

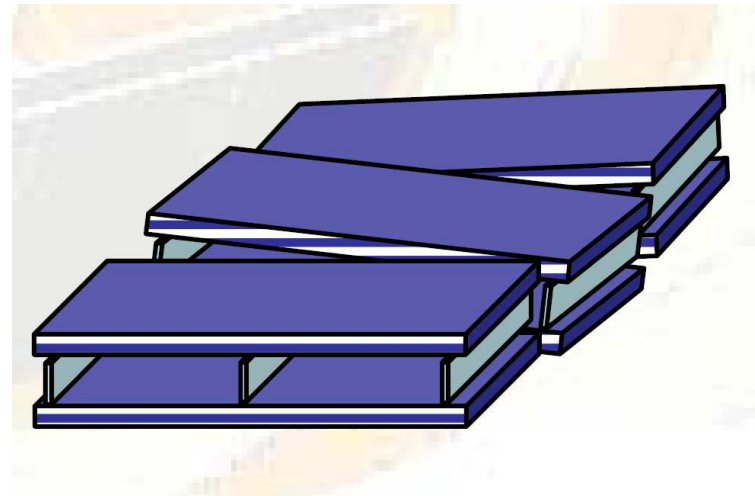
Calibrazioni e misura di efficienze dello spettrometro di ATLAS con eventi di fisica

S.Miscetti, C.Gatti e M.Antonelli

- Campioni di MC utilizzati
- Misura della risoluzione di impulso con $Z \rightarrow \mu\mu$
- Calibrazione di impulso con $Z \rightarrow \mu\mu$
- Misura delle efficienze a basso p_T con $J/\psi \rightarrow \mu\mu$

Campioni MC

Detector simulato con misallineamenti (mm), rotazioni (mrad) e mappa del campo magnetico modificata (mm+mrad).
Abbiamo ricostruito file RDO (raw) utilizzando le mappe modificate (**MISALBMAT**) e quelle ideali (**IDEAL**):
MISALBMAT= eventi ben calibrati
IDEAL=eventi scalibrati
Approssimativamente questa corrisponde alla situazione dopo l'istallazione.



Per questi studi abbiamo usato:

150,000 $Z \rightarrow \mu\mu$ (athena 12.0.31) per studi di risoluzione e calibrazione

50,000 $J/\psi \rightarrow \mu\mu$ (athena 12.0.6) per studi di efficienze

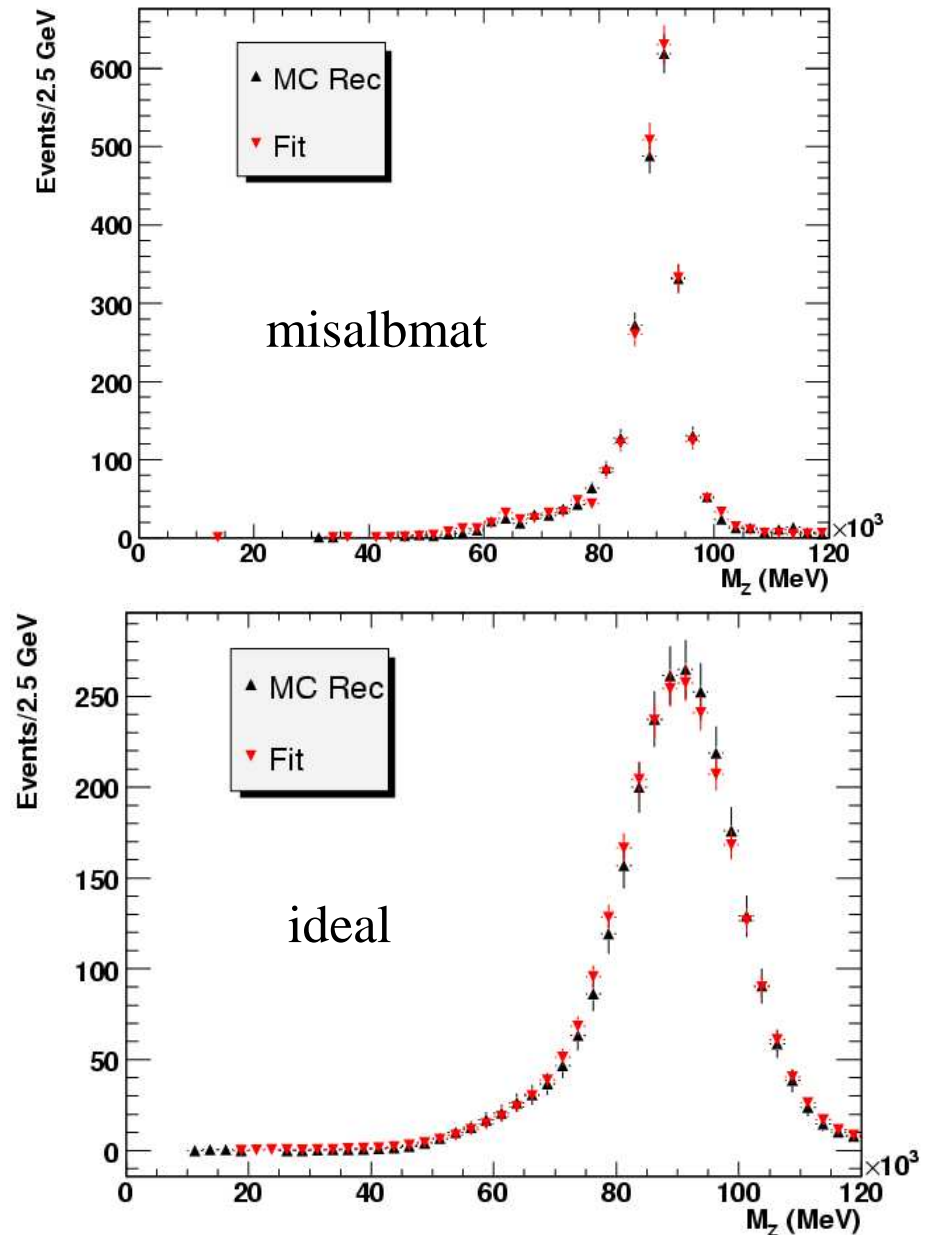
50,000 eventi B con $\geq 1 \mu_6$ (athena 12.0.6) per studio del fondo alle J/ψ

Misura di $\sigma(p)$ e scala di energia: metodo 1

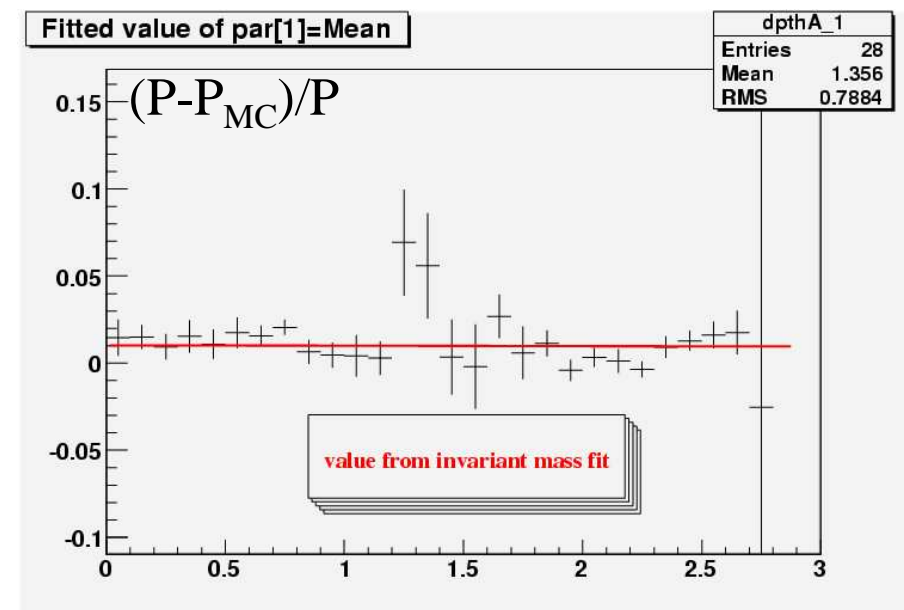
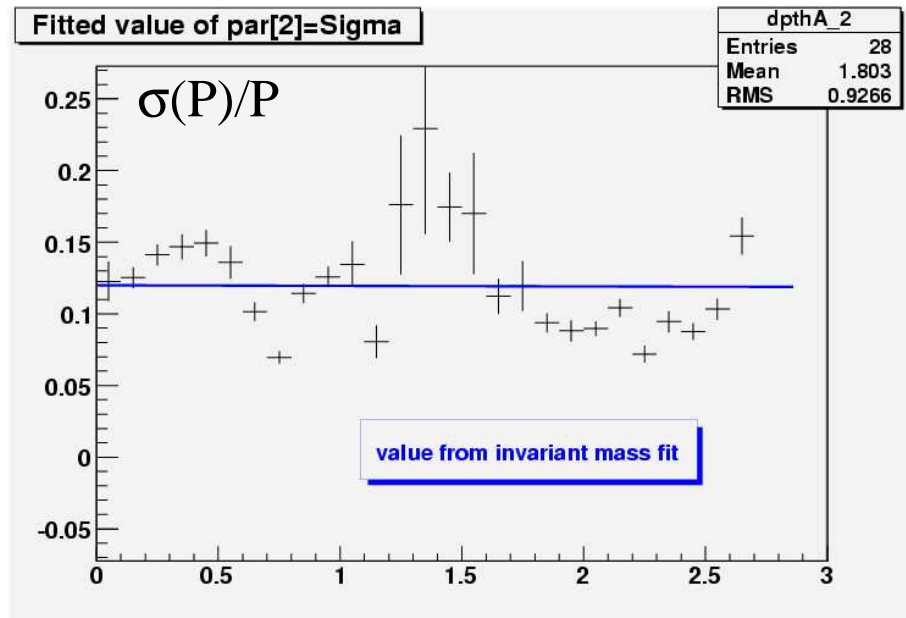
Due metodi per misurare risoluzione e scala globale di energia, fittando la lineshape della Z dei “dati” con il MC opportunamente modificato da parametri di scala e risoluzione.
Campione di 30,000 eventi (15,000 “dati” e 15,000 MC).

