

Studio del decadimento $B^0 \rightarrow J/\psi K^*(892)^0$ a CDF

Gabriele Maria Grittani
10/10/2011

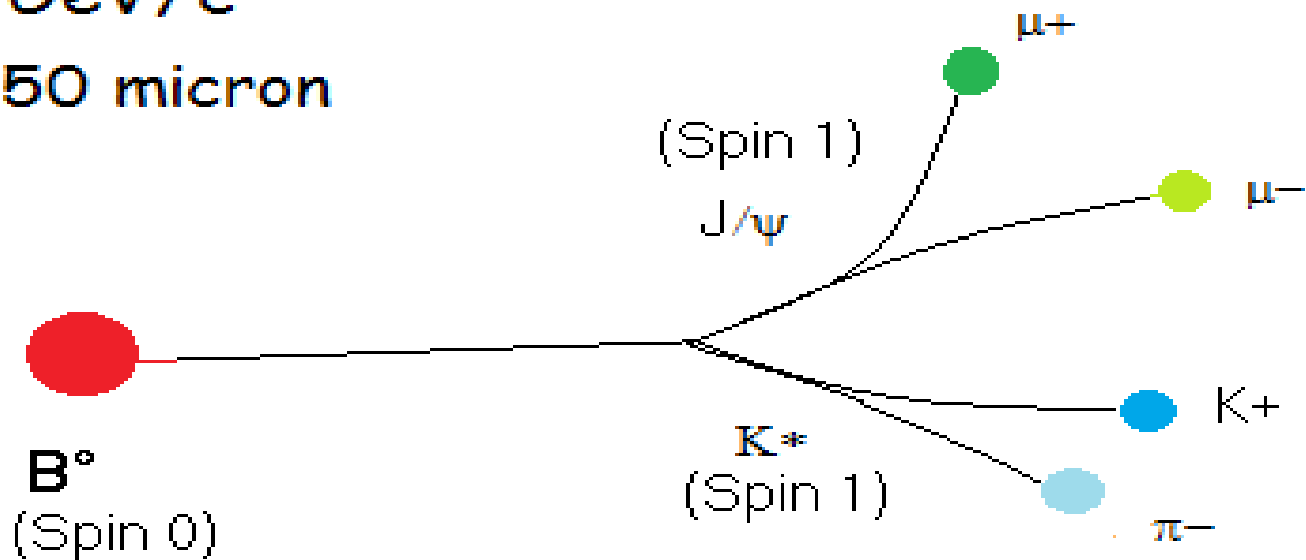
Relatore:
Simone Donati
Correlatore:
Diego Tonelli

Il decadimento $B^0 \rightarrow J/\psi K^*(892)^0$

$\tau \approx 1.5 \text{ ps}$

$p_T \approx 5 \text{ GeV}/c$

$\langle L_{xy} \rangle \approx 450 \text{ micron}$



- $0 \rightarrow 1 + 1 + L$; dunque $L = 0, 1, 2$
- Misurare le ampiezze di decadimento dei tre possibili stati finali
- Confrontare i risultati ottenuti con le previsioni della QCD
- Sviluppare strumenti di analisi per il decadimento $B^0_s \rightarrow J/\psi \phi$

