

# Analisi del processo inclusivo $pp \rightarrow Z+X, Z \rightarrow \mu^+\mu^-$ all'esperimento CMS

Autore: Eleonora Secco  
Relatore: Ugo Gasparini  
Correlatore: Ezio Torassa

# Obbiettivi

- Analisi del segnale di  $Z$ ;
- Determinazione della distribuzione del numero di  $Z$  in funzione di  $p_T$  e di  $\eta$ .

# Campioni di dati Monte Carlo

- $Z\mu^+\mu^-$ /Summer08 (circa 60000 eventi corrispondenti a  $\int L dt = 47.6 pb^{-1}$ ):  
'/store/mc/Summer08/Zmumu/GEN-SIM-RECO/IDEAL\_V9\_v1/0004/06029757-B588-DD11-BDD7-001CC4AA8E08.root',  
'/store/mc/Summer08/Zmumu/GEN-SIM-RECO/IDEAL\_V9\_v1/0004/0807444B-B388-DD11-B593-001CC445D6D2.root',  
'/store/mc/Summer08/Zmumu/GEN-SIM-RECO/IDEAL\_V9\_v1/0004/0AAC8072-B788-DD11-BE1B-001E0BED1522.root'  
...
- QCD/Summer08/Pt80to170 (circa 6M di eventi corrispondenti a  $\int L dt = 3 pb^{-1}$ ):  
'/store/mc/Summer08/QCD\_EMenriched\_Pt80to170/GEN-SIM-RECO/IDEAL\_V9\_v1/0051/06393517-978A-DD11-9147-001EC94BA119.root',  
'/store/mc/Summer08/QCD\_EMenriched\_Pt80to170/GEN-SIM-RECO/IDEAL\_V9\_v1/0051/06861A82-9F8A-DD11-B81F-003048770B3A.root',  
'/store/mc/Summer08/QCD\_EMenriched\_Pt80to170/GEN-SIM-RECO/IDEAL\_V9\_v1/0051/086192FD-978A-DD11-8467-003048770C5A.root'  
...
- QCD/Summer08/Pt30to80 (circa 10M di eventi corrispondenti a  $\int L dt = 0.01 pb^{-1}$ ):  
'/store/mc/Summer08/QCD\_EMenriched\_Pt30to80/GEN-SIM-RECO/IDEAL\_V9\_v1/0054/D0645C84-F28B-DD11-A067-00E08134B780.root',  
'/store/mc/Summer08/QCD\_EMenriched\_Pt30to80/GEN-SIM-RECO/IDEAL\_V9\_v1/0054/D0B65683-348B-DD11-AD5B-00E08133F178.root',  
'/store/mc/Summer08/QCD\_EMenriched\_Pt30to80/GEN-SIM-RECO/IDEAL\_V9\_v1/0054/D2A2784F-358B-DD11-84A6-0016368E0AE8.root'  
...

# Campioni di dati Monte Carlo

- Processi simulati:  $pp \rightarrow Z + X$ , con  $Z \rightarrow \mu^+\mu^-$  e QCD  $\mu+X$ .
- Si assume che il rivelatore sia in condizioni ideali (assenza di effetti di disallineamento, di scalibrazione). Inoltre si sono considerate condizioni di bassa luminosità (no pile-up);
- Per analizzare i dati Monte Carlo ho usato il software ufficiale di CMS. Versione: CMSSW\_2\_1\_10.

## Massa Invariante muoni non isolati

Il criterio di selezione della coppia di muoni per la costruzione della massa invariante è il seguente:

- I due muoni devono avere carica opposta;
- Il muone con  $p_T$  maggiore deve avere  $p_T > 10\text{GeV}$  e l'altro  $p_T > 5\text{GeV}$ .

# Massa Invariante con i muoni isolati

- I due muoni devono avere carica opposta;
- I due muoni devono essere isolati. Un muone si considera isolato se, dato un cono  $\Delta R = [(\Delta\eta)^2 + (\Delta\phi)^2]^{1/2} < 0.3$  attorno alla sua direzione, la  $\sum p_T$  delle tracce di tutte le particelle nel cono  $\Delta R$  è minore di 3 GeV. Inoltre si è escluso un cono  $\Delta R = [(\Delta\eta)^2 + (\Delta\phi)^2]^{1/2} < 0.001$ , che contiene la traccia del tracciatore associata al muone stesso, non si è così considerato il suo  $p_T$  nel computo totale.
- Il muone con  $p_T$  maggiore deve avere  $p_T > 15\text{GeV}$  e l'altro  $p_T > 10\text{GeV}$ .

## Funzione di interpolazione

Per interpolare le due distribuzioni di Massa Invariante che ho ottenuto, ho usato una funzione che è somma di una esponenziale e di una Breit-Wigner convoluta con una gaussiana:

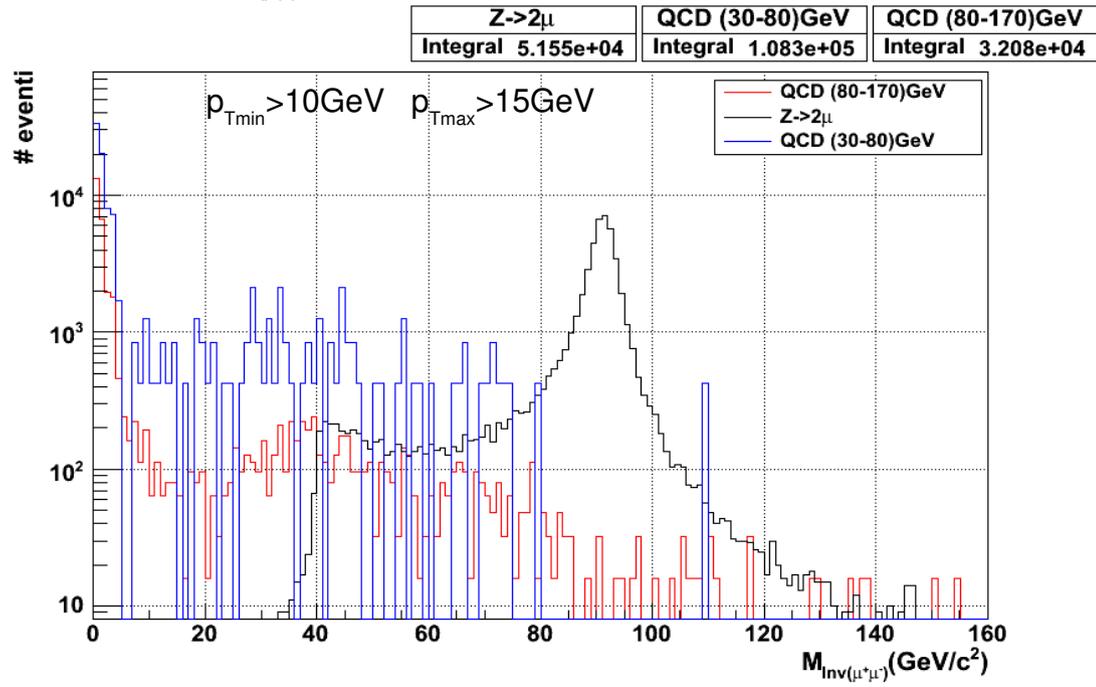
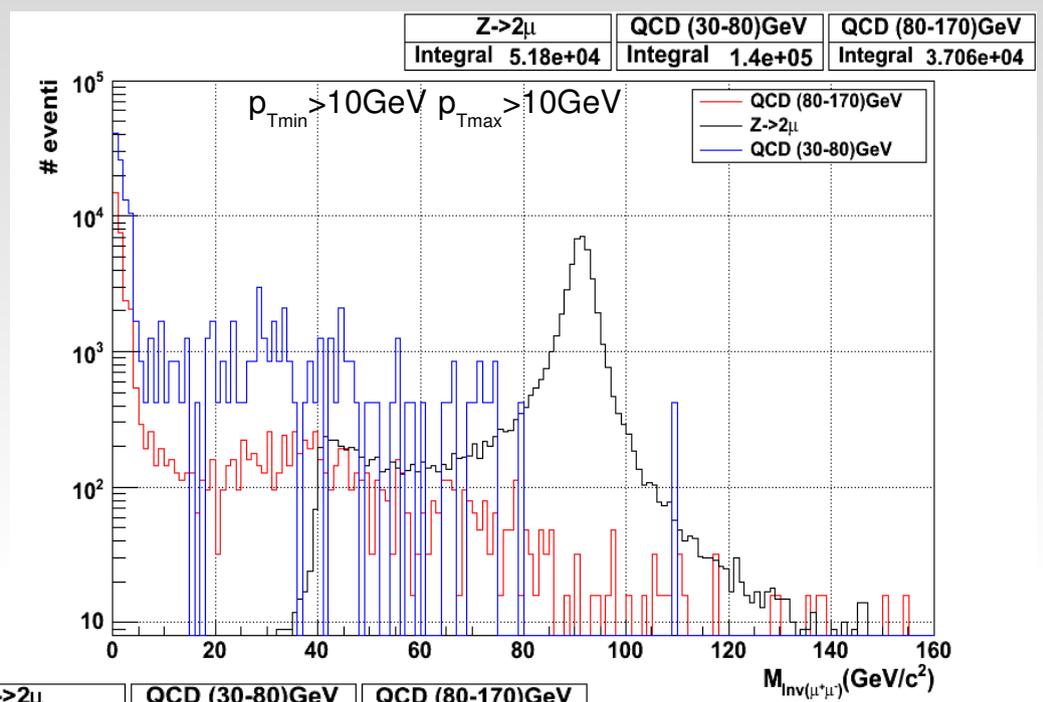
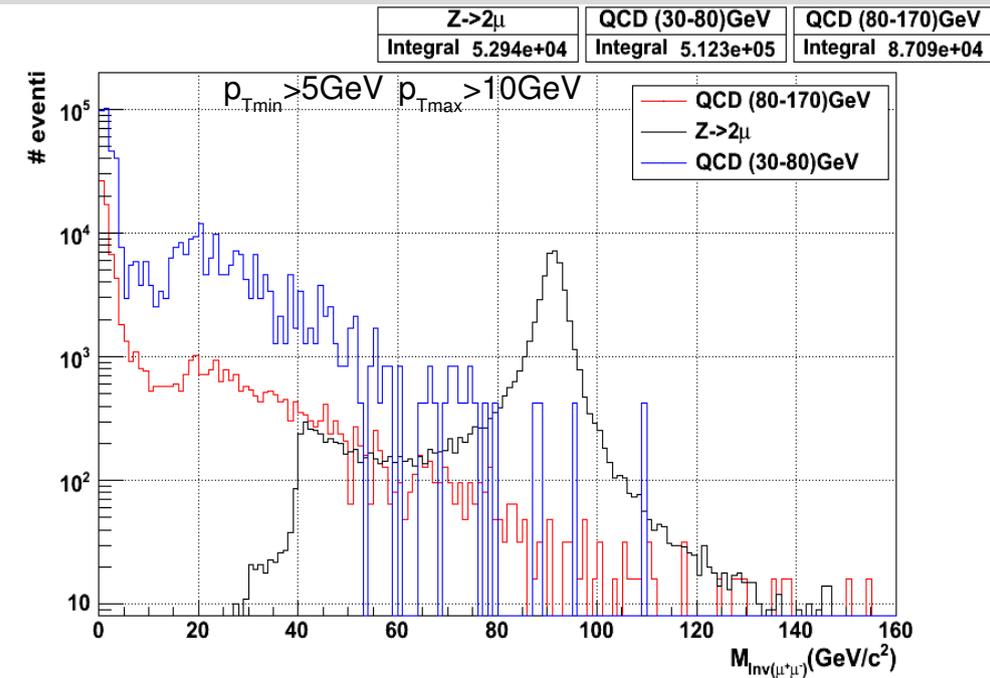
$$F_{fit}(m) = A e^{-Bm} + C \int \frac{e^{-\frac{(m-m')^2}{2\sigma_m^2}}}{\sqrt{2\pi\sigma_m}} f_{BW}(m') dm'$$