Metodo 1:

L’impulso delle tracce nel MC viene shift-ato e smear-ato per fittare i “dati”.
Parametri determinati allo 0.1%.



Misura di $\sigma(p)$ e scala di energia: metodo 1

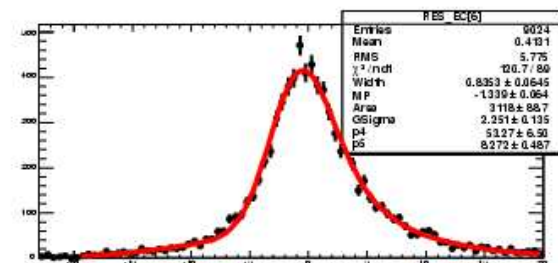
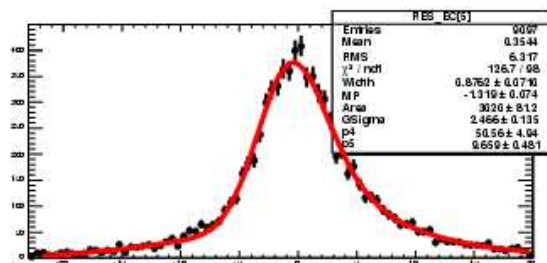
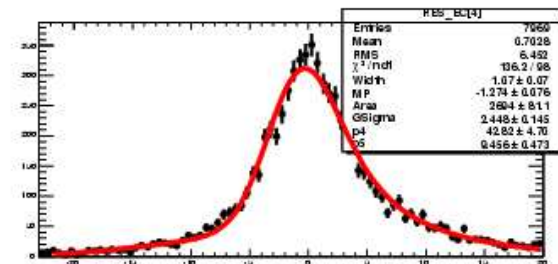
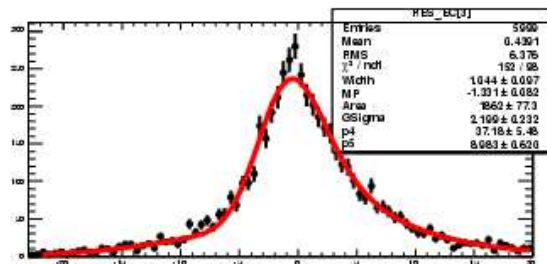
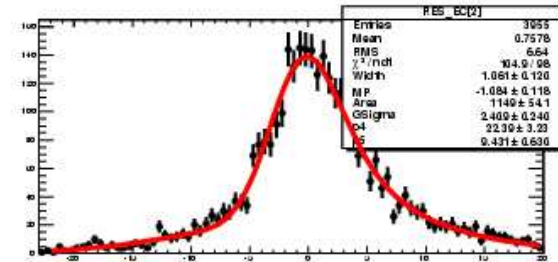
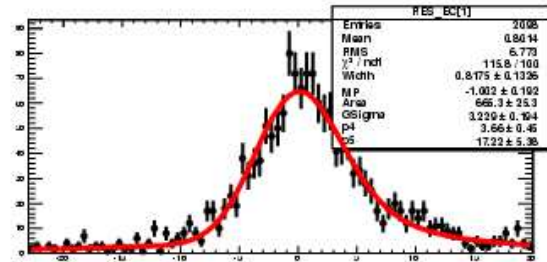


Qui nel caso IDEAL, si ha un buon confronto tra parametri ottenuti dal fit (linee) e valore aspettato dalla verità MC (crocette).

Misura di $\sigma(p)$ e scala di energia: metodo 2

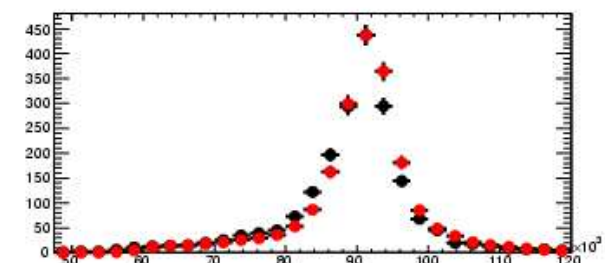
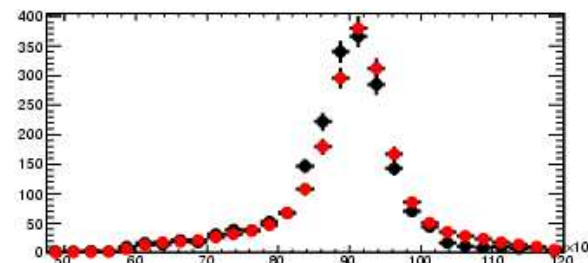
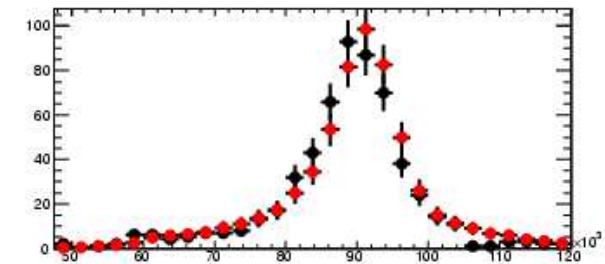
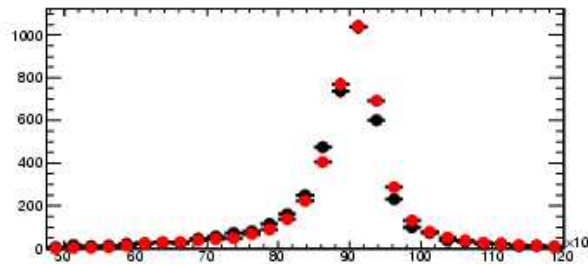
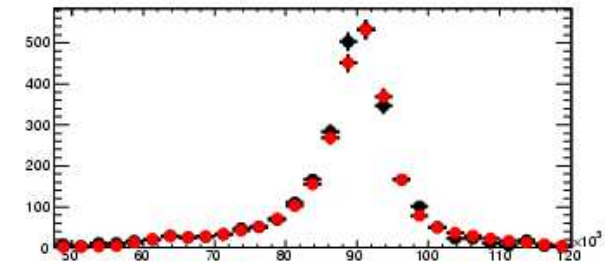
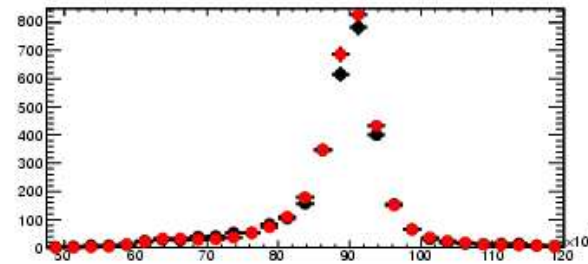
Metodo 2:

Curva di risoluzione di impulso determinata dalla verità MC. Best fit con Landau \otimes Gauss + Gauss. Quindi, fit alla lineshape della Z ottenuto partendo dagli impulsi MC generati e applicando lo smearing secondo la parametrizzazione.



