

Studio di ottimizzazione della geometria del rivelatore

Outline

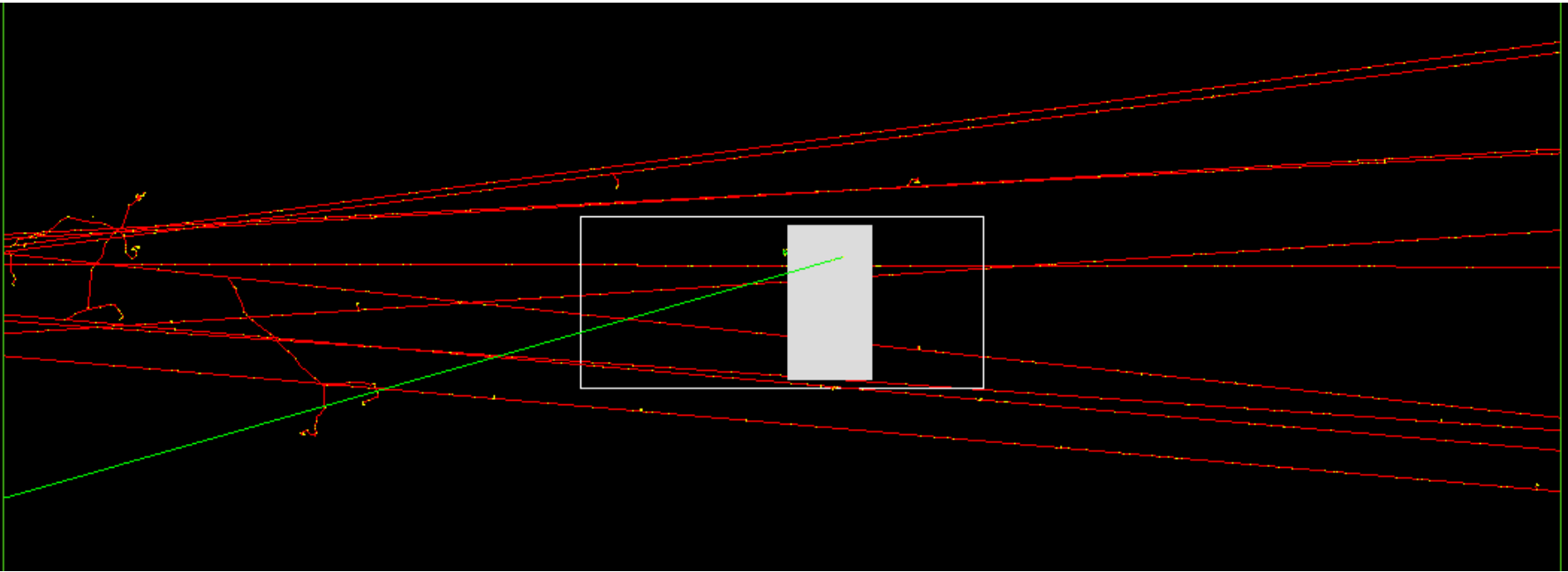
Obiettivo

Confronto tra la geometria con tre e quattro piani di scintillatori con diversi spessori di piombo

- Geometria implementata nella simulazione Geant4
- Schematizzazione del rivelatore con risoluzione finita
- Analisi delle discriminanti per i tagli in energia per la geometria a tre piani e per quella a quattro piani
- Studio di efficienza di taglio per diverse configurazioni della geometria a quattro piani
- Problema della reiezione del fondo

Geometria in Geant4

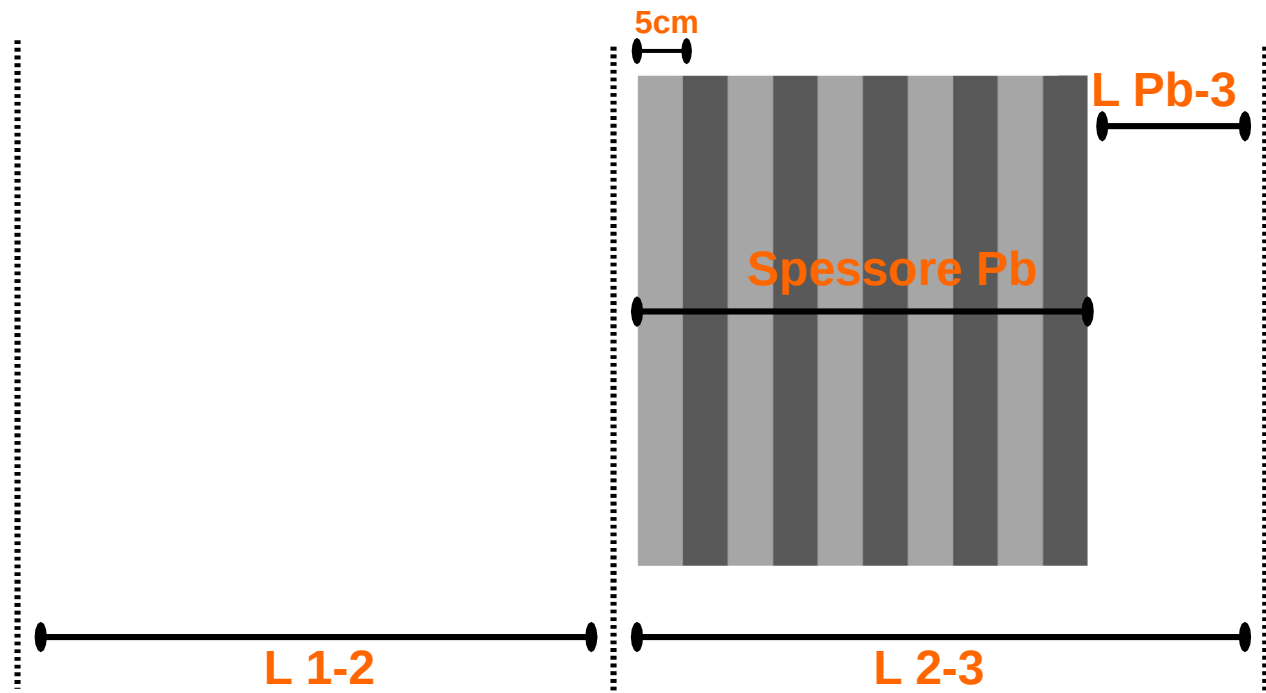
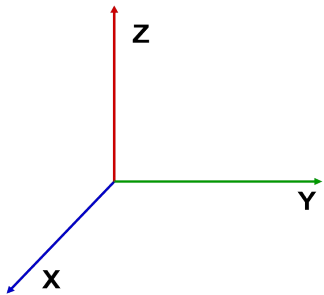
- 10 piani di piombo da 5 cm
- 1'000'000 muoni $10\text{MeV} < E_\mu < 10\text{GeV}$ in un cono con angolo compreso tra -10° e 10°



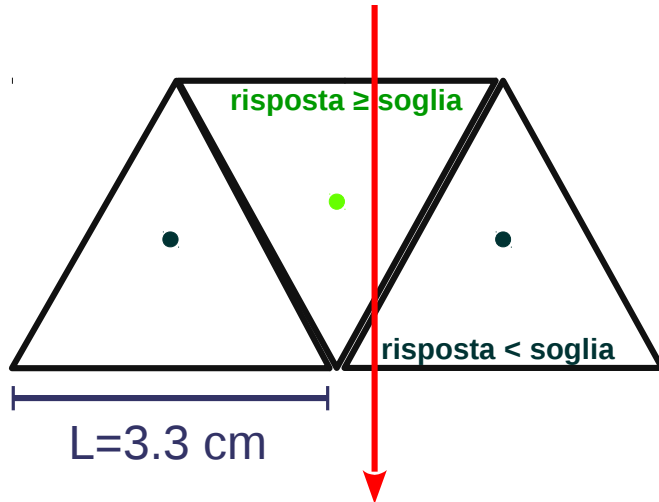
Dati da Geant4: posizione (x,y,z) e momento (p_x, p_y, p_z) in entrata e uscita ogni 5 cm di Pb

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})



