

Misure di $\mathcal{R}(D^*)$ a LHCb



Federico Betti¹
per conto della Collaborazione LHCb
Trieste - 19 Aprile 2017 – IFAE 2017
¹Università di Bologna e INFN Bologna



Motivazioni

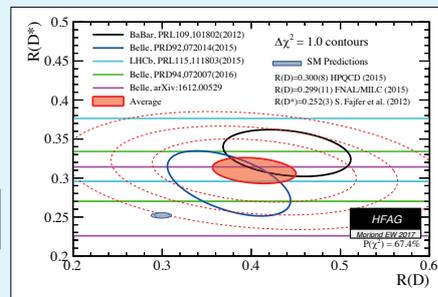
- Interazioni con accoppiamenti favoriti alla terza famiglia leptonica sono presenti in molti modelli di **Nuova Fisica**
- Il decadimento $B^0 \rightarrow D^{*-}\tau^+\nu_\tau$ costituisce un test sensibile a effetti di **violazione di universalità leptonica**
- Rapporto di rapporti di decadimento calcolato con precisione dal Modello Standard:

$$\mathcal{R}(D^{(*)}) = \frac{\mathcal{B}(B^0 \rightarrow D^{(*)}\tau^+\nu_\tau)}{\mathcal{B}(B^0 \rightarrow D^{(*)}\mu^+\nu_\mu)}$$

- [1] Phys.Rev. D92, 054510 (2015)
- [2] Phys.Rev. D85, 094025 (2012)
- [3] Phys.Rev.D 92, 034506 (2015)

$$\mathcal{R}(D) = 0.300 \pm 0.008 [1] \quad \mathcal{R}(D^*) = 0.252 \pm 0.003 [2] \quad \mathcal{R}(D) = 0.299 \pm 0.001 [3]$$

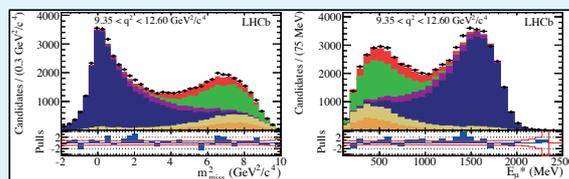
- La combinazione di 5 misure di **BaBar, Belle e LHCb** mostra una discrepanza dal MS di **3.9 σ**



Misura con canale $\tau^+ \rightarrow \mu^+\bar{\nu}_\tau\nu_\mu$

- Dati raccolti nel **Run I** \rightarrow 2011 (7 TeV) e 2012 (8 TeV) \rightarrow 3fb⁻¹
- Canale di **normalizzazione**: $B^0 \rightarrow D^{*-}\mu^+\nu_\mu \rightarrow$ è anche il fondo principale
- $(p_B)_z \approx \frac{m_B}{m_{reco}}(p_{reco})_z \rightarrow$ permette di calcolare E_μ^* , q^2 e m_{miss}^2 con **approssimazione** sufficiente a **discriminare** segnale da normalizzazione
- Risultato: valore **2.1 σ** più alto del valore teorico Phys.Rev.Lett.115,111803 (2015)

$$\mathcal{R}(D^*) = 0.336 \pm 0.027 \text{ (stat)} \pm 0.030 \text{ (syst)}$$



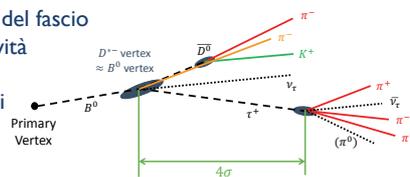
Numero di eventi di segnale e normalizzazione ottenuti con **fit 3D** a distribuzioni di E_μ^* , q^2 e m_{miss}^2 estratte da **simulazioni** e campioni di **controllo**

Misura con canale $\tau^+ \rightarrow \pi^+\pi^-\pi^+(\pi^0)\bar{\nu}_\tau$

- Canale di **normalizzazione**: $B^0 \rightarrow D^{*-}\pi^+\pi^-\pi^+$
- Vantaggio principale: ricostruzione del **vertice** del τ con buona risoluzione

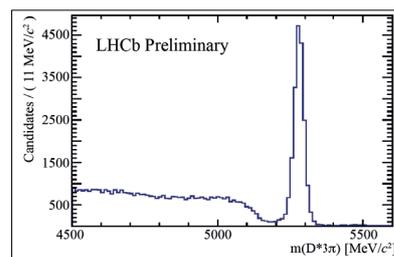
Fondo $H_b \rightarrow D^*3\pi X$

- $BR \sim 100 \times BR(\text{segnale})$
- Soppresso richiedendo che il vertice del τ sia **a valle** rispetto a quello del B lungo la direzione del fascio con una significatività di **4 σ**
- \rightarrow soppressione di un fattore **1000**



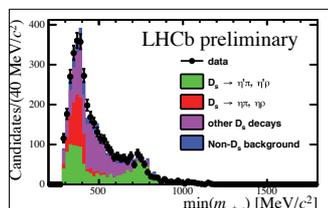
Strategia di fit

- Fit 3D a distribuzioni di q^2 , τ e **BDT** output per ottenere il numero di eventi di **segnale**
- Distribuzioni ottenute da **simulazioni** e campioni di controllo
- Numero di eventi di **normalizzazione** ottenuto con un fit alla distribuzione $m(D^*3\pi)$, "invertendo" il taglio topologico a 4σ



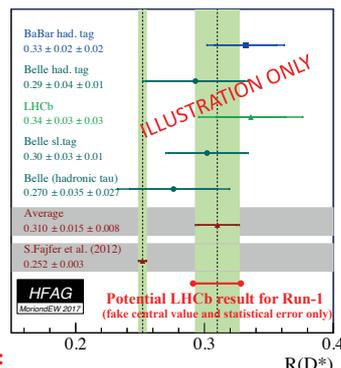
Fondo $H_b \rightarrow D^*H_c X$

- Pericoloso quando $H_c \rightarrow 3\pi X \rightarrow BR \sim 10 \times BR(\text{segnale})$
- Due diverse **ricostruzioni parziali** per calcolare variabili tra segnale e fondo oltre a q^2 e tempo di decadimento del τ
- Variabili ottenute da ricostruzione parziale e algoritmi di isolamento sono usate per addestrare un **Boosted Decision Tree**
- Buon controllo della composizione del fondo D^*D_s a bassi valori di BDT \rightarrow permette di **vincolare** la composizione del fondo ad alta BDT



Prospettive

- Analisi in fase di **finalizzazione**
- Precisione statistica **~7%** \rightarrow competitiva con la misura del canale muonico e con la media mondiale



Adattato da:

<http://www.slac.stanford.edu/xorg/hfag/semi/index.html>