

Ricerca del decadimento raro $B_{s(d)} \rightarrow \mu^+ \mu^-$ nel campione di trigger adronico

Riunione CDF-Italia, 2 settembre 2009

G. Volpi

per il gruppo che ha espresso interesse per tale analisi
(R.Carosi, S.Donati, L.Sartori, F.Scuri, G.Volpi, V.Vagelli)

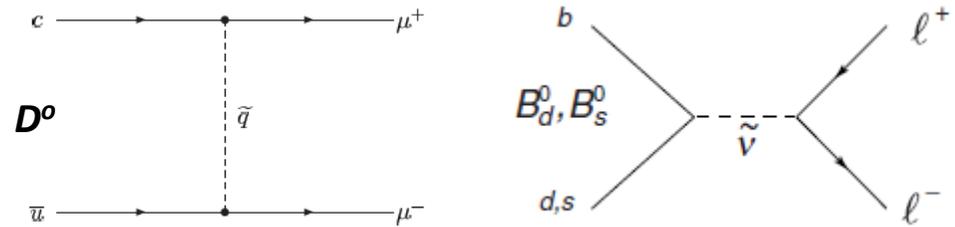
Argomenti trattati:

- Impatto su Nuova Fisica della misura del $BR(B_s \rightarrow \mu\mu)$
- Stato dell'analisi al Tevatron col campione di trigger di muone
- Motivazioni e sommario attività svolte e in corso col campione di trigger adronico
- Prospettive e obbiettivi.

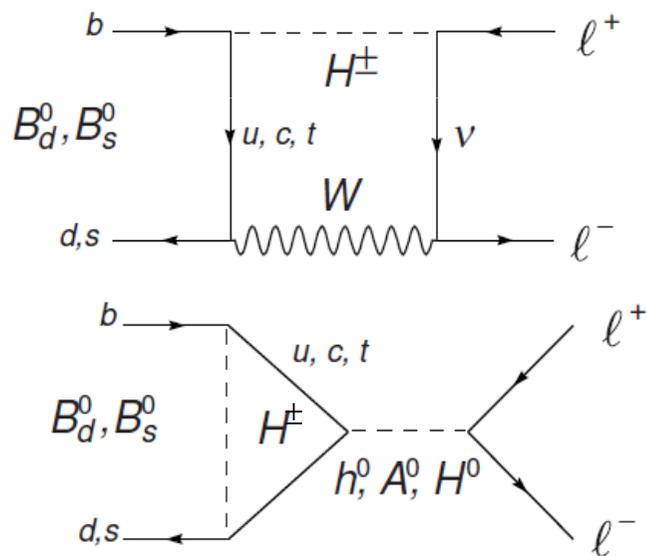
Decadimenti FCNC: sensibili alla Nuova Fisica

Nuova Fisica può apparire nei decadimenti dei mesoni neutri:

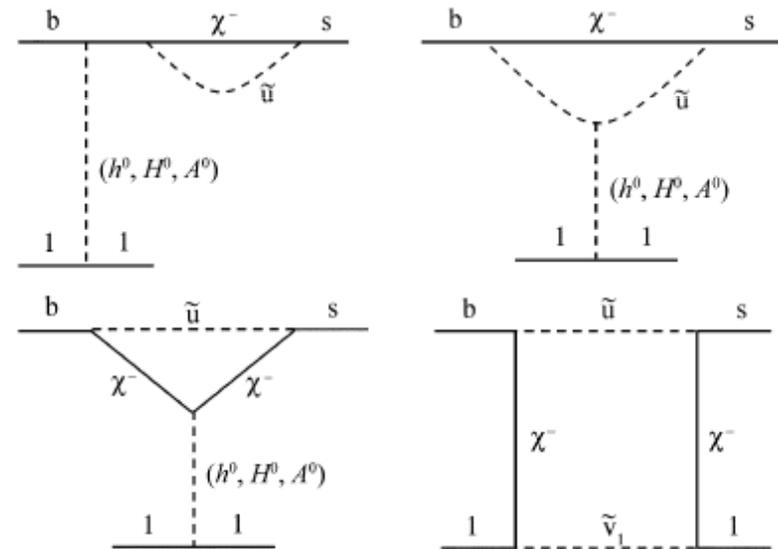
- al tree level attraverso R Parity Violation in SUSY
- attraverso loops in:



a) Estensioni MFV dello SM quali il 2HDM



b) MSSM

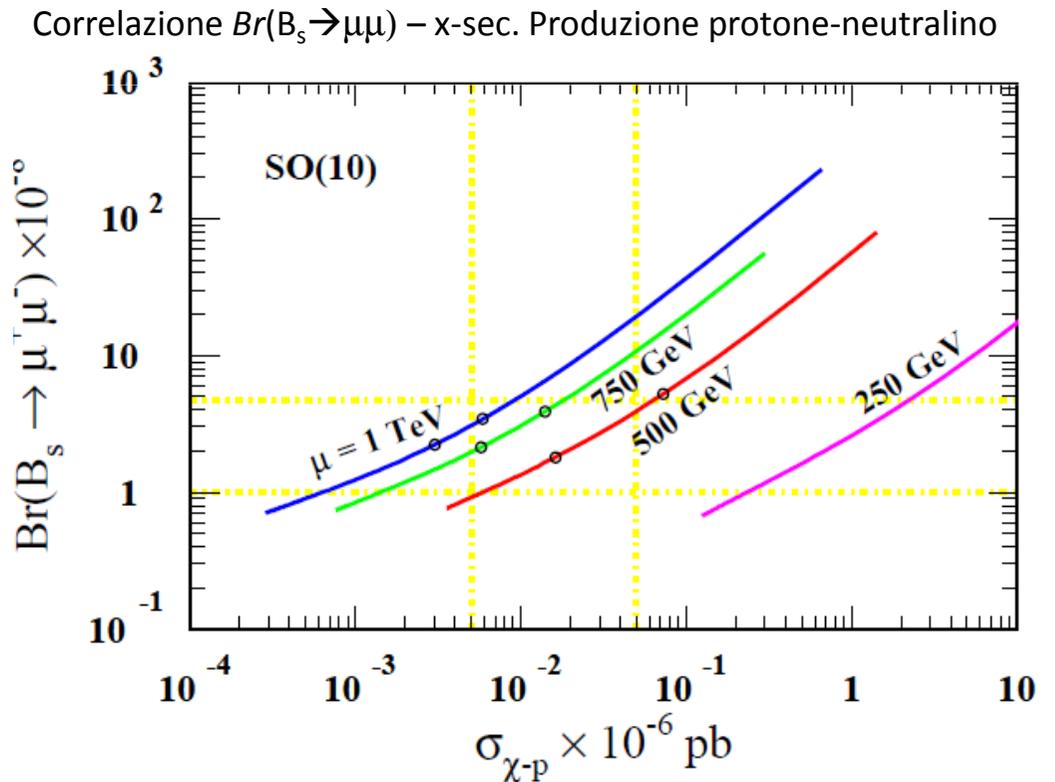
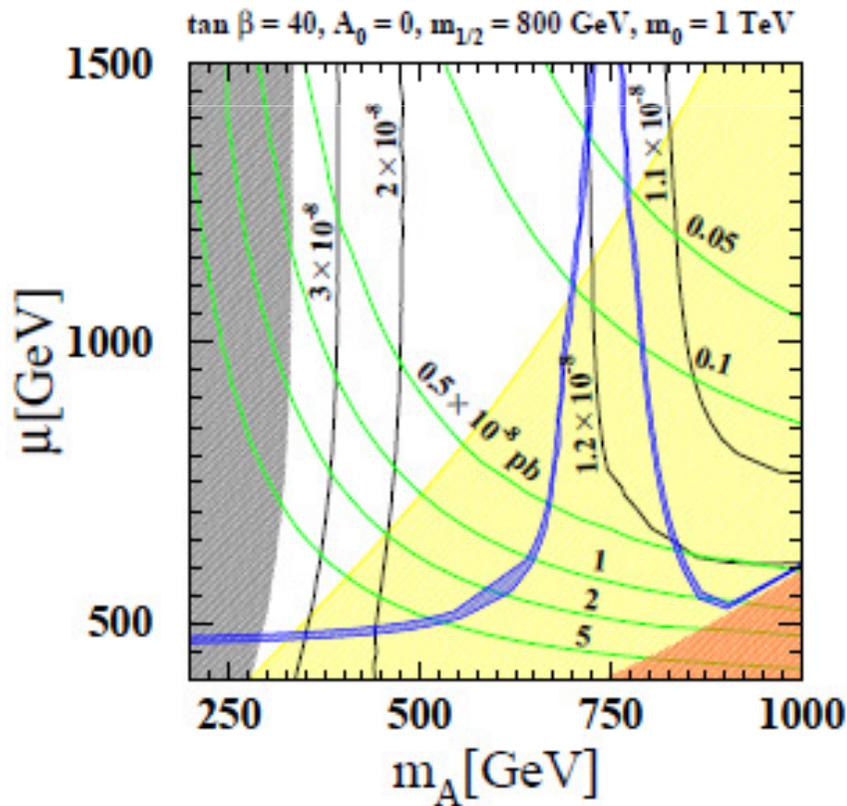


