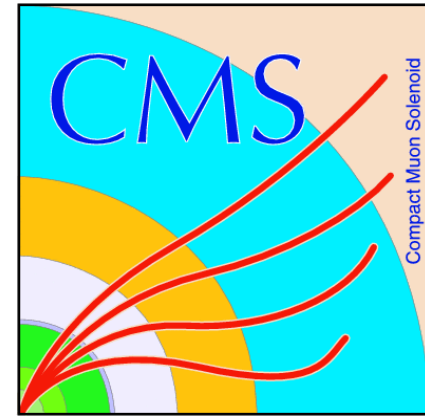




DIPARTIMENTO
DI FISICA
E ASTRONOMIA
Galileo Galilei



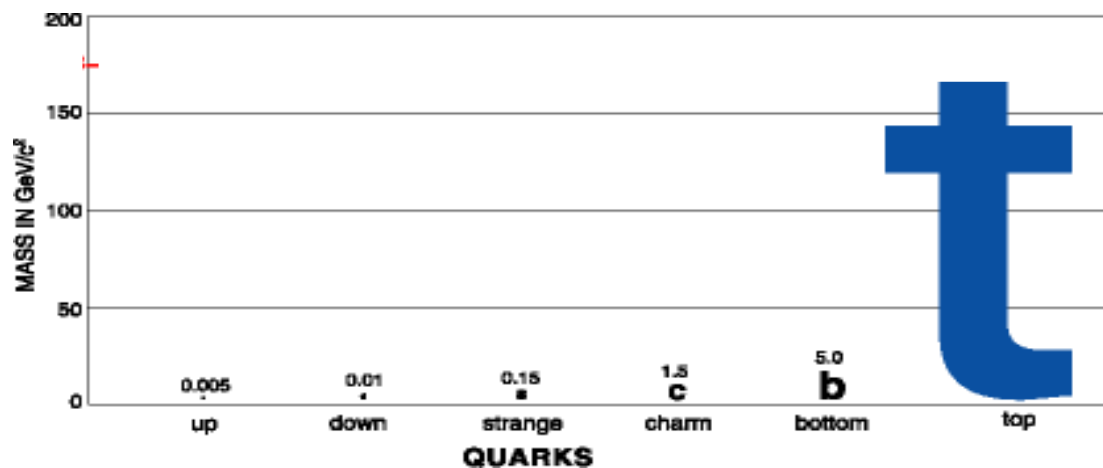
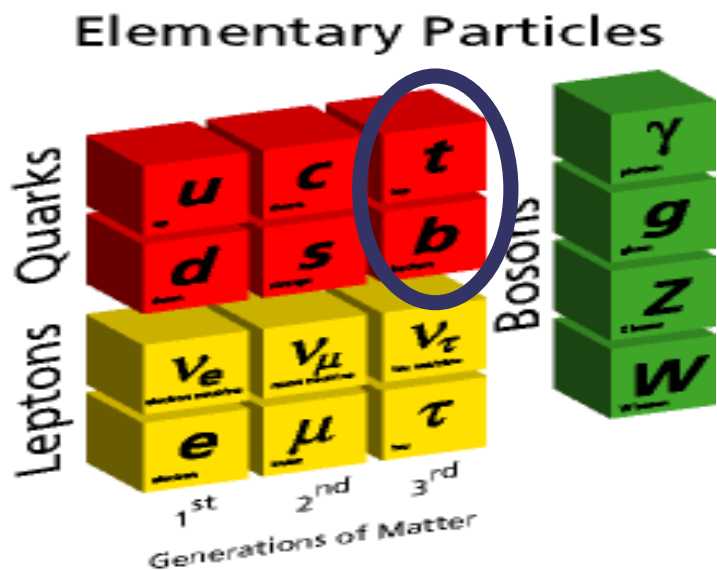
La Fisica del b a BaBar e CMS

Martino Margoní

- Motivazioni
- BaBar vs CMS
- Risultati “padovani” a BaBar
- Risultati e prospettive “padovani” a CMS
- Conclusioni