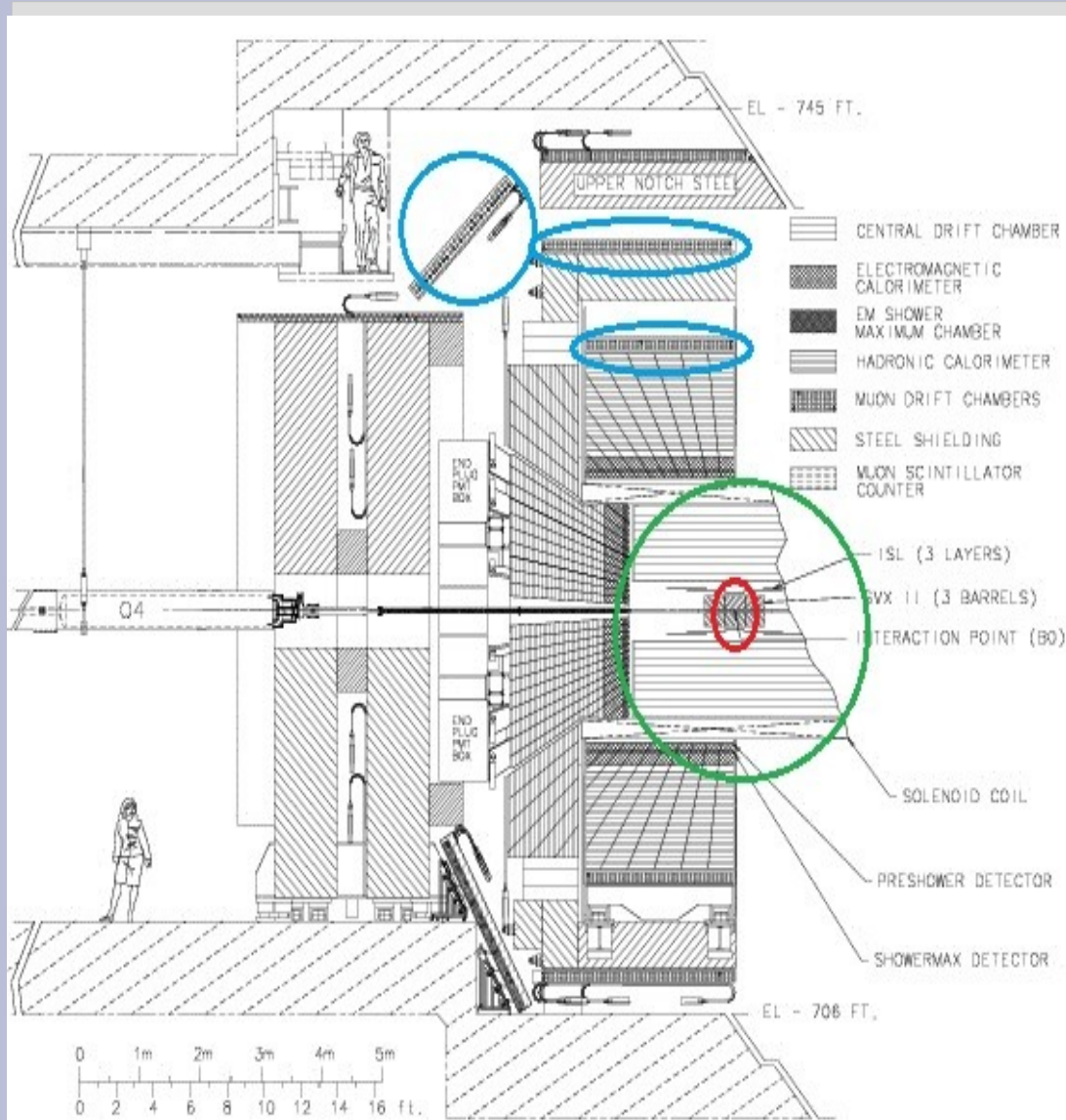
L'apparato sperimentale: Tevatron



- Collisione p-pbar a 1.96 TeV nel centro di massa
- Luminosità istantanea: $3.5 \cdot 10^{32} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$
- Sezione d'urto di produzione quark b: circa $40 \mu\text{b}$
- Un $B^0 \rightarrow J/\psi (\mu^+\mu^-) K^{*0} (k\pi)$ circa ogni 3 secondi
- 10 anni di presa dati, circa 10 fb^{-1}

- Campione di adroni B più grande al mondo
- $pT(B^0)$ tipico 5 GeV \rightarrow circa 0.5 mm di volo

L'apparato sperimentale: CDF

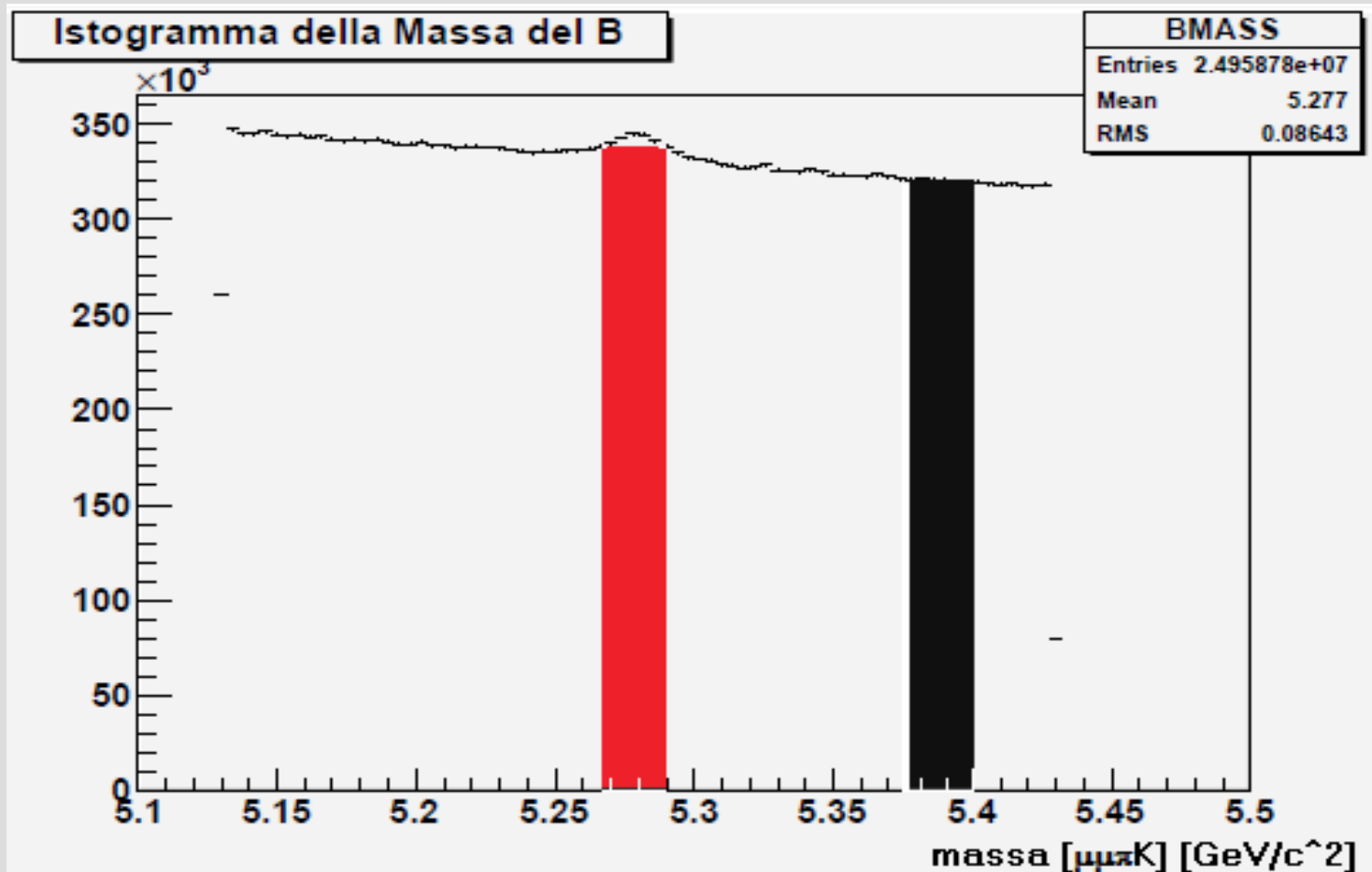


- Nel mio lavoro si usano muoni e tracce
- Muoni di $P_t > 1.5 \text{ GeV}/c$ rivelati da camere a deriva
- Rivelatori al silicio e camera centrale a deriva per la ricostruzione delle tracce
- Incertezza dello 0.1% sul P_t
- Risoluzione sulla posizione del vertice $30 \mu\text{m}$ nel piano trasverso

Il mio lavoro

- La risoluzione delle misure di polarizzazione è proporzionale alla quantità $S/\sqrt{S+B}$.
- L'obiettivo è selezionare un sottocampione di dati per il quale la quantità $S/\sqrt{S+B}$ è massima.
- Ho studiato le distribuzioni di fondo e di segnale in alcune variabili del decadimento.
- Ho effettuato dei tagli nello spazio multidimensionale di queste tre variabili, studiando l'andamento della funzione $S/\sqrt{S+B}$.
- Ho trovato la configurazione di tagli che massimizza la quantità di interesse.

