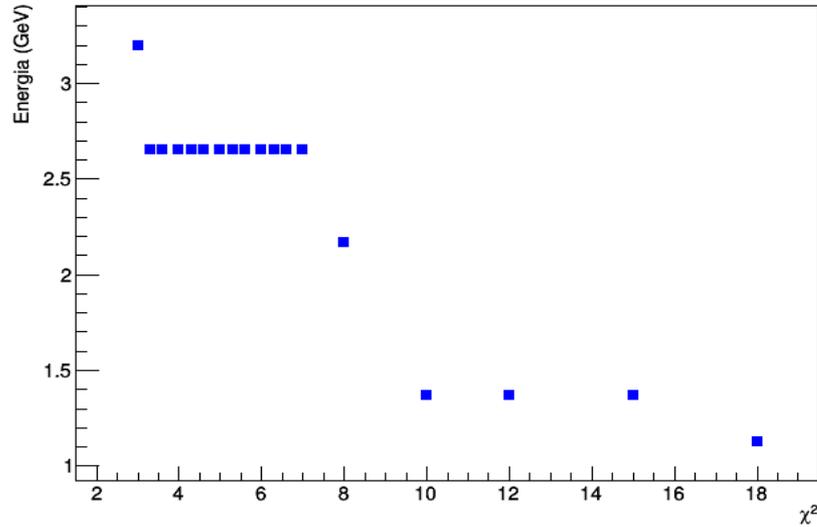
- L 1-2 + L 2-3 \leq 180 cm
- 50 cm \leq L 1-2 \leq 100 cm
- $15 \leq$ Spessore Pb \leq 30 cm
- L Pb-3 \leq 10 cm

| Spessore Pb | E_{μ} fermati nel Pb |
|-------------|--------------------------|
| 15 cm | \sim 300 MeV |
| 20 cm | \sim 350 MeV |
| 25 cm | \sim 400 MeV |
| 30 cm | \sim 450 MeV |

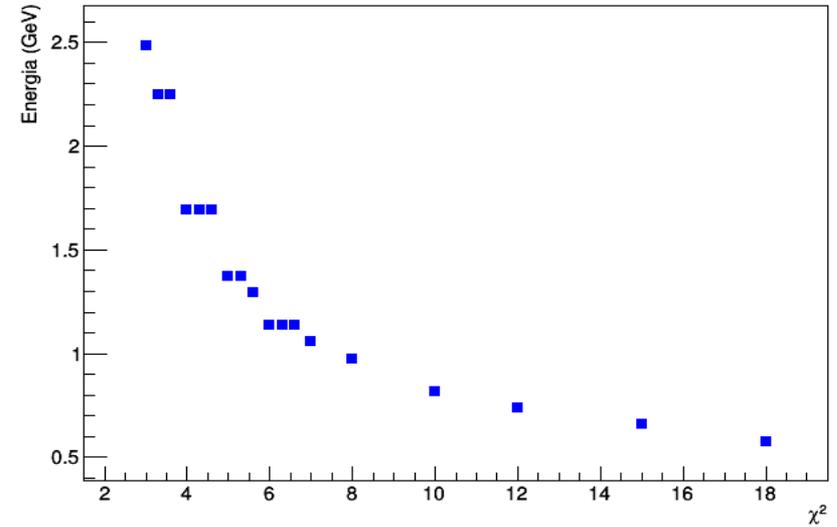
Tagli in χ^2

Energia di taglio \rightarrow efficienza 95%

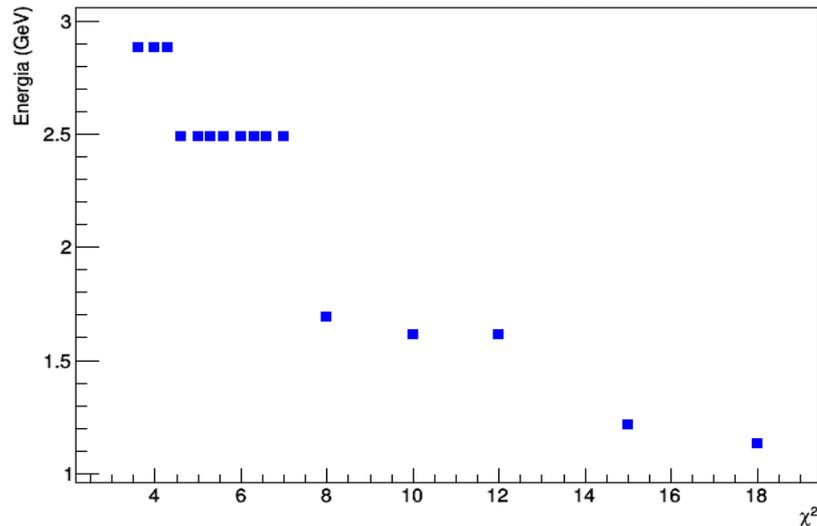
25 cm Pb L 1-2=50cm L 2-3=50cm L Pb-3=10cm



