



Studio delle Deformazioni della Geometria del Tracker dell'Esperimento CMS

Relatore: **Ernesto Migliore**

Simone Pagliari



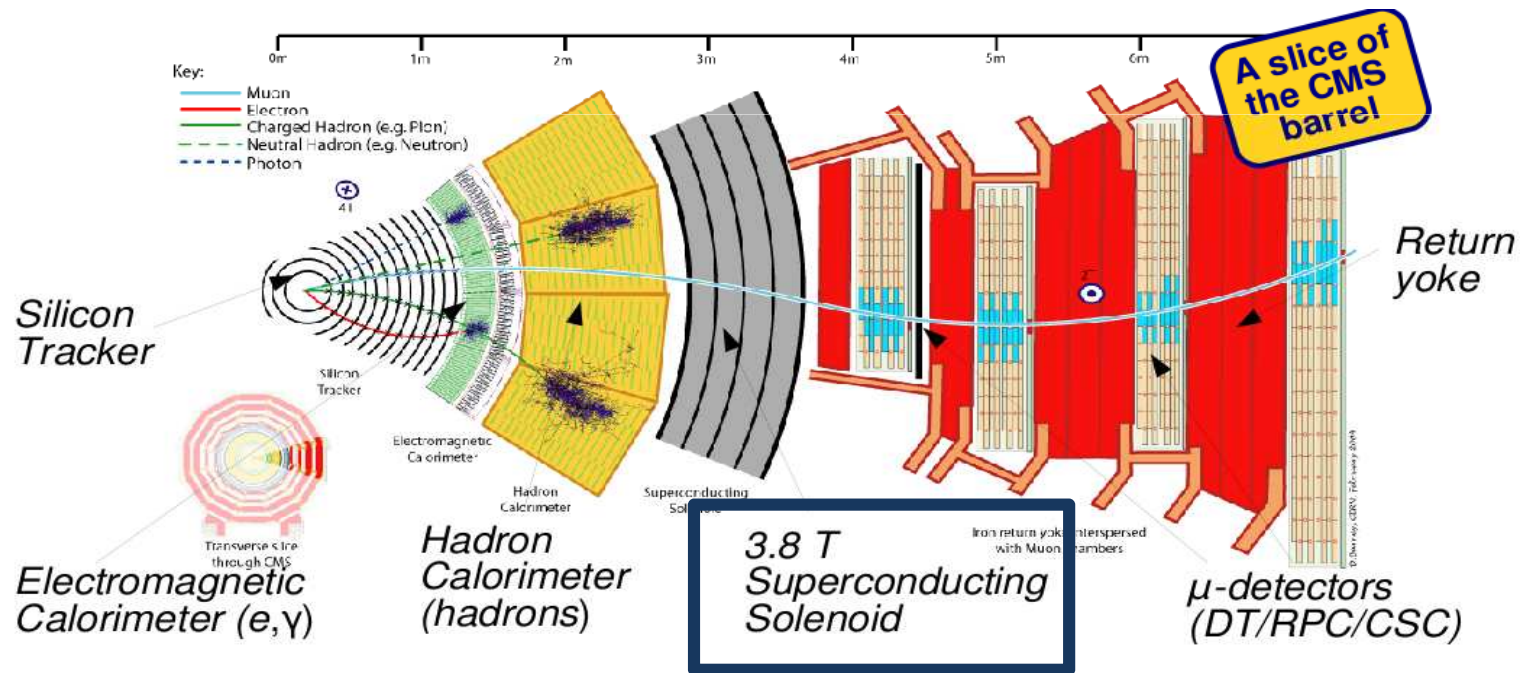
Sommario

- Introduzione su CMS e sul tracciatore
- Studi sulla E_{loss}
- Confronto tra risultati E_{loss} ed allineamento
- Ulteriori studi
- Conclusioni



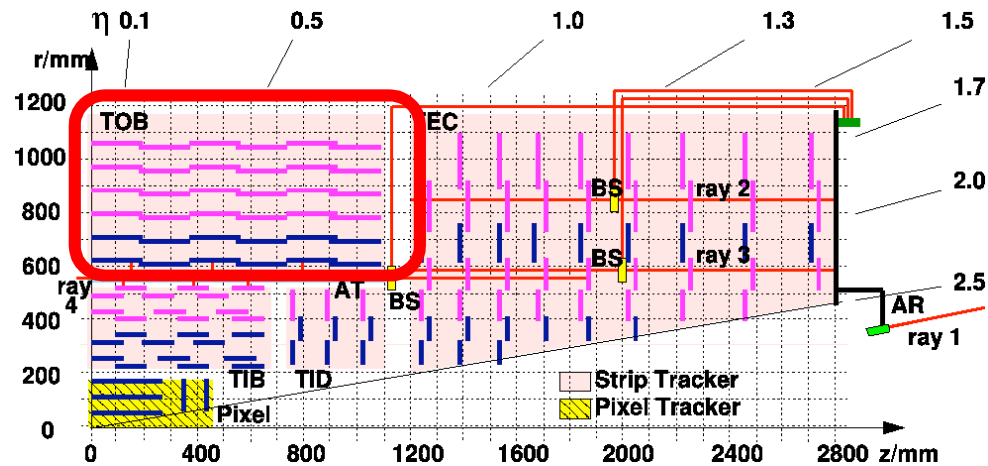
Compact Muon Solenoid

- L'esperimento CMS è uno dei 4 esperimenti a LHC che nei mesi scorsi ha preso dati con collisioni pp a 7 TeV
- E' un esperimento per la ricerca di "nuova fisica" (bosone di Higgs, supersimmetria,...)



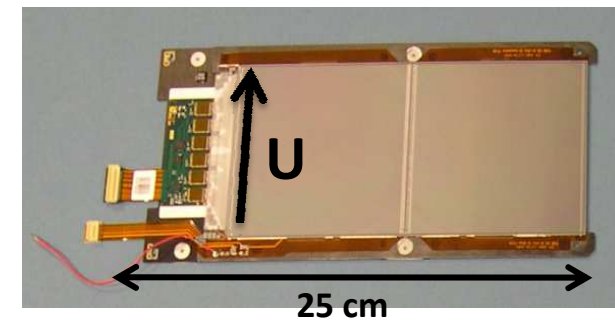
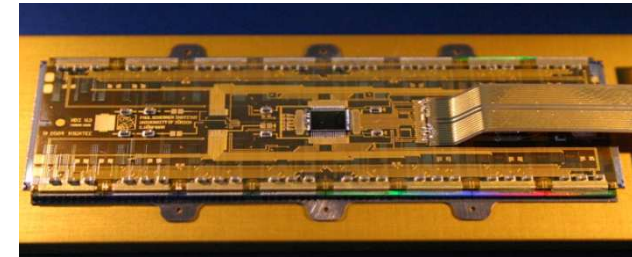