Misura di $\sigma(p)$ e scala di energia: metodo 2

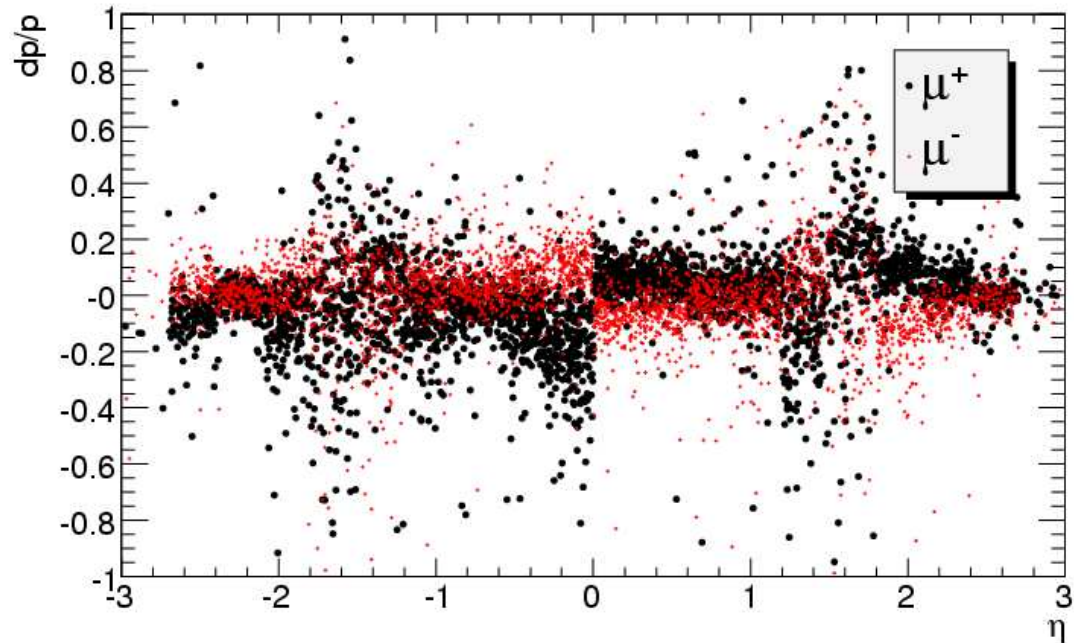
Risultati dei fit nel caso MISALBMAT, per diverse regioni di attraversamento dei muoni (barrel \times endcap \times interfaccie).
In questo caso solo la scala di impulso è usata come parametro di fit. Errore stat all'0.1% come nel caso precedente.



Calibrazione dello spettrometro con $Z \rightarrow \mu\mu$

Abbiamo sviluppato un primo tentativo di calibrazione di impulso dello spettrometro utilizzando esclusivamente decadimenti $Z \rightarrow \mu\mu$, imponendo il vincolo della massa invariante:

$$M_Z^2 = 2p_+ p_- (1 - \cos\theta)$$



Poiché gli effetti di scalibrazione sono a livello di singola camera, abbiamo suddiviso il detector in torri (circa 360), definite come la regione angolare coperta dalle camere esterne nel barrel, e dalle camere intermedie nell'endcap. Il limite nel numero di torri è dovuto alla statistica: 80,000 Z ricostruite pari a circa 200 muoni per torre (vedremo pari a 100 "buoni"). Effetti di rotazione delle camere correggibili solo con torri più piccole.

Calibrazione dello spettrometro con $Z \rightarrow \mu\mu$

Metodo base:

stima dell'impulso del muone (1) dal muone (2):

$$p_1^{\text{est}} = M_Z^2 / 2p_2(1 - \cos\theta)$$

e correzione a livello di torre e per carica, del residuo medio: $(p - p^{\text{est}})/p$.

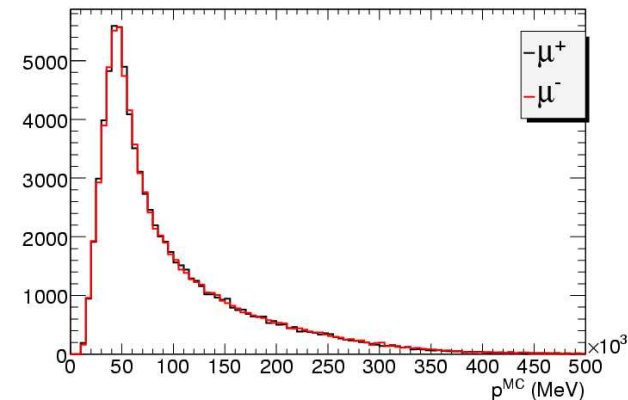
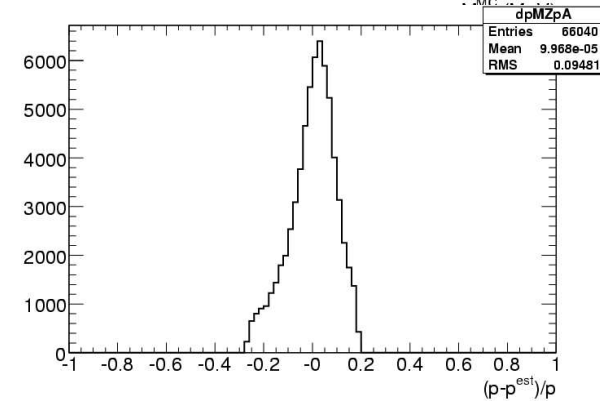
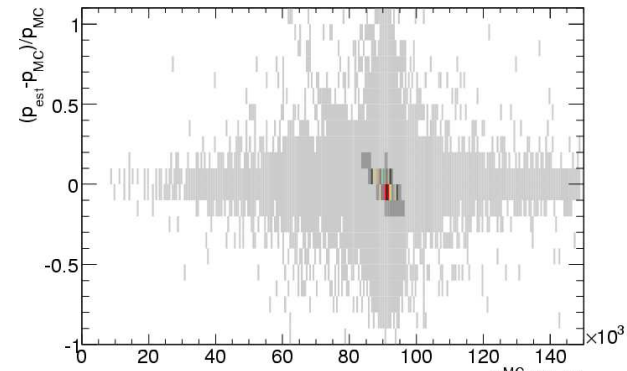
Assunzione base è che l'errore sull'impulso del muone taggante integrato su più torri si media a zero.

Alla fine ci aspettiamo:

$$dp/p \sim \langle dp^+/p + dp^-/p \rangle \rightarrow 0.$$

Allora richiediamo anche che $\langle p^-/p^+ \rangle = 1$ in modo che:

$$d(p^-/p^+) / (p^-/p^+) \sim \langle dp^-/p - dp^+/p \rangle \rightarrow 0.$$



Calibrazione dello spettrometro con $Z \rightarrow \mu\mu$

$$\frac{dp^+}{p^+} = \frac{dB}{B} - \frac{dS}{eBL^2} \times p^+$$

$$\frac{dp^-}{p^-} = \frac{dB}{B} + \frac{dS}{eBL^2} \times p^-$$

$$\frac{dB}{B} = \frac{1}{2} \left(\frac{dp^+}{p^+} + \frac{dp^-}{p^-} \right)$$

$$\frac{dS}{eBL^2} = \frac{1}{2} \left(\frac{dp^-}{(p^-)^2} - \frac{dp^+}{(p^+)^2} \right).$$

$$\Delta B = \frac{1}{2}(\delta^+ + \delta^-)$$

$$\Delta S = \frac{1}{2}(\Delta^- - \Delta^+),$$

$$p^\pm = p^\pm \times [1 - (\Delta B \mp \Delta S \times p^\pm)].$$

$$\Delta R = \frac{R^\pm - R_{MC}^\pm}{p^- + p^+},$$

$$p^\pm = p^\pm \times [1 \pm \Delta R \times p^\pm].$$

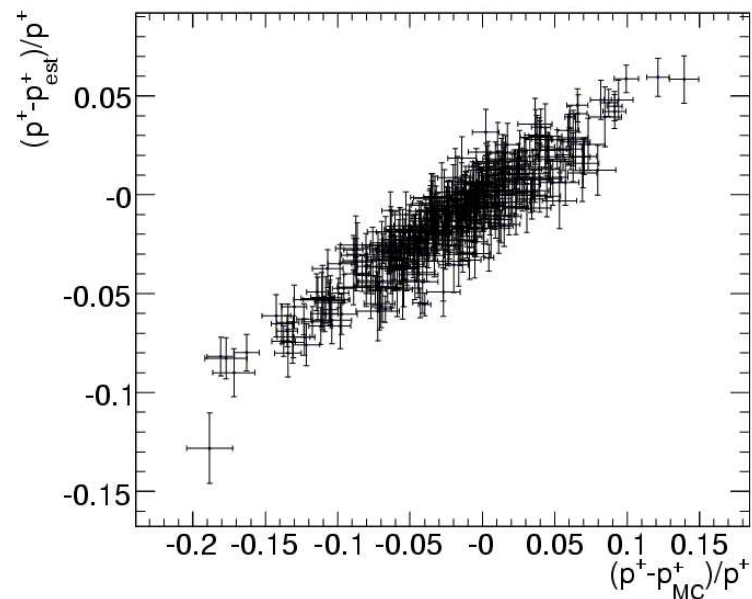
$$\delta_i^\pm = \frac{1}{N_i} \frac{\sum \text{events in tower } i (p^\pm - p_{est}^\pm)}{p^\pm}$$

$$\Delta_i^\pm = \frac{1}{N_i} \frac{\sum \text{events in tower } i (p^\pm - p_{est}^\pm)}{(p^\pm)^2}$$