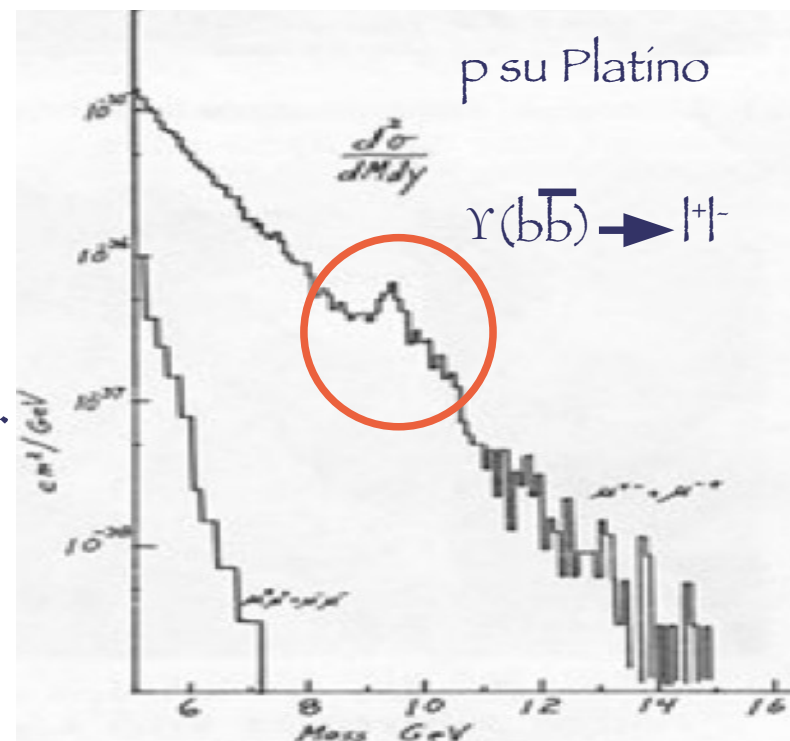
Motivazioni

Perche' la Fisica del b?



- Il b appartiene alla terza generazione di quarks (partner del top), proposta nel 1973 da Kobayashi & Maskawa (meccanismo CKM) e scoperta nel 1977 da Lederman et al. (E288, Fermilab)

- Il b e' il quark piu' pesante tra quelli che formano adroni...



Perche' la Fisica del b?

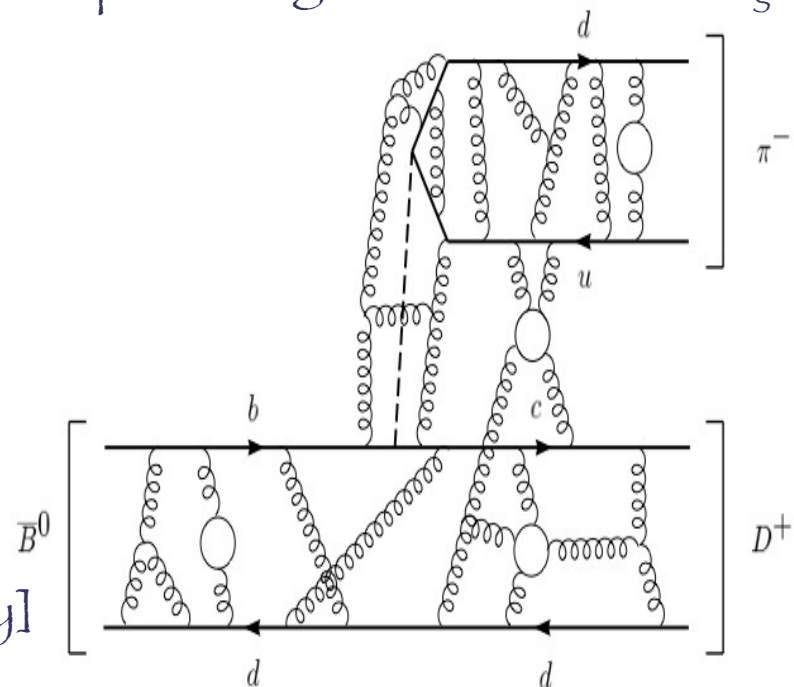
Massa elevata ~ 5 GeV: Interazioni Forti piu' semplici!