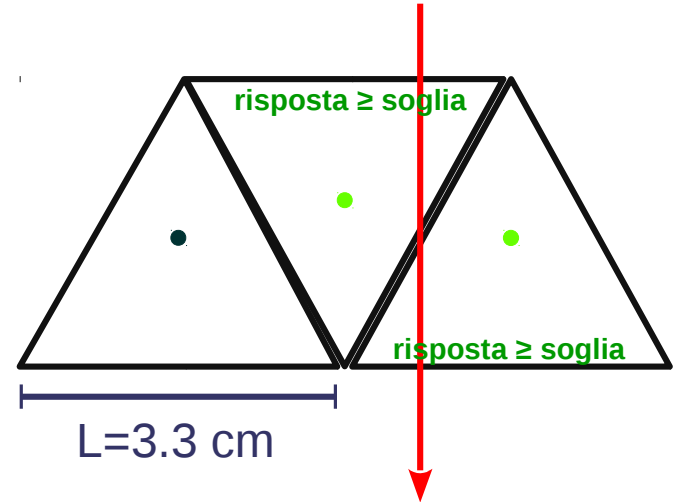
Risoluzione



x e z estratti da una gaussiana

μ = posizione della fibra

$$\sigma = \frac{L}{\sqrt{12}}$$



x e z estratti da una gaussiana

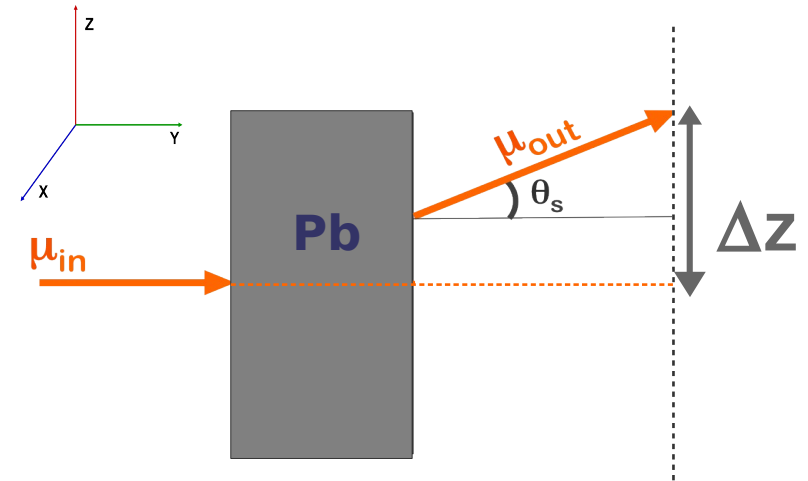
μ = punto medio tra le due fibre

$$\sigma = \frac{L}{2\sqrt{12}}$$

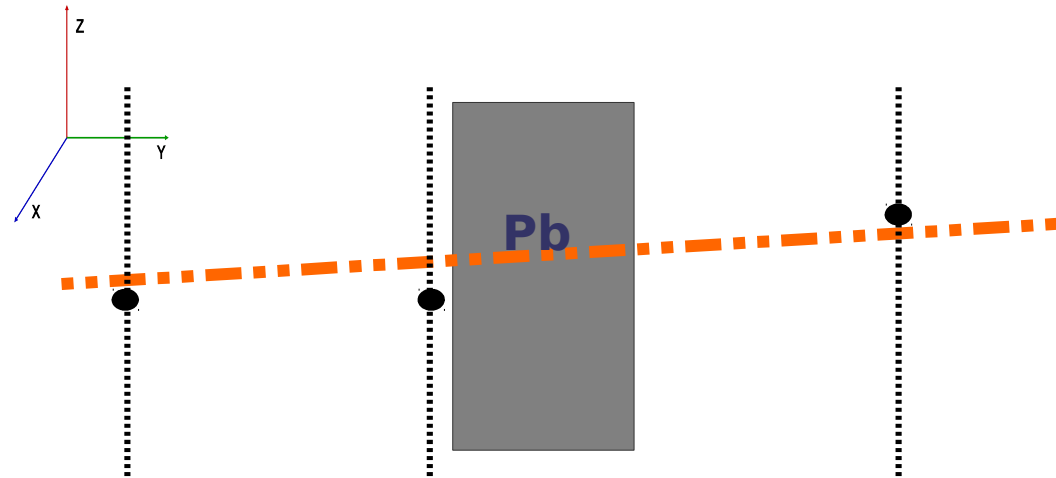
La soglia è stata ottenuta a partire da considerazioni di tipo geometrico su tracce dritte: **non è una stima affidabile** di ciò che accade realmente

Tagli software su tre piani

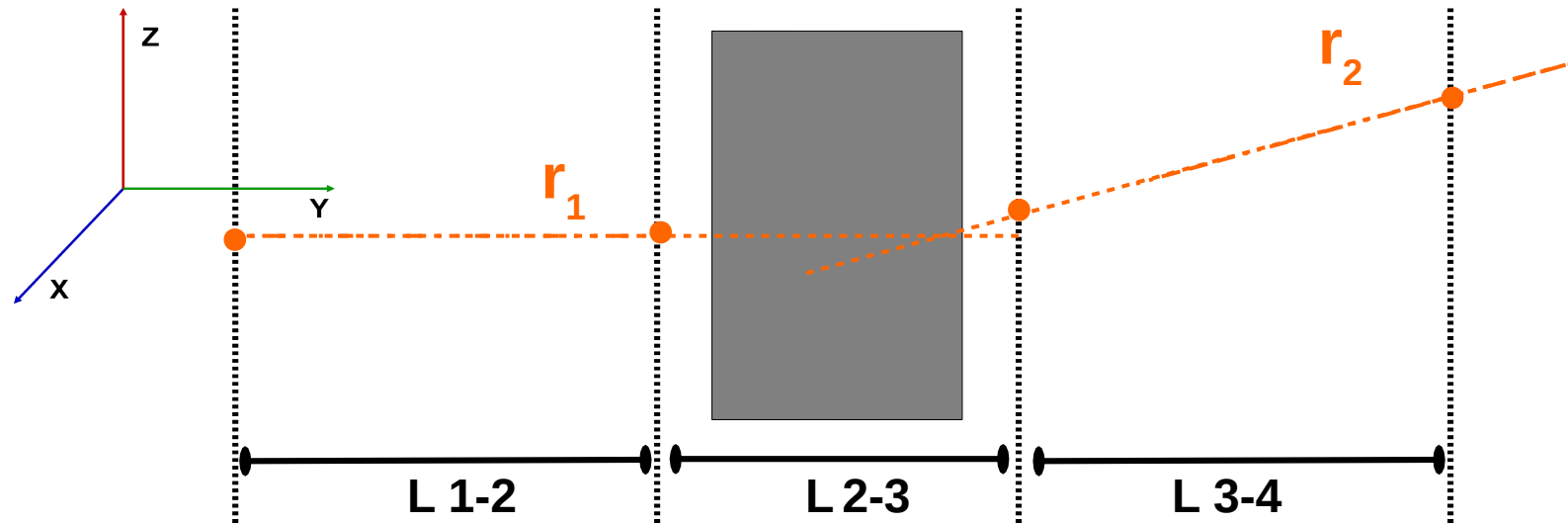
- displacement Δx e Δz



- χ^2 del fit della traccia



Tagli software su quattro piani



Hit su quattro piani:

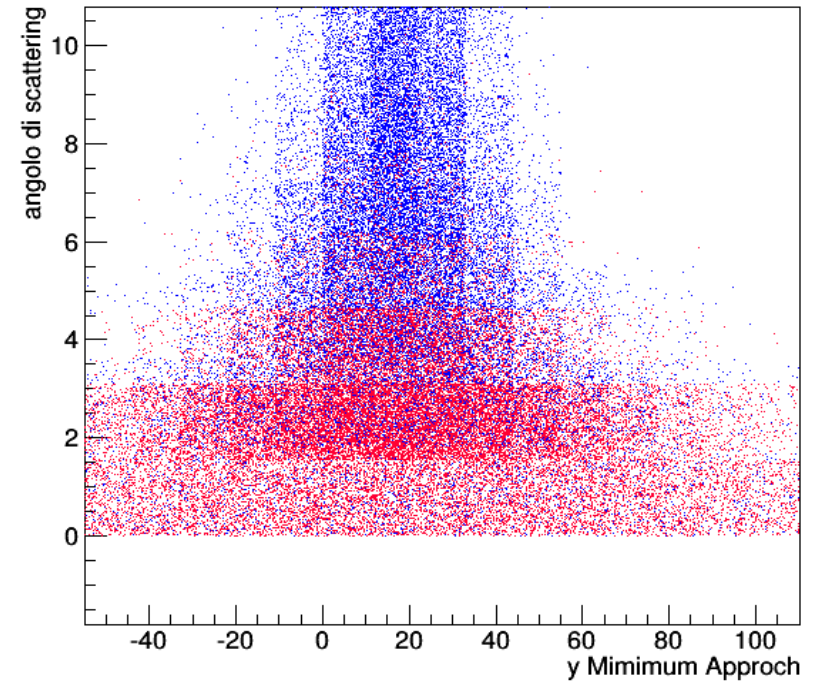
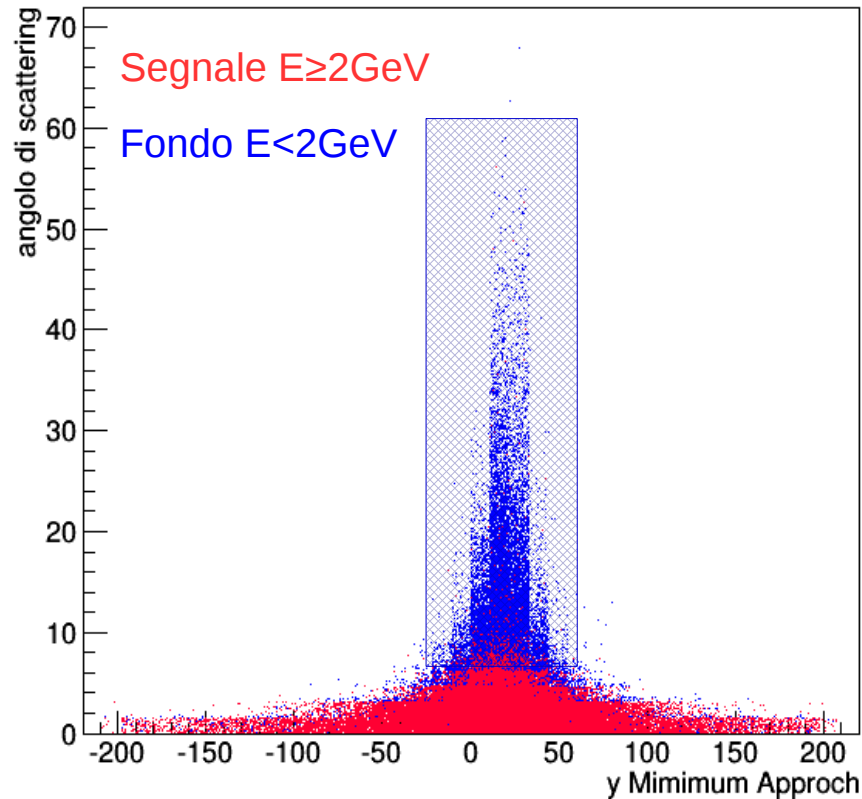
- Angolo di scattering
- Punto di massimo avvicinamento tra r_1 e r_2



Hit su tre piani:

- Displacement
- χ^2

Tagli software su quattro piani



Combinazioni di 9 tagli:

- $\alpha \leq 3^\circ, 4^\circ, 5^\circ$
- $y \notin [10\text{cm intorno al punto centrale del Pb}]$
 - $y \notin [\text{Pb}]$
 - $y \notin [\text{intervallo tra 2 e 3 piano}]$

Efficienze

$$E = \frac{N_{PostPb\&\&Tagli}}{N}$$

Rapporto tra numero di muoni che hanno hit sui tutti i piani, superando il piombo e il taglio software, e quelli che hanno hit sui tutti i piani senza piombo

Efficienza piombo + taglio software

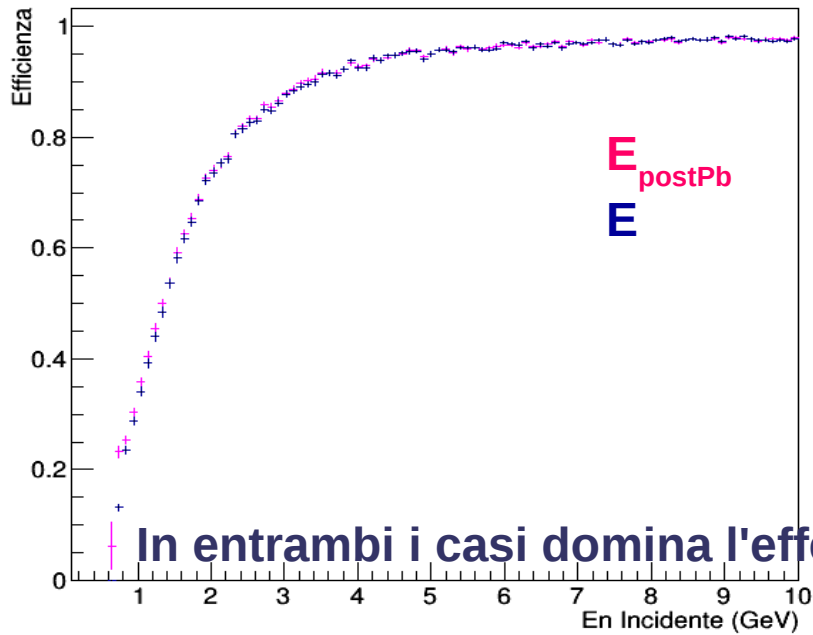
$$E_{pp} = \frac{N_{PostPb\&\&Tagli}}{N_{PostPb}}$$

Rapporto tra numero di muoni che hanno hit sui tre piani, superando il piombo e il taglio software, e quelli che hanno hit su tutti i piani superando il piombo