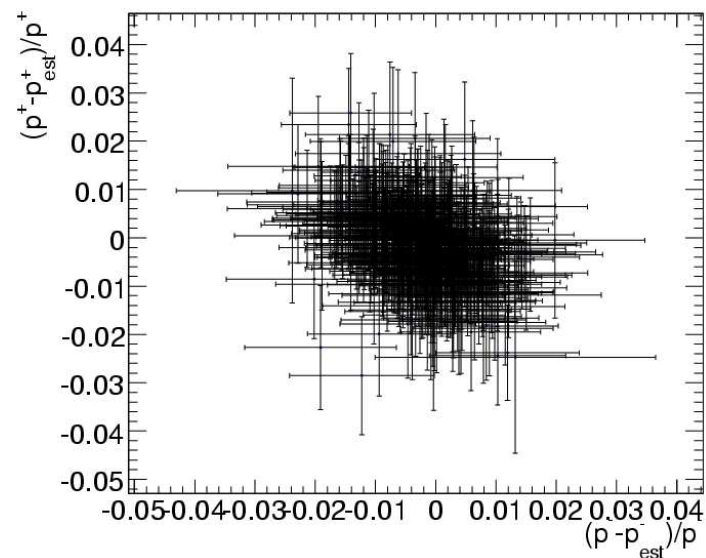
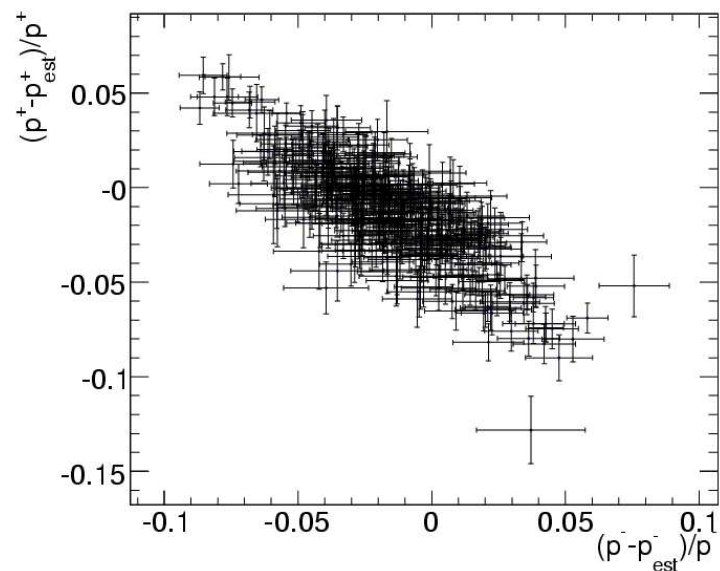
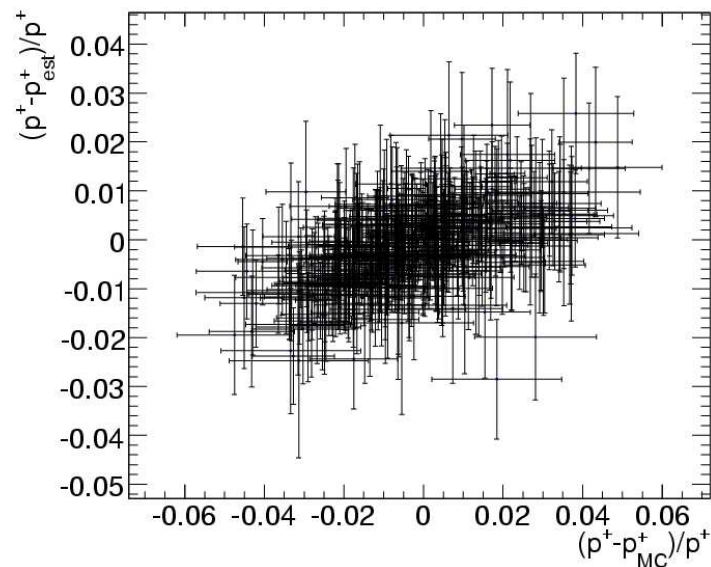
$$p^\pm = p^\pm \times [1 - (\Delta B \mp (\Delta S + \Delta R) \times p^\pm)]$$

Calibrazione dello spettrometro con $Z \rightarrow \mu\mu$

Iterazione 0

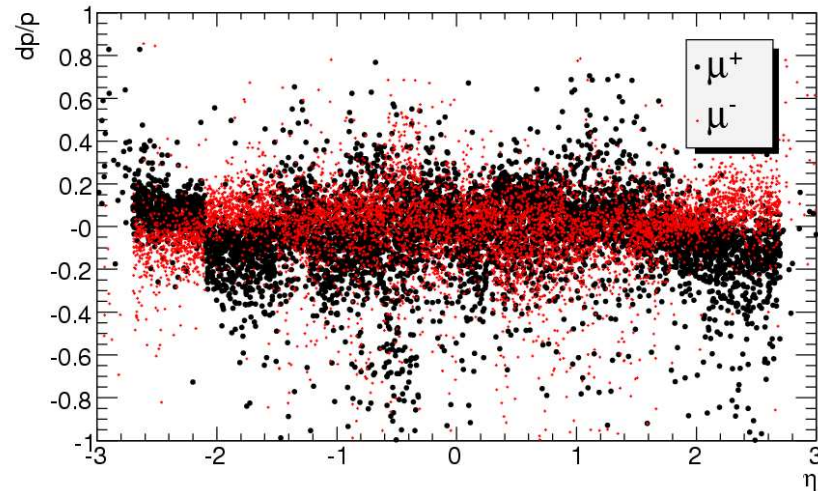


Ultima iterazione

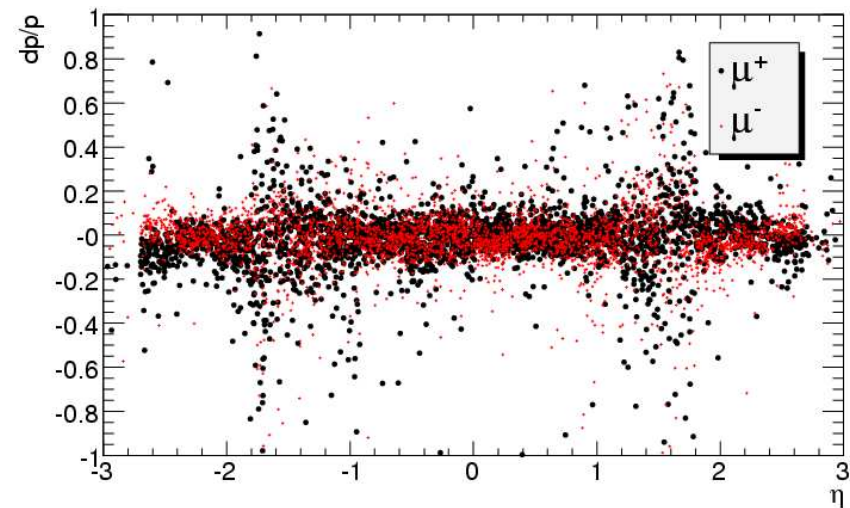
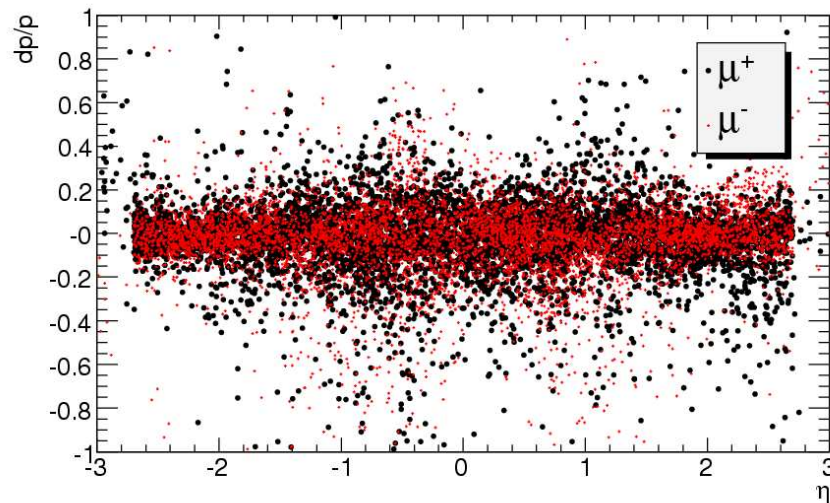
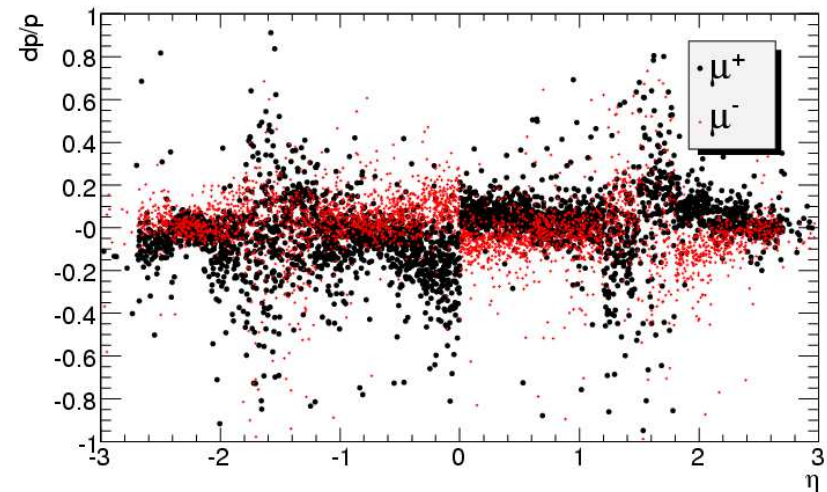