Il campione iniziale di dati

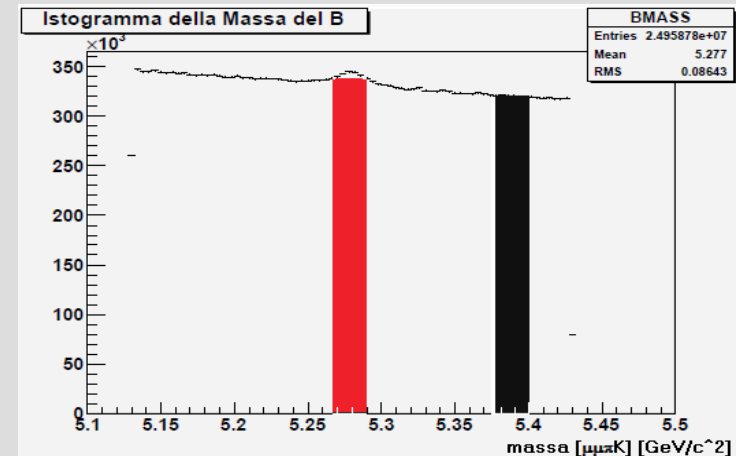


8.5 fb⁽⁻¹⁾

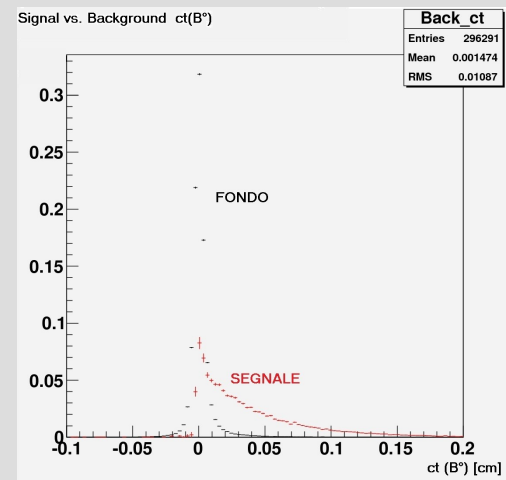
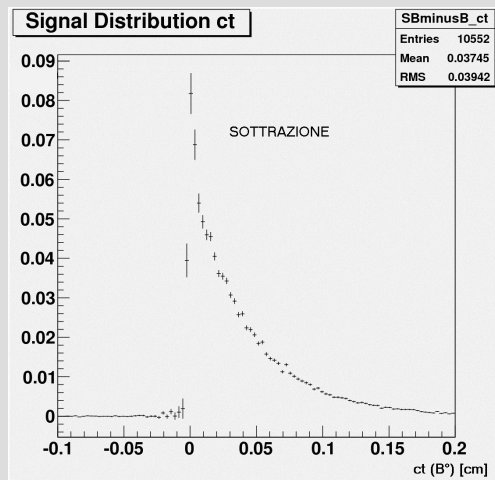
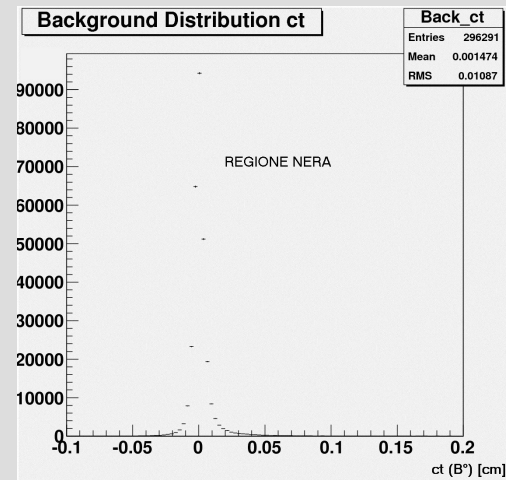
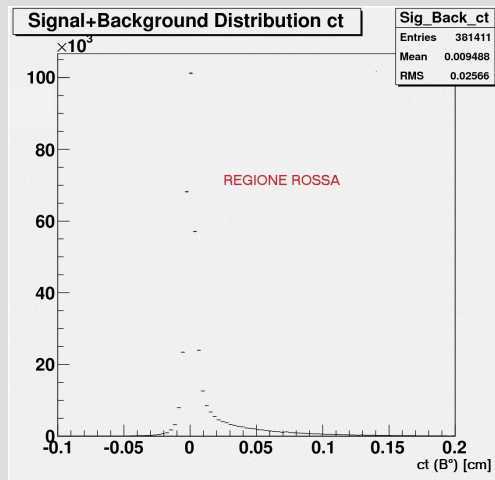
La struttura appare alla massa nominale del B^0 ed è sommersa da un fondo circa 20 volte più abbondante.

Sottrazione del fondo

- Regione “nera”: campione di puro fondo.
- Regione “rossa”: campione di segnale + fondo.
- Assumo che il fondo nella regione “rossa” abbia la stessa distribuzione di quello della regione “nera”.
- Proietto la distribuzione di diverse variabili coinvolte nel decadimento per gli eventi di ciascuna regione.
- Sottraggo dalla distribuzione di segnale + fondo la distribuzione di puro fondo.

