

Studio del decadimento del bosone $Z \rightarrow ee$ all'esperimento ATLAS

Claudio Savarese

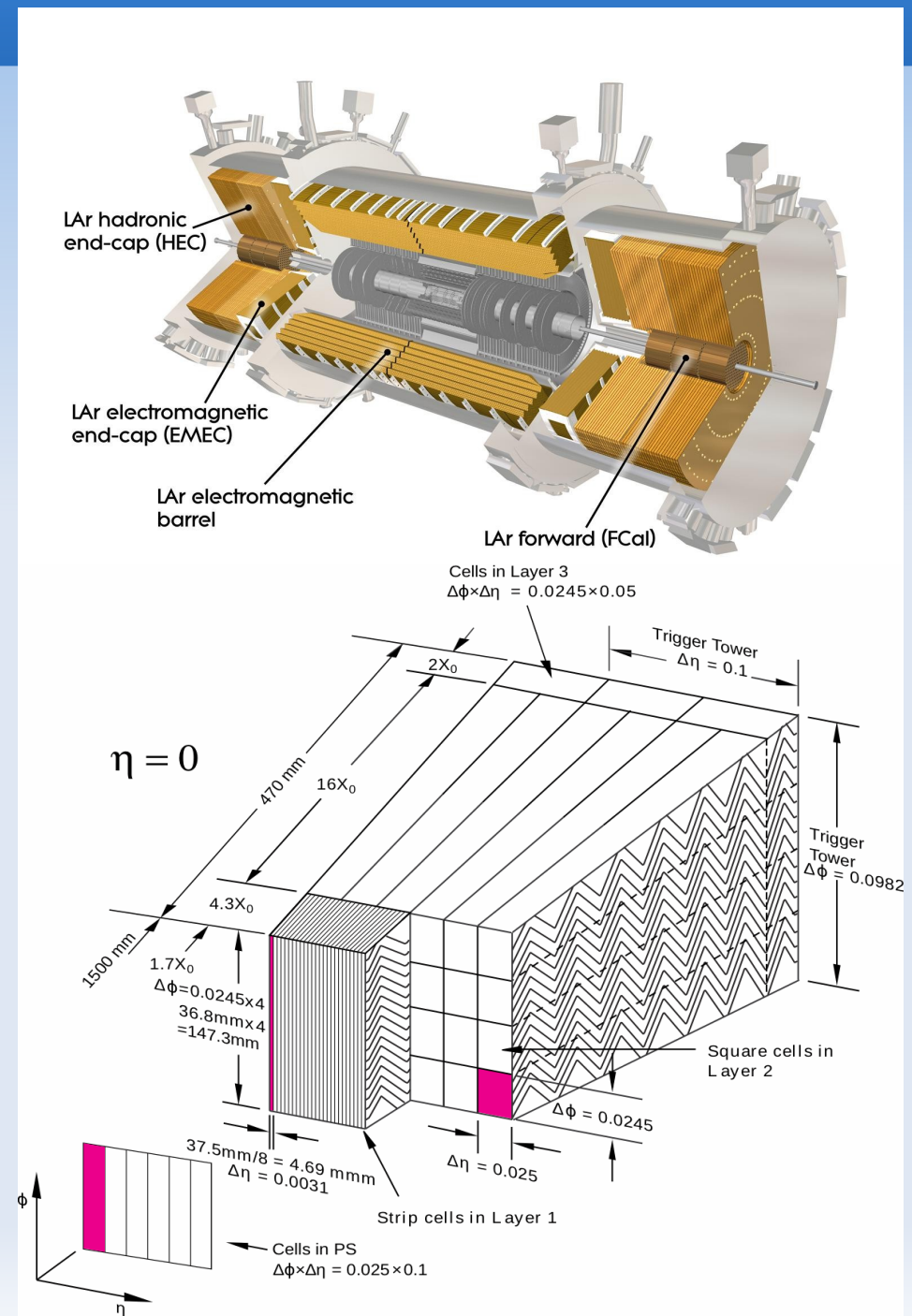
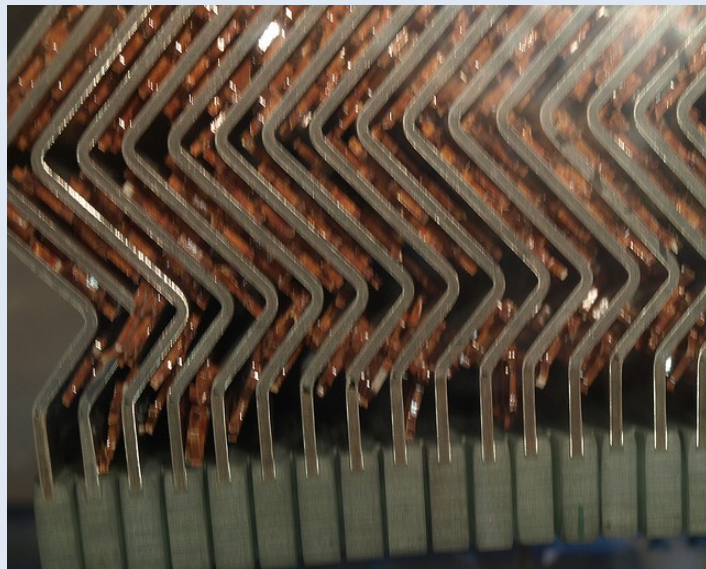
Obiettivi delle analisi:

- Stima della risoluzione del picco di massa invariante della Z
- Stima dell'efficienza di identificazione della carica elettrica degli elettroni;
- Stima della sezione d'urto del processo $Z \rightarrow ee$.

.

Struttura del calorimetro elettromagnetico

- Calorimetro a campionamento;
Materiale attivo: Argon liquido
Mezzo assorbitore: Pb
- Struttura: a fisarmonica;
segmentazione in celle in Eta e Phi, e
in profondità con tre strati: Strips
(molto segmentate), Middle, Back.



Ricostruzione di un elettrone

- Middle layer: creazione di una finestra di 3x5 celle
- Creazione di un pre-cluster
- Selezione dei pre-cluster con $E_t > 2.5$ GeV
- Ricerca del baricentro del cluster
- Ricerca di tracce dall'Inner Detector
-->Discriminazione fotoni, elettroni, vertici di conversione
- Ridefinizione della grandezza del cluster in base al tipo di particella
- Correzioni all'energia depositata: prima del calorimetro EM, fuori al cluster, oltre il calorimetro EM
- Alcuni eventi selezionati come elettroni possono essere dei Fake (es. jets adronici)
- I candidati elettroni sono classificati tramite diversi tagli (condizioni su alcune variabili).
- Più i tagli sono stringenti più aumenta il grado di purezza del campione.
- Definiamo 3 categorie di elettroni: loose, medium, tight. Ogni categoria è un sottoinsieme della precedente.

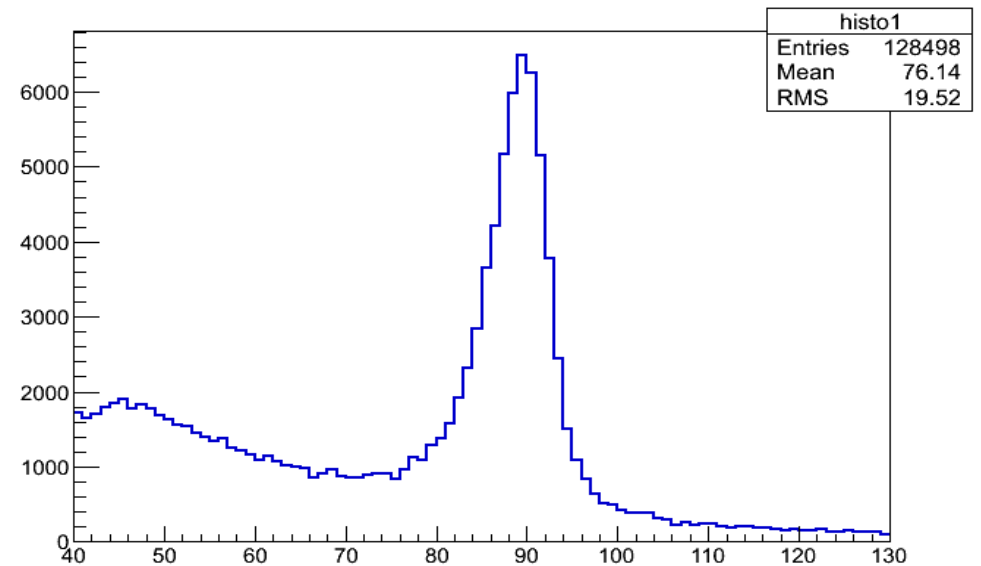
Campione: eventi registrati nel periodo che va dal 22 Marzo al 23 Maggio del 2011; l'energia raggiunta dalle collisioni nel centro di massa è di 7 TeV, il valore stimato della luminosità integrata è 373.59 pb^{-1} con un errore del 4% circa. Gli eventi sono stati selezionati con il trigger di primo livello L1_EM30 e richiedendo almeno 2 elettroni per evento.