Calibrazione dello spettrometro con $Z \rightarrow \mu\mu$

SETTORE 11

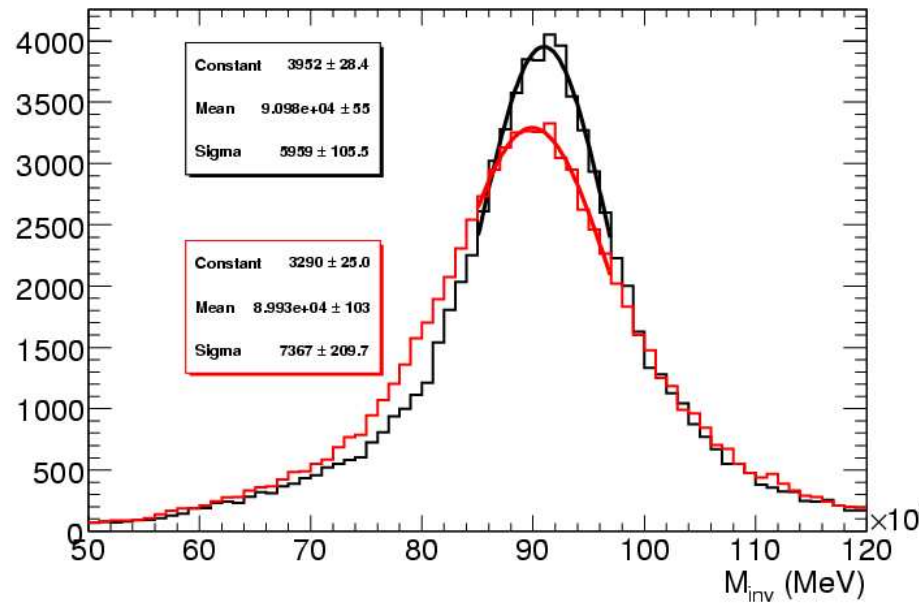


SETTORE 4

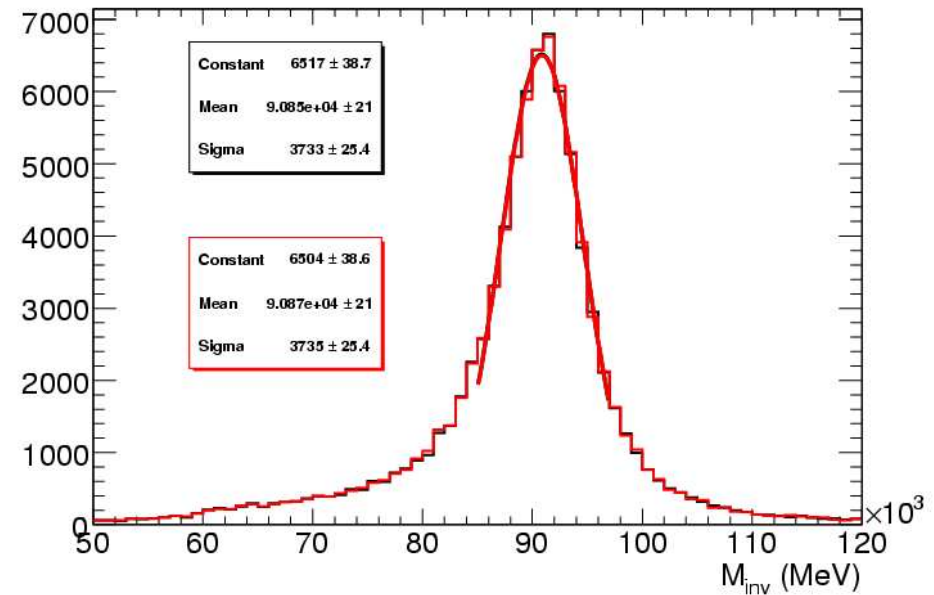


Calibrazione dello spettrometro con $Z \rightarrow \mu\mu$

IDEAL



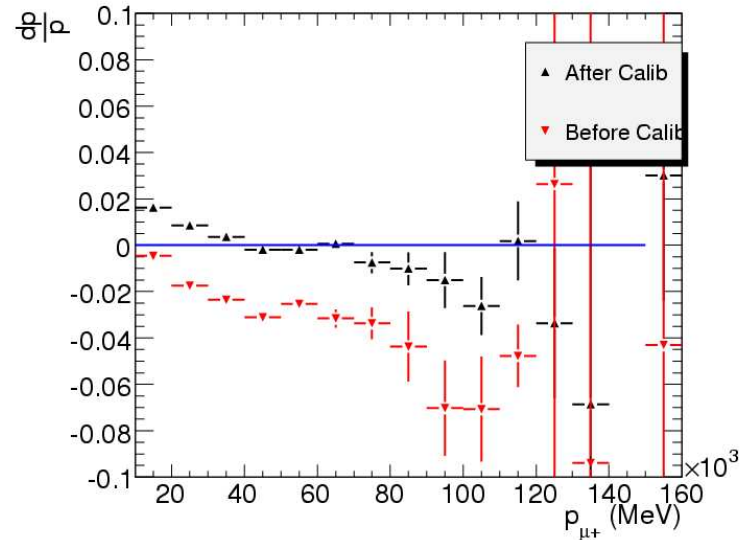
MISALBMAT



Nel caso ideal, larghezza da 7.4 GeV a 6 GeV (3.7 GeV per misalbmata)
La procedura di calibrazione non produce cambiamenti sugli eventi misalbmata,
i.e. non scalibra eventi calibrati.

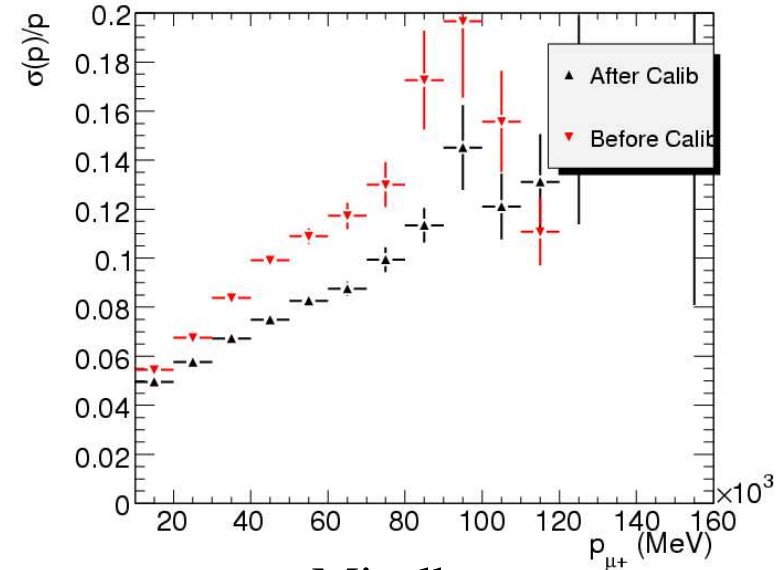
Calibrazione dello spettrometro con $Z \rightarrow \mu\mu$