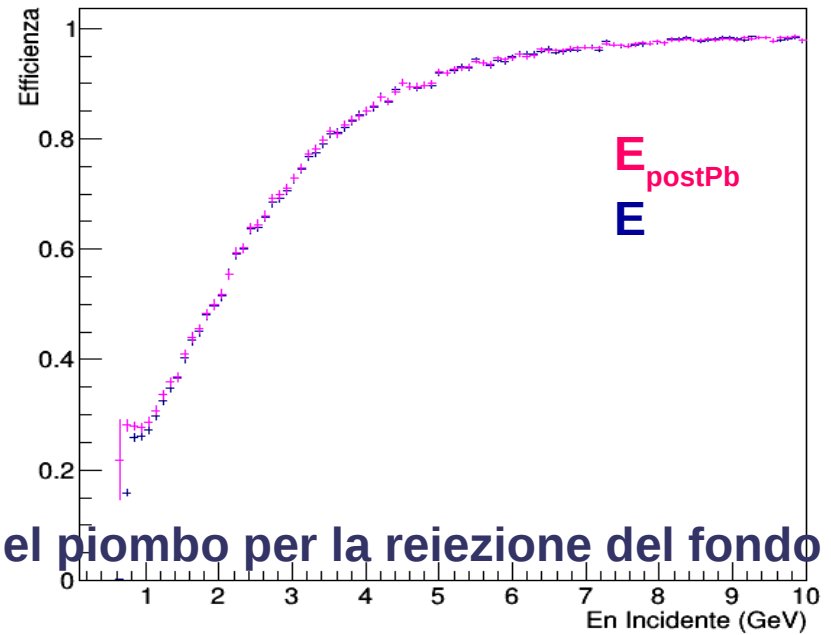
Efficienza del taglio software

Confronto tra le efficienze

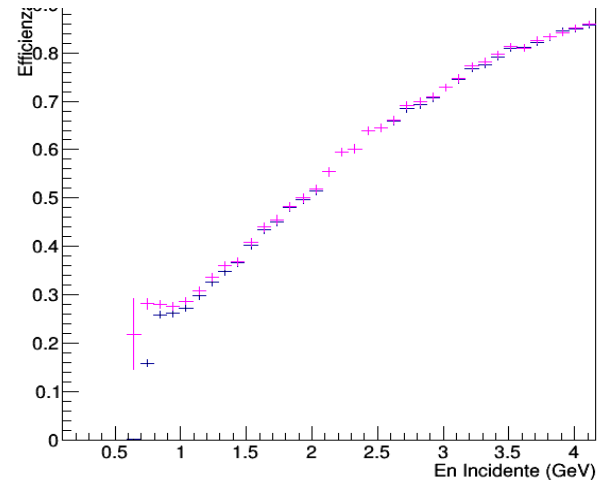
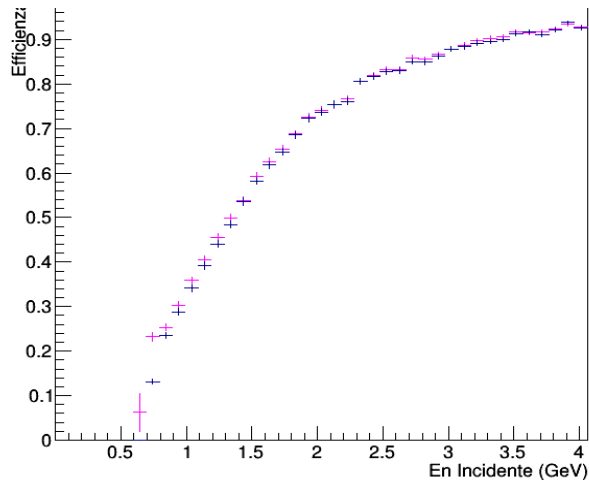
3 piani



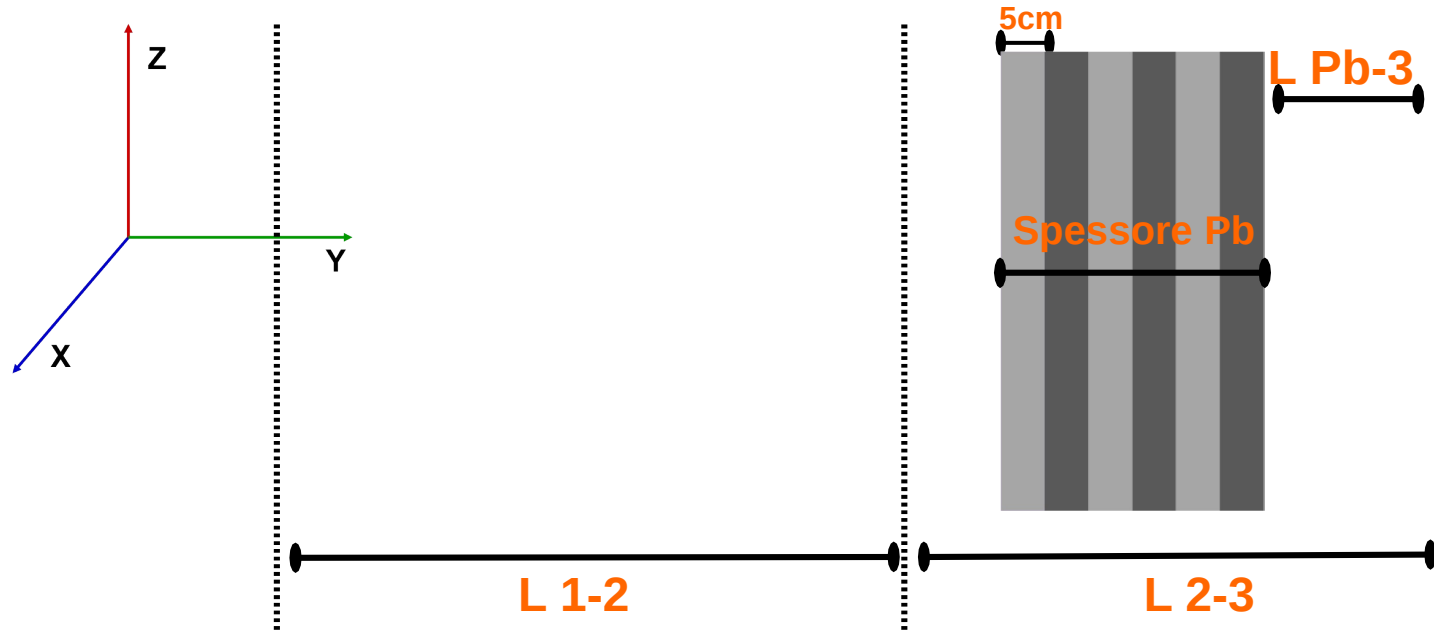
4 piani



In entrambi i casi domina l'effetto del piombo per la reiezione del fondo



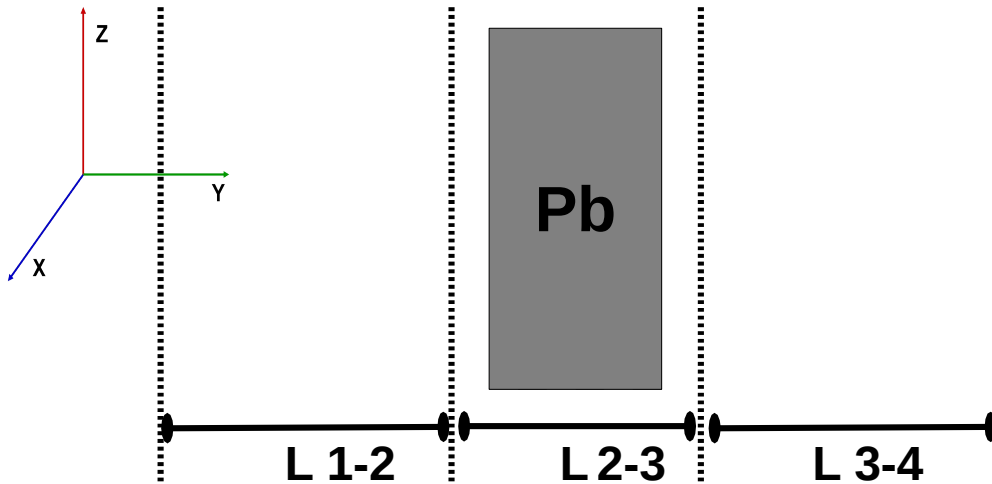
Configurazioni con tre piani



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

Spessore Pb	E_{μ} fermati nel Pb
15 cm	~300 MeV
20 cm	~350 MeV
25 cm	~400 MeV
30 cm	~450 MeV
50 cm	~750 MeV