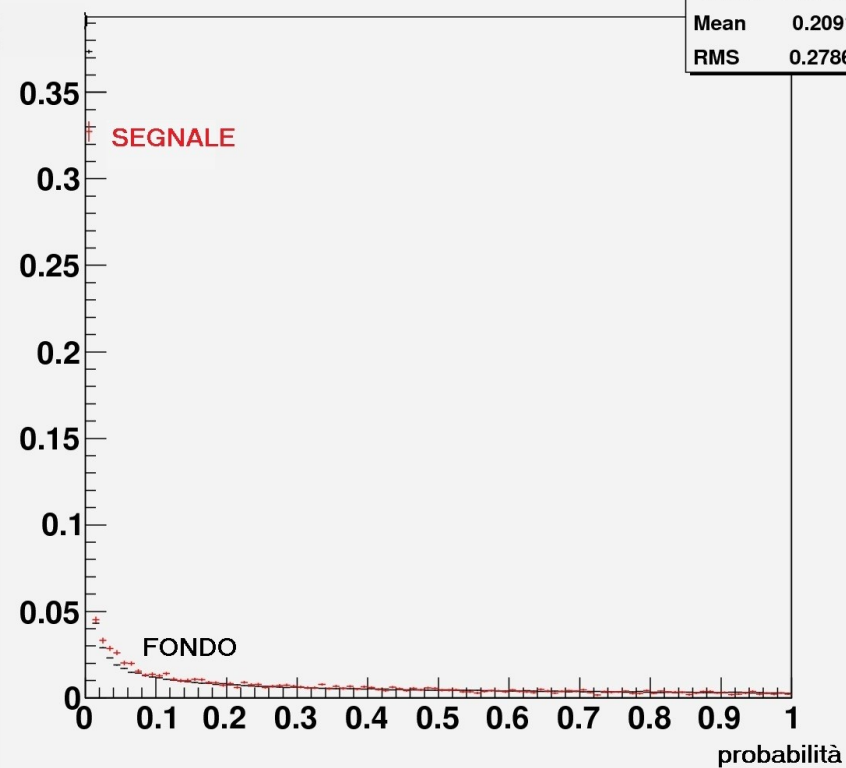


Sottrazione del fondo

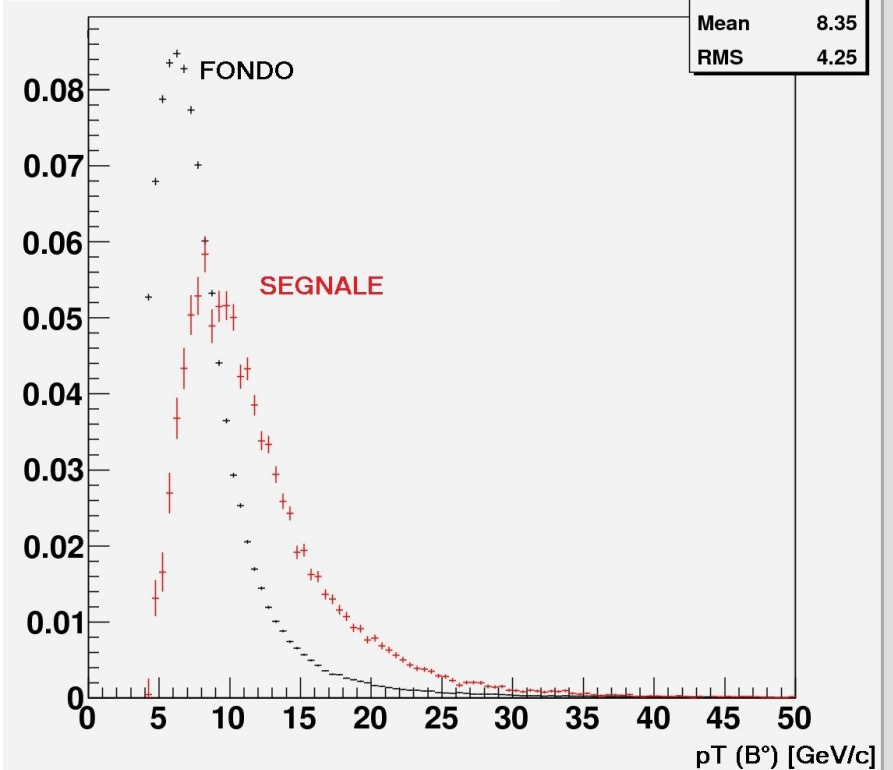


Distribuzione di segnale e fondo nelle variabili

Signal vs. Background Vertex Probability

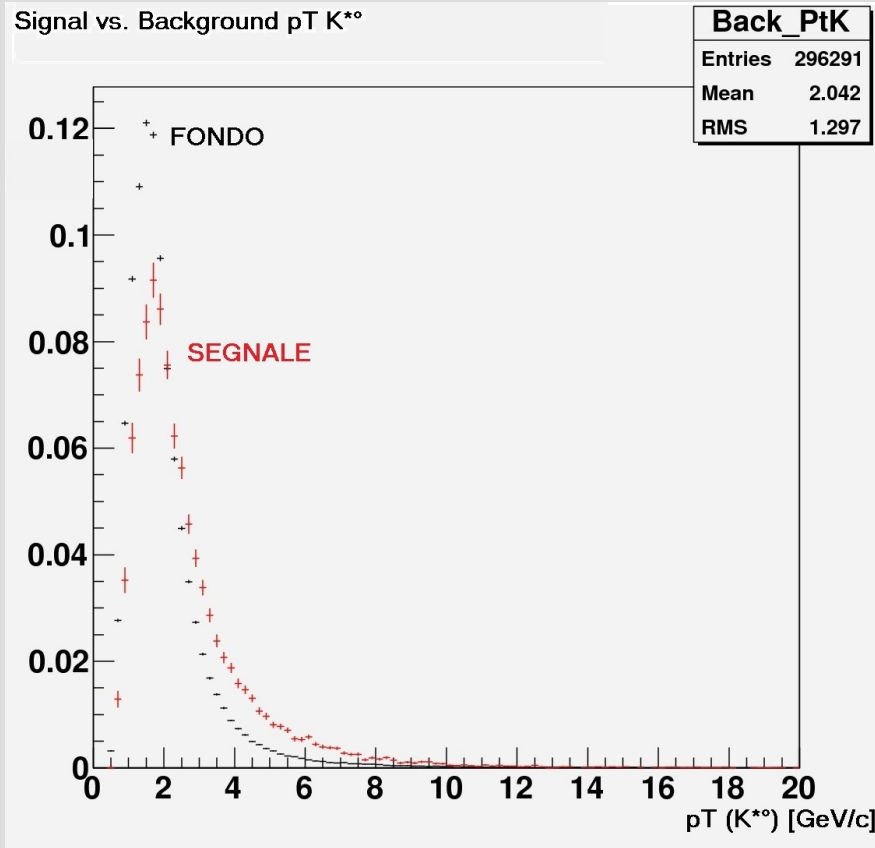