CMS Tracker



- TOB = Tracker Outer Barrel

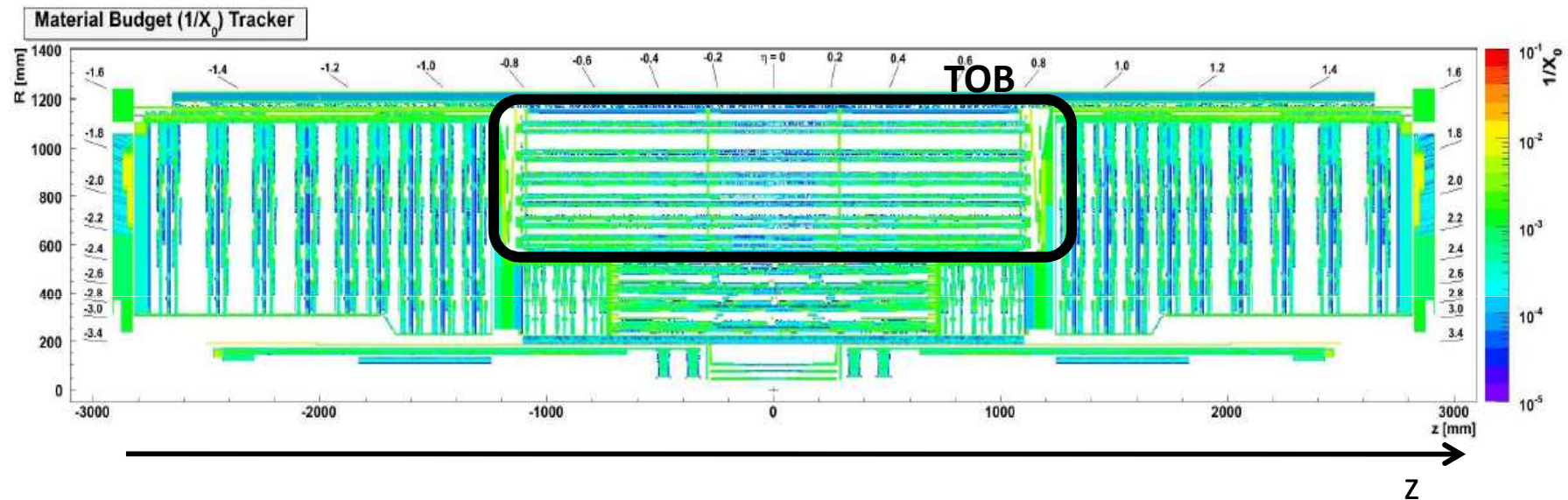
- Occupa un volume di 24 m^3 e ha una superficie di 200 m^2
- Copre una regione $|z| < 270 \text{ cm}$ e $|r| < 115 \text{ cm}$
- 1400 moduli a “pixel” (risoluzione intrinseca di $15\text{-}20 \mu\text{m}$)
- 15000 moduli a “strip” (risoluzione intrinseca di $20\text{-}50 \mu\text{m}$)





Materiale nel Tracker

- La ricostruzione delle tracce deve tener conto dell'interazione con il materiale che attraversano (E_{loss} , MS coulombiano).



- La descrizione del materiale in fase di ricostruzione delle tracce è limitata da
 1. Incertezze sulla quantità totale di materiale presente
 2. approssimazioni usate nel "mapping" del materiale durante la ricostruzione della traccia

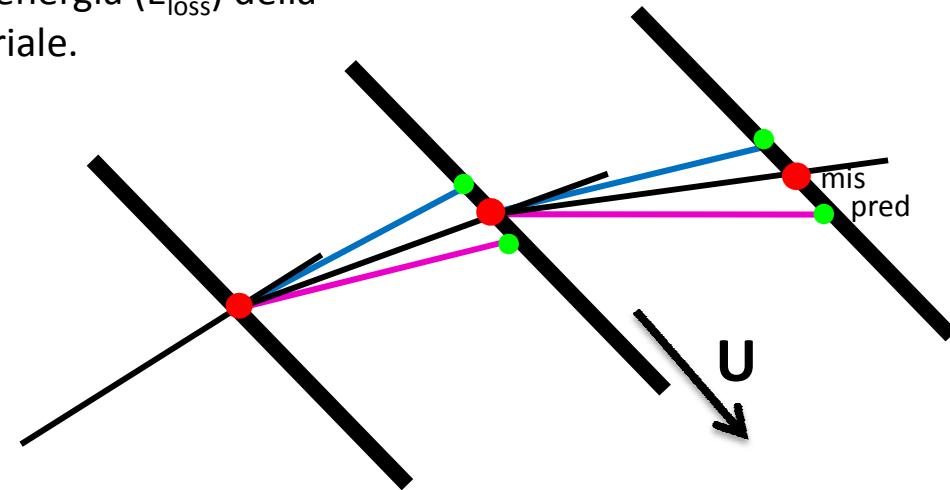


Effetti di Energy Loss

Una stima della quantità di materiale nel Tracker può essere fatta direttamente dai dati misurando la perdita di energia (E_{loss}) della particella dovuta alla sua interazione col materiale.

residuo: $res = u_{\text{mis}} - u_{\text{estr}}$

- La distribuzione dei **residui con segno**:
 $res_{\text{sign}} = q * res$ indica quindi se si sta **sovrastimando** o **sottostimando** la E_{loss} e di conseguenza il materiale attraversato