dove

$$f_{BW}(m') = \frac{\Gamma}{(m'^2 - M^2)^2 + (\Gamma^2/4)}$$

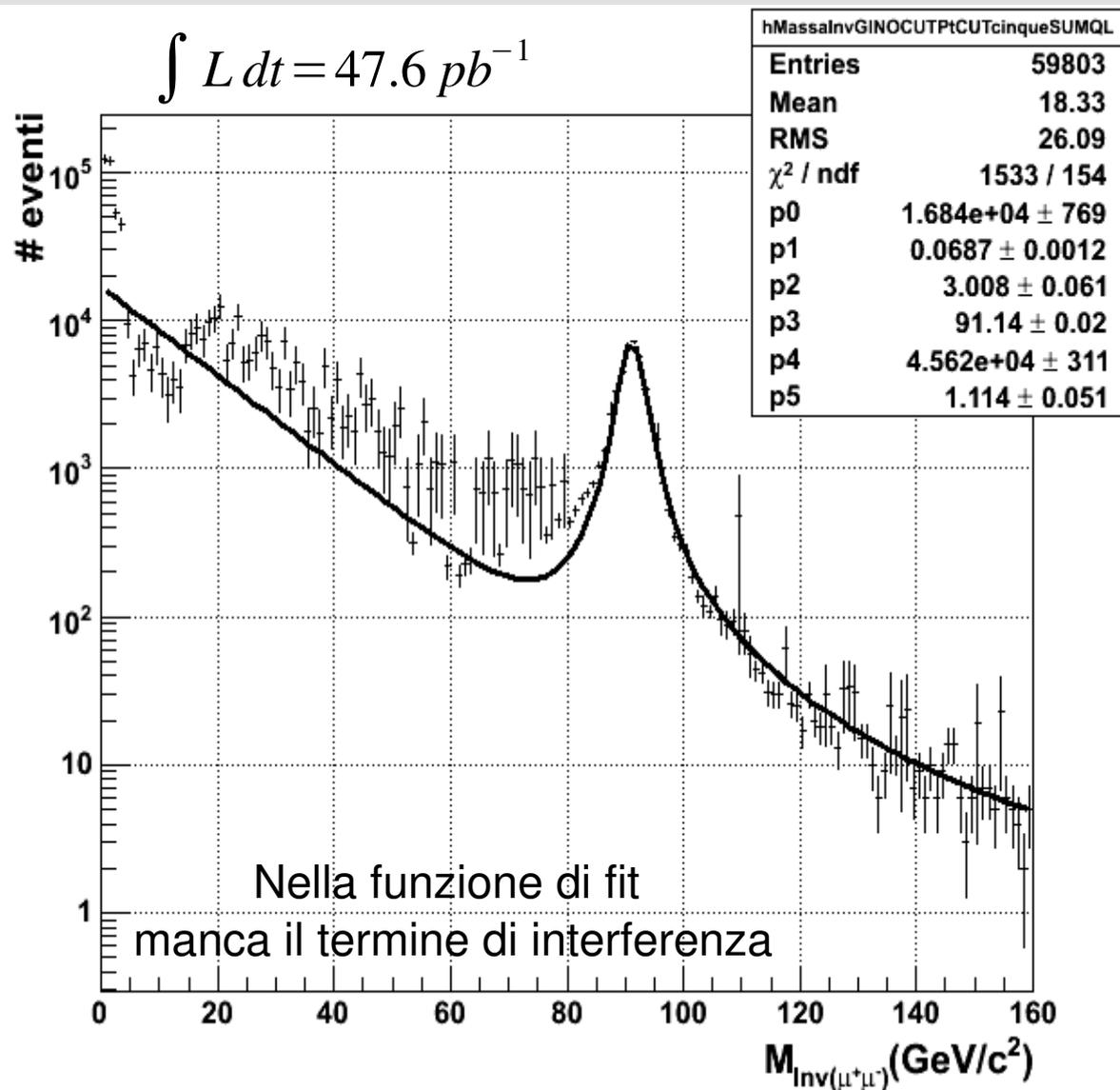
dove  $\Gamma$  è la larghezza di decadimento,  $M$  la massa,  $\sigma_m$  la risoluzione e  $C$  la costante di normalizzazione.