Signal vs. Background $p_T B^\circ$

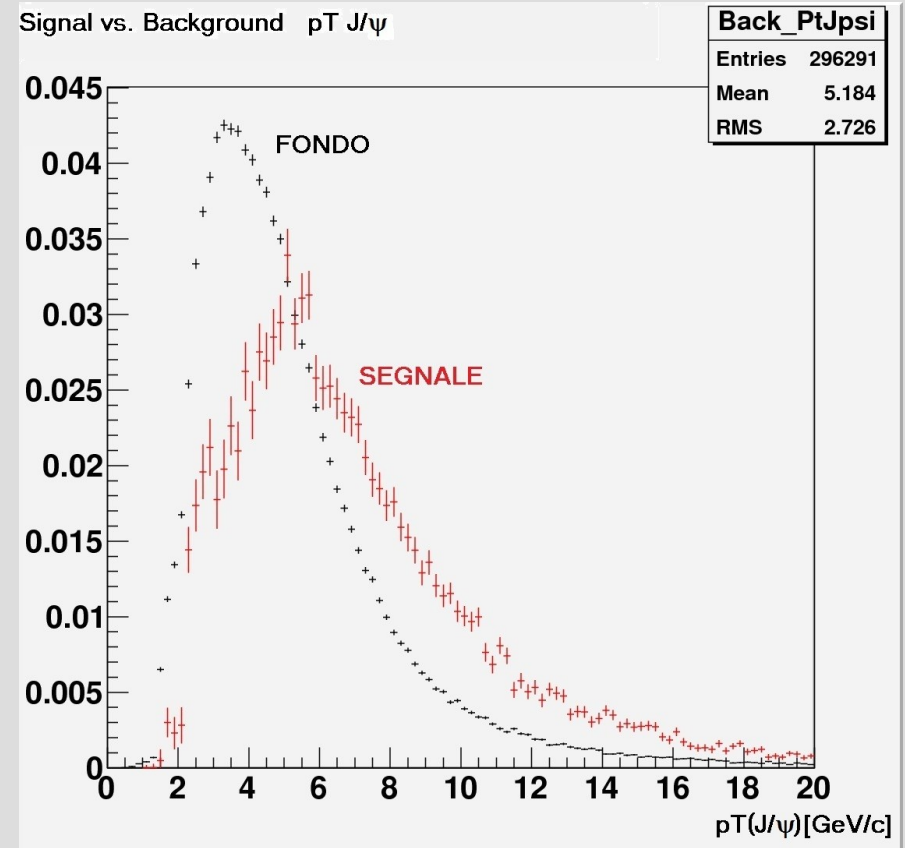


Distribuzione di segnale e fondo nelle variabili

Signal vs. Background pT K^{*0}

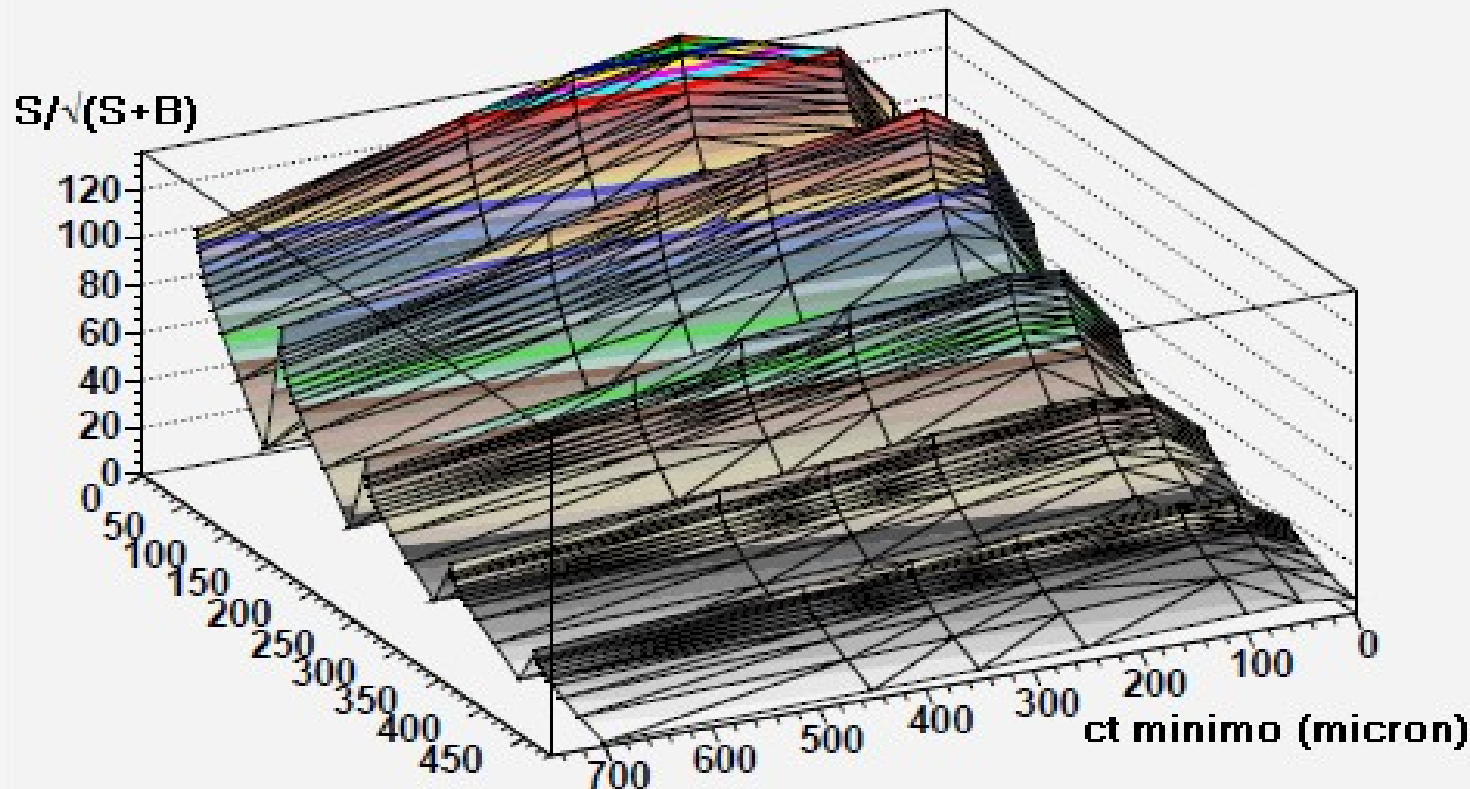


Signal vs. Background pT J/ψ