Traiettoria fisica

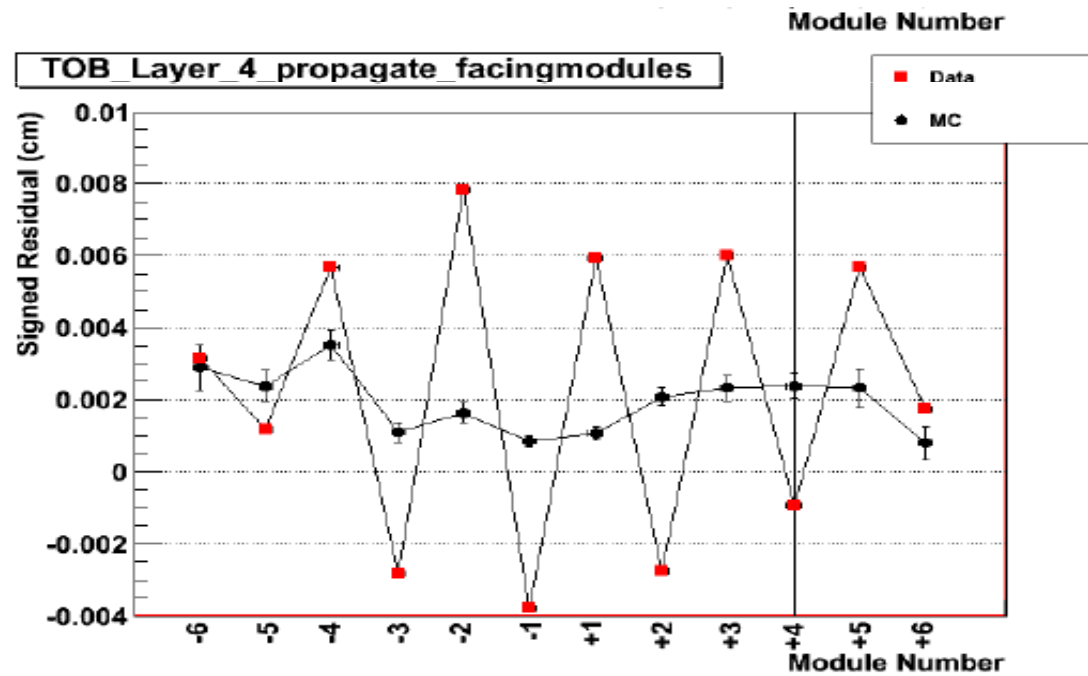
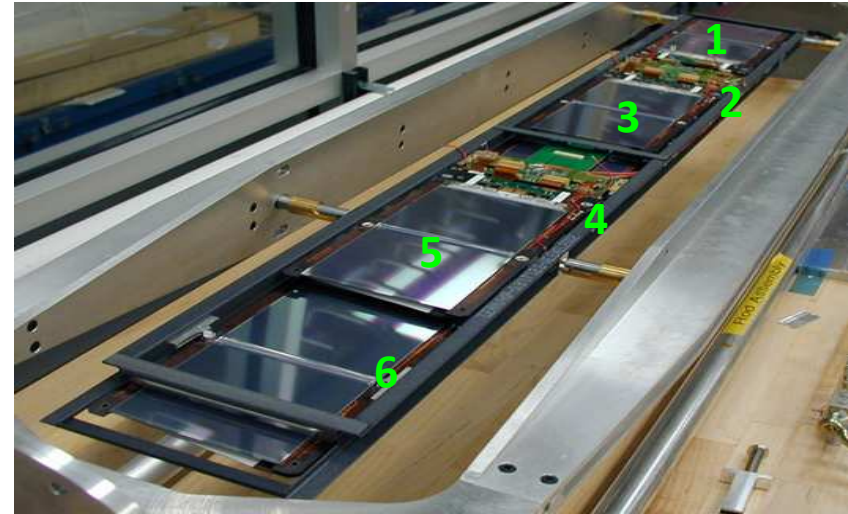
- + se la hit è fuori dalla curva estrapolata $\rightarrow E_{\text{loss}}$ sovrastimata
- se la hit è dentro la curva estrapolata $\rightarrow E_{\text{loss}}$ sottostimata

- Un esempio numerico
 - $B = 3.8\text{T}$
 - $p_t = 1\text{ GeV} \rightarrow \rho = 1\text{ m}$
 \rightarrow tra due layer ($\Delta r = 10\text{ cm}$) la traccia si sposta di circa 5 mm
 - attraversando un sensore di Si spesso 500 μm ($0.05 X_0$) la particella perde 2.5 MeV
 \rightarrow spostamento extra nel piano di misura di 12.5 μm



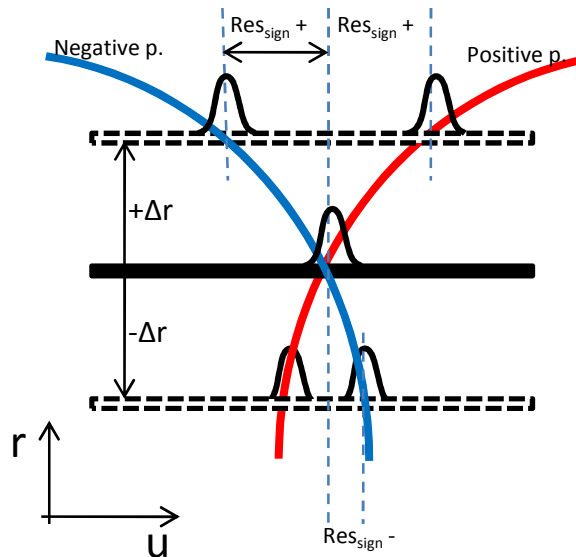
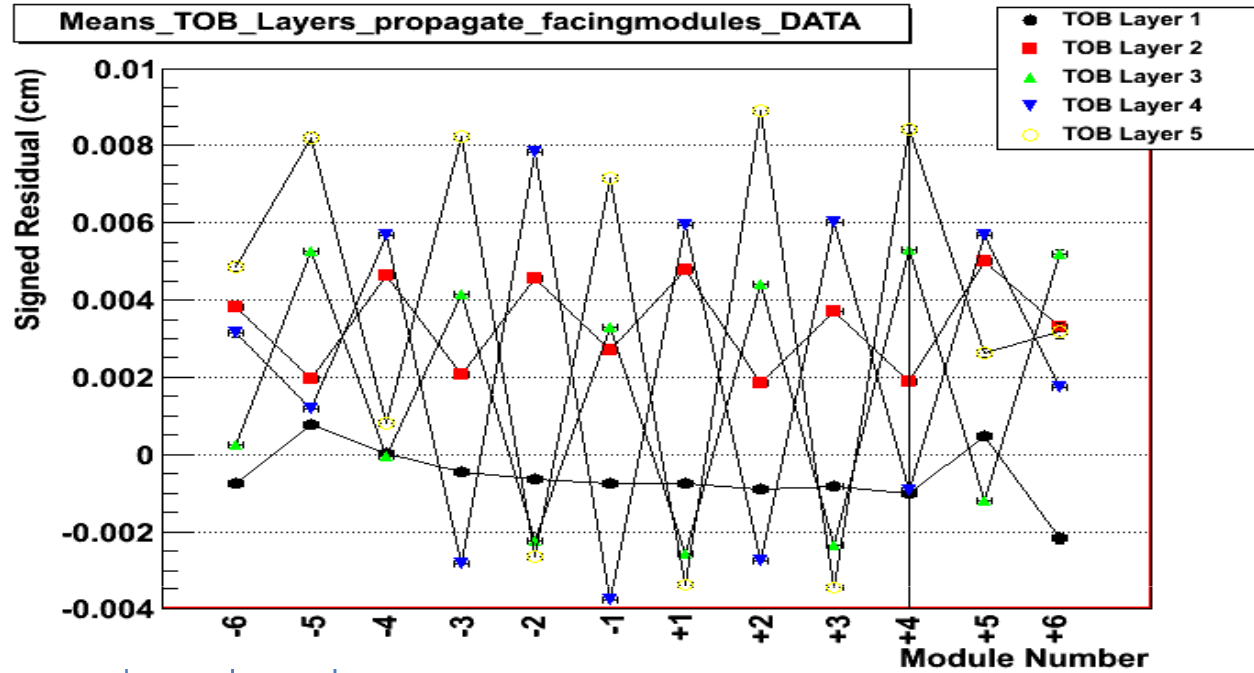
Studi sulla Energy Loss