$$\mathcal{B}^{\text{SUSY}}(B \rightarrow \mu\mu) \propto (\tan\beta)^6$$

Impatto misura $Br(B_s \rightarrow \mu\mu)$ su nuova fisica

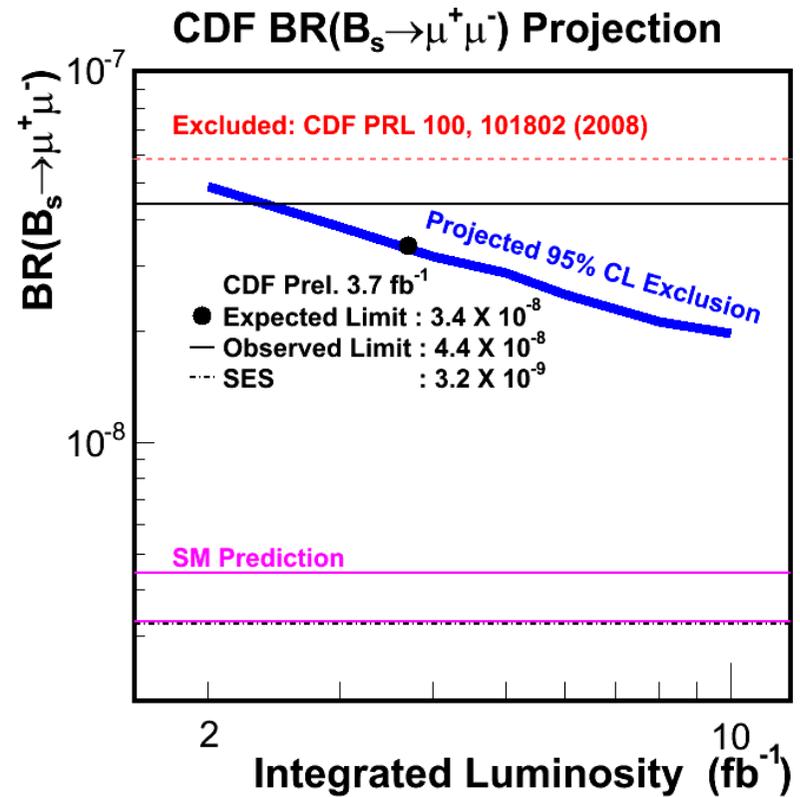
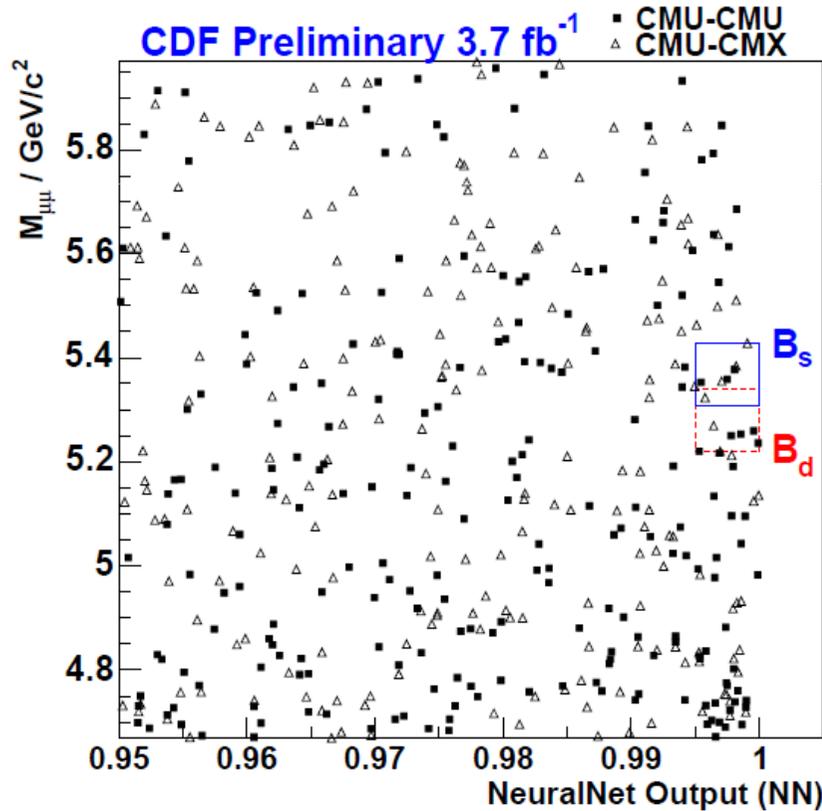
ultima pubblicazione (luglio '09): B. Dutta et al. arXiv:0907.4946v1

- Evidenzia la correlazione fra $Br(B_s \rightarrow \mu\mu)$ e la fase $\phi_s^{\uparrow} \phi_s = 2\beta_s \equiv 2 \arg(-V_{ts}V_{tb}^*/V_{cs}V_{cb}^*)$ nel mixing: il contributo dei penguin diagrams al mixing e all'ampiezza di $B_s \rightarrow \mu\mu$ varia come m_A^{-2}
 - Alti valori di m_A sono esclusi da $Br(\tau \rightarrow \mu\gamma)$ (reg. gialla) per quasi tutti i valori di $m_{1/2}, m_0, A_0, \mu$.
 - CDF e DØ misurano: $\phi_s(\text{CDF}) \in [0.28, 1.29]$ (68% C.L.), $(\phi_s/\text{SM} \simeq 0.04, \text{ favoriti valori bassi di } m_A)$
 $\phi_s(\text{DØ}) = 0.57_{-0.24}^{+0.30}(\text{stat})_{-0.07}^{+0.02}(\text{syst}).$
- == > Se tutto è consistente, ci si deve aspettare $Br(B_s \rightarrow \mu\mu) > Br(B_s \rightarrow \mu\mu)_{\text{SM}}$



Nuovo limite di CDF con 3.7 fb⁻¹: CDF note 9892

	$\mathcal{B}(B_s^0 \rightarrow \mu^+ \mu^-)$		$\mathcal{B}(B_d^0 \rightarrow \mu^+ \mu^-)$	
	90%	95%	90%	95%
Expected \mathcal{B}	2.7×10^{-8}	3.3×10^{-8}	7.2×10^{-9}	9.1×10^{-9}
Observed \mathcal{B}	3.6×10^{-8}	4.3×10^{-8}	6.0×10^{-9}	7.6×10^{-9}



Motivazioni della ricerca del $B_s \rightarrow \mu\mu$ nel campione del trigger adronico

Idea di fondo: sfruttare *l'expertise* del gruppo di Pisa nei decadimenti a due corpi del B per trasferire/integrare nella "search" di CDF gli strumenti derivati dagli studi per il $B \rightarrow hh$ con i seguenti obiettivi principali:

- a) Aggiungere statistica al campione ottenuto col trigger di muone nei "paths" RAREB
- b) Dimostrare che CDF può controllare il risultato ottenuto con l'analisi "standard" nel campione del trigger di muone con l'analisi corrispondente del (sotto)campione ottenuto con un trigger totalmente indipendente (adronico).