Analisi preliminari 1: cuts

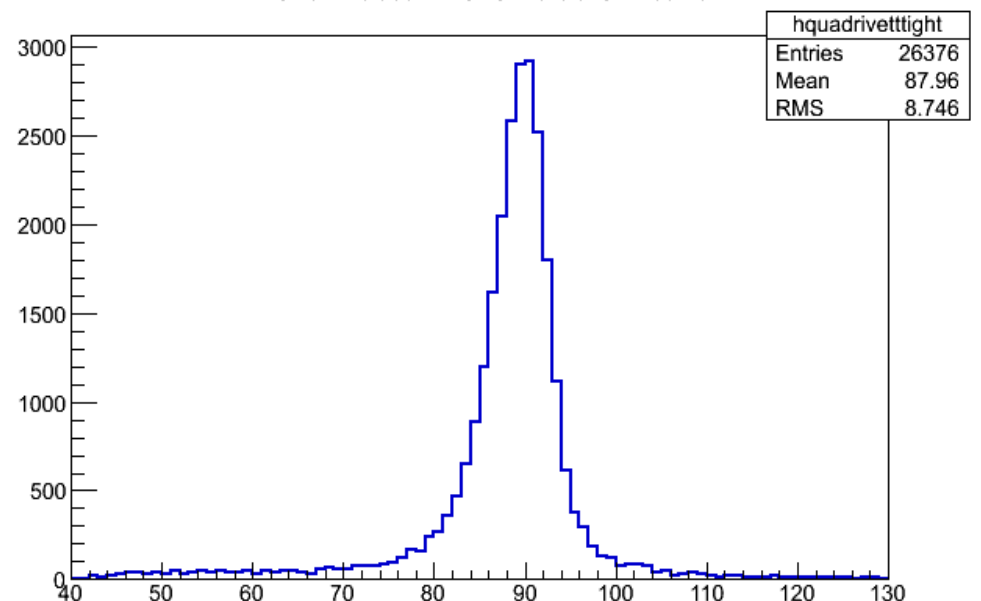
Allo scopo di migliorare il rapporto segnale/rumore si sono applicati sei tagli consecutivi:

- Opposite charge;
- $E_t > 20 \text{ GeV}$
- Eta: $|\eta| \leq 1.37$ & $1.52 \leq |\eta| \leq 2.47$
- el_goodOQ, Conversione
- MediumIso
- TightIso