- Da uno studio sulla E_{loss} usando tracce da collisione si nota nel TOB un pattern singolare di res_{sign} che non è presente nella simulazione





Un effetto geometrico?



- Un offset di res_{sign} può essere dovuto, oltre che ad una cattiva stima della E_{loss} , ad una errata determinazione della posizione del modulo nella direzione radiale → problema di allineamento



Allineamento

- Track Based Alignment = minimizzazione dei quadrati dei residui pesati sugli errori

$$\Omega(p, q) = \sum_{j=1}^{tracks} \sum_{i=1}^{hits} r_{ij}^T(p, q_j) V_{ij}^{-1} r_{ij}(p, q_j)$$

- La procedura standard per determinare le posizioni dei moduli usa contemporaneamente tracce positive e tracce negative e utilizza le DMR (**D**istribuzioni delle **M**ediane dei **R**esidui) per stimare il “centraggio” dei residui

$\mu_{1/2}$ = Distribuzioni delle Mediane dei Residui

- In questa tesi si è studiato separatamente il comportamento di tracce positive e negative

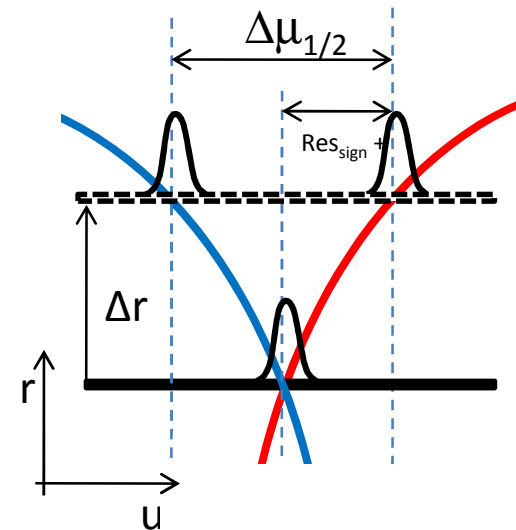
- Uno spostamento in r deve vedersi in uno sdoppiamento delle DMR ottenute con tracce positive/negative

$$DdMR \rightarrow \Delta\mu_{1/2} = \mu_{1/2}(+) - \mu_{1/2}(-) = 2 * res_{sign}$$

- Campione utilizzato (1/nb):

- 6 M/ 6 M di tracce +/- da collisioni pp $\sqrt{s} = 7 \text{ TeV}$
- $p_t > 0.65 \text{ GeV}$ & $p < 3 \text{ GeV}$ *
- I moduli usati nelle DMR hanno # hits > 30

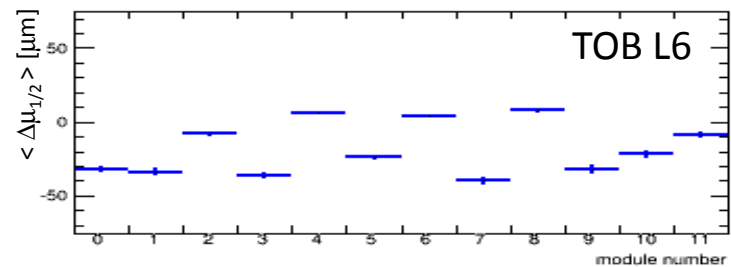
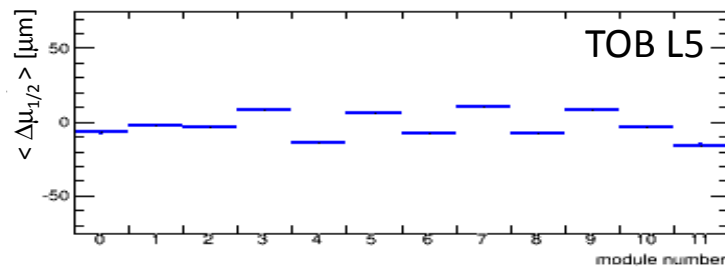
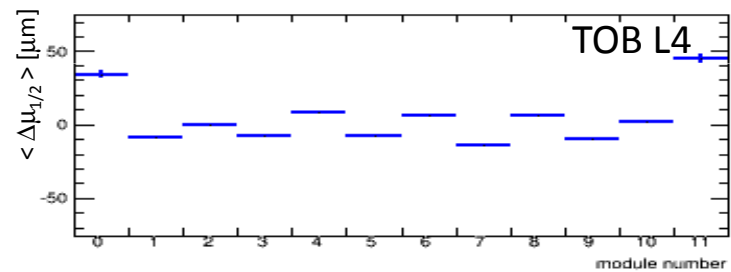
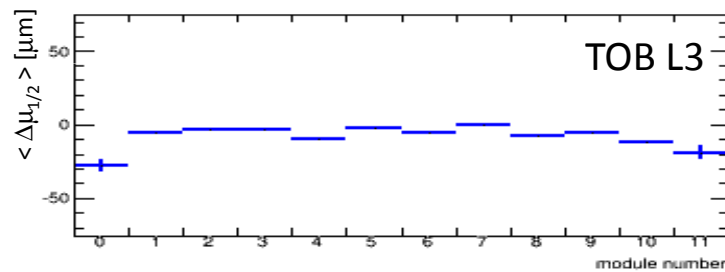
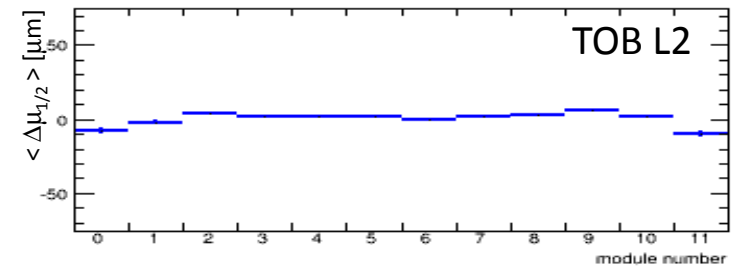
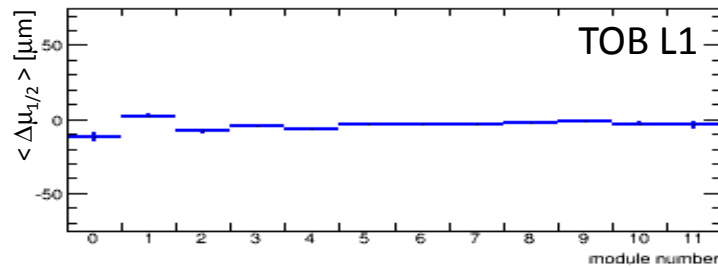
* le tracce usate per l'allineamento hanno in genere $p > 3 \text{ GeV}$