Analisi multidimensionale di $S/\sqrt{(S+B)}$

Score function in funzione dei tagli su ct , P_t e probabilità di vertice



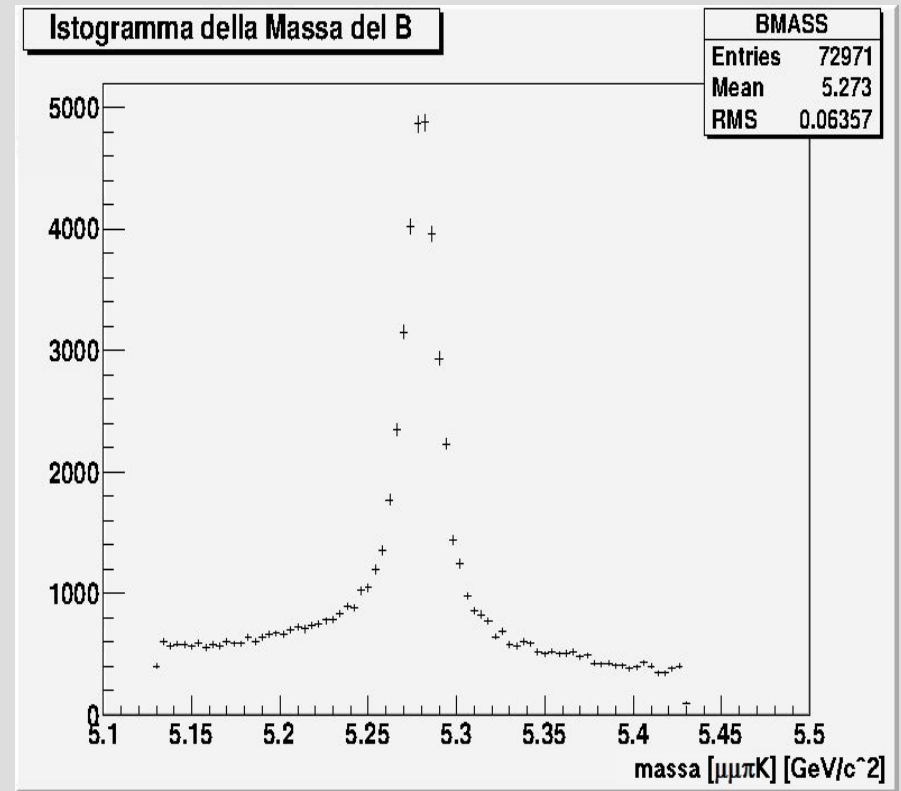
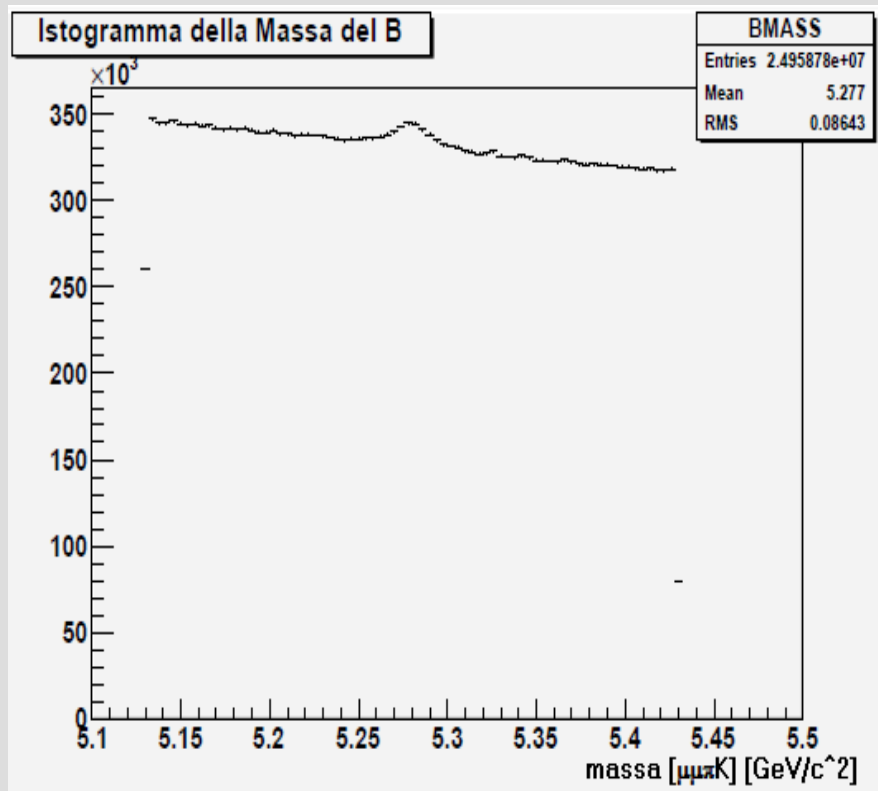
$p_T(B^\circ) > 5 \text{ GeV}/c$