15 cm Pb L 1-2=80cm L 2-3=50cm L Pb-3=5cm



20 cm Pb L 1-2=100cm L 2-3=50cm L Pb-3=10cm



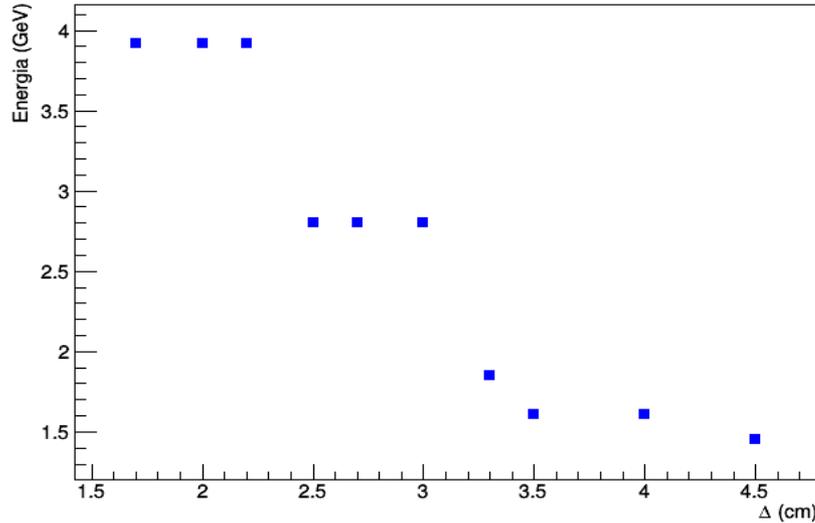
Problemi di molte configurazioni:

- **Tagli poco regolari: andamento a gradini**
- **Range energetico poco ampio**

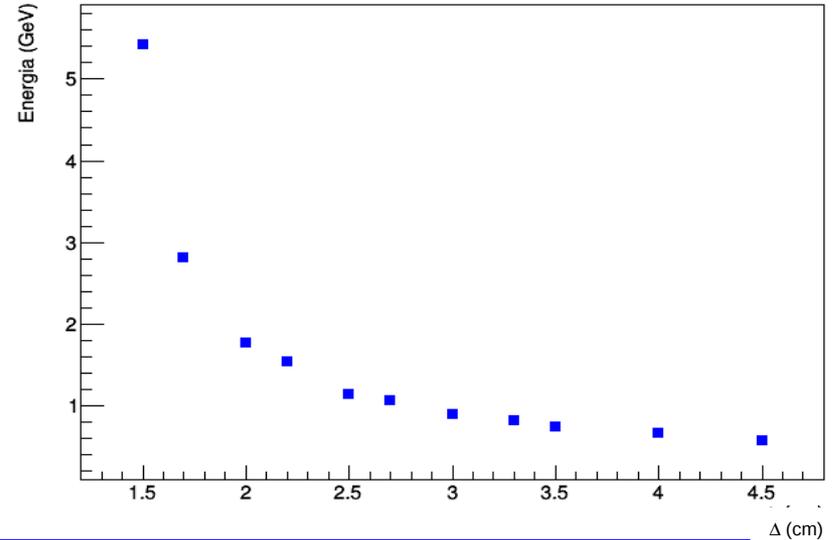
Tagli in displacement

Energia di taglio → efficienza 95%

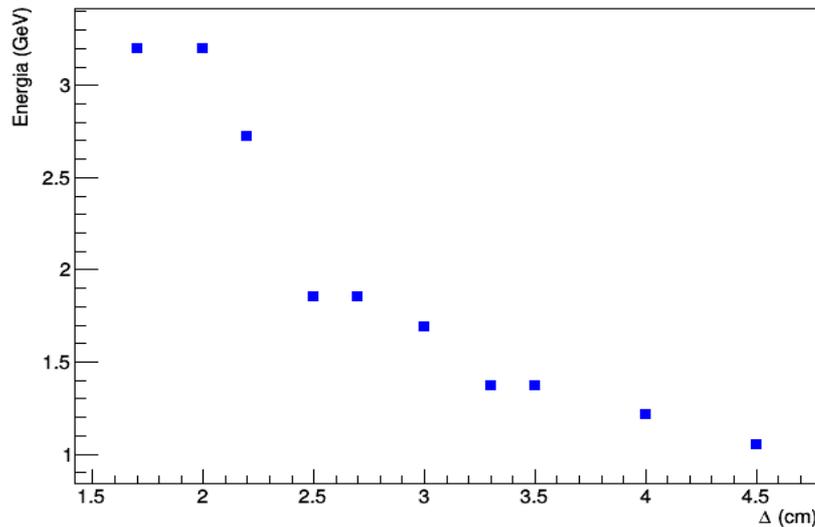
25 cm Pb L 1-2=50cm L 2-3=50cm L Pb-3=10cm



15 cm Pb L 1-2=80cm L 2-3=50cm L Pb-3=5cm



20 cm Pb L 1-2=100cm L 2-3=50cm L Pb-3=10cm



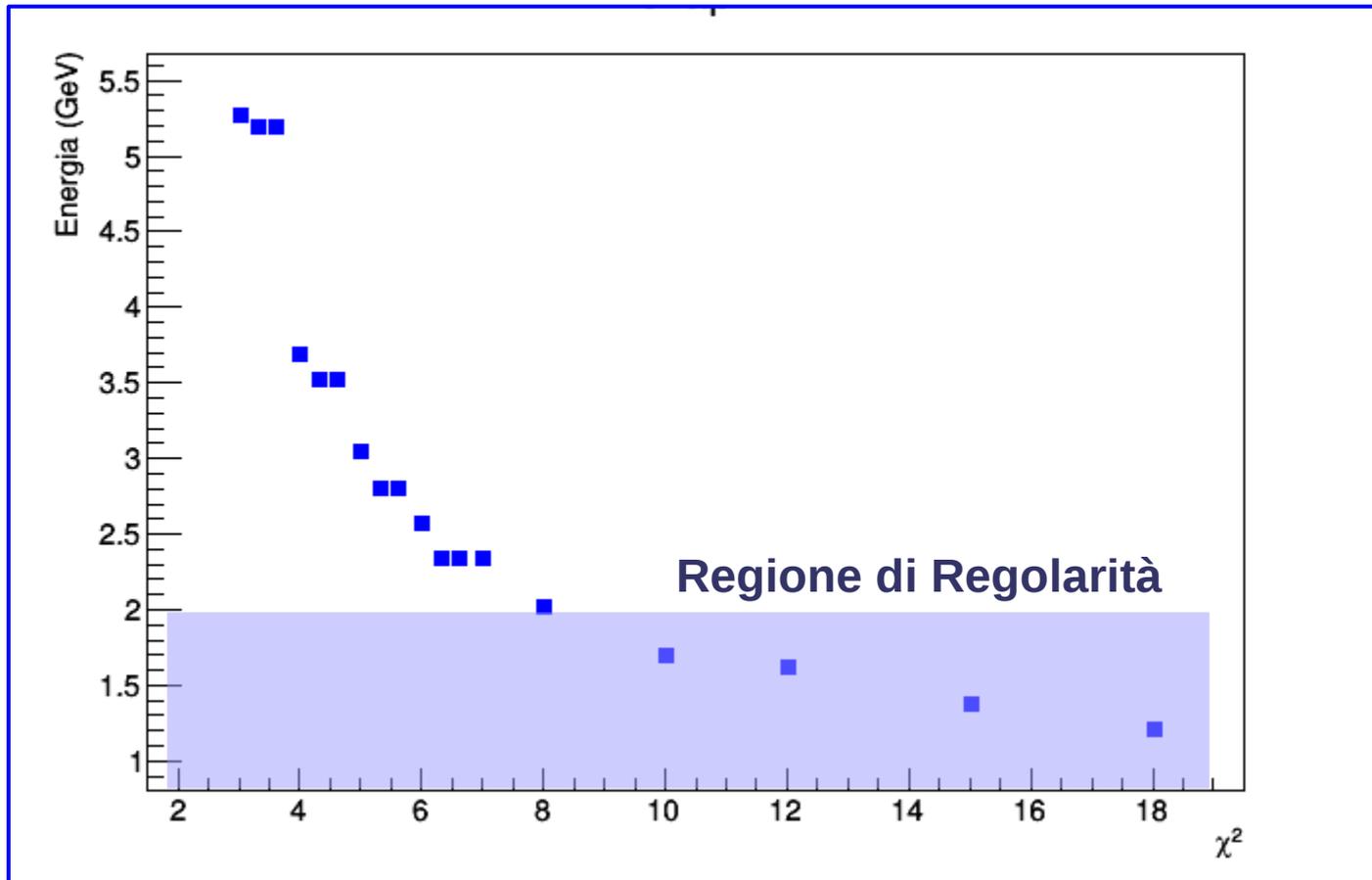
Problemi di molte configurazioni:

- **Tagli poco regolari: andamento a gradini**
- **Range energetico poco ampio**

Configurazione migliore: tagli in χ^2

Pb=25cm L 1-2= 80cm L 2-3=35cm L Pb-3=5cm

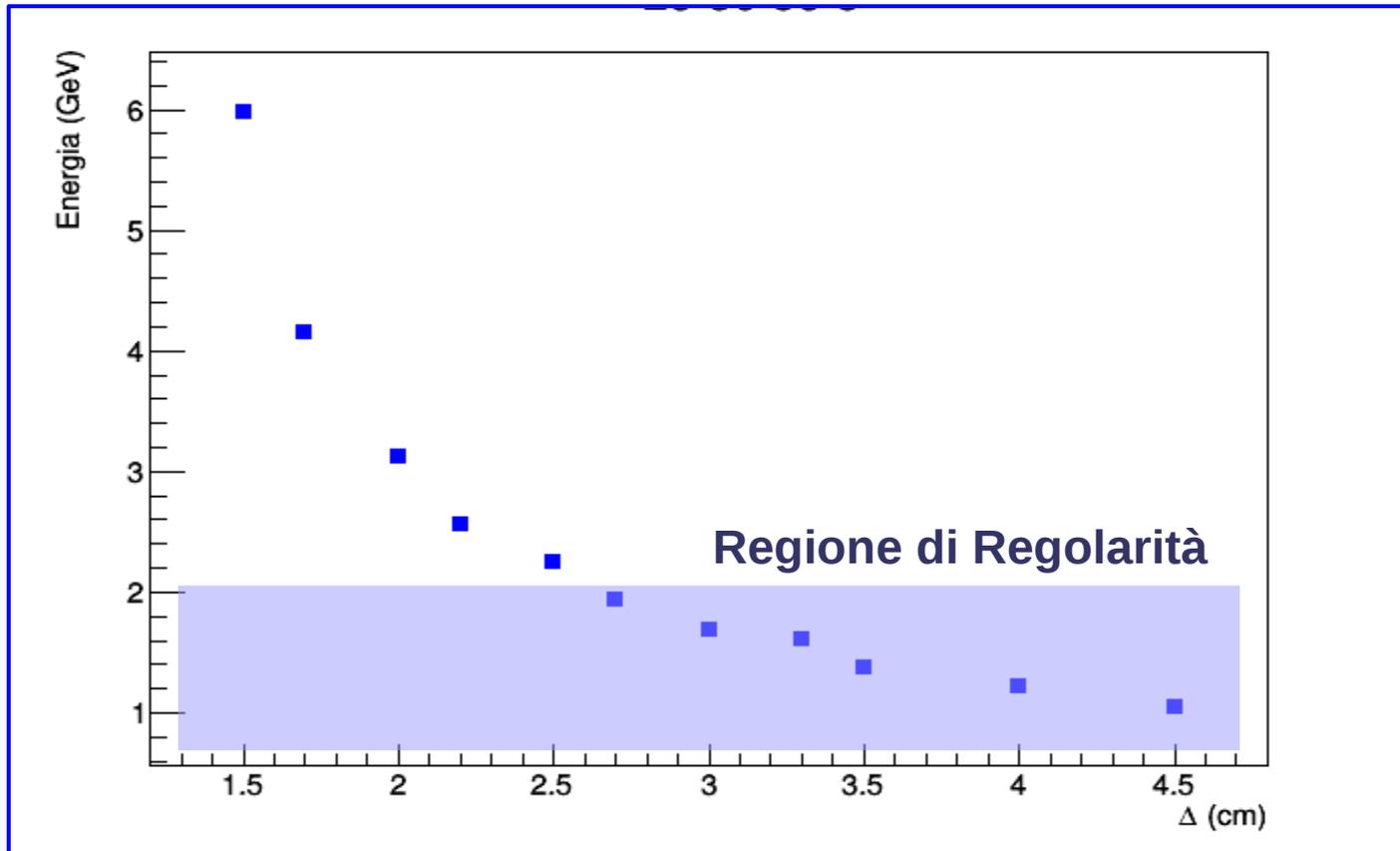
Energia di taglio → efficienza 95%



Configurazione migliore: tagli in Δ

Pb=25cm L 1-2= 80cm L 2-3=35cm L Pb-3=5cm

Energia di taglio \rightarrow efficienza 95%

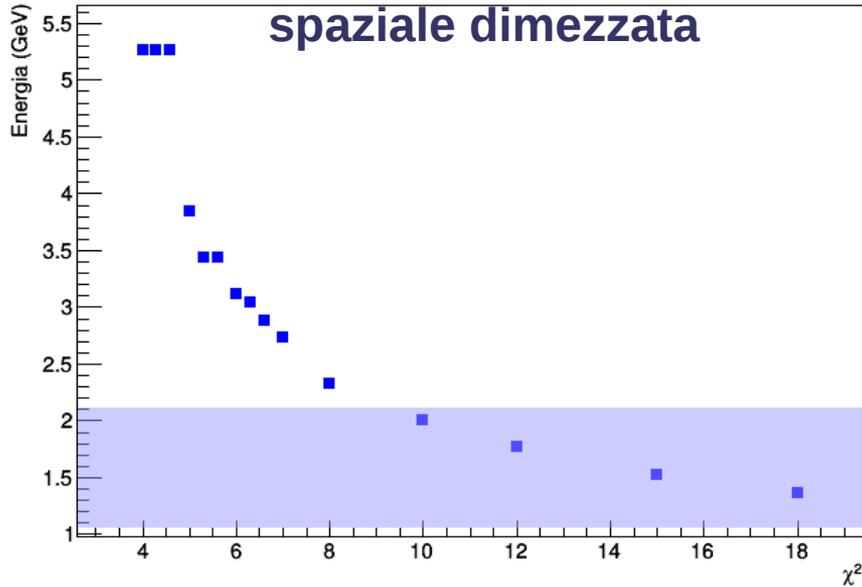


Configurazione migliore: stabilità

L 1-2= 80cm L 2-3=35cm Pb=25cm L Pb-3=5cm