# Distribuzione della Massa Invariante nel caso dei muoni non isolati per diversi tagli in $p_T$ :



# Segnale di Z

Primo caso: muoni non isolati.

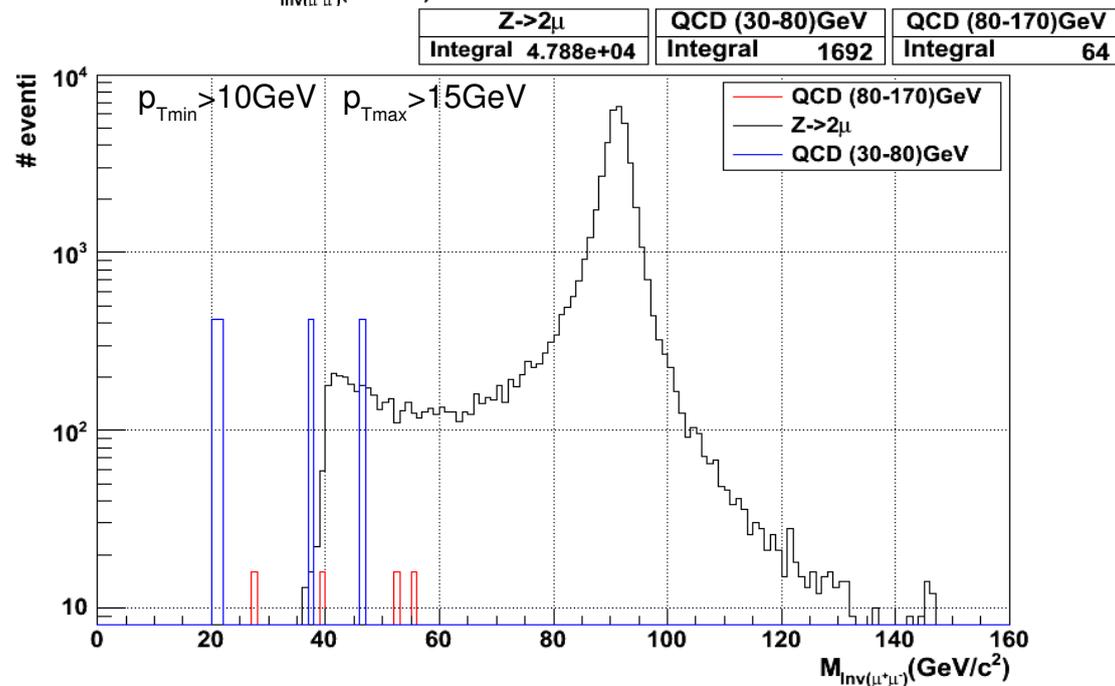
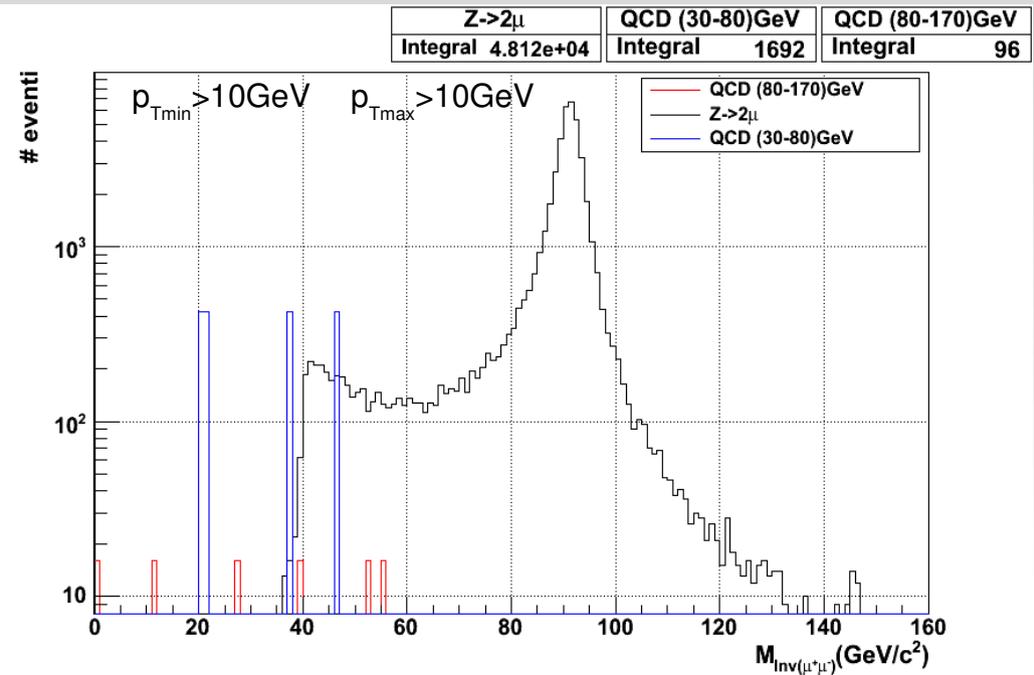
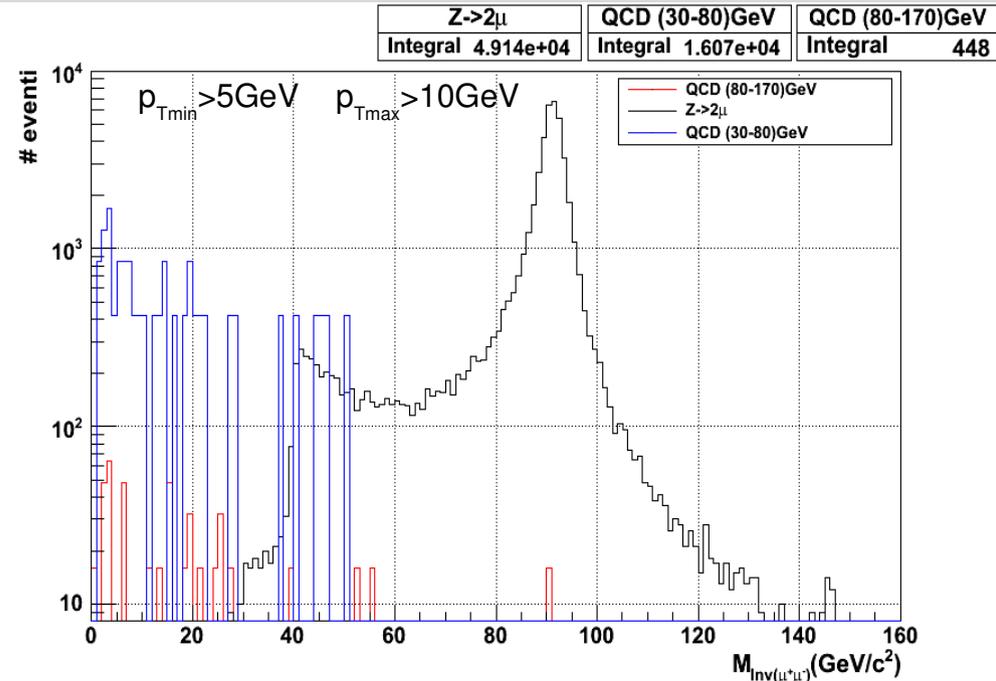