IDEAL

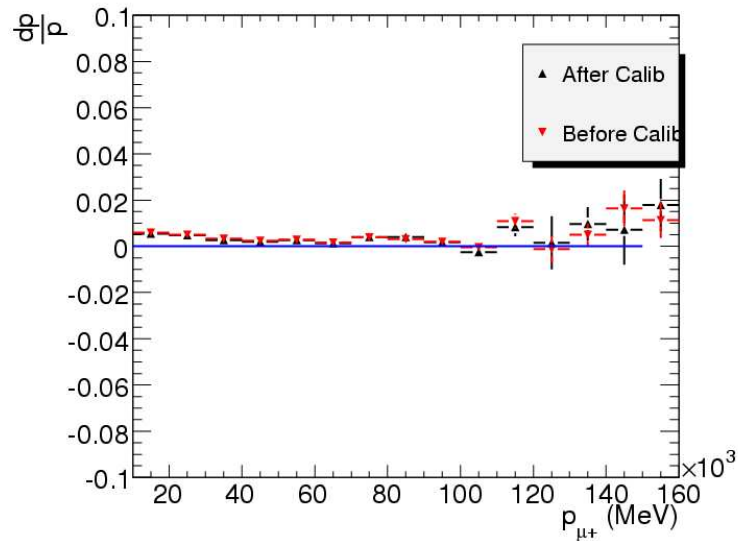


Barrel

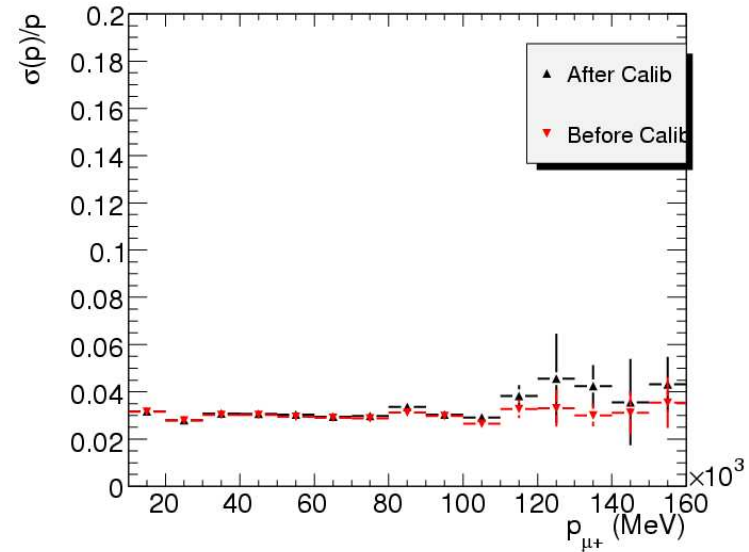
IDEAL



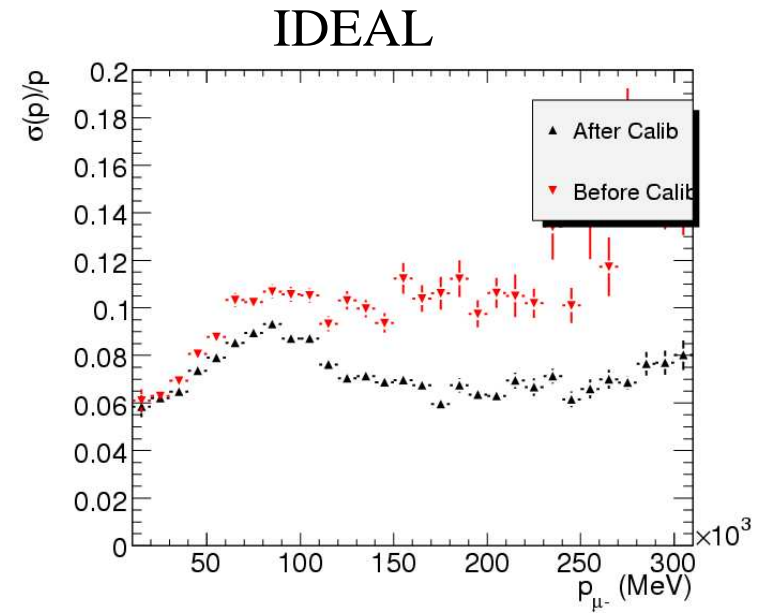
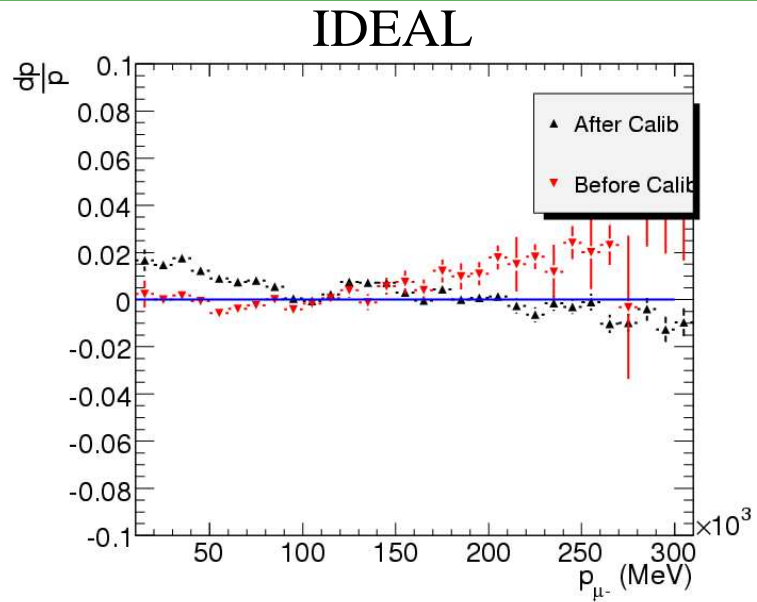
Misalbmatt



Misalbmatt



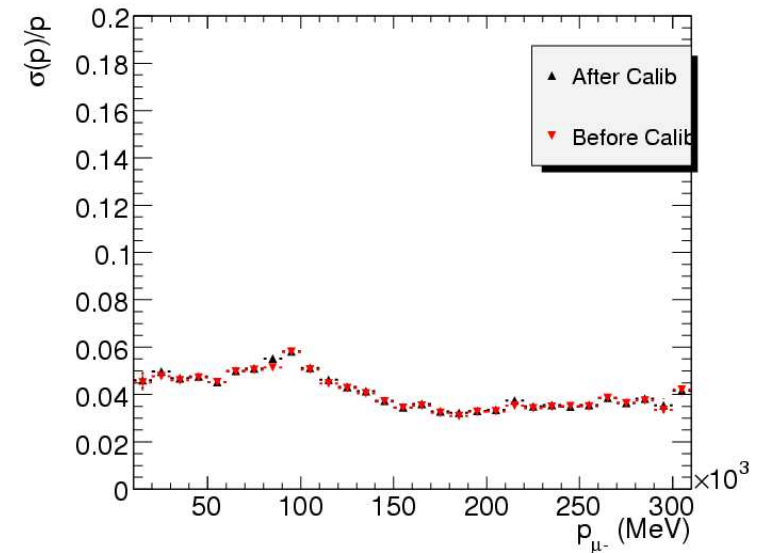
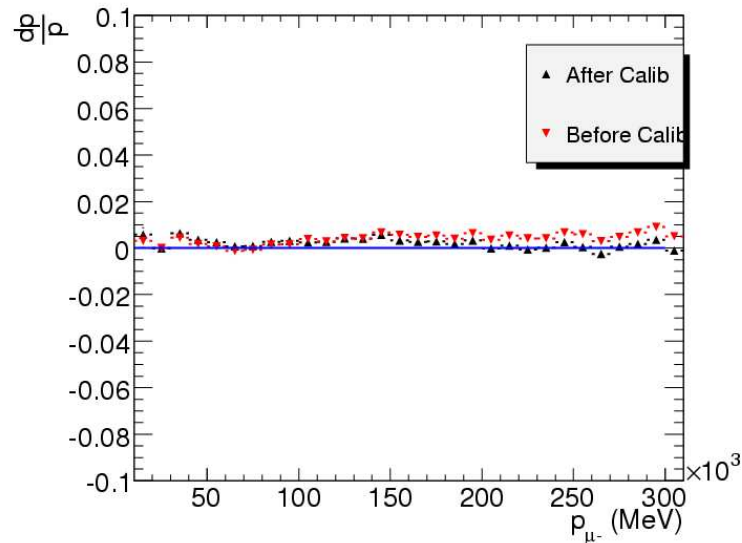
Calibrazione dello spettrometro con $Z \rightarrow \mu\mu$