● Costante di accoppiamento forte α_s diminuisce al crescere del momento trasferito del processo ($\Lambda_{\text{QCD}} \sim 0.2$ GeV separa le regioni a "alta/bassa" α_s)

➤ $M_b \gg \Lambda_{\text{QCD}}$: Interazioni forti perturbative a distanze \sim lunghezza d'onda Compton $\lambda_b \sim 1/M_b$

➤ $\lambda_b \ll R_{\text{HAD}} \sim 1/\Lambda_{\text{QCD}} \sim 1$ fm:
i gluoni soffici ($P \sim \Lambda_{\text{QCD}}$) non risolvono i numeri quantici del quark pesante (massa, flavor, spin).

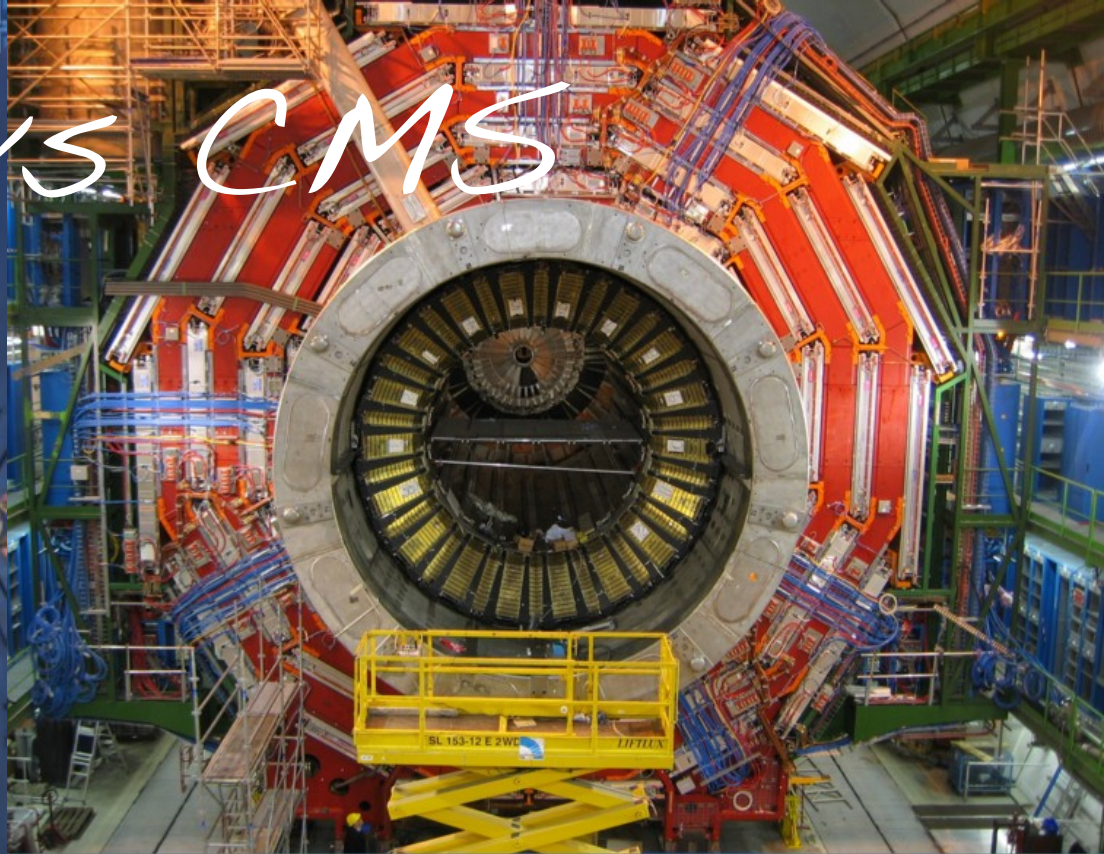
➤ Nel limite $M_Q \rightarrow \infty$ l'adrone ha numeri quantici Definiti dai costituenti leggeri [Heavy-Quark Symmetry]



● $M_b < M_t$: il b decade cambiando generazione: diagrammi a loop, box,...

Ambiente ideale per la determinazione di costanti di accoppiamento, oscillazioni particella-antiparticella, \cancel{CP} , ricerca di nuova fisica...