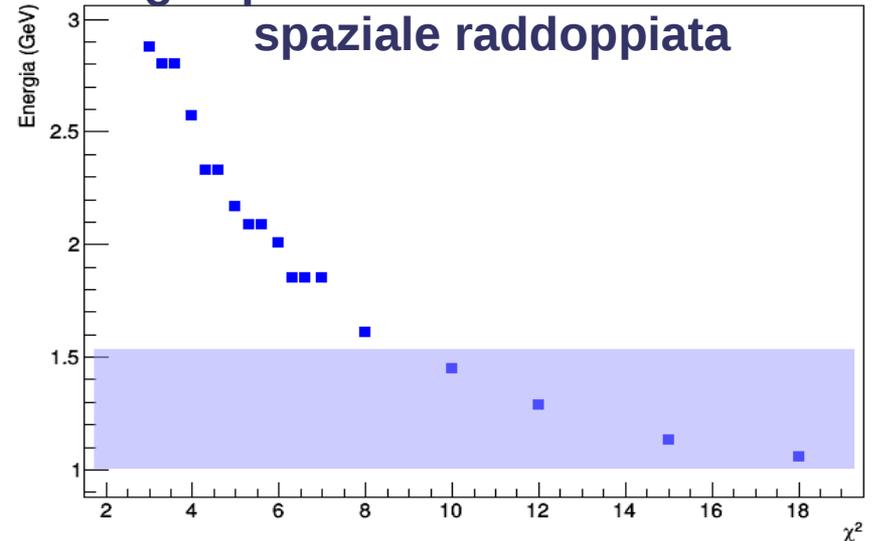
Soglia per la stima della risoluzione

spaziale dimezzata



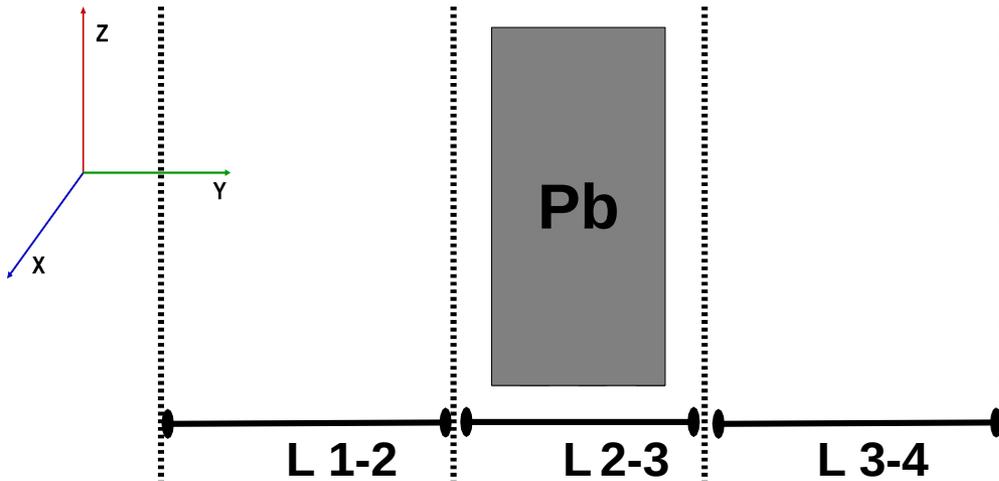
Soglia per la stima della risoluzione

spaziale raddoppiata



I tagli in energia in funzione del χ^2 continuano ad essere regolari al variare della risoluzione spaziale

Prossime analisi



Per esempio:

- $L_{1-2} = L_{3-4} = 65 \text{ cm}$
- $L_{2-3} = 35 \text{ cm}$
- Spessore Pb = 25 cm
- $L_{\text{Pb-3}} = 5 \text{ cm}$