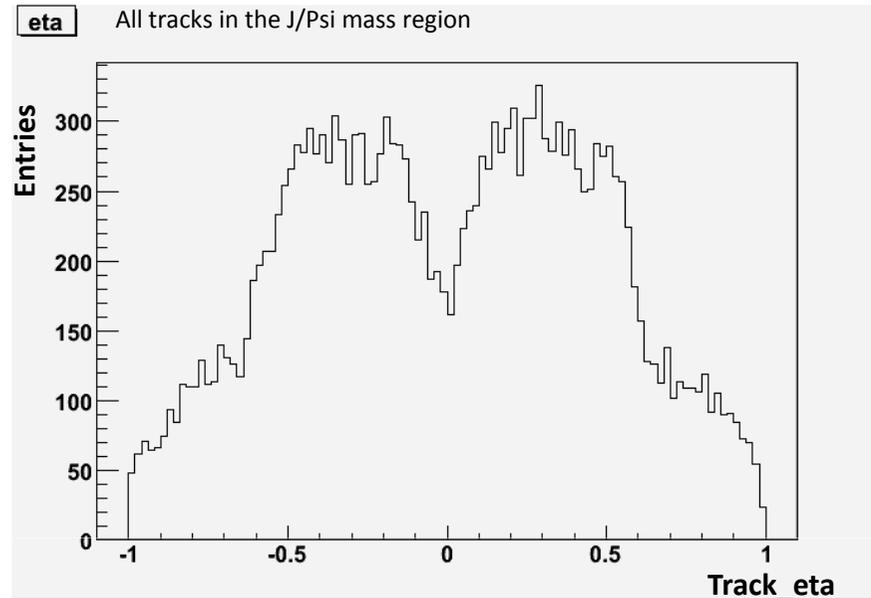
== > Fondamentale è lo studio delle regioni di sovrapposizione dei due campioni e delle relative efficienze/accettanze.

Elenco attività svolte dall'inizio (autunno 2008)

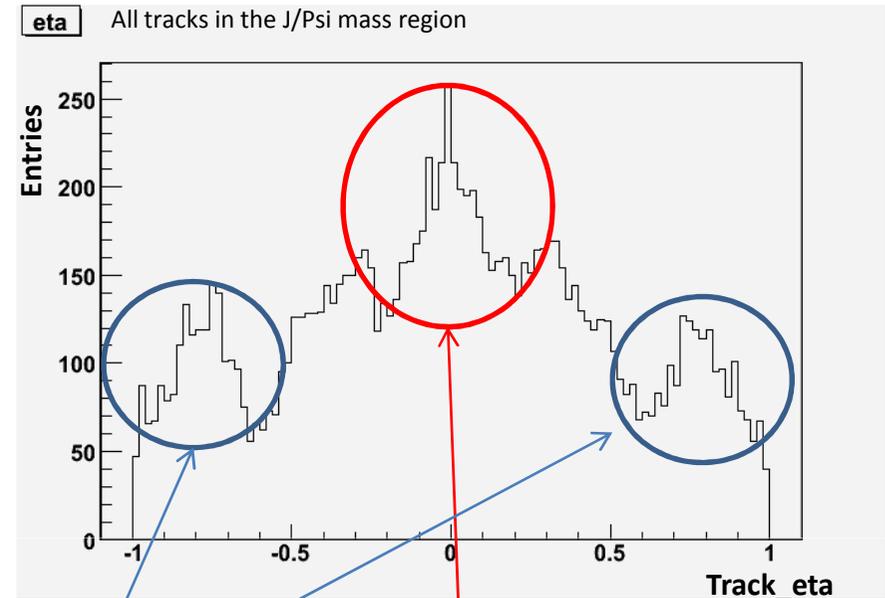
- Preparazione strumenti per analisi dati reali (G.Volpi)
 - adottato schema delle Bstntuple;
 - prodotti dati skimmati con l'informazione di identificazione di muone, dE/dx , trigger bit pattern e luminosità istantanea;
 - disponibili n-tuple skimmate da Bstnuple, trigger adronico, nella regione della J/psi e del B0 per la stream xbhdik (periodi 14-17, ca 400 pb^{-1}) e del corrispondente campione del trigger di muone nella regione della J/Psi (stream xpmmik)
- Studi accettazione ed efficienza di identificazione del muone in funzione di eta (Scuri, Volpi)
- Studi degli effetti DPS nei campioni di trigger RAREB, B_CHARM e B_PIPi (Donati, Scuri, Volpi)
- Studio dell' overlap dei diversi campioni di trigger (Scuri, Volpi)
- Produzione campioni MC e primi studi sui dati simulati, agosto 2009 (G. Volpi con il contributo efficace del summer student Valerio Vagelli)

Studio dell'accettanza e overlap campioni in funzione di eta

RAREB and hadronic trigger sample overlap



Only hadronic trigger paths



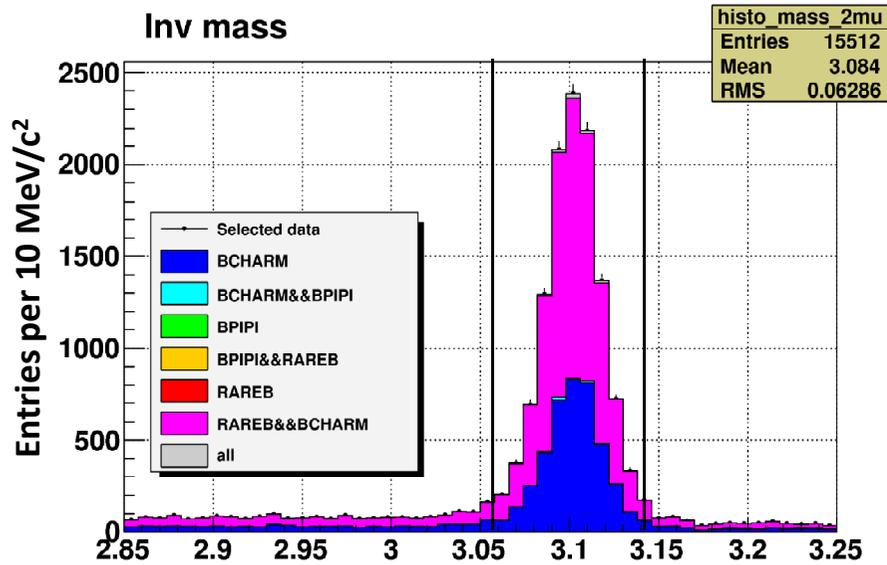
La maggioranza di eventi con il solo trigger adronico è del tipo CMU-CMU(X)

Perchè non ci sono nel trigger di RAREB?

