



Anno accademico 2022-2023

Sezione d'urto differenziale - Decadimento della  $J/\Psi$ 

Carlo Crescente, Martina Singh

**Indice**

<b>1</b>	<b>Introduzione</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>Massa Invariante</b>	<b>2</b>
<b>3</b>	<b>Grafici <math>\eta</math> vs <math>p_T</math></b>	<b>3</b>
<b>4</b>	<b>Accettanza</b>	<b>3</b>
<b>5</b>	<b>Efficienza</b>	<b>4</b>
<b>6</b>	<b>Sezione d'urto</b>	<b>4</b>
<b>7</b>	<b>Considerazioni finali</b>	<b>5</b>

# 1 Introduzione

Il processo completo analizzato nell'esperimento di CMS è

$$p + p \rightarrow J/\Psi \rightarrow \mu^+ \mu^-$$

in particolare, si analizzeranno i dati del decadimento della  $J/\Psi$  nei due muoni, raccolti nei due file ROOT

- "Jpsi\_DATA.root", per i dati acquisiti dei due muoni e della  $J/\Psi$
- "Jpsi\_MC.root", per le simulazioni MonteCarlo di dati generati e misurati

Prima di proseguire alla stima in sé della sezione d'urto, si sono operate diverse azioni preliminari, per poter dedurre i tagli corretti da attuare quando richiesto ed eseguire una stima di accettazione ed efficienza (che serviranno successivamente alla stima della sezione d'urto).

# 2 Massa Invariante

Si sono plottati i dati acquisiti di massa invariante della  $J/\Psi$ , in un intervallo compreso tra  $2.6 \text{ GeV}/c^2$  e  $3.5 \text{ GeV}/c^2$ , e si è eseguito un *best fit* con una funzione data dalla sovrapposizione di una gaussiana e di un esponenziale, per poter distinguere tra segnale d'interesse (che dovrebbe risultare compatibile con la gaussiana) e *background* (che, invece, dovrebbe risultare compatibile con la funzione esponenziale): allora si sono imposti come tagli per la massa invariante della  $J/\Psi$  (con cui si lavorerà per il resto della trattazione) i valori per cui i dati acquisiti e la parte gaussiana della funzione di *best fit* fossero compatibili.

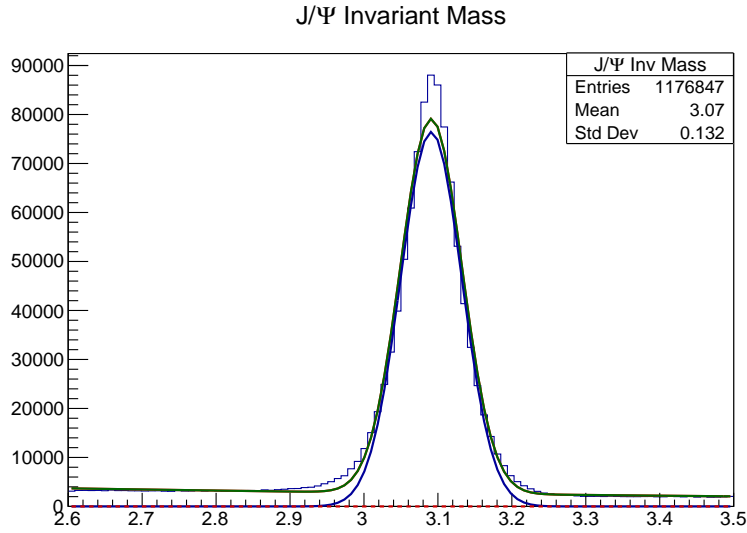


Figure 1: Grafico per la massa invariante della  $J/\Psi$ , dal *best fit* si deducono i seguenti tagli per la massa invariante:  $\sqrt{s}_{\min} = 3 \text{ GeV}/c^2$ ,  $\sqrt{s}_{\max} = 3.2 \text{ GeV}/c^2$ .