Effetti Osservati nel TOB

- Si è analizzato il TOB servendosi delle DdMR (Distribuzioni delle differenze delle Mediane dei Residui)
- moduli raggruppati in ogni layer in base alla posizione nella rod lungo z
- profili di $\langle \Delta\mu_{1/2} \rangle$ in funzione di z con incertezze $\frac{rms}{\sqrt{N}}$



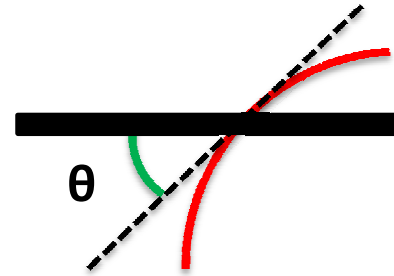
- In generale gli andamenti sono più piatti di quelli riscontrati negli studi di E_{loss}



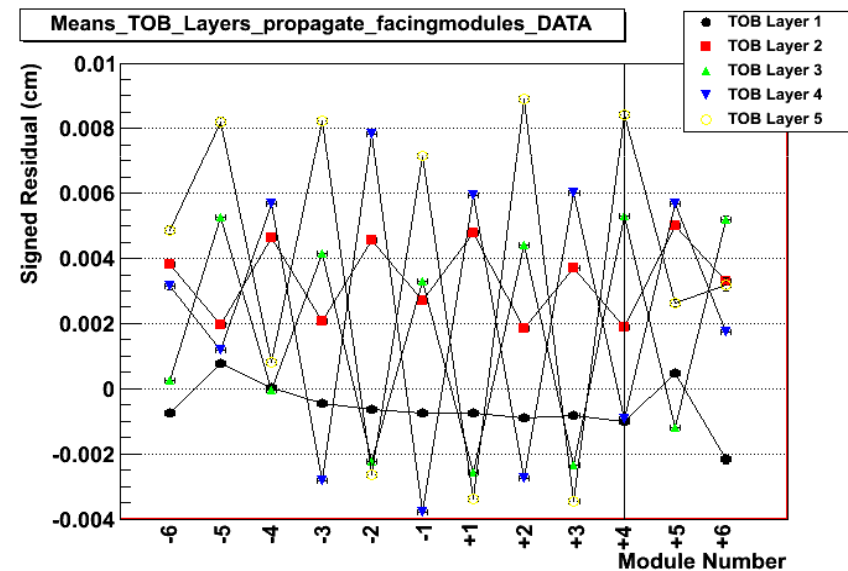
Sensibilità del metodo ad un disallineamento radiale

Il metodo utilizzato è sensibile a spostamenti in r ?

- Nel caso di un offset Δr si ha una funzione di r, p_t :
$$res_{sign} = \Delta r * \tan[\theta(r, p_t)]$$



TOB LAYER	res_{sign} [μm]	Δr [μm]
3	25	88
4	35	112
5	45	128
6	55	137

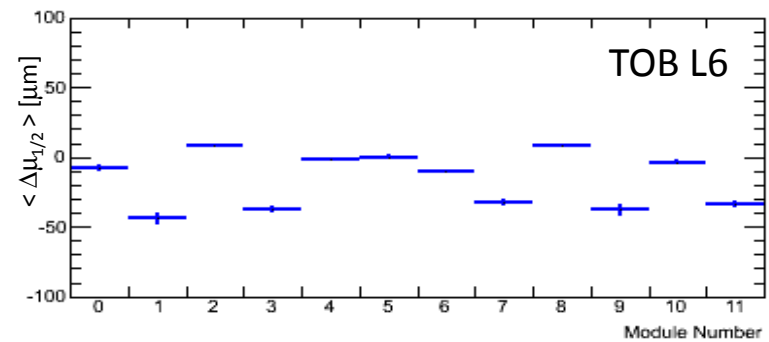
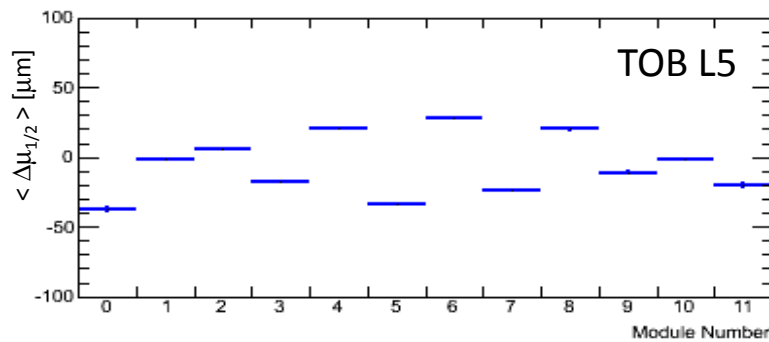
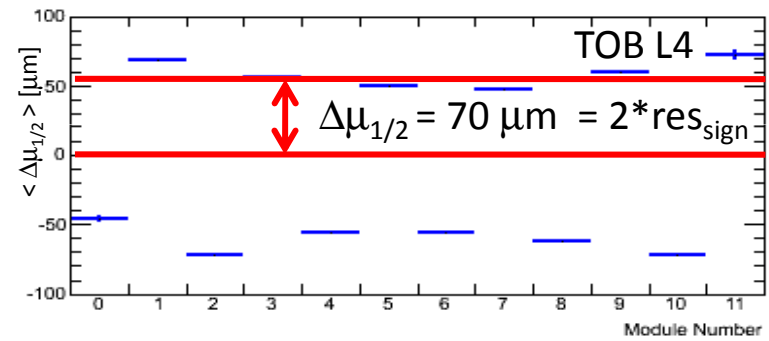
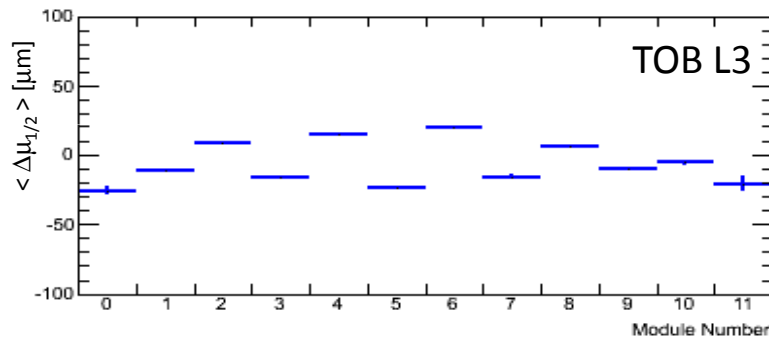
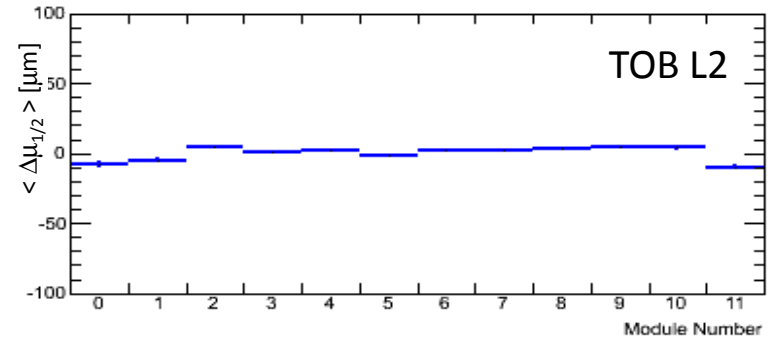
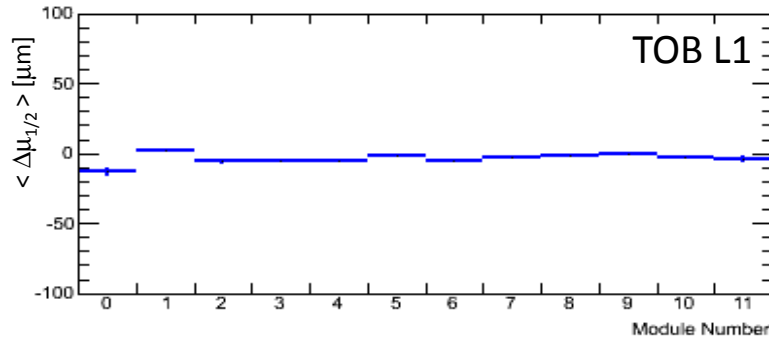