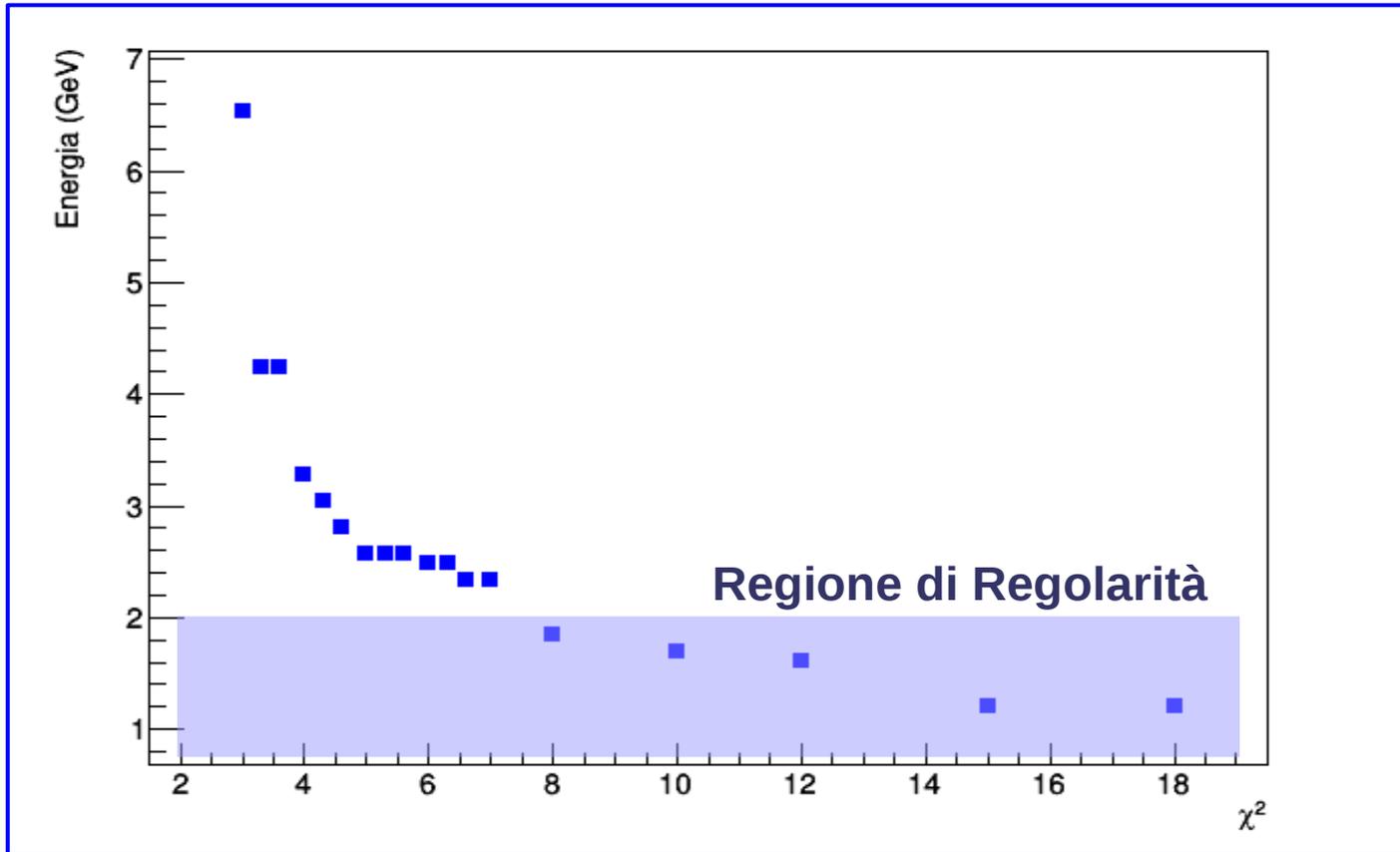
lunghezza complessiva= 165 cm

Rivelatore simmetrico:

- due discriminanti: angolo di scattering e displacement