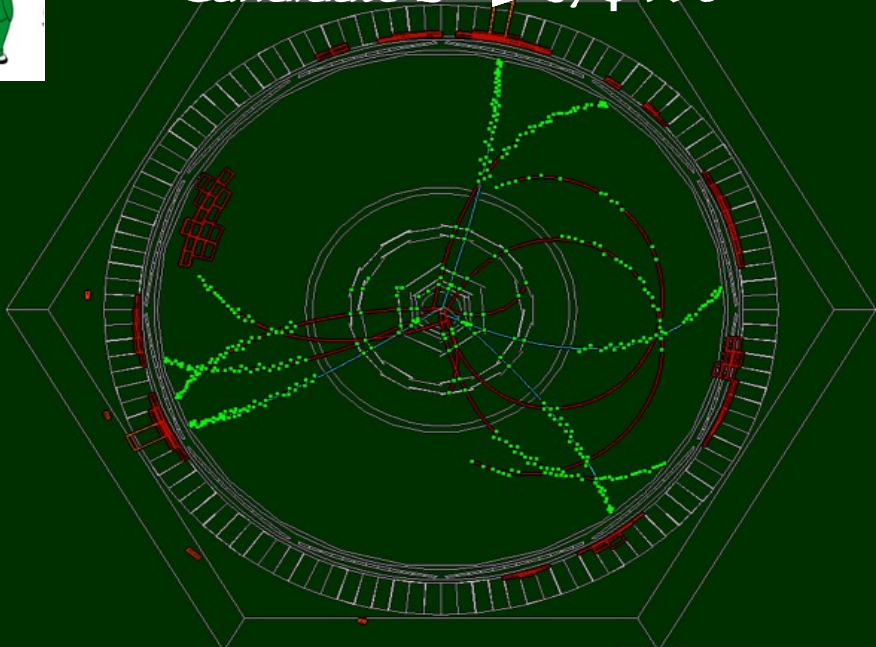
BaBar vs CMS



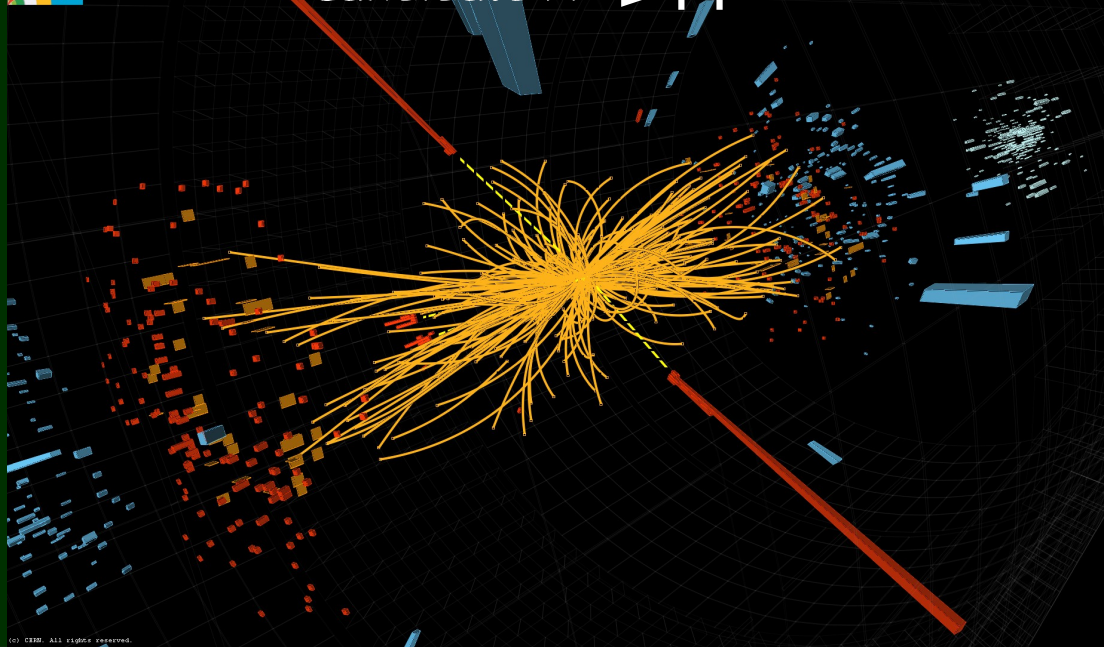
_NEWusersYfaccini@display_feb18.4.1c 1 - FishEye