- Si produce una geometria del Tracker in cui i moduli di TOB L4 sono traslati artificialmente di $\Delta r = \pm 112 \mu m$ (il segno segue la classificazione dei moduli “alternata” usata per l’analisi di E_{loss})



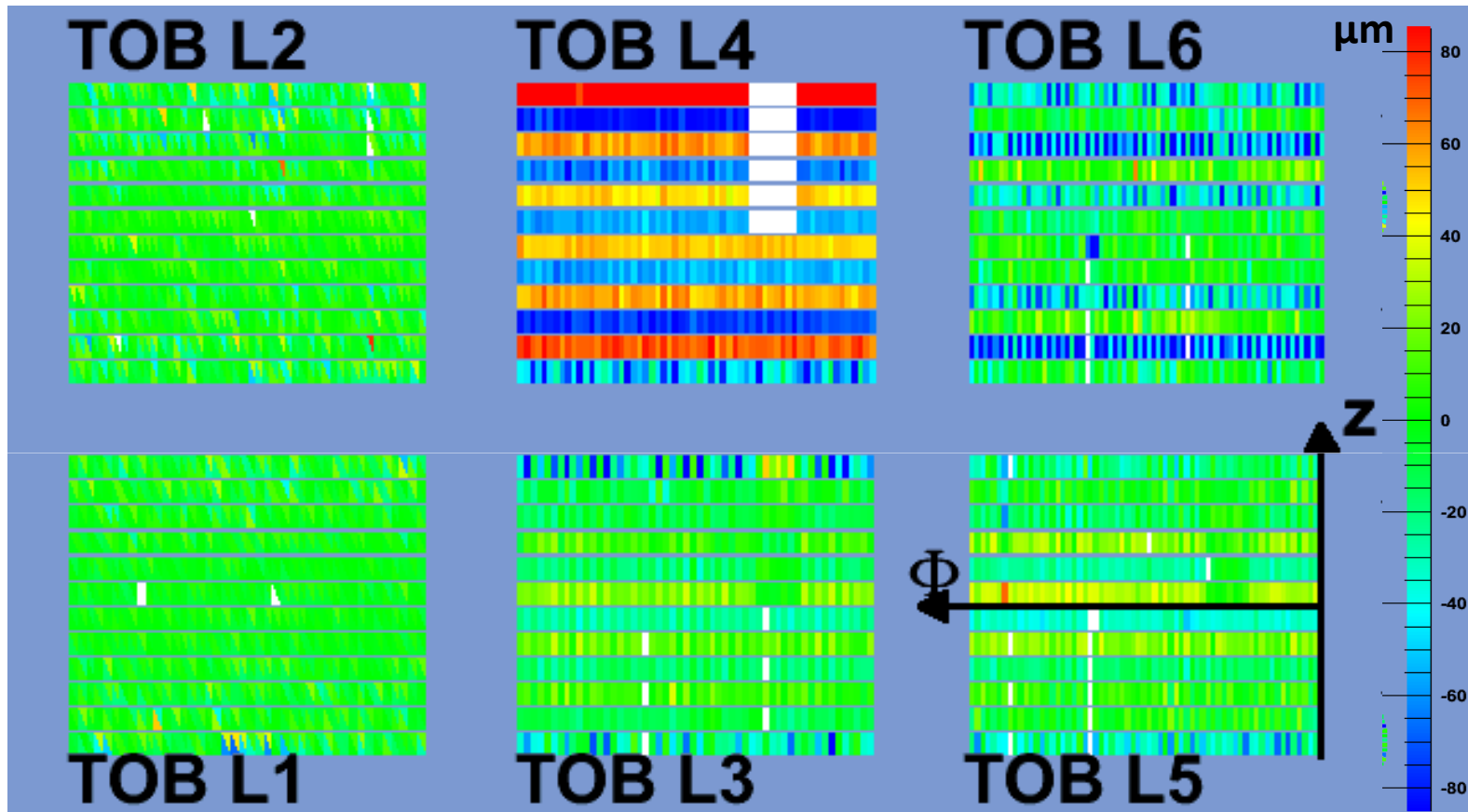
Effetti indotti nel TOB

TOB Layer Profiles di $\langle \Delta\mu_{1/2} \rangle$ con Δr artificiale su TOB Layer 4