- riduzione delle sistematiche per la normalizzazione al fondo

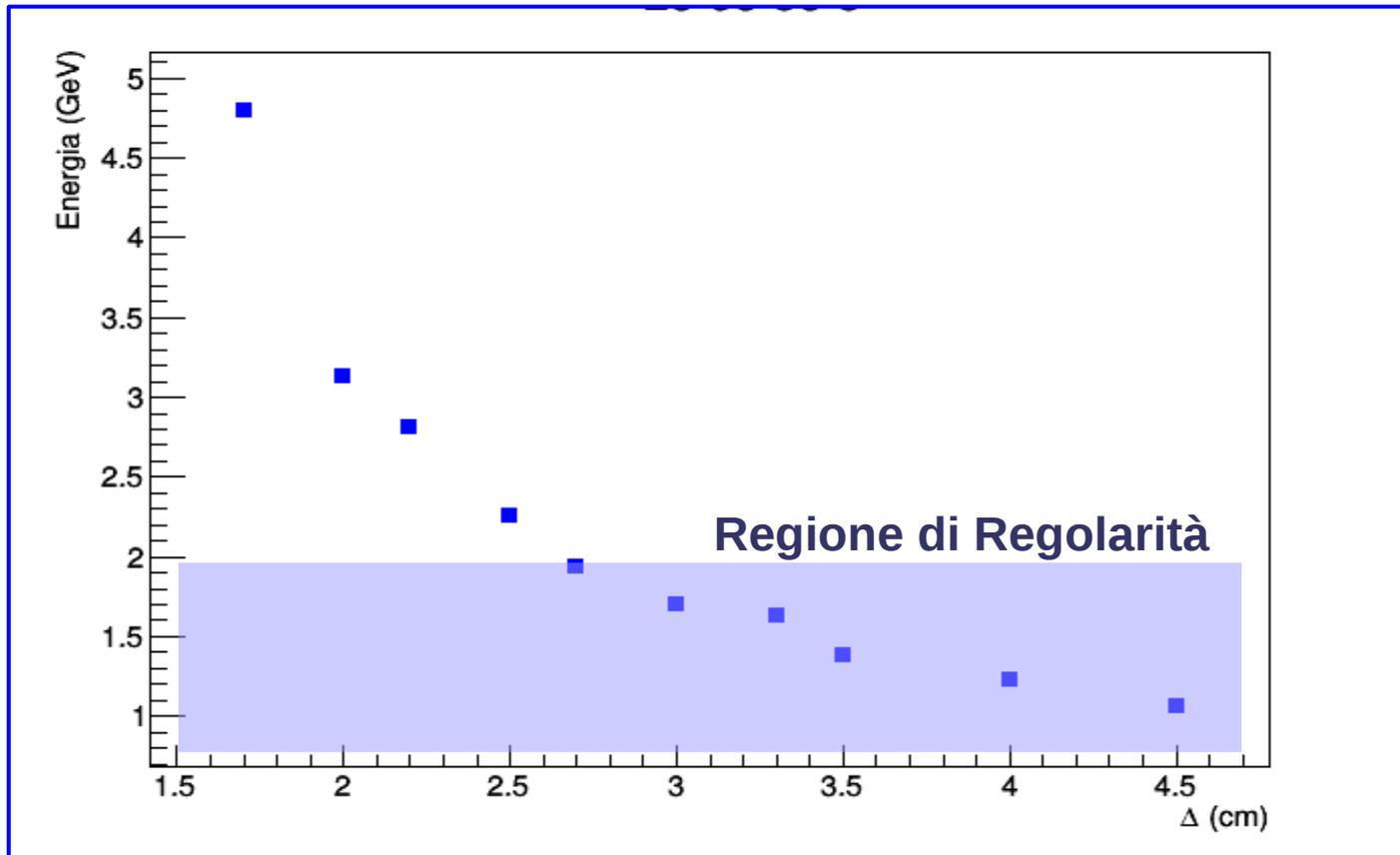
Singolo braccio della configurazione a quattro piani: tagli in χ^2