Dove

$$\Gamma = 3.00 \pm 0.06 \text{ GeV},$$
$$M = (91.14 \pm 0.02) \text{ GeV},$$
$$C = 45460 \pm 304,$$
$$\sigma_m = 1.11 \pm 0.05.$$

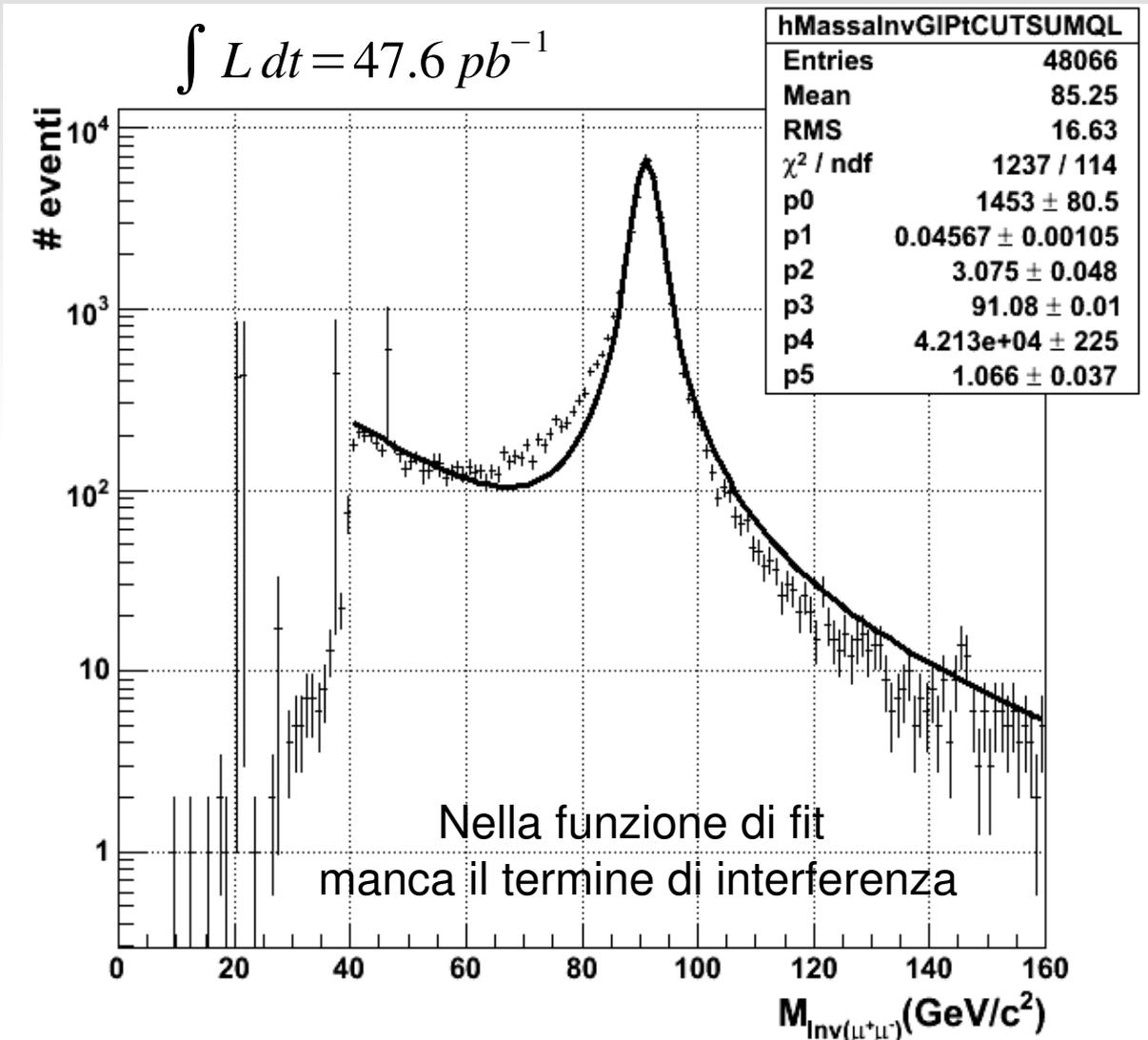
Il rapporto segnale  
rumore in  
[75-105]GeV è:  
 $42430/8000 = 5.3$