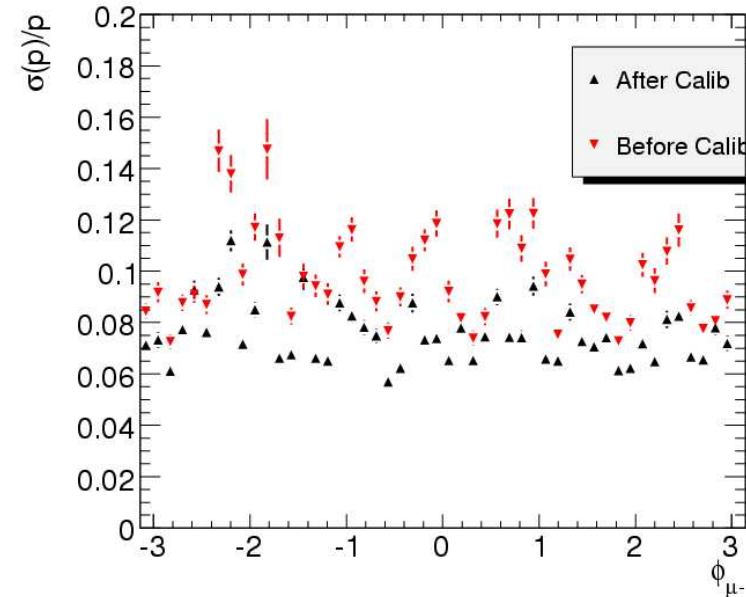
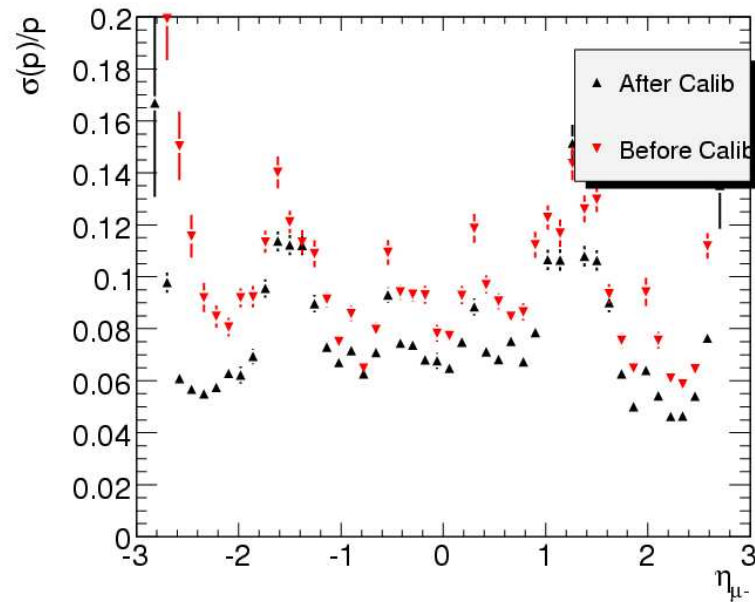
Misalbmatt

EndCaps

Misalbmatt



Calibrazione dello spettrometro con $Z \rightarrow \mu\mu$



Con 80,000 $Z \rightarrow \mu\mu$ recuperiamo quasi metà dell'effetto di scalibrazione.

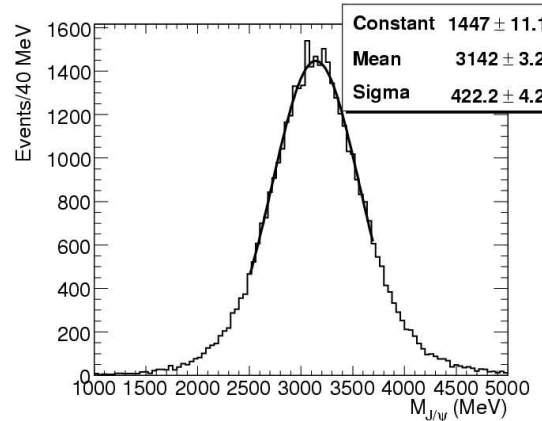
Questi corrispondono a circa **1 giorno di presa dati a 10^{33} !!!! ($\sigma \sim 1.5$ nb)**

La scalibrazione residua è dovuta principalmente ad effetti intratorre (rotazioni, geometria...) che sono mediamente nulli se integrati sulla torre stessa. Con più statistica (10 volte) si potrebbero correggere anche effetti intratorre (10 giorni di dati).

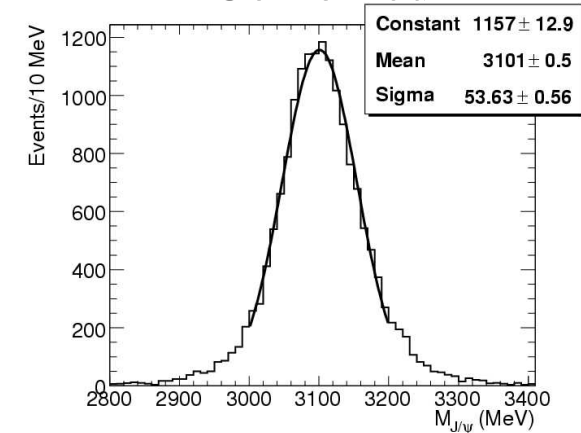
Efficienze a basso p_T da J/ψ

Risoluzione dominata da energy loss e multiple scattering nel calorimetro. $\sigma(M)$ circa 420 MeV per lo spettrometro da solo e 50 MeV se combinato con l'ID. Benché la sezione d'urto per $J/\psi \rightarrow \mu\mu$ (con impulsi sopra i 5 GeV) è di ~ 50 nb, non è immediato capire se si può studiare anche qui la risoluzione fittando il picco di massa.

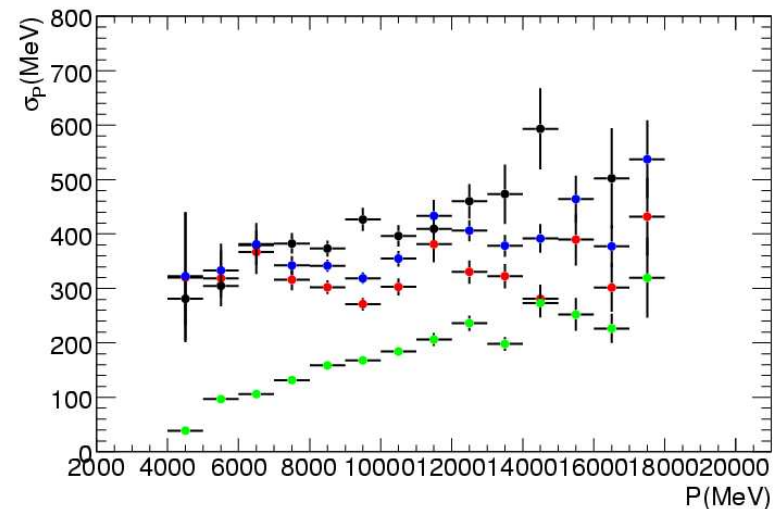
MS standalone



Combined



Contributi alla risoluzione

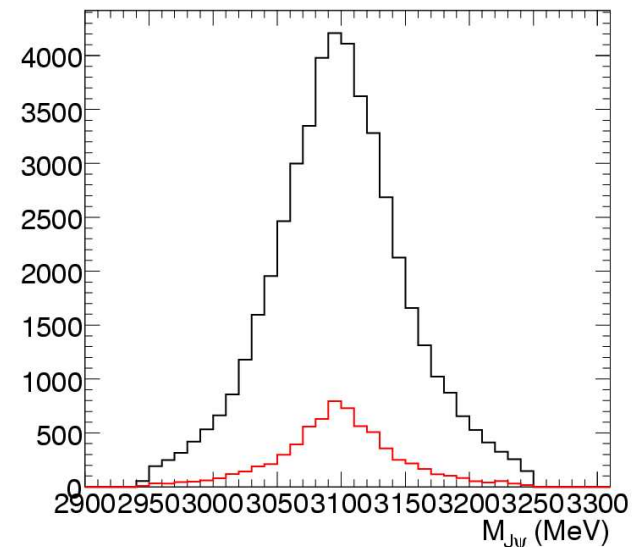
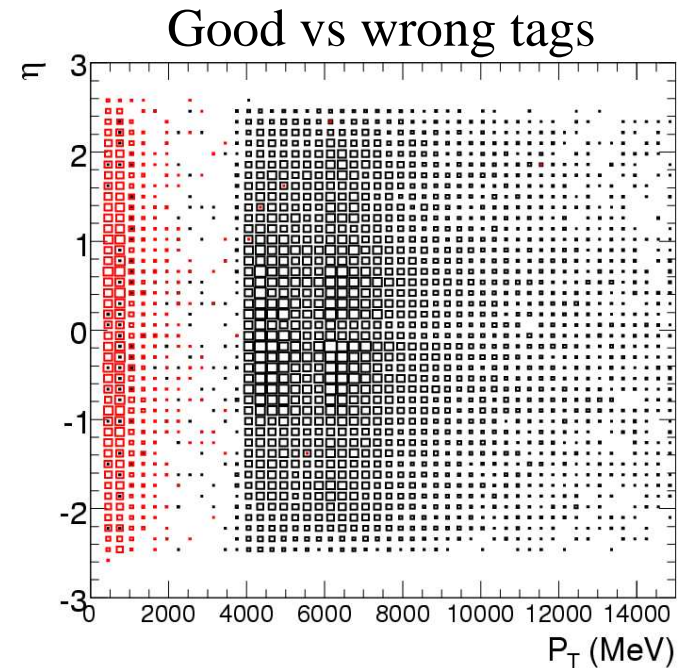


Efficienze a basso p_T da J/ψ

L'efficienza di tracking (e/o trigger) a basso p_T (<10 GeV) è importante ad esempio per la B physics. Con la Z (come fatta a Monaco) si hanno solo valori più alti di p_T . La J/ψ sembra il candidato migliore. L'ideale è quello di usare un mu nello spettrometro e una traccia nell'ID per taggare il secondo muone e poi verificarne l'esistenza (tag and probe o double tag).