### 3 Grafici $\eta$ VS $p_T$

Per proseguire anzitutto con la stima dell'accettanza, si sono plottate le coppie di dati MC-generati  $(\eta, p_T)$  per i due muoni: si sono quindi dedotti i tagli su pseudorapidità ed impulso per cui il *detector* rileva gli eventi.

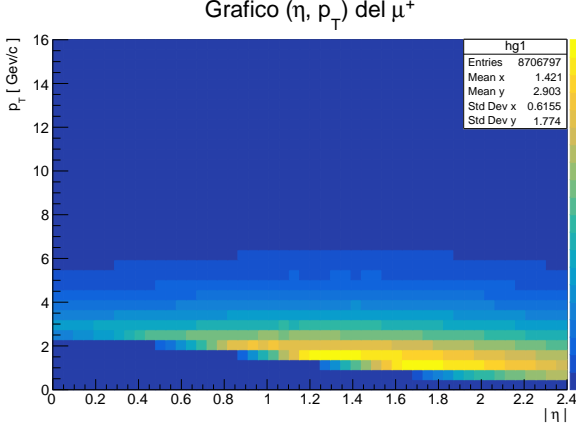


Figure 2: Grafico  $(\eta, p_T)$  per i dati MC-generati del muone positivo.

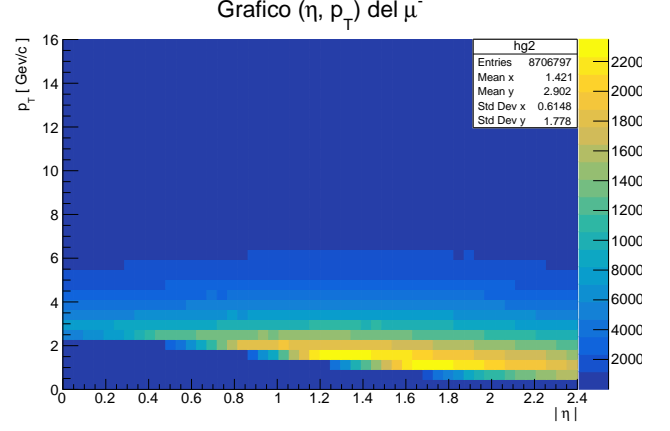


Figure 3: Grafico  $(\eta, p_T)$  per i dati MC-generati del muone negativo.

I tagli dedotti dai grafici, per le zone misurate dal *detector*, sono i seguenti

- $p_T^\mu > 1.7 \text{ GeV/c}$  per  $|\eta^\mu| < 0.8$
- $p_T^\mu > 0.9 \text{ GeV/c}$  per  $0.8 < |\eta^\mu| < 1.7$
- $p_T^\mu > 0.4 \text{ GeV/c}$  per  $|\eta^\mu| > 1.7$

### 4 Accettanza

L'accettanza, definita come il rapporto tra area sensibile ed area totale del *detector*, è stata stimata a partire dai dati MonteCarlo come il rapporto tra il numero di eventi misurati (che portino ad una  $J/\Psi$  di massa compatibile con l'intervallo definito in precedenza e di carica nulla, che soddisfino i tagli di impulso e pseudorapidità e che attivino il trigger `HLT_DoubleMu0_Quarkonium_v1`) e il numero di tutti gli eventi generati.