# Distribuzione della Massa Invariante nel caso dei muoni isolati per diversi tagli in $p_T$ :



# Segnale di Z

Secondo caso: muoni isolati.



Dove

$$\Gamma = (3.08 \pm 0.05) \text{ GeV},$$
$$M = (91.08 \pm 0.01) \text{ GeV},$$
$$C = 42130 \pm 225,$$
$$\sigma_m = 1.07 \pm 0.04.$$

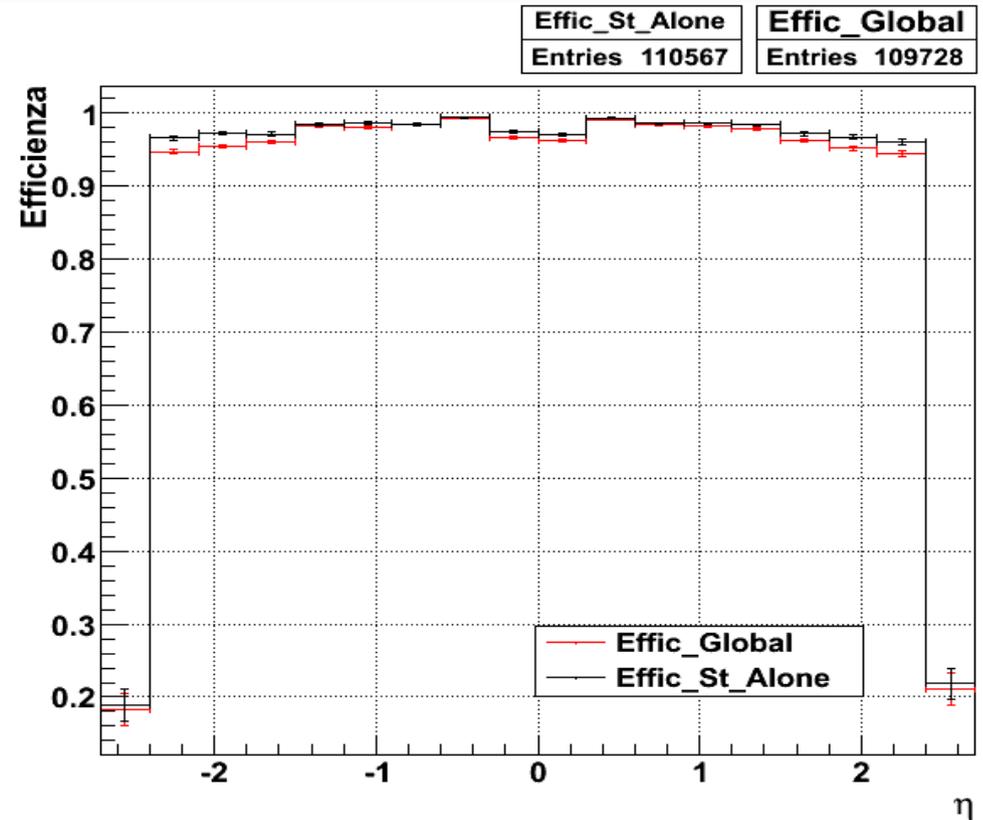
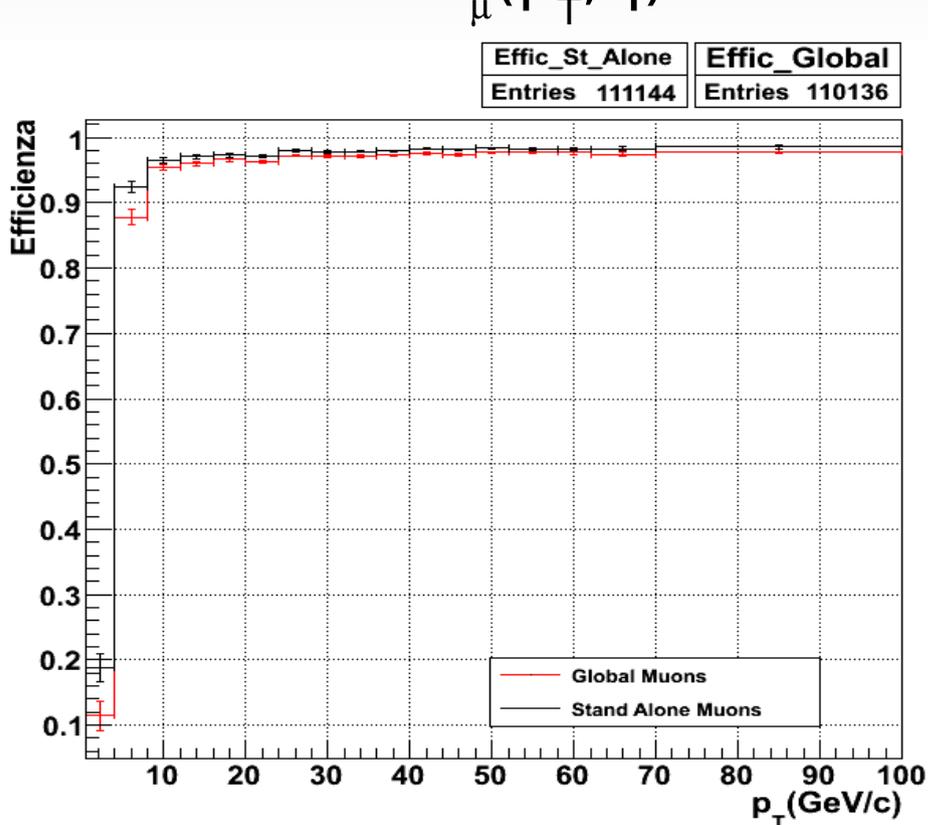
Il rapporto segnale  
rumore in  
[75-105]GeV è:  
 $39780/2128 = 18.7$