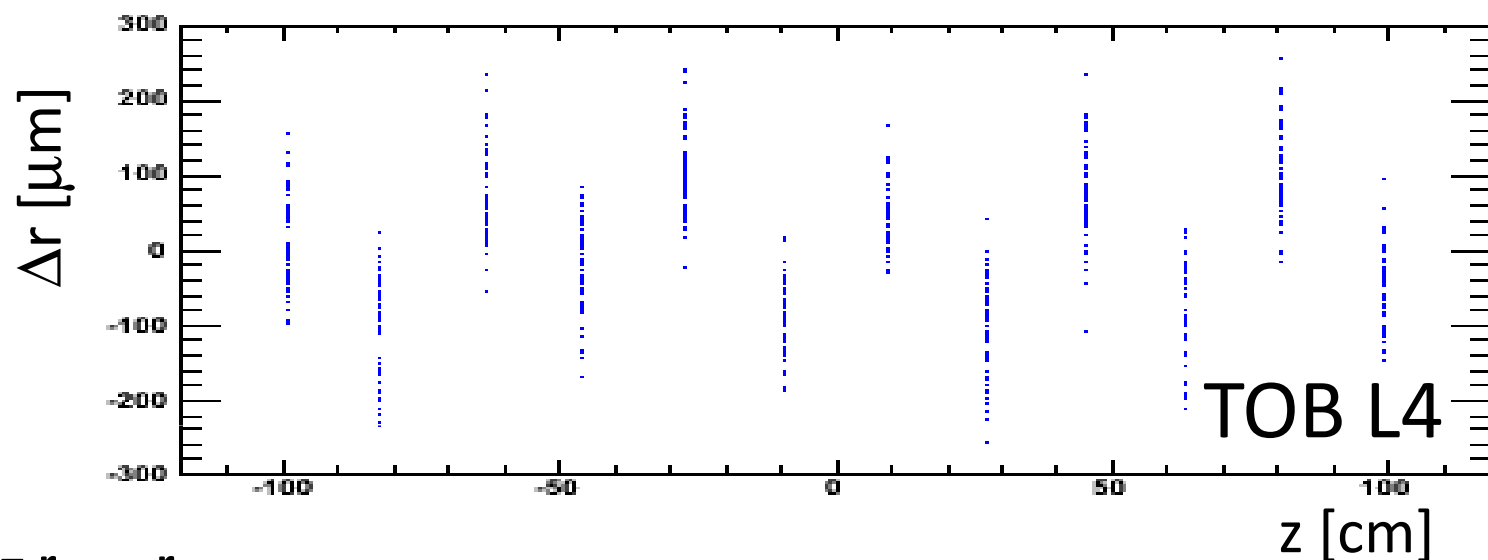
Mappe delle DdMR nel TOB





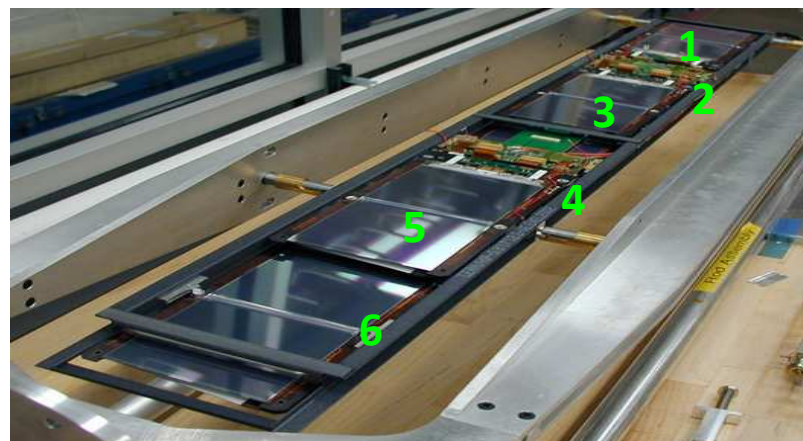
Differenze dalla geometria di progetto (Δr vs z)

Δr dei moduli del TOB escludendo spostamenti di grado maggiore (rod, layer, ecc.)



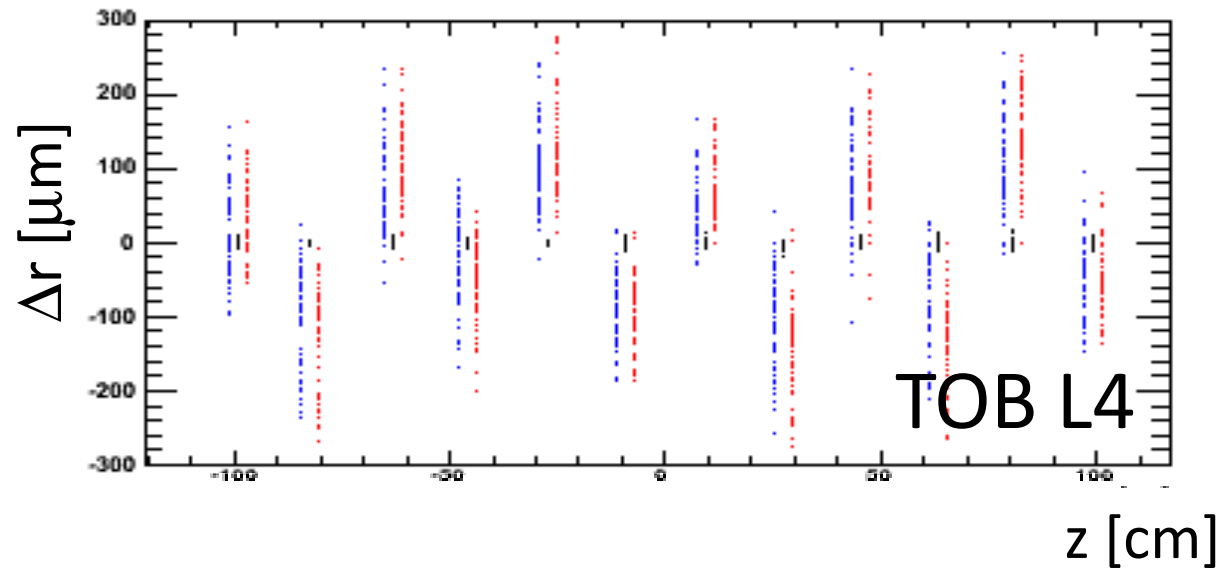
$$\Delta r = r_{\text{allin.}} - r_{\text{progetto}}$$