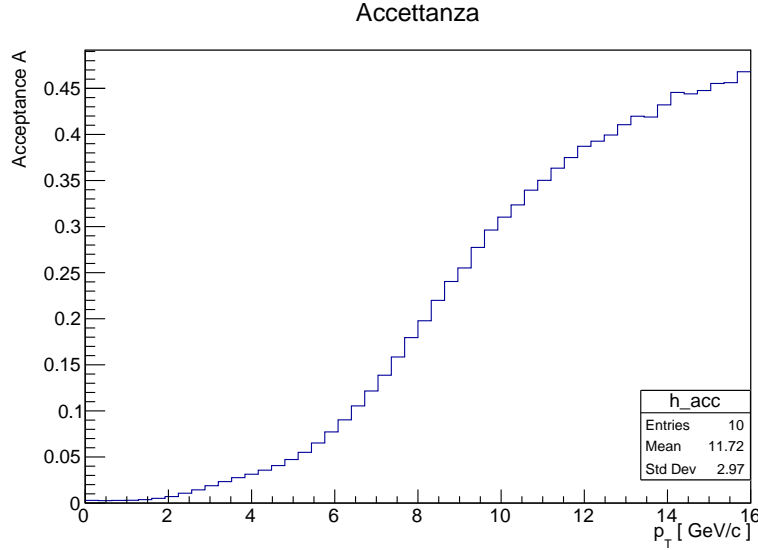


Figure 4: Grafico dell'accettanza per bin di  $p_T$  della  $J/\Psi$ .

## 5 Efficienza

L'efficienza, definita come la probabilità di osservare un evento che il *detector* è in grado di rivelare, è stata stimata a partire dai dati MonteCarlo misurati come il rapporto tra il numero di eventi buoni selezionati ed il numero di eventi misurati: questi ultimi non sono altro che gli stessi eventi considerati per la stima dell'accettazione (il numeratore), a partire dai quali otteniamo gli eventi buoni selezionati richiedendo come ulteriori condizioni che

- `MCType = 0`, ovvero che la  $J/\Psi$  sia compatibile con quella MC-generata
- `JPsiType = 0 || JPsiType = 1 || JPsiType = 2`, ovvero che la  $J/\Psi$  sia data da due muoni globali, da un muone globale ed un muone *tracker* o da due muoni *tracker*

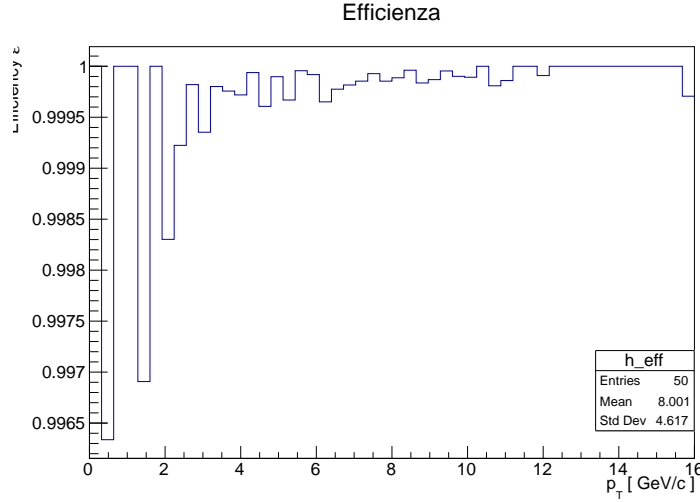


Figure 5: Grafico dell'efficienza per *bin* di  $p_T$  della  $J/\Psi$ .

## 6 Sezione d'urto

La sezione d'urto differenziale del processo è data dalla seguente espressione

$$\frac{d\sigma}{dp_T} \cdot \text{BR}(J/\Psi \rightarrow \mu^+ \mu^-) = \frac{N_{\text{meas}}}{L \cdot A \cdot \varepsilon \cdot \Delta p_T}$$

dove  $\text{BR}(J/\Psi \rightarrow \mu^+ \mu^-) = (5.961 \pm 0.033)\%$  è il *branching ratio* tabulato su PDG del processo in analisi,  $N_{\text{meas}}$  è il numero di eventi misurati (considerando i limiti associati allo strumento di acquisizione),  $L = 40 \text{ pb}^{-1}$  è la luminosità integrata del *detector* e  $\Delta p_T$  è la larghezza del *bin* di impulso trasverso. Pertanto, a partire dai dati raccolti in "`Jpsi_DATA.root`", si sono anzitutto selezionati i dati di interesse richiedendo che