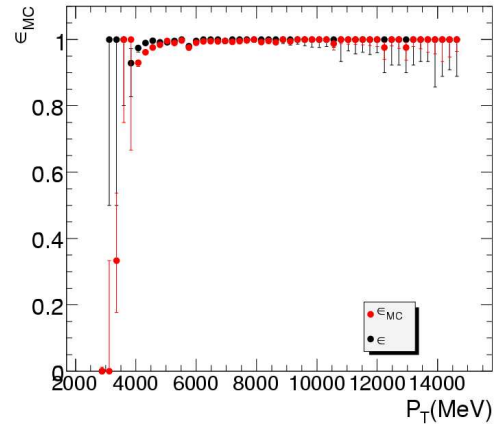
Un problema è legato ai sample triggerati. La stream $1_{\mu 6}$ sarebbe l'ideale, ma ha una rate di 5 kHz al L2, dominata da b e c (da verificare però) per $L=10^{33}$. Le J/ψ hanno circa 50 Hz. Per una buona stream servirebbe almeno lo stesso ordine di rate.

Per questo studio usiamo 50,000 J/ψ in 2 mu (30,000 ricostruite). La maggior parte dei tag sbagliati (ID-track non è un mu) ha p_T minore di circa 2-3 GeV (tagliamo a 3). Poi, selezione in M_{inv} (2-3 sigma).

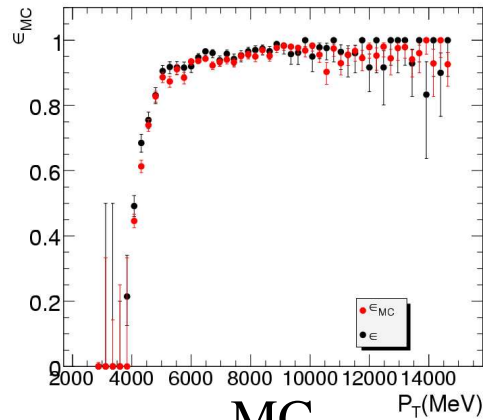


Efficienze a basso p_T da J/ψ

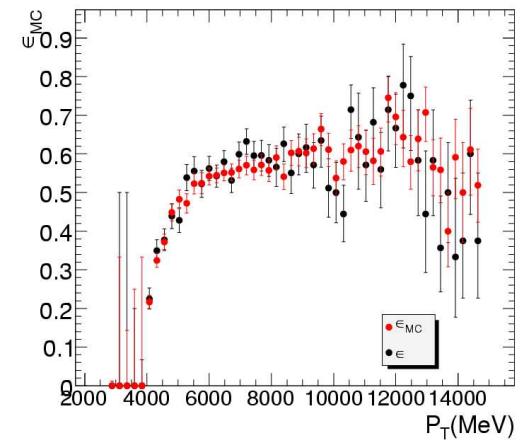
$-0.48 < \eta < 0.00$ $\chi^2 < 100000$



$-0.48 < \eta < 0.00$ $\chi^2 < 100$



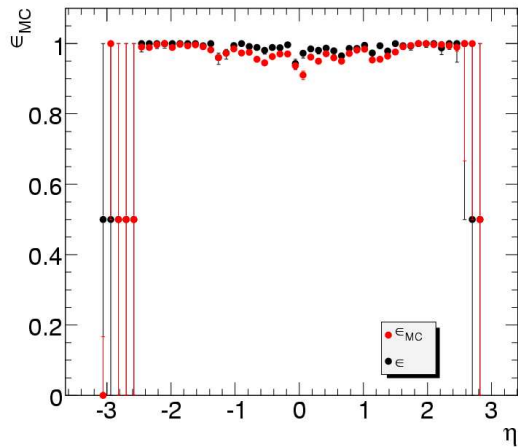
$-0.48 < \eta < 0.00$ $\chi^2 < 10$



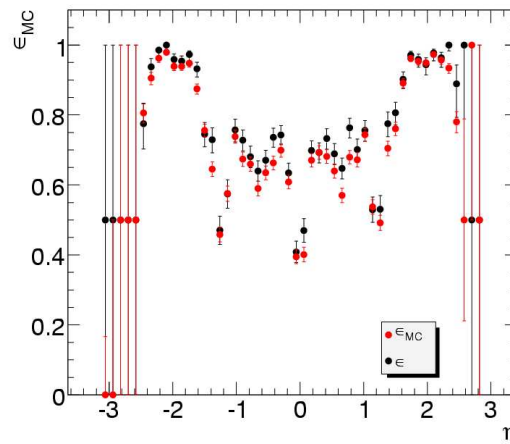
MC

Metodo

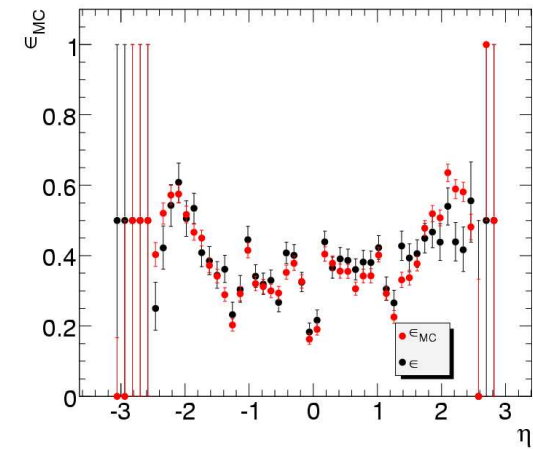
$4200 < p_T < 5160$ (MeV)



$4200 < p_T < 5160$ (MeV)



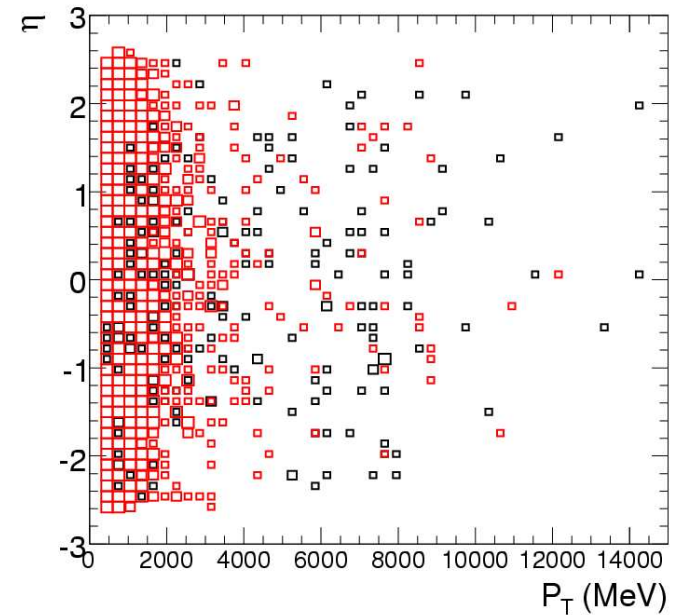
$4200 < p_T < 5160$ (MeV)



Dove $\chi^2_{\text{picco}} = 5$

Efficienze a basso p_T da J/ψ

Fondo studiato su 150,000 eventi B con almeno un mu da 6 GeV. La sezione d'urto è di circa $6 \mu\text{b}$ (100 volte la $J/\psi \rightarrow \mu\mu$). Ci sono tag buoni in cui effettivamente c'era una J/ψ (non prompt). I tag sbagliati (ID-track non di muone) sono circa 110 sopra 3 GeV di p_T . Questo vuol dire, normalizzando alle sezioni d'urto, un rapporto segnale/fondo=2/1. Che non sarebbe male dal punto di vista dello streaming (3/1 se consideriamo i tag non prompt ma buoni?). Per lo studio delle efficienze bisogna chiaramente ridurre ulteriormente il fondo usando la cinematica e/o indurendo il tag con richieste calorimetriche sul rilascio di energia della traccia ID (un π in genere se tag sbagliato). Lavoro ancora da sviluppare.



Conclusioni

Prima di tutto grazie ad Elisabetta V. il cui contributo è stato fondamentale per preparare il macchinario per i jobs su grid.

Abbiamo preparato un draft di nota da inserire nella nota CSC sulla calibrazione in situ dello spettrometro e a breve ci dovrebbe essere un primo draft totale. Su suggerimento di M. Schott, potremmo sottoporre una nota indipendentemente con la descrizione del lavoro fatto, in modo da evidenziare il contributo di Frascati (pare che venga fatto così un pò da tutti).

Il lavoro va maggiormente sviluppato (trigger, fondi, + statistica) e ci sono tanti altri studi che ci sono venuti in mente che si potrebbero fare.

Un punto importante riguarda le streams di trigger. Attualmente non sono previste, da quel che so, streams di trigger dedicate per studi di efficienza (tipo per la J/ψ). Mi pare di capire però che non sono esclusi a priori (M. Primavera). Potrebbe essere un buon argomento da approfondire e da sviluppare anche e soprattutto per i primi runs di fisica.