Configurazioni con quattro piani



- $L_{1-2} = L_{3-4} = 65 \text{ cm}$

- $L_{2-3} = 45 \text{ cm}$

- Spessore Pb = 25 cm

- $L_{\text{Pb-3}} = 10 \text{ cm}$

lunghezza complessiva= 175 cm

1

- $L_{1-2} = L_{3-4} = 50 \text{ cm}$

- $L_{2-3} = 35 \text{ cm}$

- Spessore Pb = 25 cm

- $L_{\text{Pb-3}} = 5 \text{ cm}$

lunghezza complessiva= 135 cm

2

- $L_{1-2} = L_{3-4} = 50 \text{ cm}$

- $L_{2-3} = 60 \text{ cm}$

- Spessore Pb = 50 cm

- $L_{\text{Pb-3}} = 5 \text{ cm}$

lunghezza complessiva= 160 cm

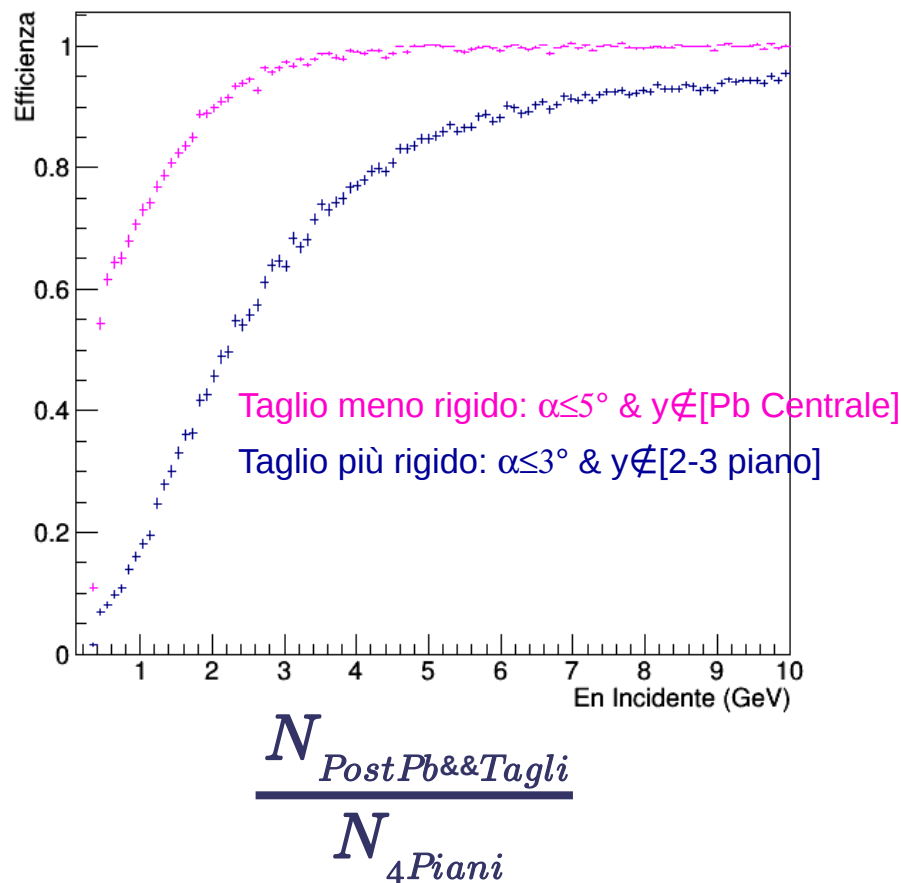
3

Studio di diverse configurazioni a 4 piani

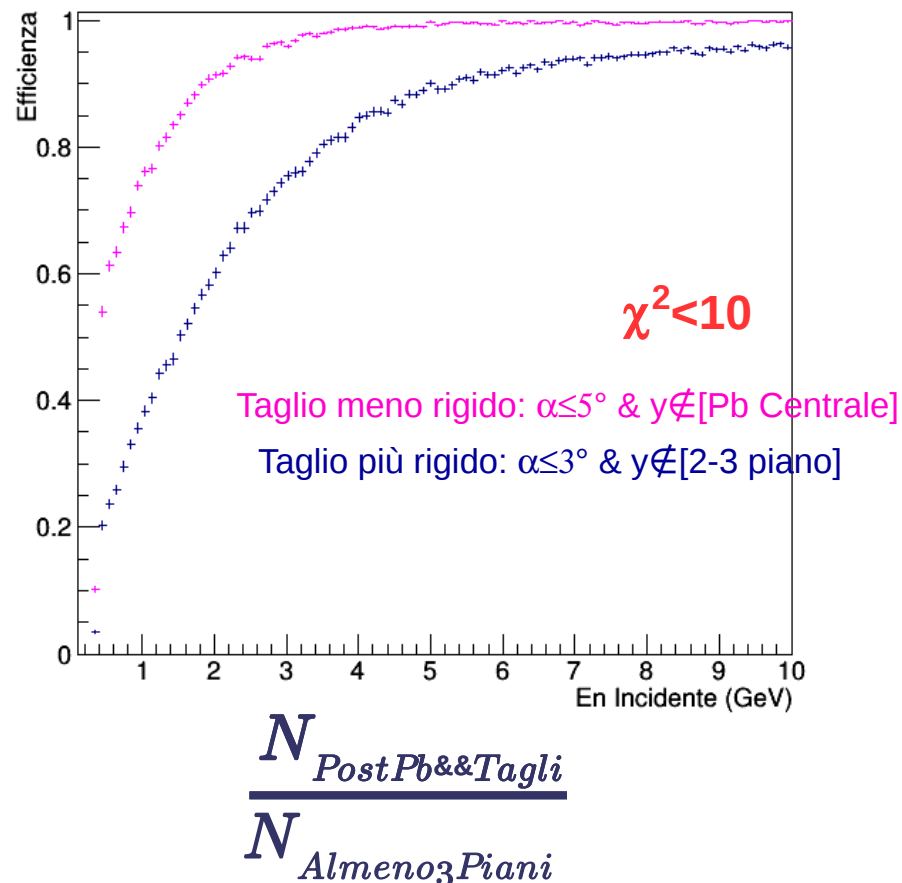
L 1-2 = L 3-4 = 65 cm; L 2-3 = 45 cm; Spessore Pb = 25 cm; L Pb-3 = 10 cm
 lunghezza complessiva= 175 cm

1

Eventi con hit sui 4 piani



Eventi con hit solo sui 3 piani + 4 piano

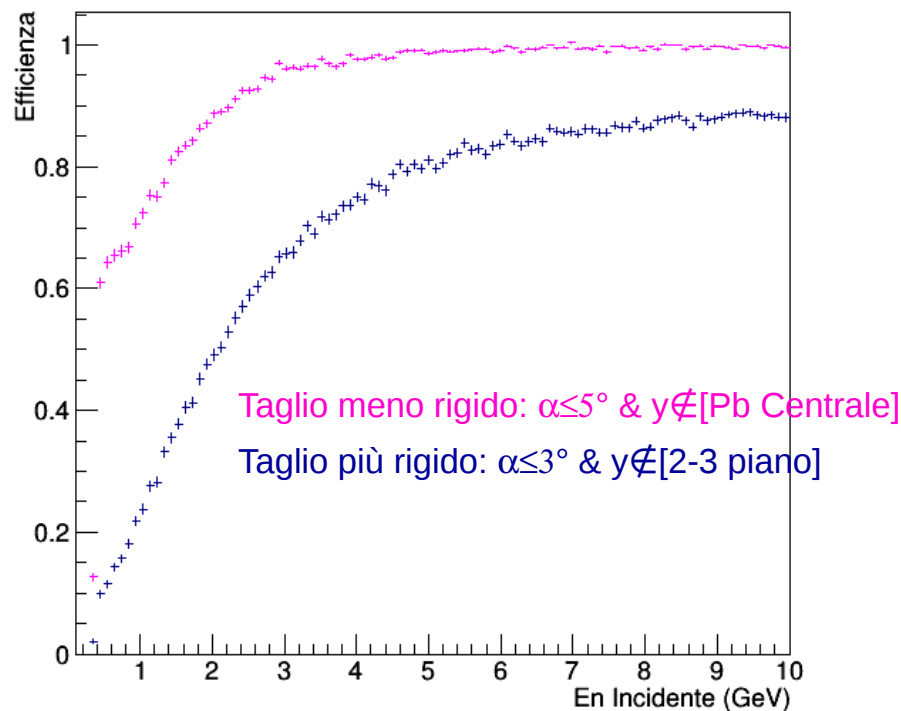


Studio di diverse configurazioni a 4 piani

L 1-2 = L 3-4 = 50 cm; L 2-3 = 35 cm; Spessore Pb = 25 cm; L Pb-3 = 5 cm
lunghezza complessiva= 135 cm