Candidato $B^0 \rightarrow J/\psi K^0_s$



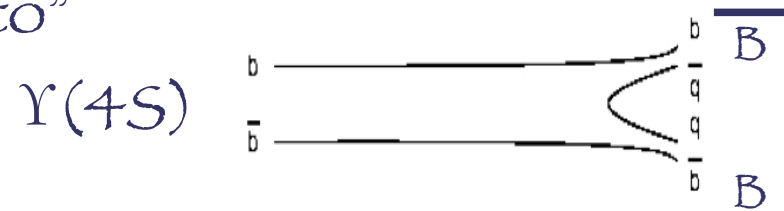
Candidato $H \rightarrow \gamma\gamma$



BaBar vs CMS: come produco il b?

BaBar

Beauty-Factory PEP-II: Pensato apposta per la fisica del B, collisioni e^+e^- a $E_{CM} \approx 10.5$ GeV, ambiente "pulito"



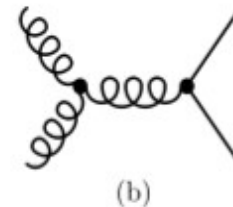
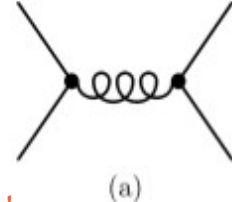
CMS

LHC: collisioni pp a $E_{CM} \approx 7-14$ TeV, macchina di scoperta pensata per fisica a alto P_T , ambiente molto complesso, il b viene prodotto in molti

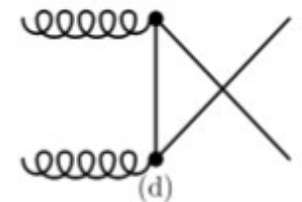
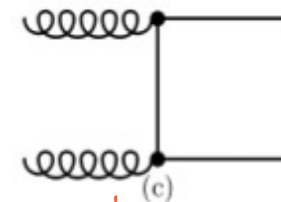
modi:

➤ Diagrammi LO:

$q\bar{q}$ annihilation

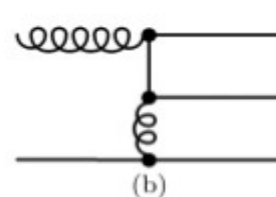
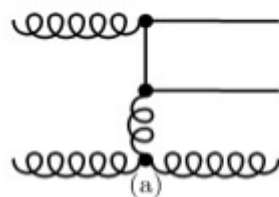


Gluon fusion

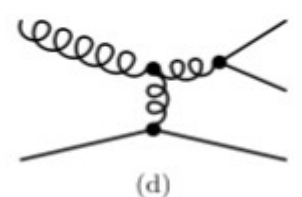
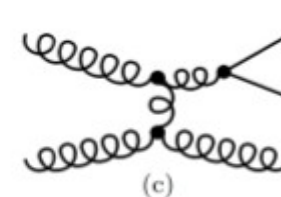


➤ Diagrammi NLO:

Flavor Excitation



Gluon splitting



BaBar vs CMS: sezione d'urto $b\bar{b}$

BaBar:

$$\text{BR}(\Upsilon(4S) \rightarrow B\bar{B}) > 96\%$$

$$\sigma(e^+e^- \rightarrow \Upsilon(4S) \rightarrow B\bar{B}) \approx 1.05 \text{ nb}$$

$$L^{\text{max}} = 1.2 \cdot 10^{34} \text{ cm}^{-2}\text{s}^{-1}$$

$$SLdt = 425.7 \text{ fb}^{-1} \text{ (447 M eventi)}$$

CMS:

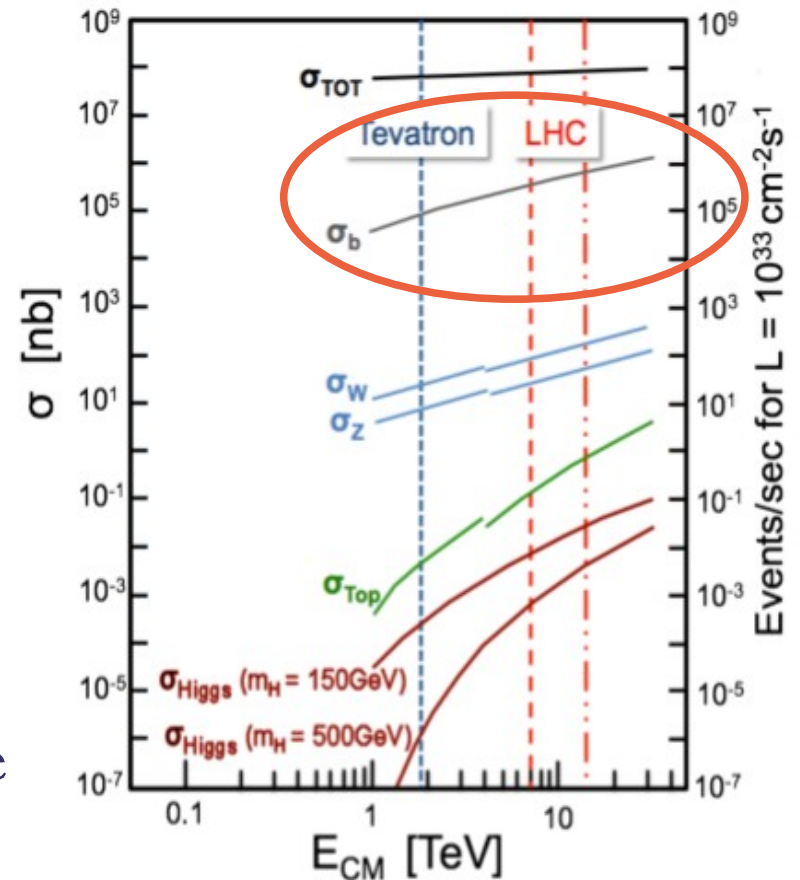
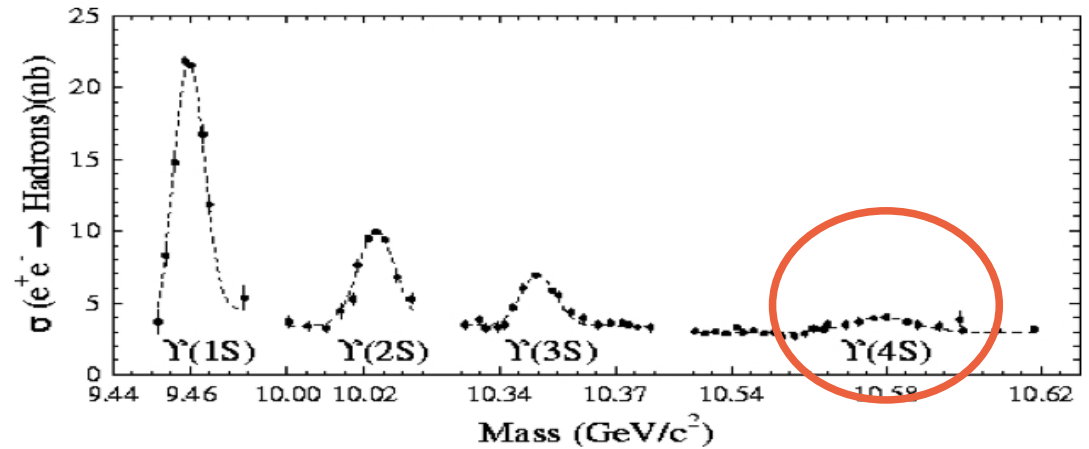
$$\sigma(pp \rightarrow b\bar{b}) \approx 2.4 \cdot 10^5 \text{ nb} \text{ (} E_{\text{CM}} = 7 \text{ TeV)}$$

$$L^{\text{max}} = 0.75 \cdot 10^{34} \text{ cm}^{-2}\text{s}^{-1}$$

$$SLdt(\text{attuale}) = 20.32 \text{ fb}^{-1}$$

Alcune nuove particelle (e l'Higgs del MS) possono decadere in b ; eventi $b\bar{b}$ costituiscono un fondo per molte ricerche