Plot di massa invariante della Z

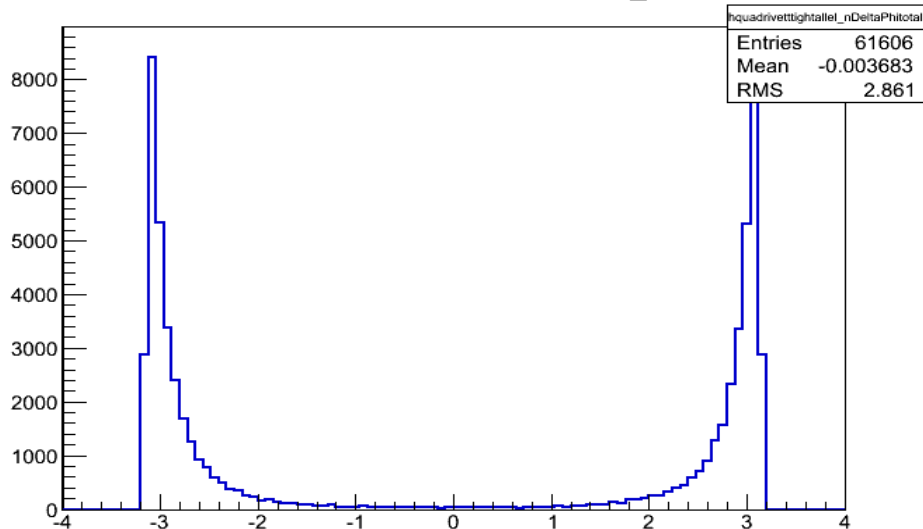


Plot di massa invariante della Z cut 6

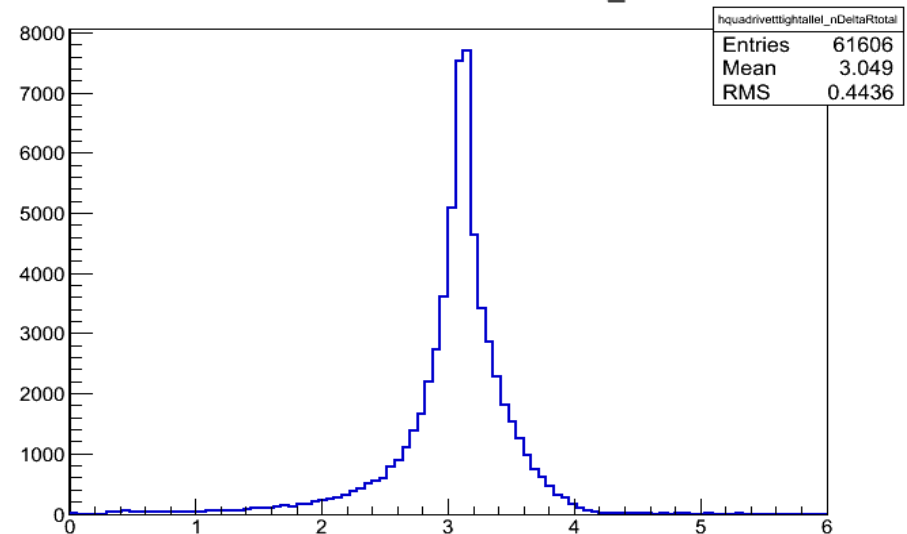


Analisi preliminari 2: plot di controllo

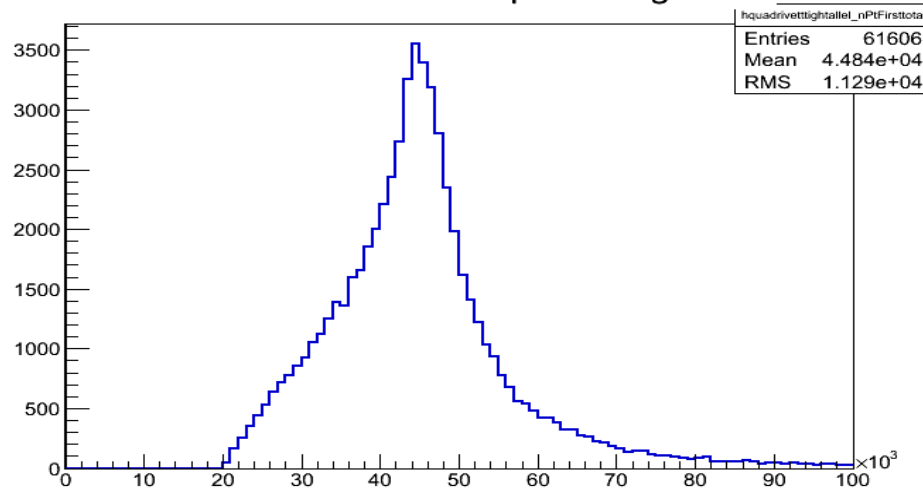
Plot del Delta Phi cut 6 all el_n



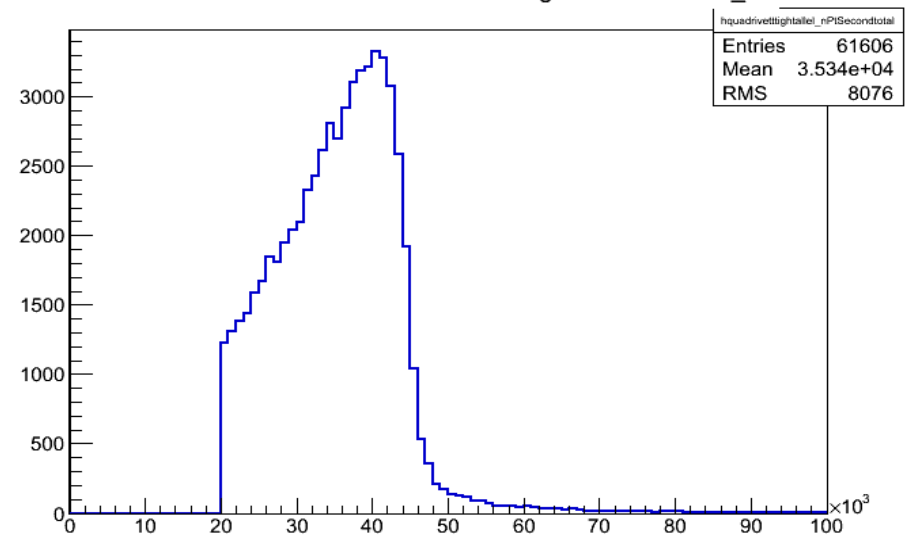
Plot del Delta R cut 6 all el_n



Plot del Pt dell'elettrone piu' energetico

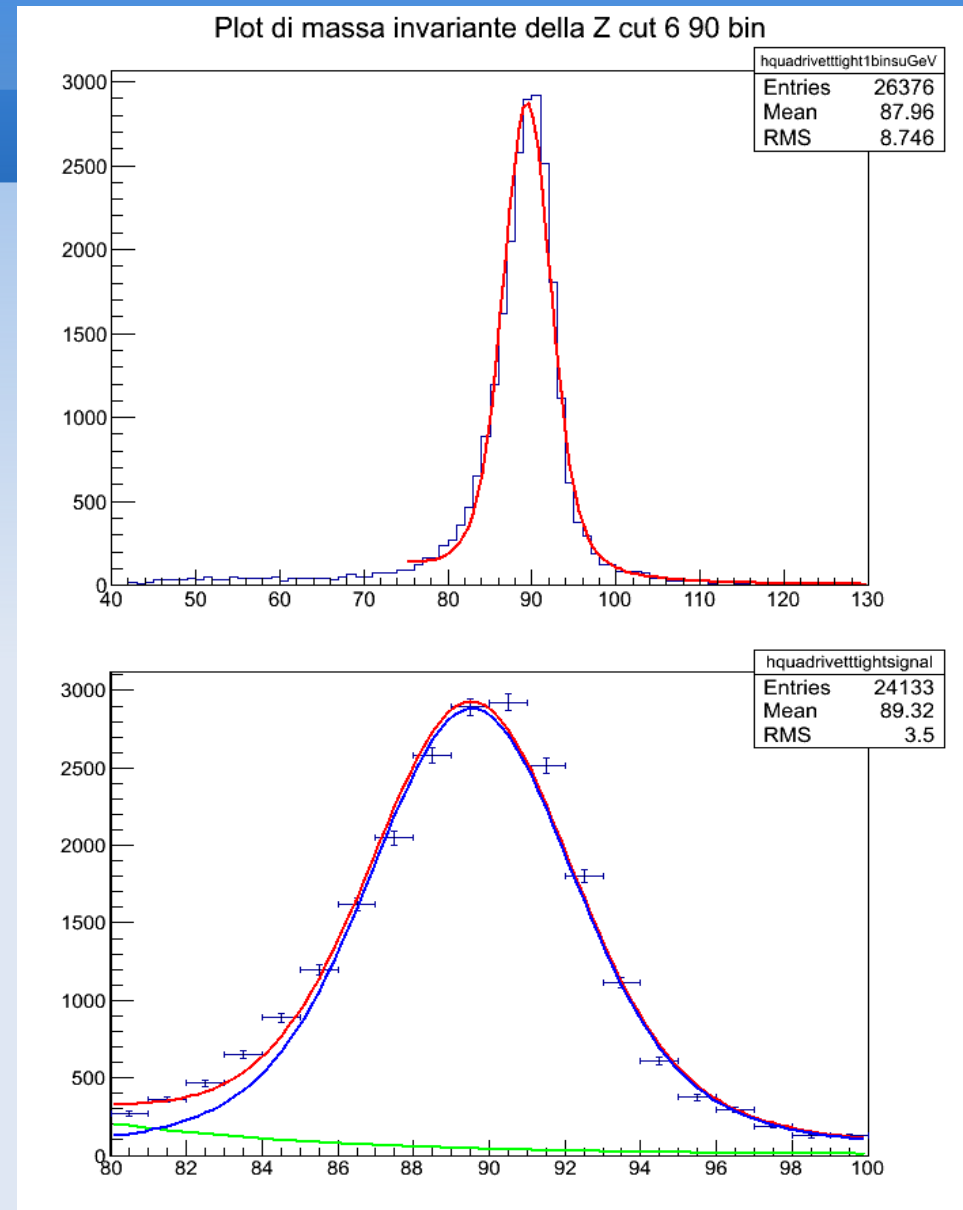


Plot del Pt dell'elettrone meno energetico cut 6 all el_n



Analisi preliminari 3: fit

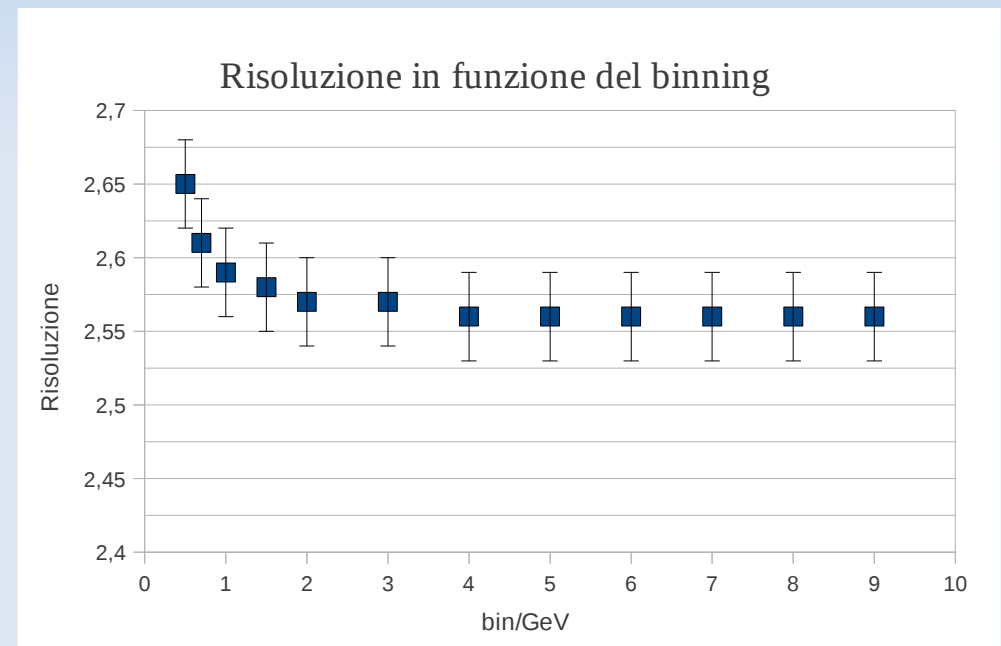
- La risonanza della Z è una curva di Breit-Wigner di larghezza fissata
 $\Gamma = (2.4952 \pm 0.0023)$ (indipendente dal canale in cui si osserva il decadimento).
- Ogni misura è affetta da incertezza statistica, la cui distribuzione è una Gaussiana.
- La curva che meglio approssima l'andamento sperimentale è la convoluzione delle due funzioni.
- Il background può essere fittato da un esponenziale decrescente.



$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{\infty} \frac{k}{(y^2 - M^2)^2 + \Gamma^2 M^2} e^{-\frac{(x-y)^2}{2\sigma}} dy + A e^{Bx}$$

Analisi preliminari 4: dipendenza dal binning

- In linea di principio i risultati di un fit dipendono dal binning dell'istogramma, e prevedere tale dipendenza non è banale.
- Si è variato il binning della selezione precedente di un intero ordine di grandezza, da 0.5bin/GeV fino a 9bin/GeV, per un totale di 13 punti sperimentali.
- L'andamento della risoluzione in funzione del binning appare non lineare per bassi valori di bin/GeV, quindi si stabilizza ad un valore costante a partire da 4bin/GeV.
- Binning del campione definitivo: 4bin/GeV.