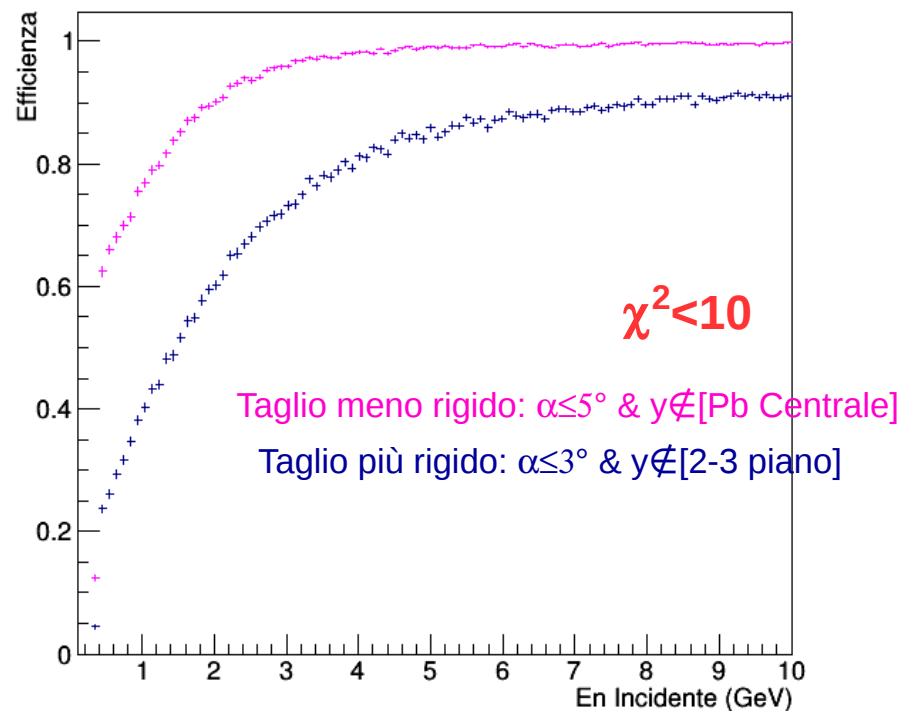
2

Eventi con hit sui 4 piani



$$\frac{N_{PostPb\&\&Tagli}}{N_{4Piani}}$$

Eventi con hit solo sui 3 piani + 4 piani



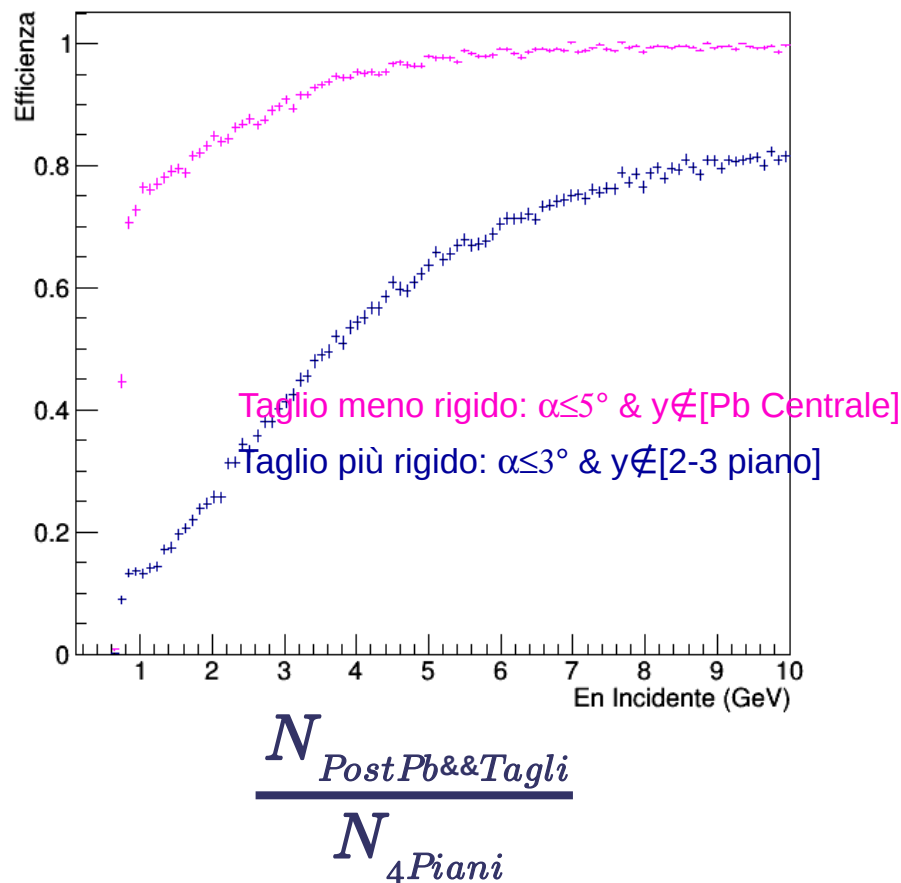
$$\frac{N_{PostPb\&\&Tagli}}{N_{Almeno3Piani}}$$

Studio di diverse configurazioni a 4 piani

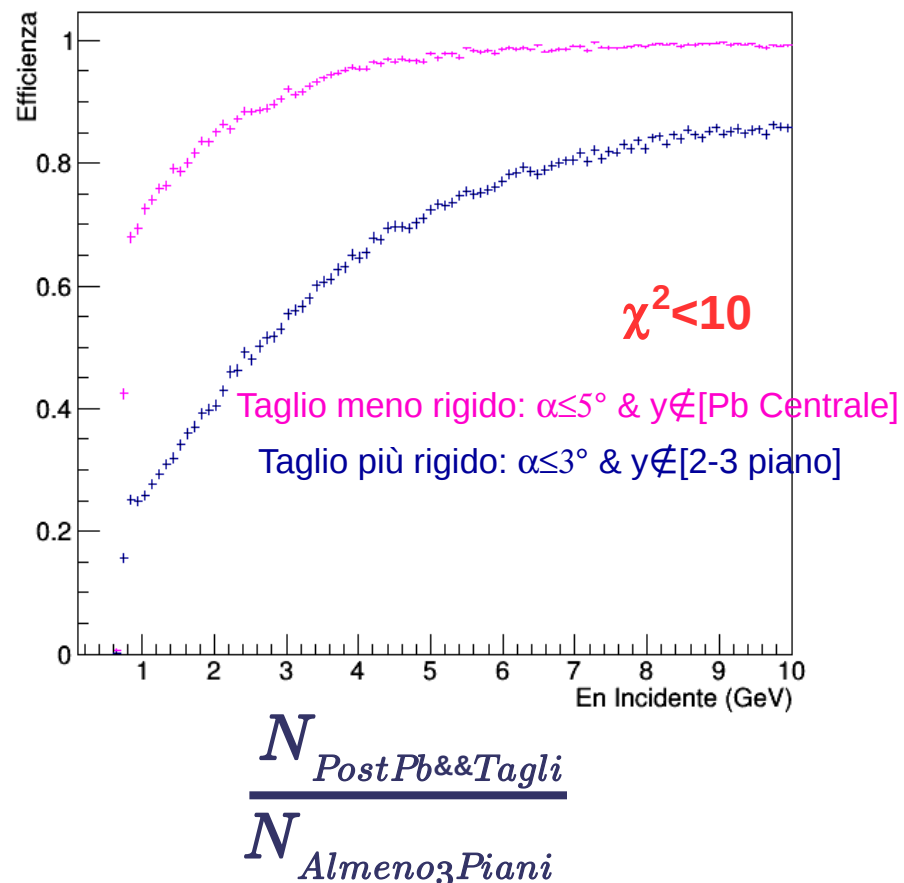
L 1-2 = L 3-4 = 50 cm; L 2-3 = 60 cm; Spessore Pb = 50 cm; L Pb-3 = 5 cm
 lunghezza complessiva= 160 cm