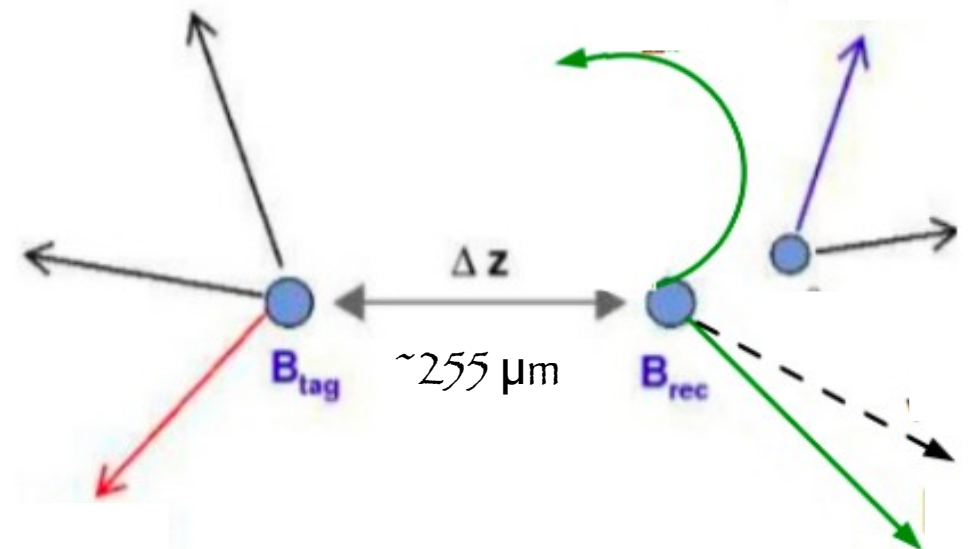
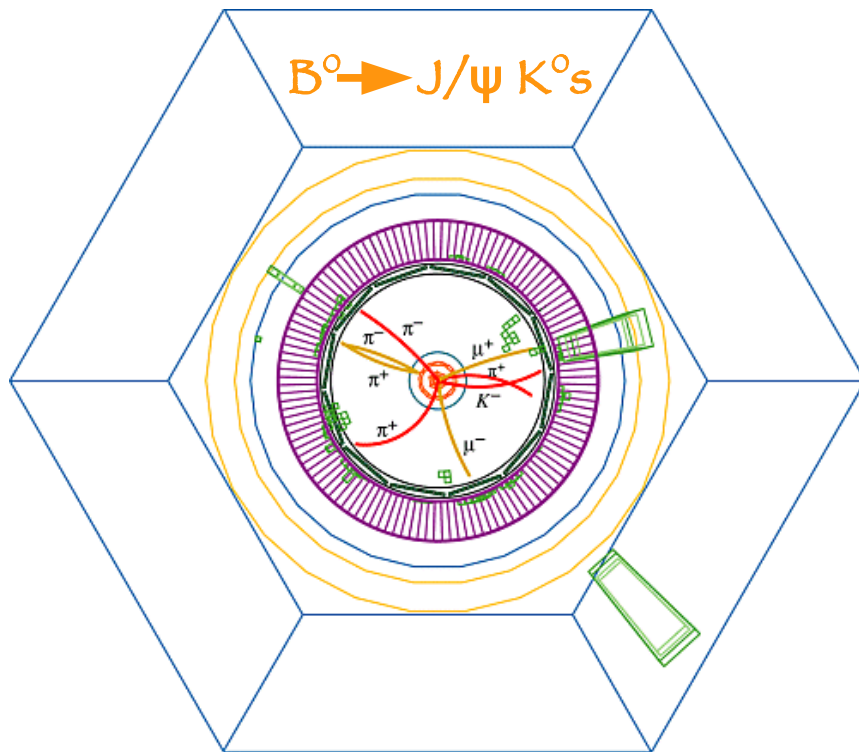
Workshop del Dipartimento di Fisica e Astronomia 2



BaBar vs CMS: come identifico il b ?