$ct(B^\circ) > 250 \mu\text{m}$

$P_{\text{vertex}} > 0.5\%$

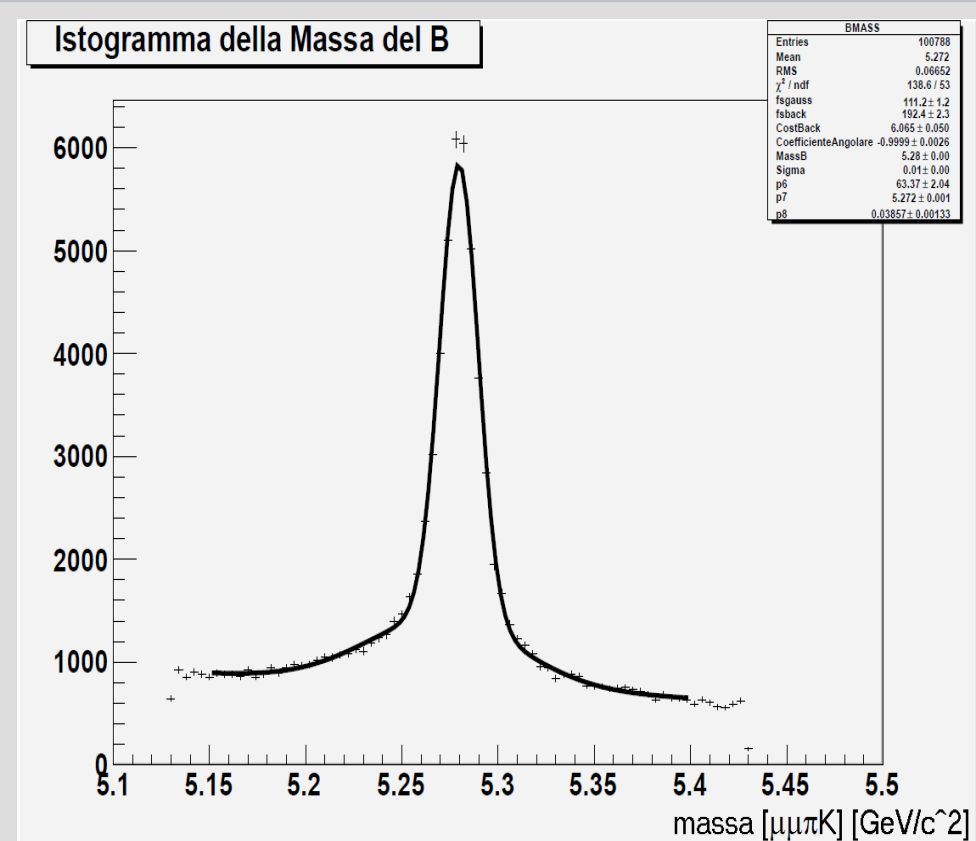
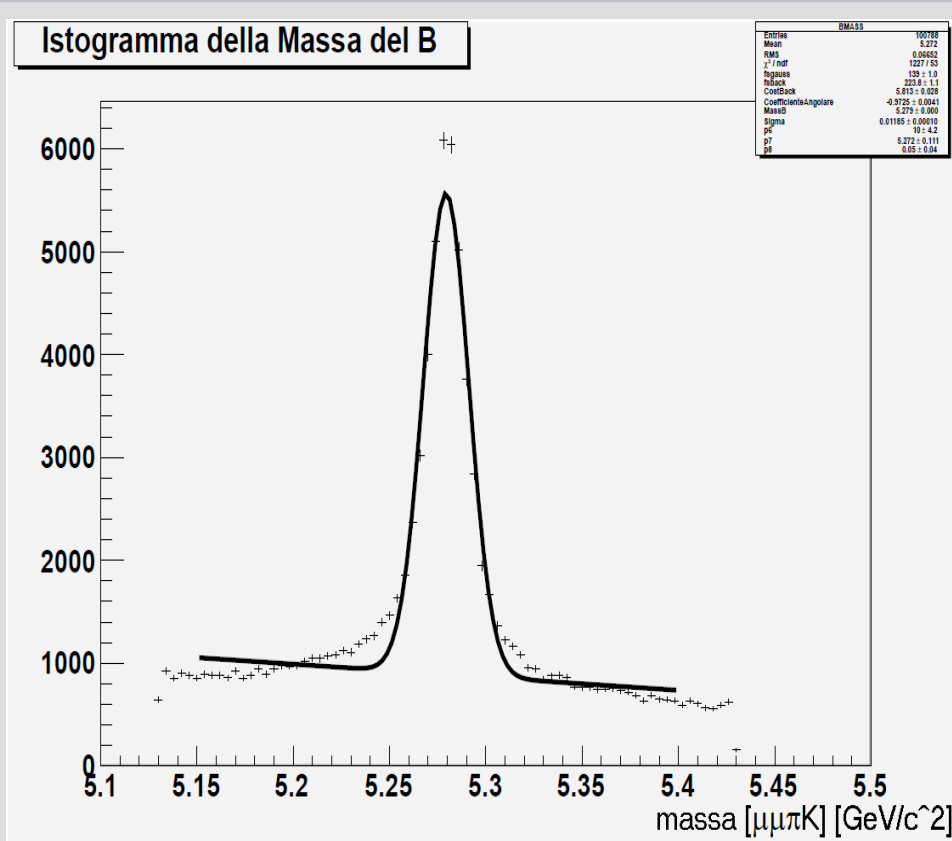
L'asse y riporta una rappresentazione dei tagli in P_t e probabilità di vertice mappati in un codice.