3

Eventi con hit sui 4 piani

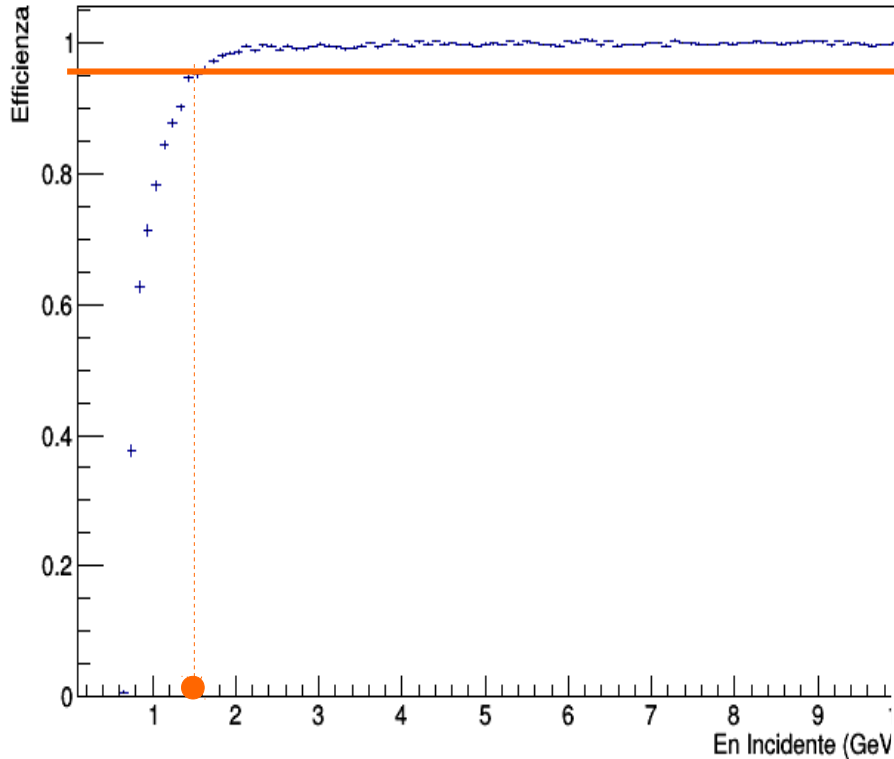


Eventi con hit solo sui 3 piani + 4 piani



Segnale

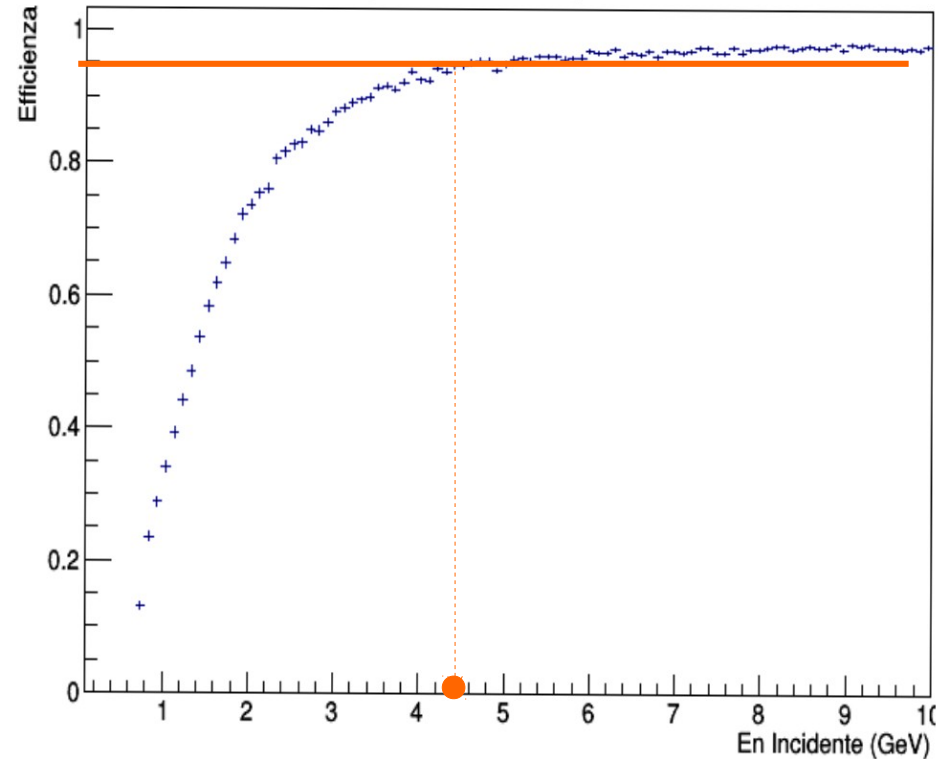
Taglio 1



**Variare il taglio software
corrisponde a una variazione
dell'energia in
corrispondenza della quale
l'efficienza satura al 95%**

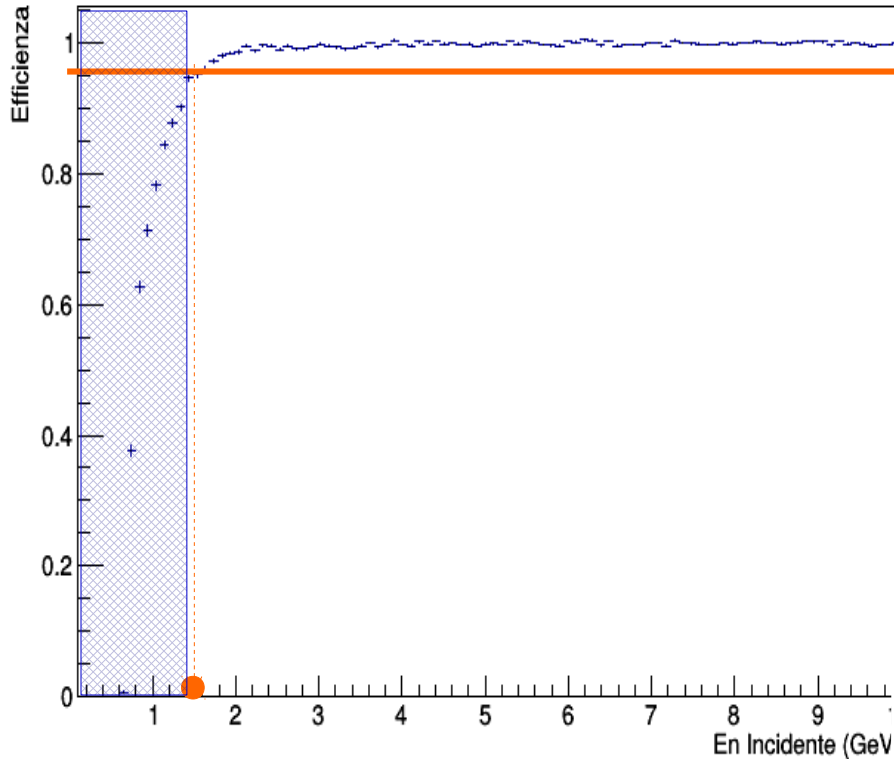
Energia di taglio->efficienza 95%

Taglio 2



Fondo

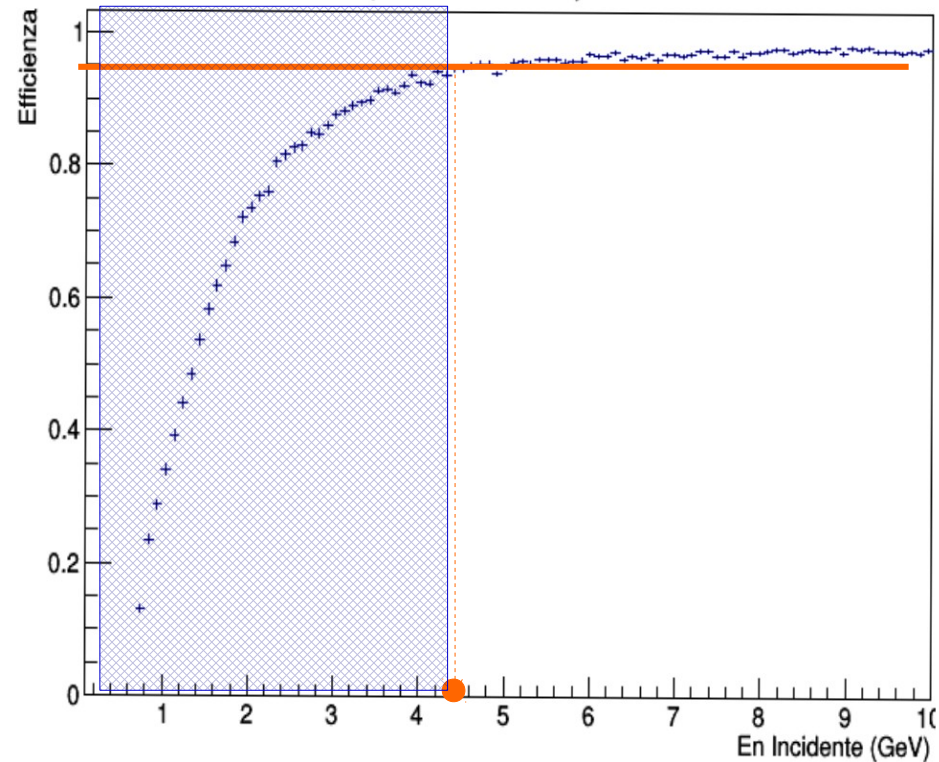
Taglio 1



L'energia di taglio varia ma la curva non trasla, cambiare il taglio corrisponde a un cambiamento di pendenza