Eventi in cui almeno una traccia ha CMP e non CMU

Eventi del tipo CMX-CMX

Selezione delle J/Psi nel campione adronico

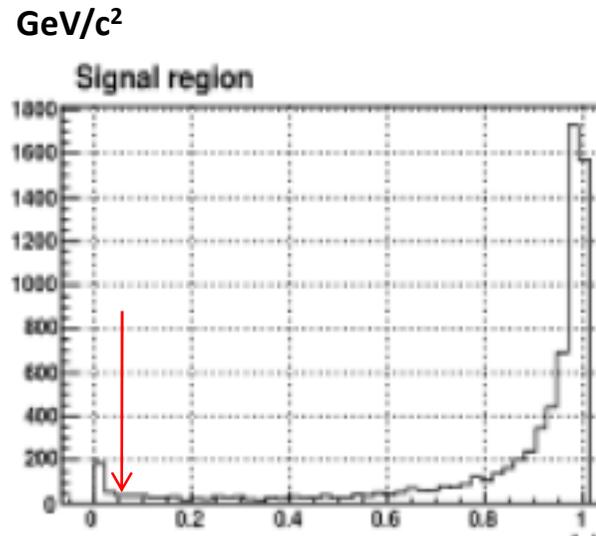
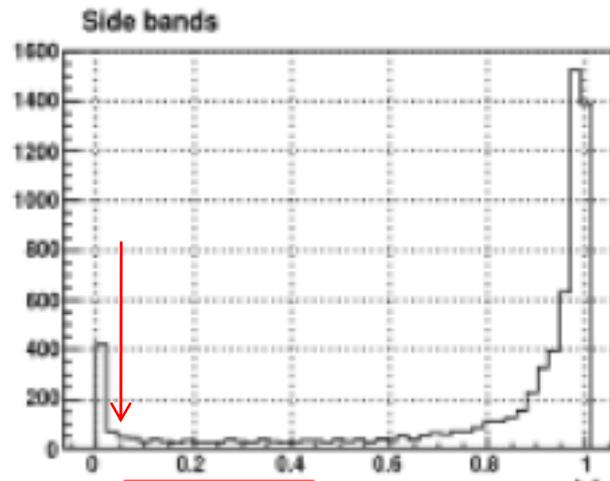


Black = full hadronic trigger path sample

Red = L3 RAREB and hadronic trigger path overlap (about 65% of the total)

Blue = only L3 hadronic trigger

The J/Psi mass region
 (3.055 – 3.135 GeV/c²)
 Muon_likelihood > 0.05 (both tracks)

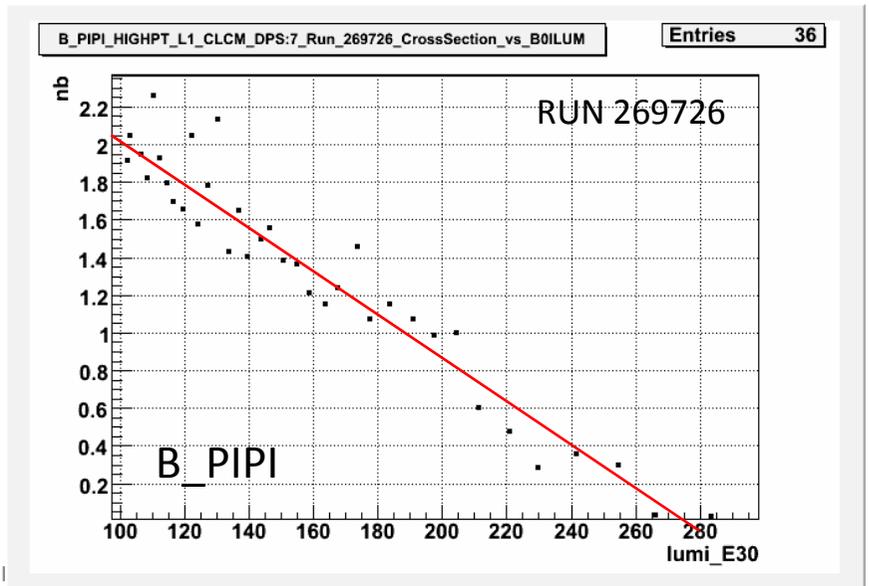
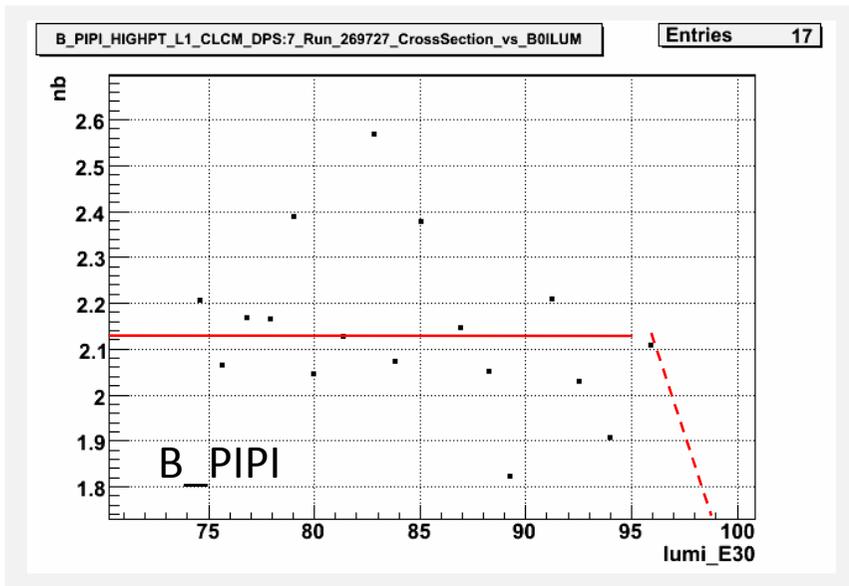
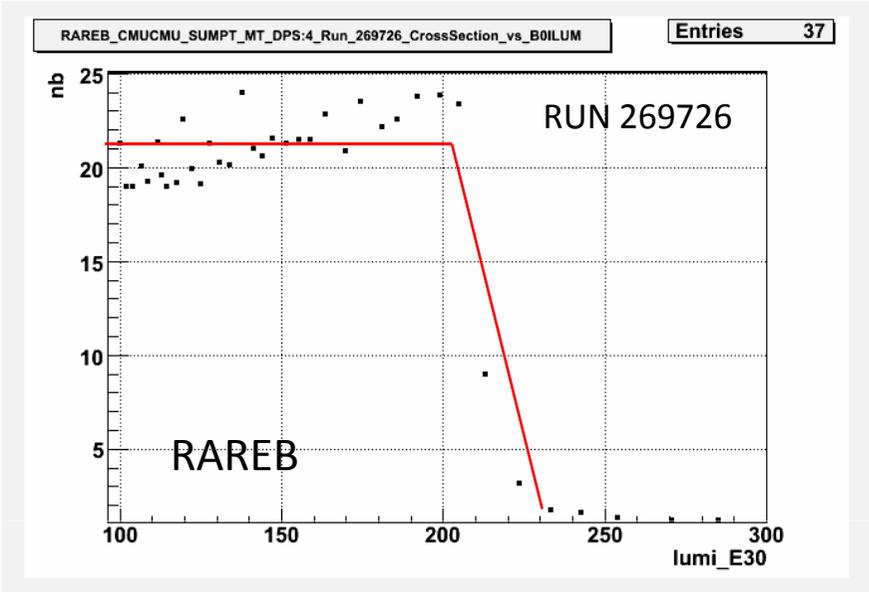
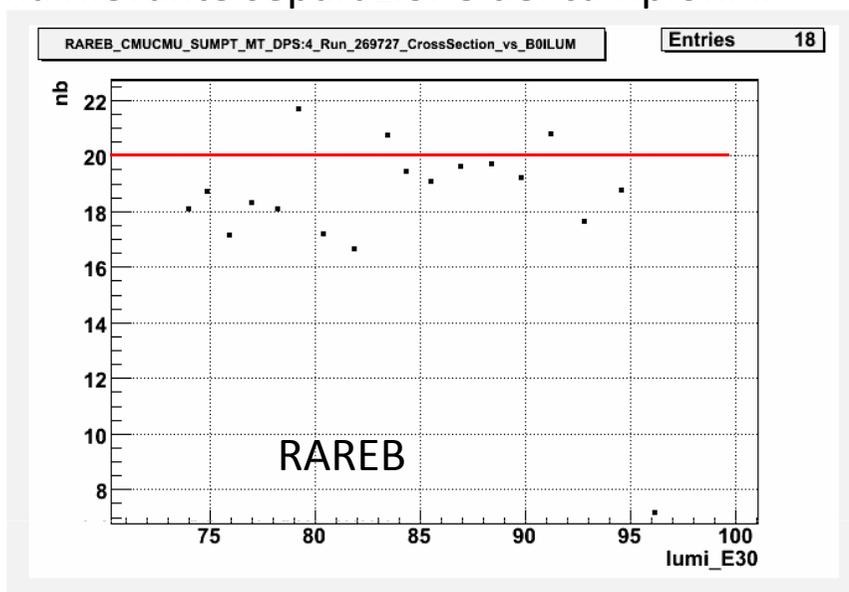