## Distribuzioni differenziali $\frac{dN_Z}{dp_T(Z)}$ e $\frac{dN_Z}{d\eta(Z)}$

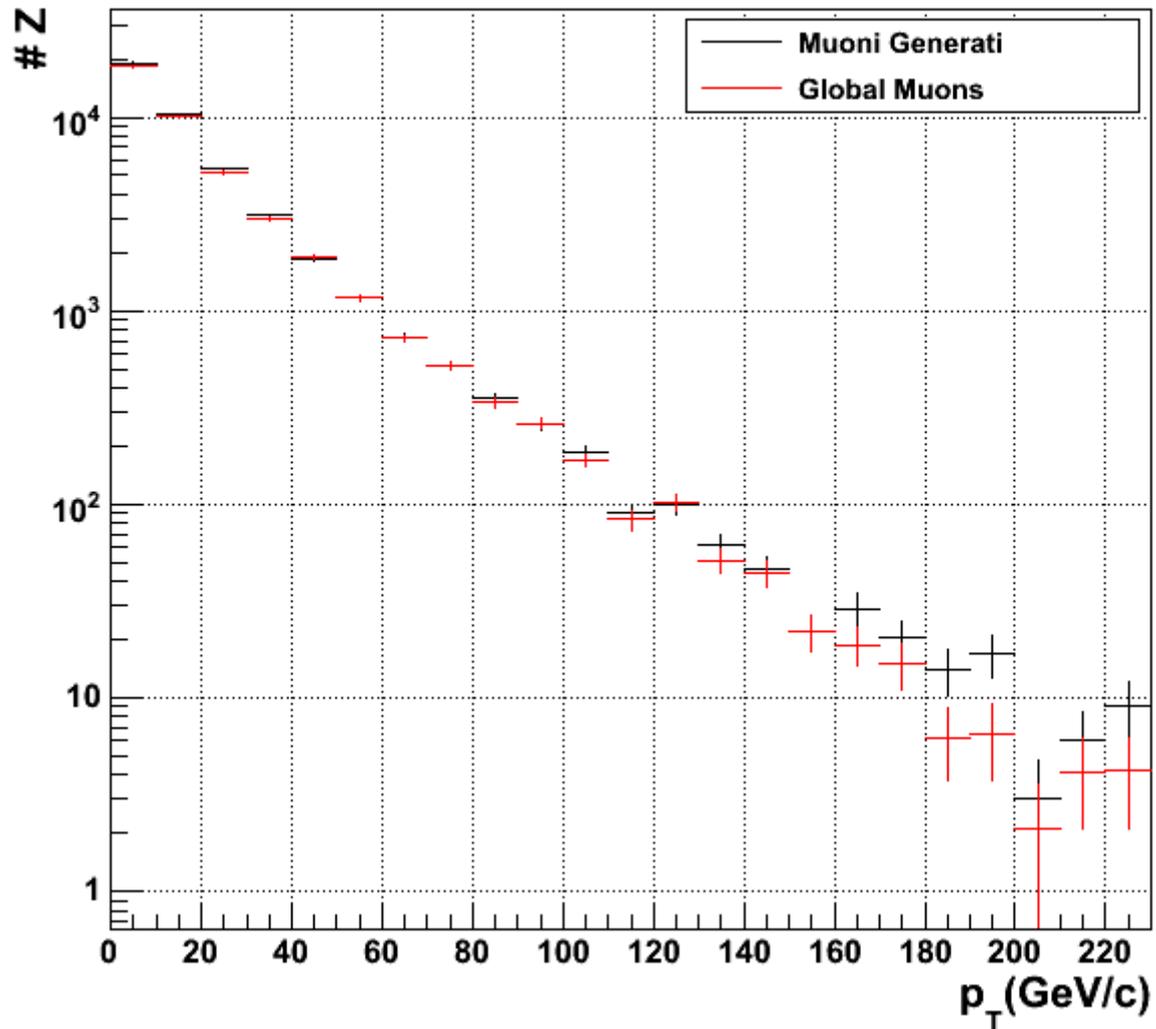
- Per calcolare  $\frac{dN_Z}{dp_T(Z)}$  e  $\frac{dN_Z}{d\eta(Z)}$ , sfrutto i risultati dell' interpolazione ottenuta dalla distribuzione di massa invariante dei muoni isolati, dato che il rapporto segnale rumore è migliore in questo caso rispetto a quello dei non isolati;
- Dato che non conosco la distribuzione del fondo sotto il picco di massa invariante, utilizzo il metodo così detto delle "side bands subtraction" per eliminare il fondo dal segnale vero.