Andamento di Δr simile a quello osservato per $\langle \Delta \mu_{1/2} \rangle$ e Res_{sign}





Differenze dalla geometria di progetto (Δr vs z)



- dati 2010 (cosmici+collisioni)
APV in deconvolution mode
Algoritmo Millepede

- dati 2008 (cosmici)
APV in peak
Algoritmo HIP

- dati simulati
Algoritmo Millepede

L'andamento osservato:

- non dipende dal campione usato
- non dipende dalla configurazione dell'elettronica di lettura
- non dipende dall'algoritmo di allineamento
- assente nella simulazione



Conclusioni

- Per la prima volta è stato verificato che le posizioni dei moduli determinate mediante le procedure di allineamento si comportano sostanzialmente come atteso quando si considerano tracce positive e negative separatamente
- Cross-check con gli studi sulla E_{loss} → Differenti algoritmi nel calcolo dei residui usati nelle due analisi
- La comprensione dettagliata dei fenomeni osservati nella geometria è oggetto di studio ma non sembra essere introdotto dall'allineamento



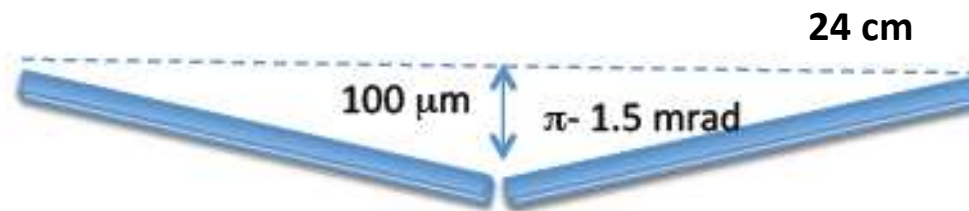
EXTRA-SLIDES



Un fattore che entra in gioco

“kinks”

- I due sensori che compongono i moduli del TOB hanno un “kink” di circa 1.5 mrad che non è descritto (attualmente) nel software di CMS



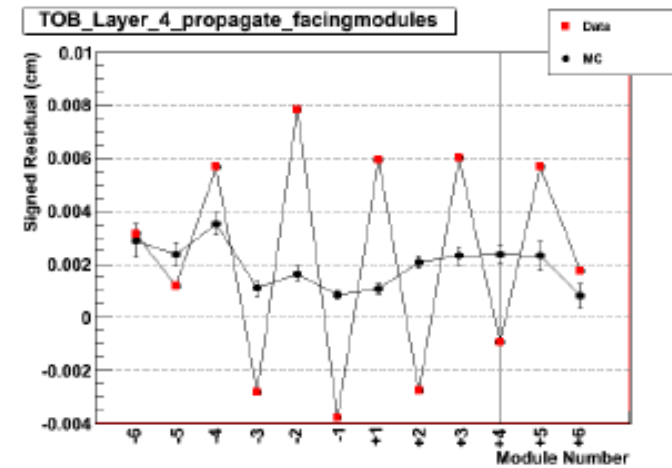
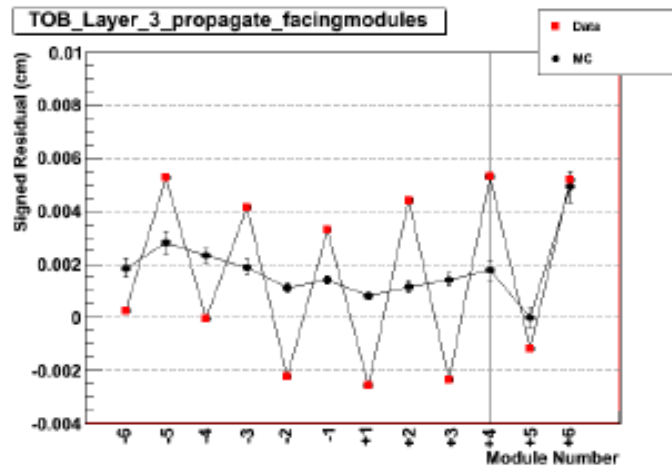
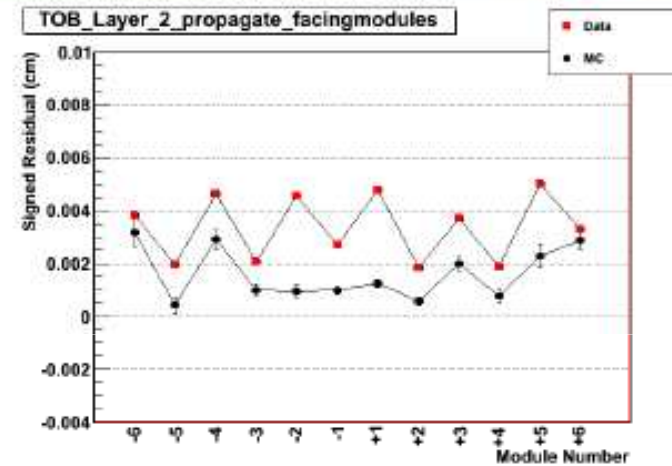
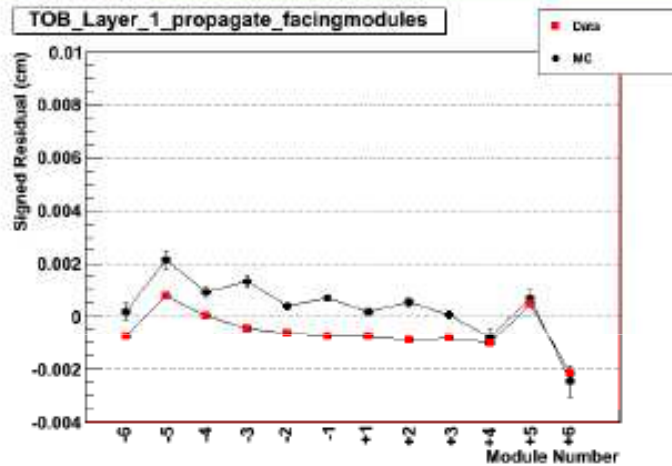
- Ultimi studi:
 - Correlazioni DdMR/kink/dR
 - DdMR in intervalli differenti di impulso



Confronto DATA e Montecarlo di studio su Eloss



Comparing DATA and MC





Effetti osservati nel TOB

TOB Layer Profiles di $\langle \Delta\mu_{1/2} \rangle$ senza taglio $p < 3\text{GeV}$