Eta(B)	<1.0
Eta(Trk1,Trk2)	<.6
d0(1,2)	>0.01 and <0.1cm
Pt(1,2)	>2.0 GeV/c
Pt(1)+Pt(2)	>5.5
Lxy(B)	>0.01cm

Muon_likelihood

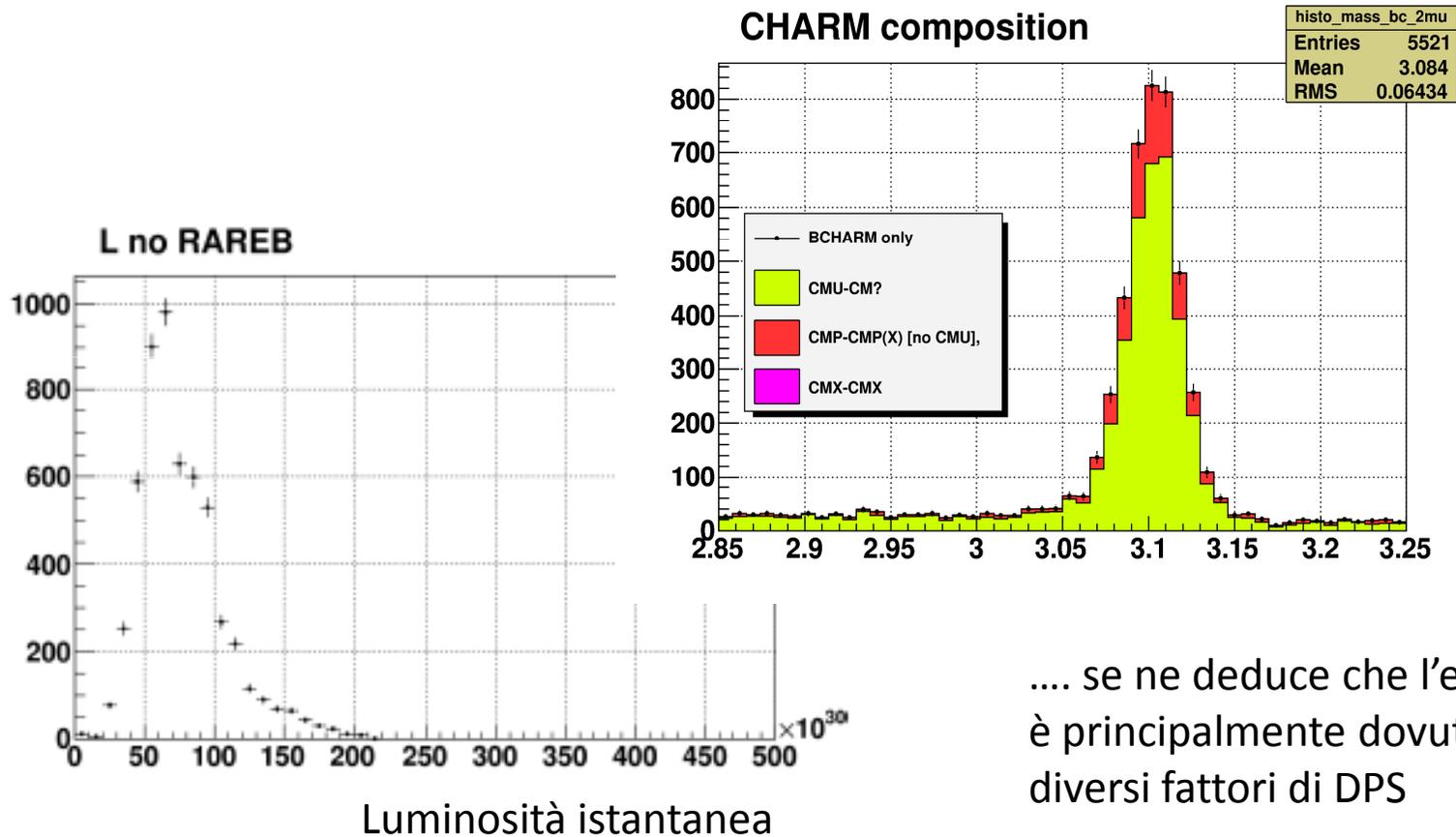
Effetti del PS sui campioni di trigger

Inizialmente si pensava (e sperava) che la differente X-sec ad alta luminosità potesse originare una rilevante separazione dei campioni ...



Dipendenza dalla luminosità istantanea degli eventi con solo trigger adronico

... invece non ci sono pattern particolari nella distribuzione di solo trigger adronico degli eventi compatibili con la composizione in stubs dei trigger RAREB (CMU-CMU(X))

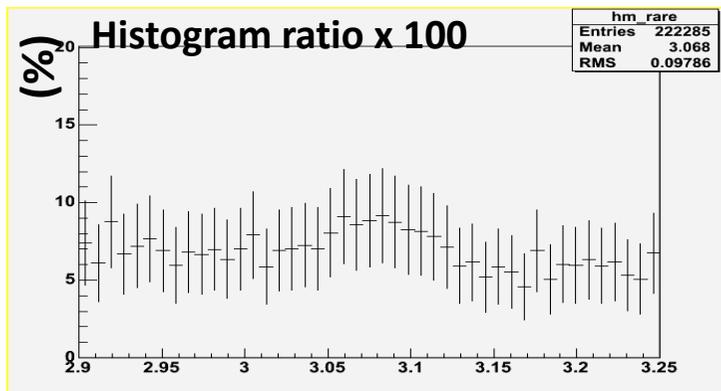
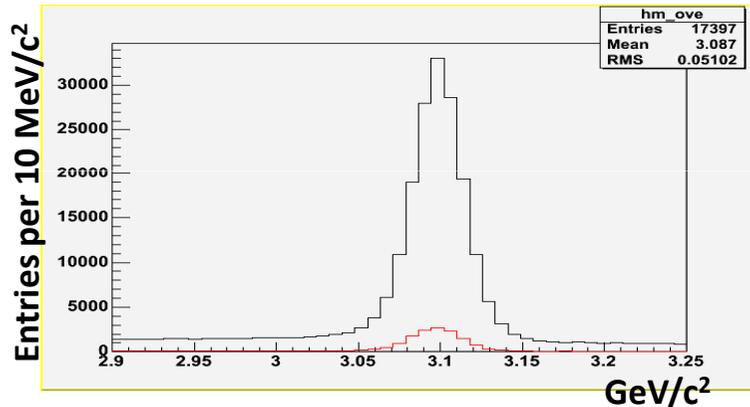