# Distribuzione di Z in funzione di $p_T$ e di $\eta$

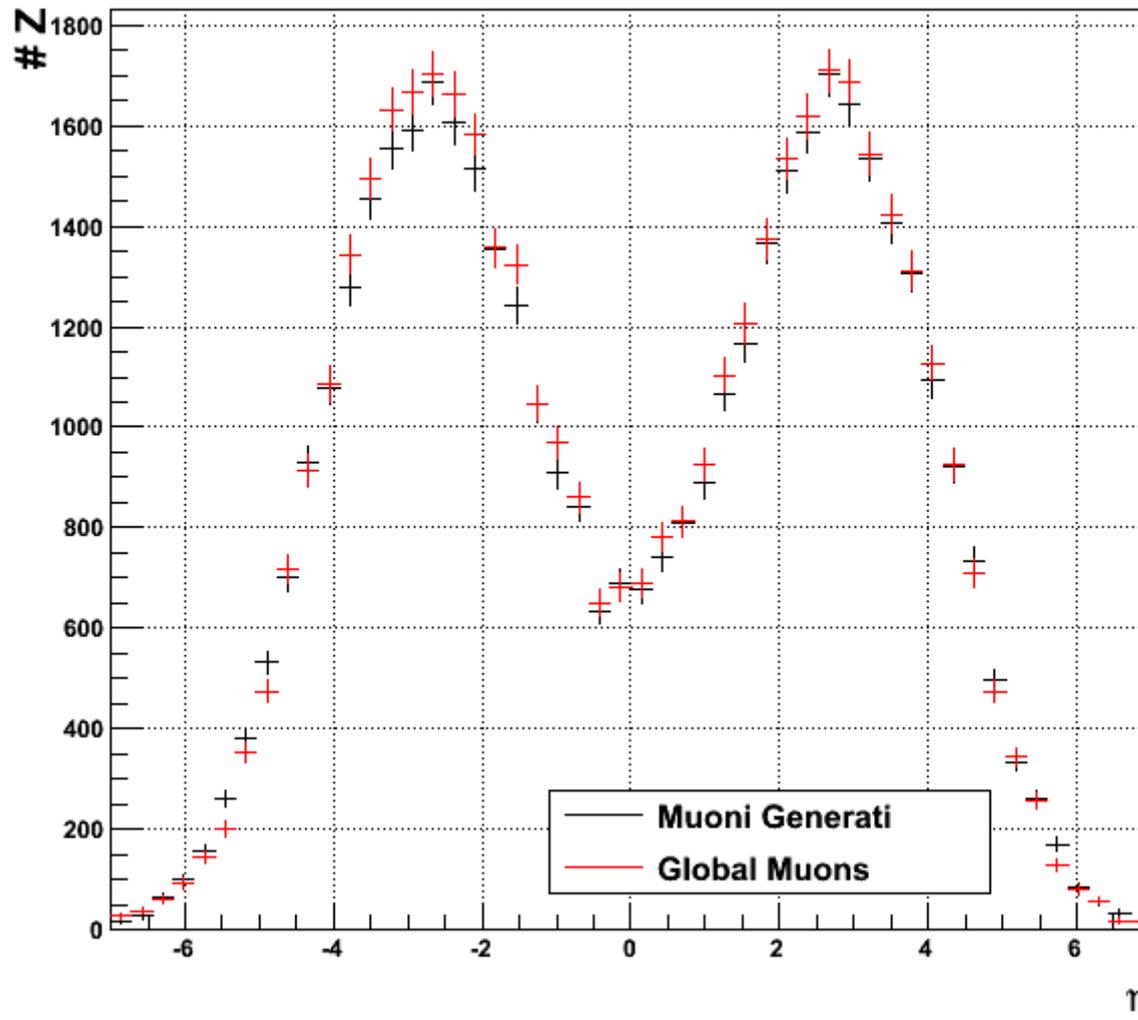
Ogni evento ricostruito nell'istogramma della distribuzione di Z è stato corretto con l'efficienza di ricostruzione della Z calcolata a partire da quella di ricostruzione globale dei muoni, trascurando la correlazione (piccola) tra i due muoni (che vanno in regioni distanti del rivelatore). La distribuzione in funzione di  $p_T$  è stata corretta con  $\varepsilon_Z = \varepsilon_{\mu^+}(p_T)\varepsilon_{\mu^-}(p_T)$ , mentre quella in funzione di  $\eta$  con  $\varepsilon_Z = \varepsilon_{\mu^+}(\eta)\varepsilon_{\mu^-}(\eta)$ . Queste distribuzioni verranno corrette con  $\varepsilon_\mu(p_T, \eta)$ :



# Distribuzione di Z in funzione di $p_T$



# Distribuzione di Z in funzione di $\eta$



## Sezione d'urto totale

$$\sigma_{qq \rightarrow Z \rightarrow 2\mu} = (0,883 \pm 0,004) \text{ nb}$$

Devo ancora determinare l'errore sistematico sulla misura della sezione d'urto. Le sorgenti di errore sistematico nella mia analisi sono:

$\epsilon$   
ricostruzione  $\mu$

$\epsilon$   
trigger

$\epsilon$   
selezione

$\epsilon$   
isolamento