Risultato



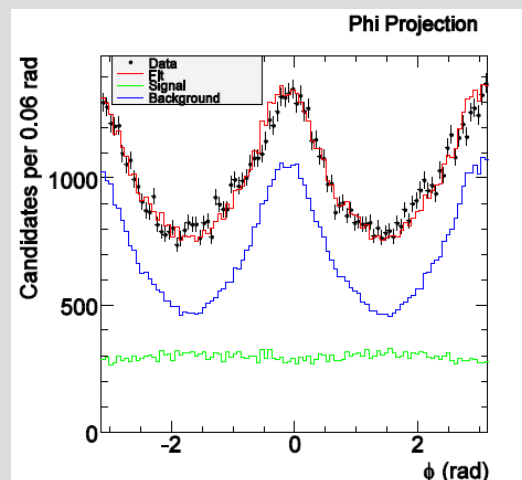
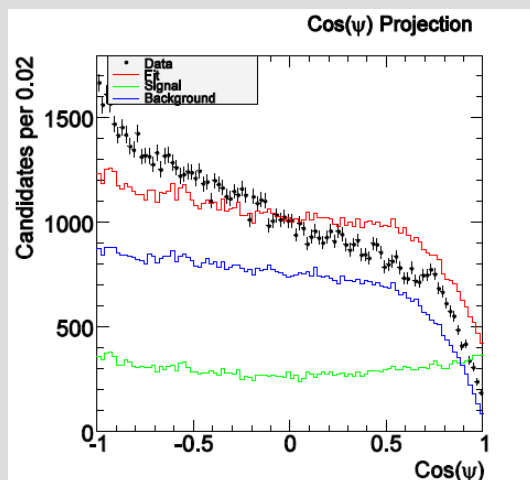
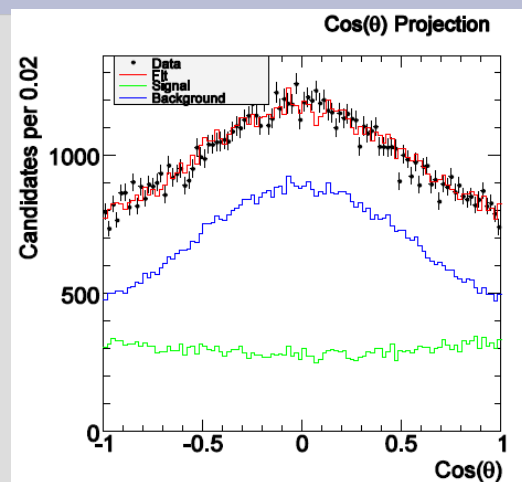
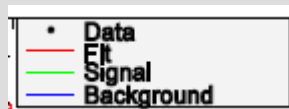
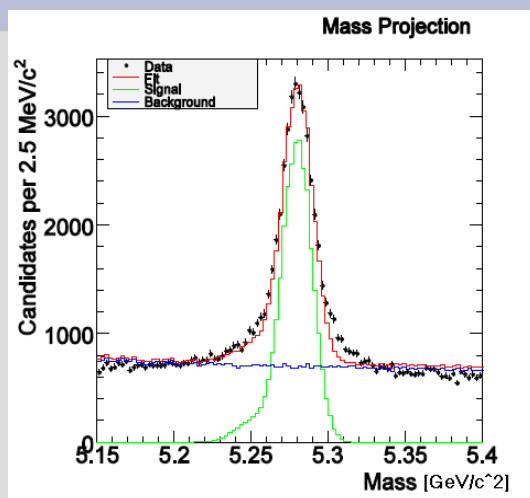
Ottego un miglioramento di un fattore 3 per $S/\sqrt{(S+B)}$

Raffinamento del modello di massa



- Una singola gaussiana non riproduce accuratamente il segnale.
- La struttura larga sotto il segnale deriva dal 10-20% dei casi in cui l'assegnazione K- π di massa alle tracce e' scambiata.
- L'aggiunta di una seconda gaussiana riproduce la distribuzione osservata.

Misura delle ampiezze di polarizzazione: Fit delle distribuzioni angolari



- Ho collaborato ai primi test del fit 4-dimensionale ad angoli di decadimento e massa.
- Fit preliminare - accettazione del rivelatore non ancora inclusa.
- Prematuro valutare i valori centrali, ma risoluzioni realistiche e migliori di un fattore 2 rispetto alle migliori risoluzioni disponibili.

Sommario e prospettive

- Ho collaborato con il gruppo CDF dedicato misura delle ampiezze di polarizzazione del decadimento $B^0 \rightarrow J/\psi K^{*0}$.
- Cruciale test dei modelli di QCD e validazione degli strumenti per la misura di CP violation nel decadimento simile $B_s \rightarrow J/\psi \phi$.
- Mio ruolo e responsabilità principale: concepire e sviluppare l'ottimizzazione della selezione per isolare il campione più adatto alla misura di polarizzazione.
- Studiandone le distribuzioni su campioni arricchiti in segnale e fondo, ho individuato le variabili più discriminanti tra segnale e fondo.
- Ho realizzato una procedura di esplorazione dello spazio multidimensionale di queste per massimizzare la significatività del segnale.
- Ho ottenuto, come risultato, un miglioramento di un fattore 3 della significatività.
- Grazie al mio lavoro, ed al fatto che CDF ha i campioni di $B \rightarrow J/\psi K^{*0}$ più abbondanti oggi disponibili, ci aspettiamo a breve una misura di ampiezze di polarizzazione con risoluzione almeno il 50% migliore rispetto a quelle oggi esistenti.