Studi di overlap con le J/Psi nel campione di RAREB

Black : RAREB trigger bit set

Red : RAREB and B_CHARM bits set

No pre-selection cuts: about 8% (J/Psi mass region) trigger overlap



G. Volpi 02/09/09

RAREB

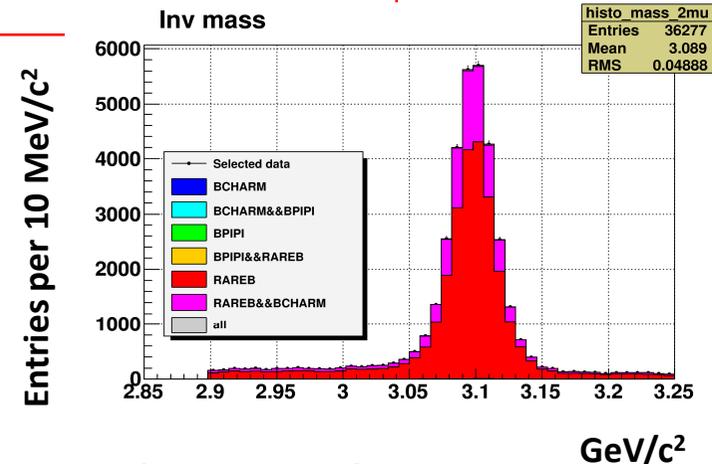
Pre-selection cuts of the $B_s \rightarrow \mu\mu$ analysis
Phys. Lett.100:101802,2008 (2 fb⁻¹)

- Pt(B) > 4 GeV/c
- Pt_track > 2 (2.2) GeV/c CMU(CMX)
- proper decay time significance:
 $\Lambda/\sigma_\Lambda > 2$
- 3D opening angle between displacement and B-flight : $\Delta\theta > 0.7$ (implemented in 2D)
- Isol > 0.5

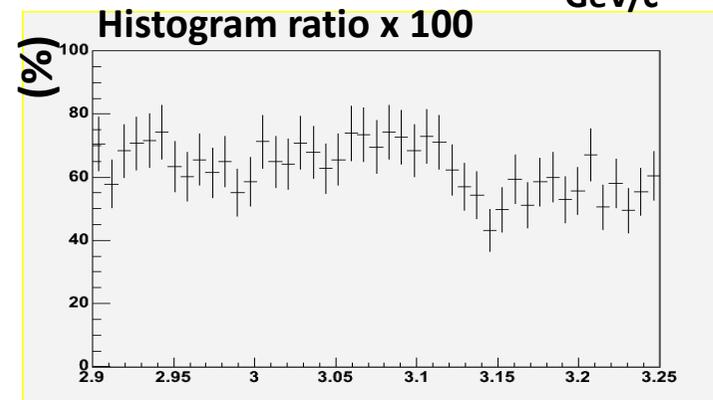
B_CHARM

Pre-selection cuts of the $B \rightarrow \text{Charm}$:

- Confirm L3 cuts
- Sum_Pt > 5.5 GeV/c
- Lxy > 0.01
- Pt_track > 2 GeV/c
- $0.035 < \Delta\Phi < 1.571$
- $0.006 < |d0_{\text{track}}| < 0.100$
- Isol > 0.5

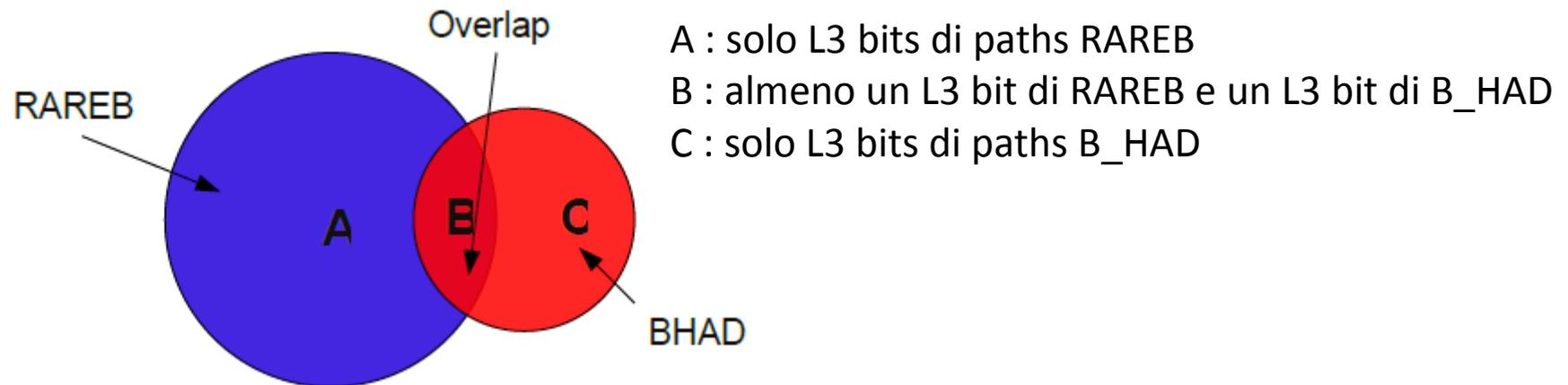


65%-70% overlap with pre-selection cuts



Bs -> mu mu nel campione adronico

Stima del guadagno complessivo aggiungendo il campione adronico



- $x=C/(A+B)$ Frazione di eventi guadagnati col trigger adronico sul totale di RAREB
- $r=B/(A+B) \sim 65\%$ (dopo la pre-selezione)
- $t=B/(B+C) \sim 65\%$

→ $x=r(1/t-1) \sim 20\%$

E' un valore indicativo per il periodo (14-17) considerato, dipende dagli effetti del DPS in funzione della luminosità istantanea ...

Ci sono margini per aumentare il guadagno (vedi oltre)

Studi con i campioni di eventi Monte Carlo

- Generati eventi simulati $B_s \rightarrow \mu\mu$ con Bgenerator e CdfSim
- Prodotte Bstntuple dai raw data e quindi le ntuple “skimmate” come nel caso dei dati reali
- Prodotte le distribuzioni delle osservabili rilevanti per la selezione degli eventi nei due campioni (Lxy, trk_D0, Bs_pt, Bs_D0,
- Riprodotti off-line i criteri di selezione dei trigger paths B_PIPi e RAREB

== > prima stima delle accettanze totali dovute al solo trigger:

i valori assoluti dipendono dalla selezione dei run considerati per la simulazione

$$\mathcal{E}_{B_PIPI} \cong 0.01 - 0.02$$

$$\mathcal{E}_{B_RARE} \cong 0.04 - 0.07$$

== > il rapporto tra le efficienze è costante

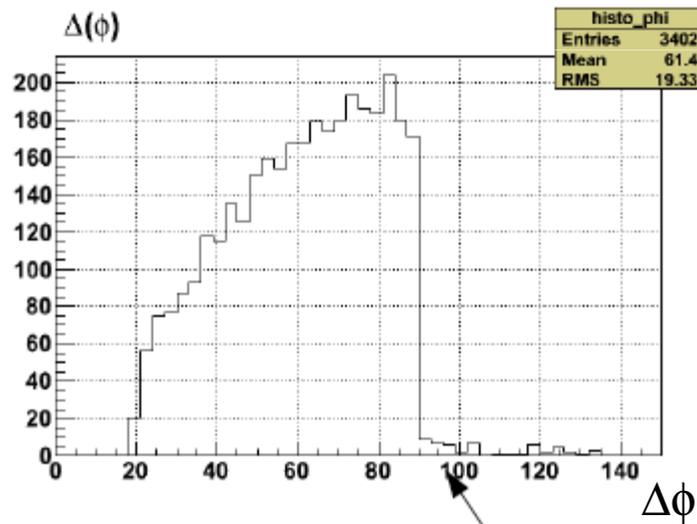
$$\frac{\mathcal{E}_{B_PIPI}}{\mathcal{E}_{B_RARE}} = 0.31 \pm 0.01$$