- la  $J/\Psi$  generata avesse correttamente  $\sqrt{s}_{\text{min}} < \sqrt{s} < \sqrt{s}_{\text{max}}$  e carica nulla e valesse `JPsiType = 0 || JPsiType = 1 || JPsiType = 2`; inoltre si è richiesto, coerentemente con quanto fatto nell'articolo, che  $p_T^{J/\Psi} < 16 \text{ GeV/c}$
- gli impulsi e le pseudorapidità dei muoni soddisfacessero le condizioni imposte per la stima dell'accettazione
- il *trigger* dato dall'indicatore `HLT_DoubleMu0` fosse attivato

ottenendo i seguenti istogramma di dati considerati e grafico della sezione d'urto.

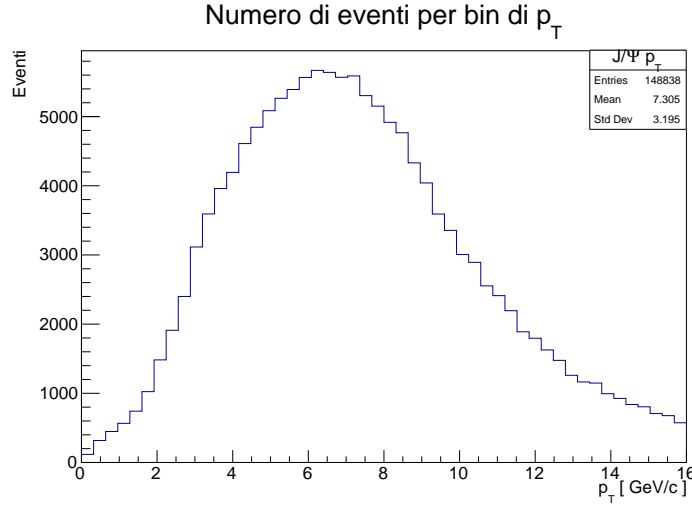


Figure 6: Grafico dei dati della  $J/\Psi$  tenuti in considerazione, qualora soddisfacessero le condizioni definite sopra.

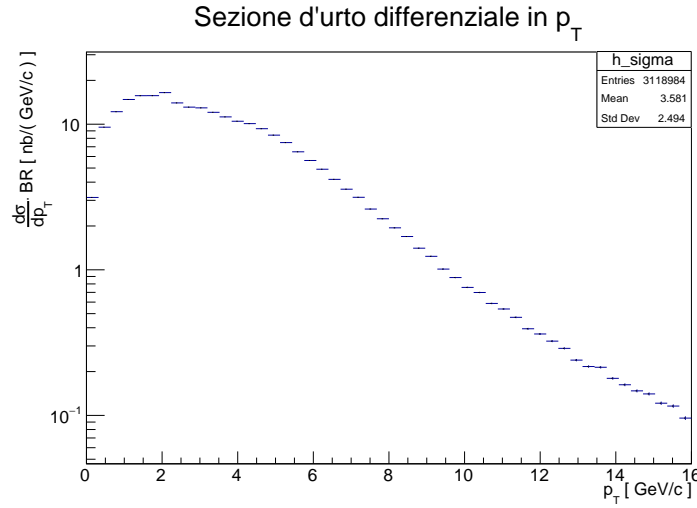


Figura 6: Grafico della sezione d'urto del processo  $J/\Psi \rightarrow \mu^+ \mu^-$

Si osserva dal grafico 6, quello della sezione d'urto, in prossimità dell'ipotetico picco, un andamento discontinuo, probabilmente dovuto ad alcuni passaggi nella procedura di selezione degli eventi. Si vede che si ha un picco a  $p_T \approx 2 \text{ GeV}/c$ , come nell'articolo.

## 7 Considerazioni finali

La sezione d'urto risulta compatibile con i valori tabulato, naturalmente non si hanno valori precisi quanto quelli tabulati, questo è dovuto alla scelta dei tagli da noi effettuati, che sono diversi da quelli scelti dai ricercatori che hanno elaborato i dati presso il CMS.