Pb=25cm L 1-2= 65cm L 2-3=35cm L Pb-3=5cm



Singolo braccio della configurazione a quattro piani: tagli in Δ

Pb=25cm L 1-2= 65cm L 2-3=35cm L Pb-3=5cm



Conclusioni

- Schematizzazione del rivelatore con risoluzione spaziale per studiare diverse distanze tra i piani e vari spessori di piombo
- Analisi delle possibili discriminanti per i tagli in energia
- Studio della dipendenza angolare dei tagli in energia
- Possibile upgrade: rivelatore simmetrico con quattro piani

Prossimi step

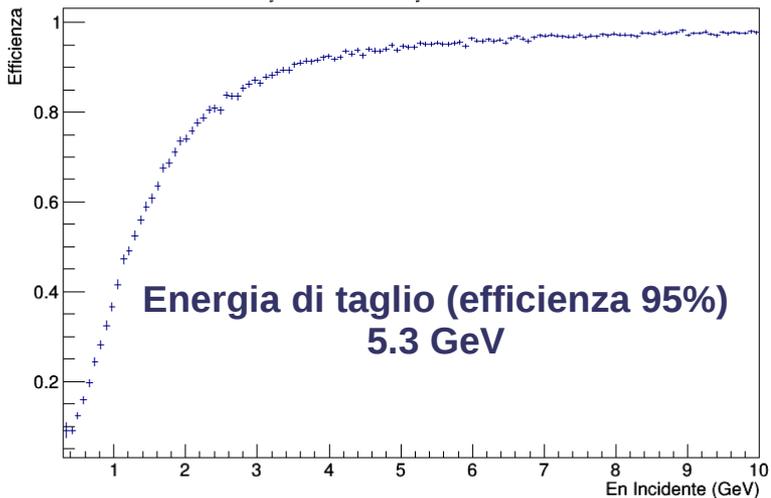
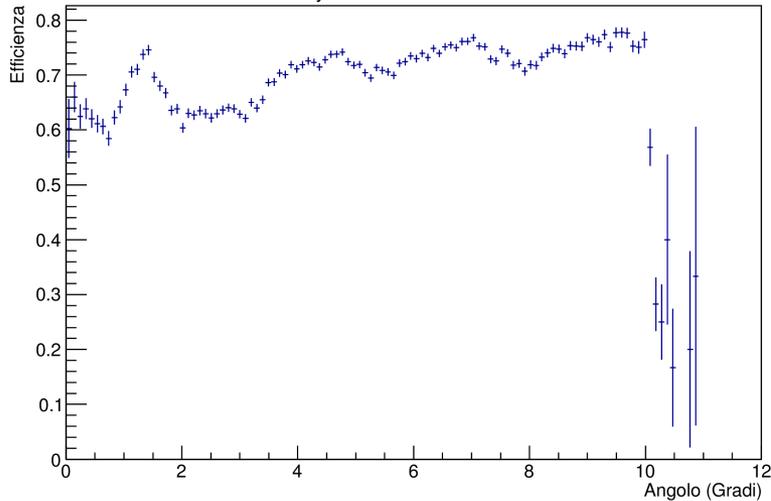
- Generazione angolare completa
- Studio della reiezione del fondo
- Simulazione del rivelatore simmetrico

Spare slide

Dipendenza angolare: correzione al 95% di efficienza

Configurazione: L 1-2= 80cm L 2-3=35cm Pb=25cm L Pb-3=5cm

$\chi_{xy}^2 < 3.0$ & $\chi_{zy}^2 < 3.0$



$\chi_{xy}^2 > 3.0$ & $\chi_{zy}^2 > 3.0$