Prime conferme dagli studi di MC

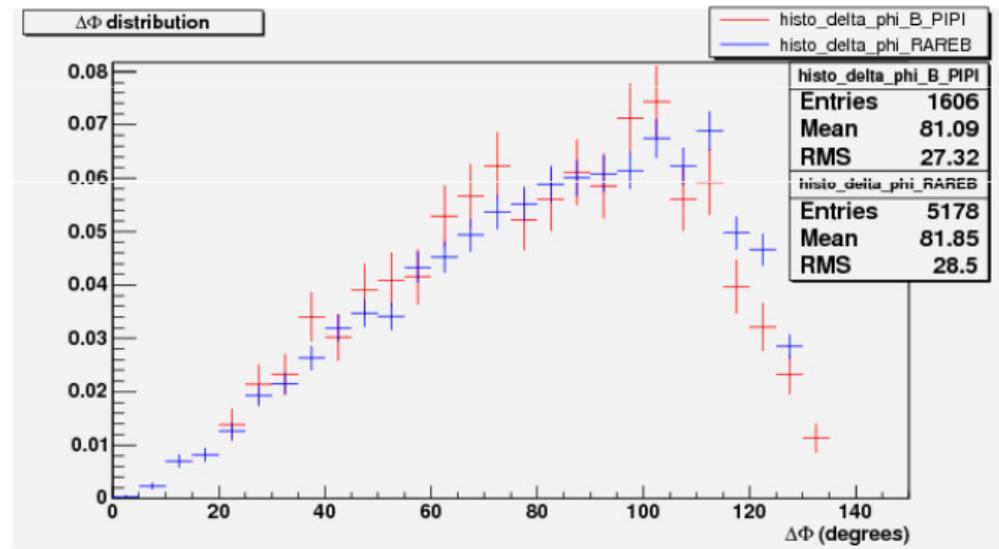
Una grossa frazione di eventi del path B_PIPi (30% ca) è attualmente persa nei dati reali perché nel file .tcl che produce le Bstntuple del campione adronico conferma il taglio più duro $\Delta\phi < 90^\circ$ del B_CHARM !

Configurazione Bstntuple preparata e testata su produzione MC sia per ntuple da stream-H che stream-J

Distribuzioni nei dati simulati di $\Delta\phi$

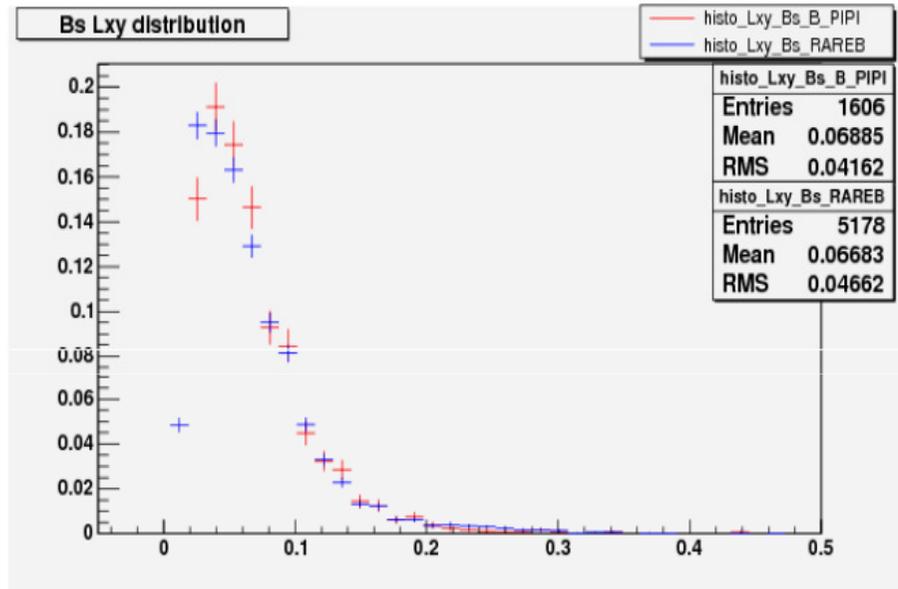


BHAD_* Delta(phi)
confirmation



Impatto degli studi di MC sul lavoro da fare

Esempio: le distribuzioni di L_{xy} per i due campioni sono diverse a bassi valori (in conseguenza dei diversi tagli su p_t delle tracce e D0 a L2)



L_{xy} (cm)

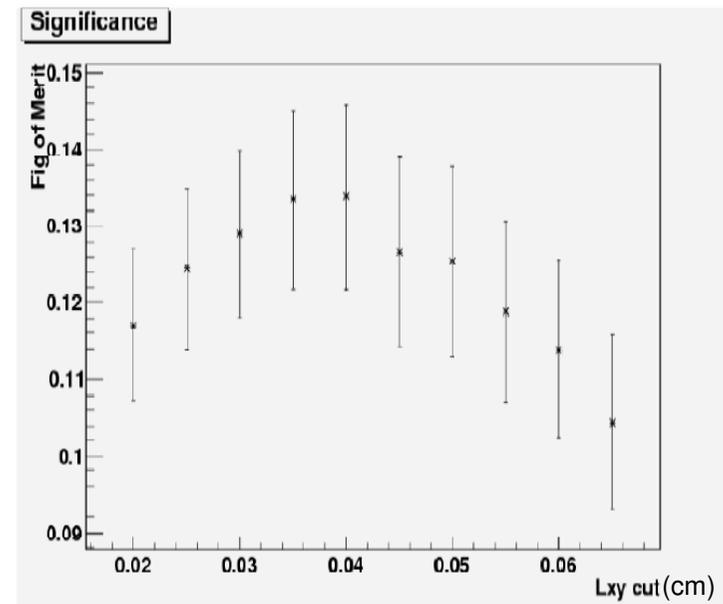
Conseguenza: se i tagli di preselezione non “riallineano” le distribuzioni occorrerà fare un training dedicato al campione adronico della NN utilizzata per la selezione finale.

Esempio di controllo del MC:

La significanza per L_{xy}

$$f.o.m. = \frac{eff.(signal)}{1.5 + \sqrt{B}}$$

ha il massimo a $400 \mu\text{m}$ come misurato per il $B \rightarrow \pi\pi$ e come ci si deve attendere



Conclusioni e programma per i prossimi mesi

Il lavoro svolto fin'ora ha consentito:

- l'individuazione delle categorie di eventi J/Psi \rightarrow mm presenti nel campione di trigger adronico e assenti in quello di trigger di muone;
- una migliore comprensione degli effetti del DPS;
- la stima grossolana del guadagno in statistica che si avrebbe aggiungendo il campione del trigger adronico.

La Collaborazione CDF è interessata alla finalizzazione della ricerca del $B^0 \rightarrow \mu\mu$ nel campione adronico e auspica che i risultati siano parte di un nuovo PRD.

Affinchè l'obiettivo venga raggiunto, ci sono tanti lavori "tecnici" e non da completare o da iniziare del tutto; tra i più importanti:

- la produzione di Bstntuple dal campione adronico con i criteri di selezione opportuni (es. rimozione del taglio su $\Delta\phi$);
- l'inclusione nelle ntuple skimmate dell'output della rete neurale utilizzata nell'analisi del campione RAREB;
- l'ottimizzazione dei tagli cinematici utilizzando i campioni MC per il segnale e le nuove Bstntuple per la stima del fondo dai dati;
- lo studio dettagliato per la migliore utilizzazione dell'informazione di dE/dx in funzione del periodo di presa dati.