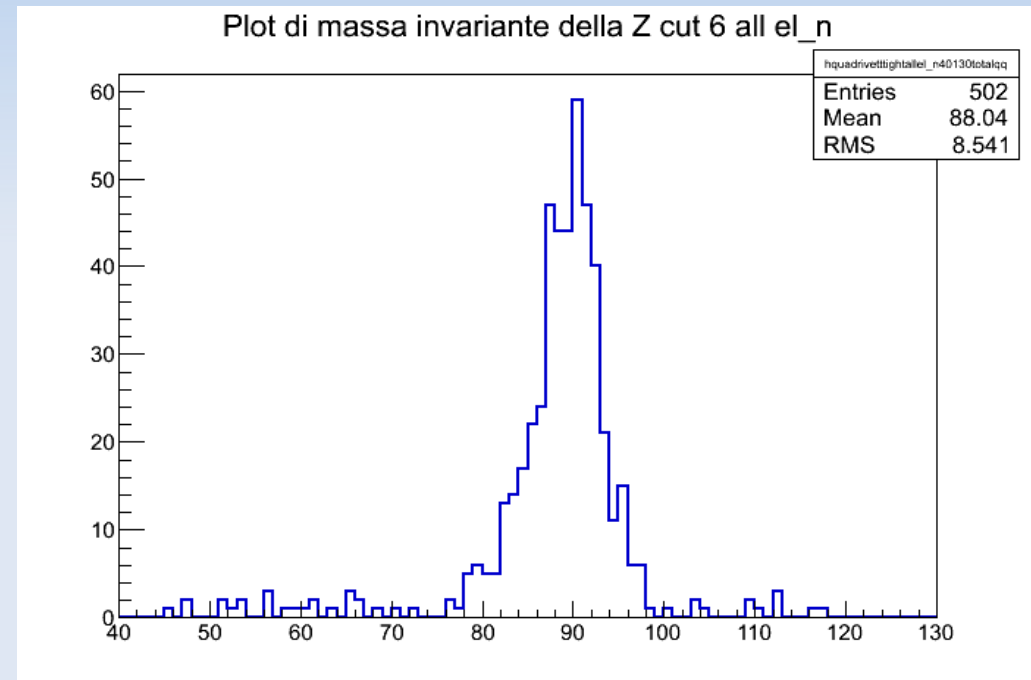
Stima della risoluzione del Calorimetro EM

- Campione definitivo: selezione sul Pt, per trovare i 2 elettroni più energetici in tutti gli eventi
- Stessi cuts applicati al campione per le analisi preliminari
- Risoluzione:
 $R = (2.24 \pm 0.02) \cdot 10^{-2}$
- Differenziazione degli eventi registrati da EndCap e Barrel
- Stima delle risoluzioni dei suoi diversi settori.
- Barrel:
 $R = (2.24 \pm 0.02) \cdot 10^{-2}$
- EndCap:
 $R = (2.87 \pm 0.07) \cdot 10^{-2}$

Efficienza di identificazione della carica

- numero di eventi OS nell'intervallo 80-100 GeV.

- Valutazione background OS
- Numero di eventi di segnale OS
- Al campione originario si sono applicati i 6 tagli, ma si sono selezionate le coppie con stessa carica (SS)
- Background della distribuzione SS-->Costante



- Numero di eventi di segnale SS
- $N_{sign}^{SS} = 2\epsilon N_{sign}^{SS+SO} - \epsilon^2 N_{sign}^{SS+SO}$
- Probabilità di errore: $R = (4.1 \pm 0.3) \cdot 10^{-3}$

Stima della sezione d'urto

$\sigma \cdot BR(Z \rightarrow ee)$

- Sezione d'urto: $\sigma \cdot BW(Z \rightarrow ee) = \frac{N^{sign}}{L \cdot A \cdot \varepsilon \cdot A^{rel}}$
- $L = (347 \pm 14) pb^{-1}$ $A^{rel} \simeq \frac{N^{sel}(TT, Iso, 80 - 100)}{N^{sel}(MM, noIso, 66 - 116)}$
- $A^{rel} = (0.612 \pm 0.003)$
- $A = 0.606$ con incertezza del 3%
- $\varepsilon = 0.445$ con incertezza del 7%
- $\sigma \pm \delta\sigma^{stat} \pm \delta\sigma^{sist} \pm \delta\sigma^L$
- Stima finale: $\sigma = (900 \pm 20 \pm 70 \pm 40) pb$