I tagli software non permettono di rigettare adeguatamente il fondo

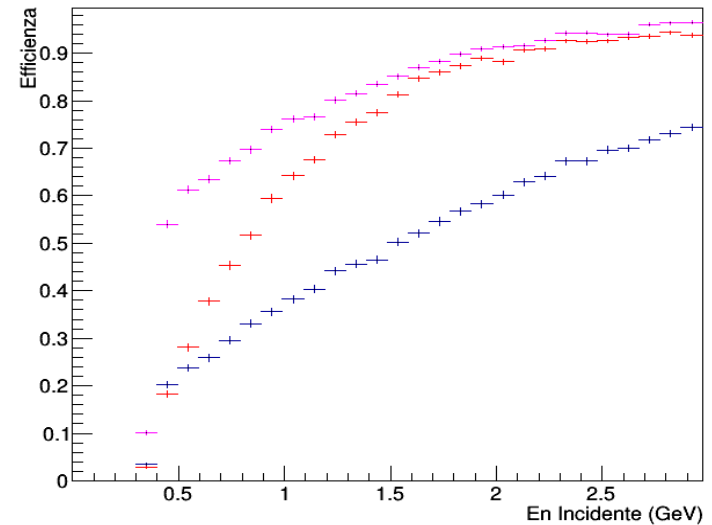
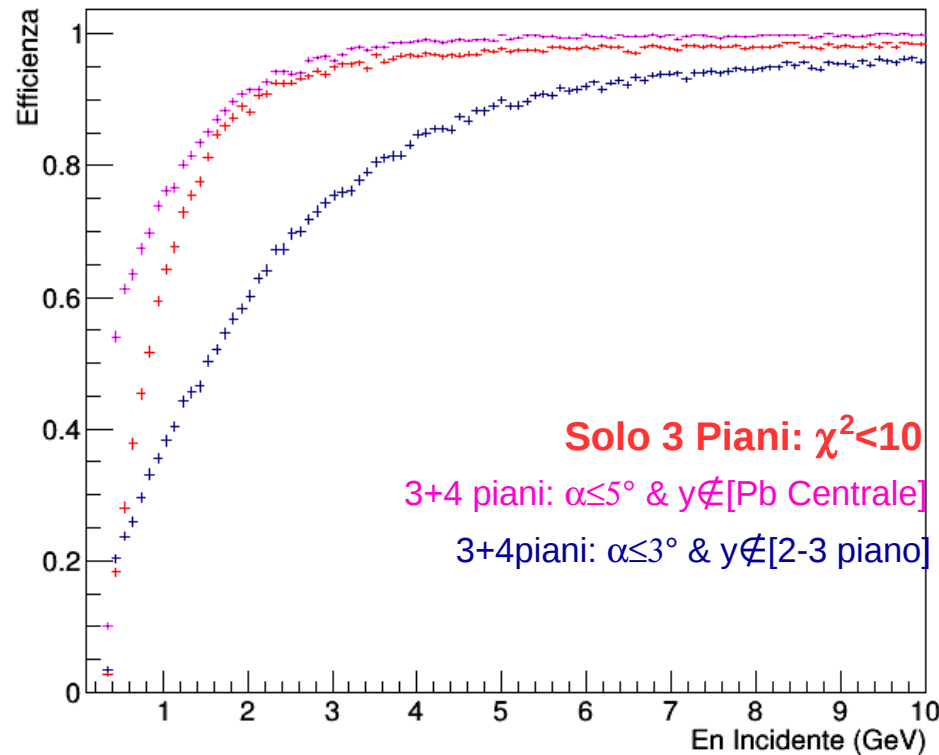
Taglio 2



Confronto configurazioni a 3 e 4 piani

L 1-2 = L 3-4 = 65 cm; L 2-3 = 35 cm; Spessore Pb = 25 cm; L Pb-3 = 10 cm

$$\frac{N_{PostPb\&Tagli}}{N_{Almeno3Piani}}$$

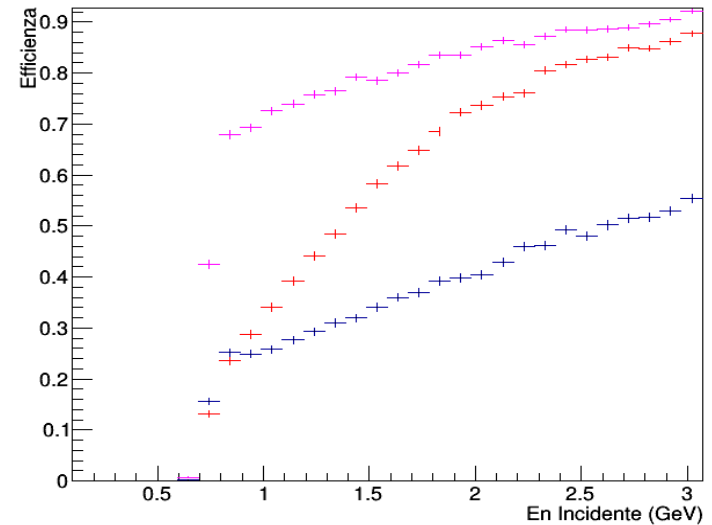
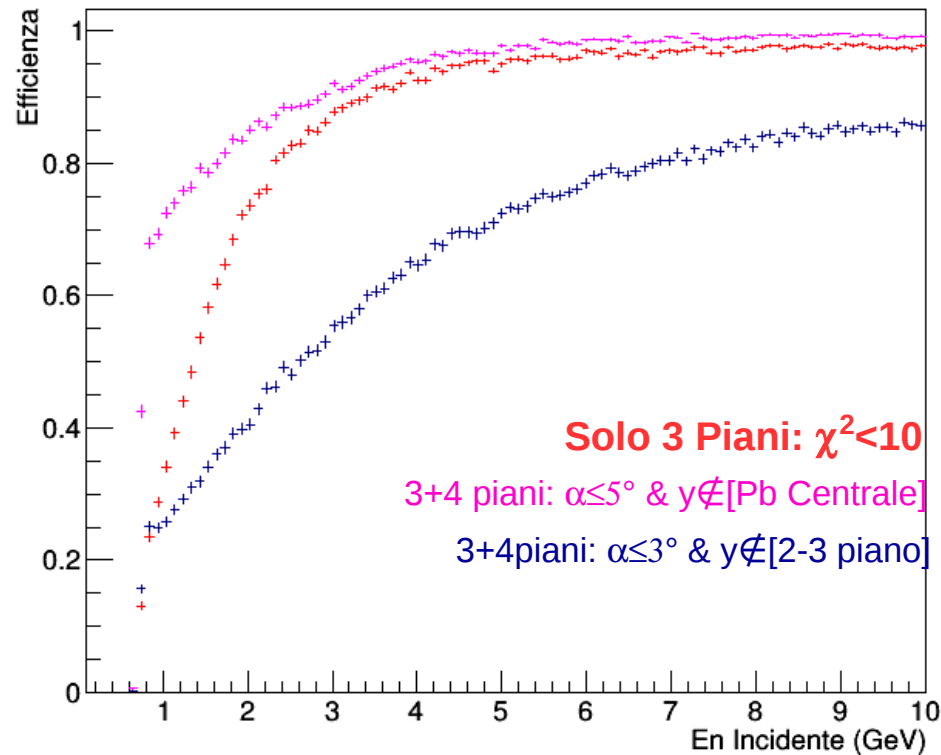


- **Taglio soft (3+4) piani:** minore potere di reiezione;
- **Taglio hard (3+4) piani:** maggiore potere di reiezione ma scarsa efficienza (>10% eventi di segnale persi)

Confronto configurazioni a 3 e 4 piani

L 1-2 = L 3-4 = 50 cm; L 2-3 = 60 cm; Spessore Pb = 50 cm; L Pb-3 = 5 cm

$$\frac{N_{PostPb\&Tagli}}{N_{Almeno3Piani}}$$



- **Taglio soft (3+4) piani:** minore potere di reiezione;
- **Taglio hard (3+4) piani:** maggiore potere di reiezione ma scarsa efficienza (>20% eventi di segnale persi)

Conclusioni

- **50 cm di Piombo** rappresentano l'unico modo per eliminare la componente fino a 750 MeV.
A questo punto, sono sufficienti 50 cm per eliminare il fondo?
- **La configurazione a tre piani è più efficiente.** La configurazione a quattro piani migliora la selezione fino a circa 1 GeV ma si rigetta oltre il 10% di eventi di segnale con 25 cm di Pb e oltre il 20% con 50 cm di Pb.