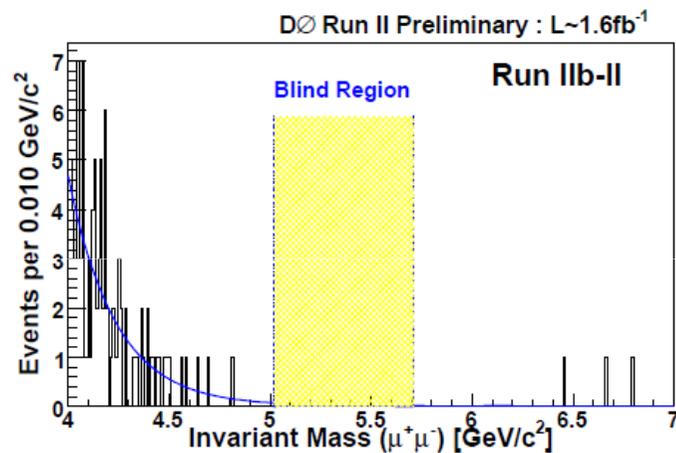
BACK-UP

Confronto con D0

D0 *Expected* limit (4.8 fb^{-1}) D0 public note 5906

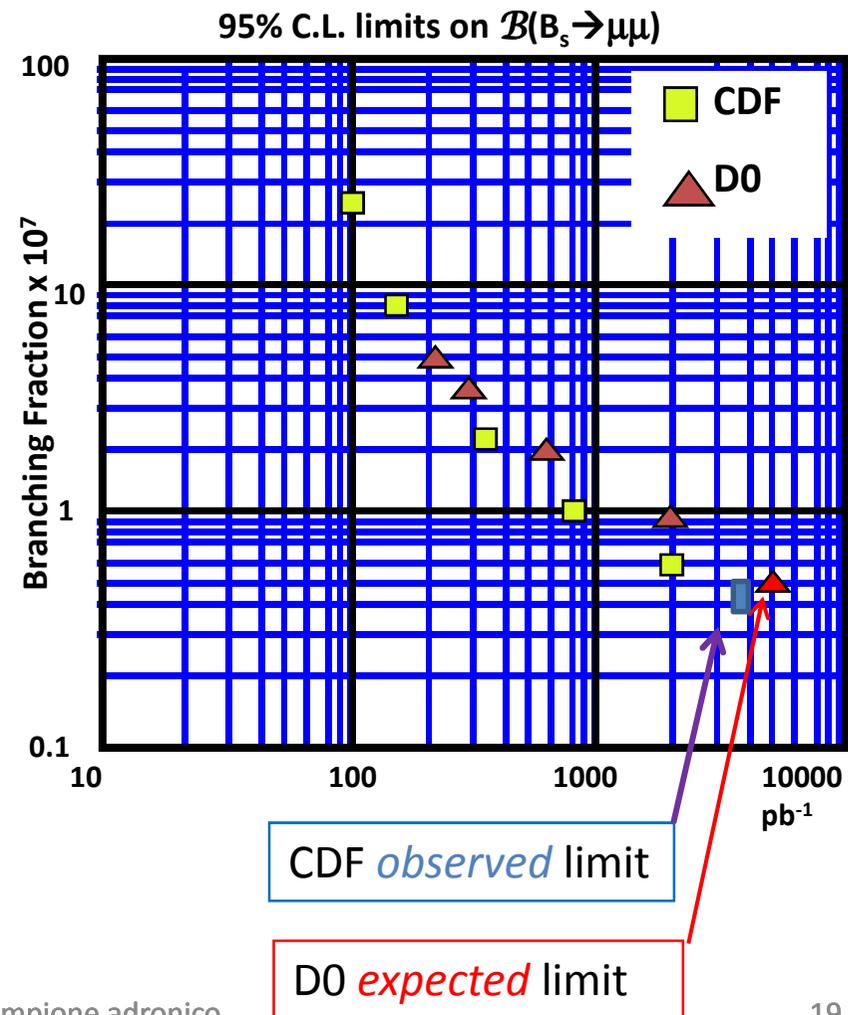
$$B(B_S^0 \rightarrow \mu^+ \mu^-)_{\text{exp.}} < 4.3(5.3) \times 10^{-8} \quad 90\%(95\%) \text{ C.L.}$$

Assumendo 0 eventi di segnale nella blind region

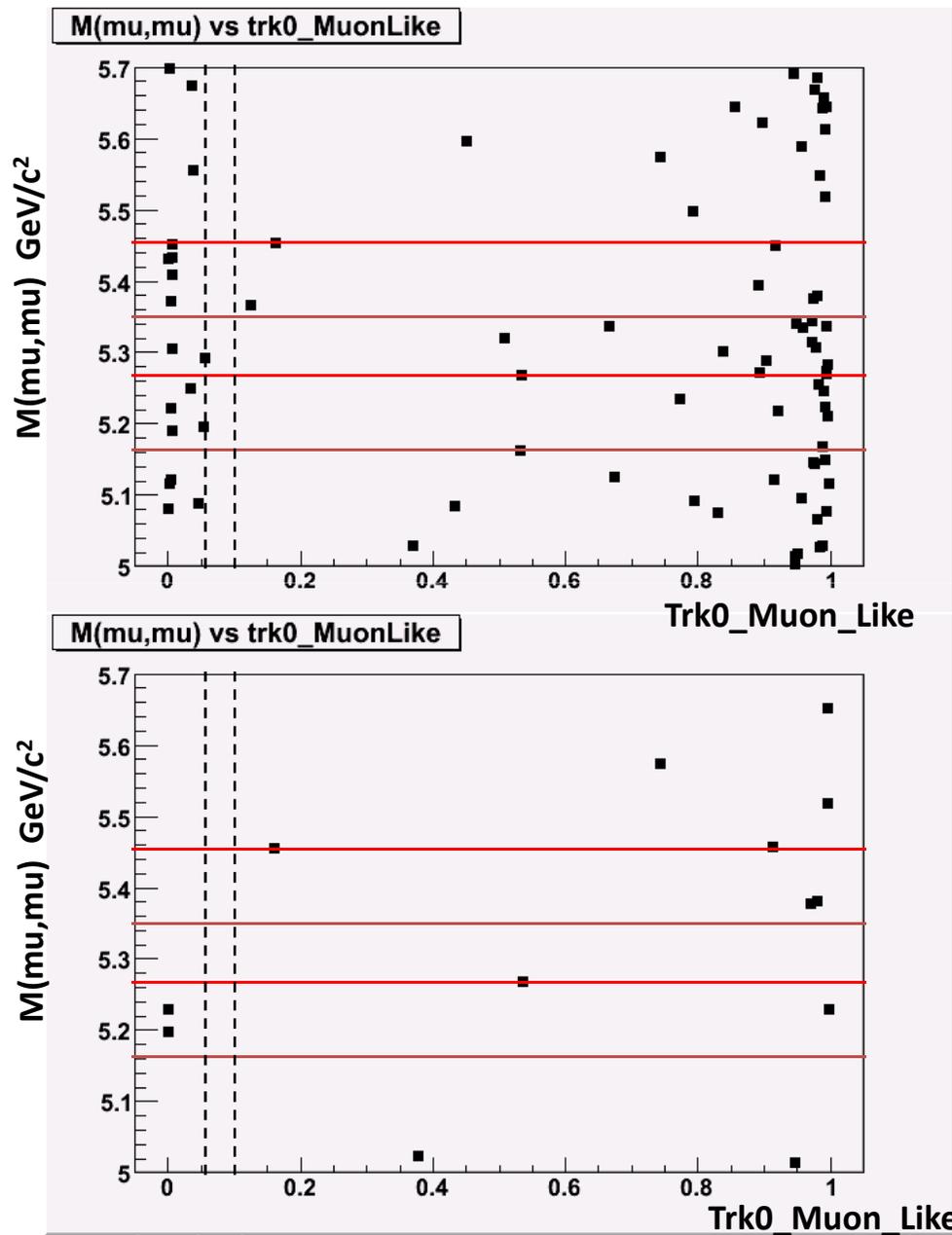


(plot analoghi per i periodi precedenti)

→ Single Event Sensitivity decisamente peggiore rispetto a CDF (ca 2×10^{-8})



Effetti dei tagli di isolamento e di muon likelihood nella regione di massa del B^0



No isolation cut
Trk1_MuonLikelihood > 0.05

Isolation > 0.5
Trk1_MuonLikelihood > 0.1