BaBar:

- I due B sono prodotti quasi a riposo nel sistema della $\Upsilon(4S)$
- Assenza di jets: posso ricostruire completamente i decadimenti
- Fasci asimmetrici in energia: i due B decadono a $\sim 255 \mu\text{m}$ di distanza



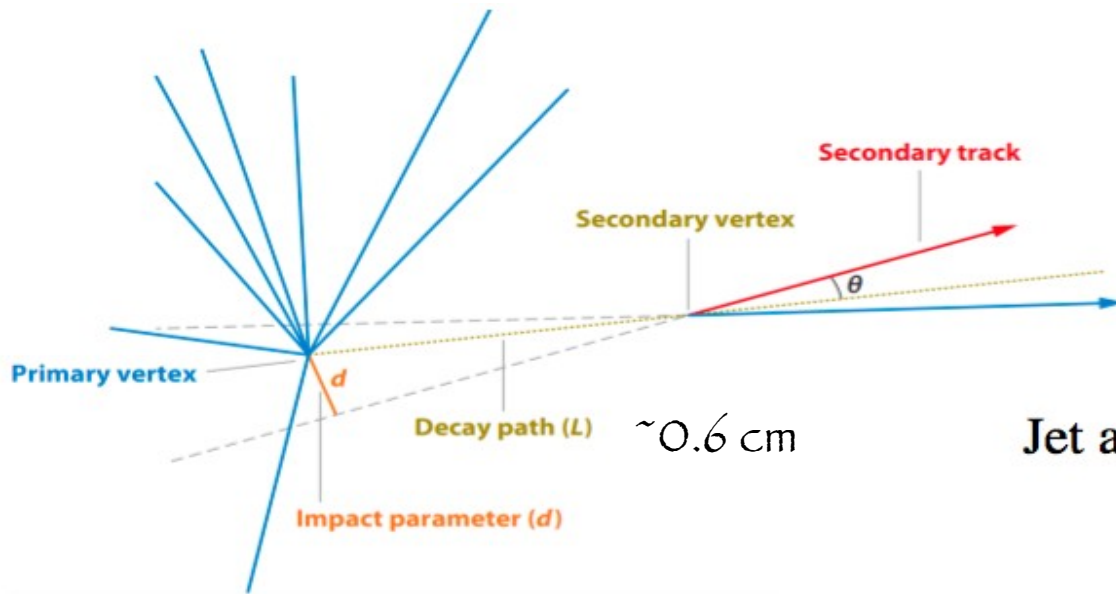
BaBar vs CMS: come identifico il b ?

CMS:

Ambiente complesso: studiare topologie semplici e "facili" da

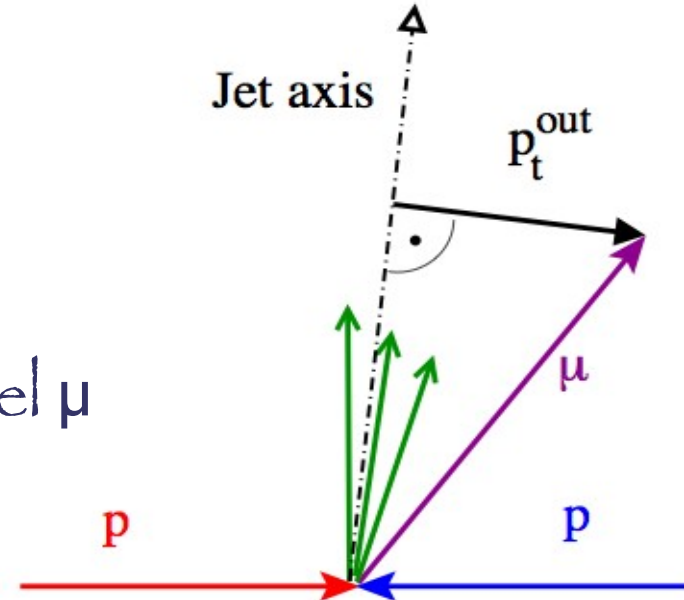
identificare: $b \rightarrow \mu X$ (BR $\sim 10\%$) [camere per i μ sviluppate da gruppo di Padova]

Sfrutto la "lunga" vita media ($\tau \sim 1.5$ ps) e la grande massa (~ 5 GeV)



- Vertici secondari e alto parametro d'impatto delle tracce dei prodotti del decadimento (μ)

- Componente del momento del μ trasversa alla direzione del jet



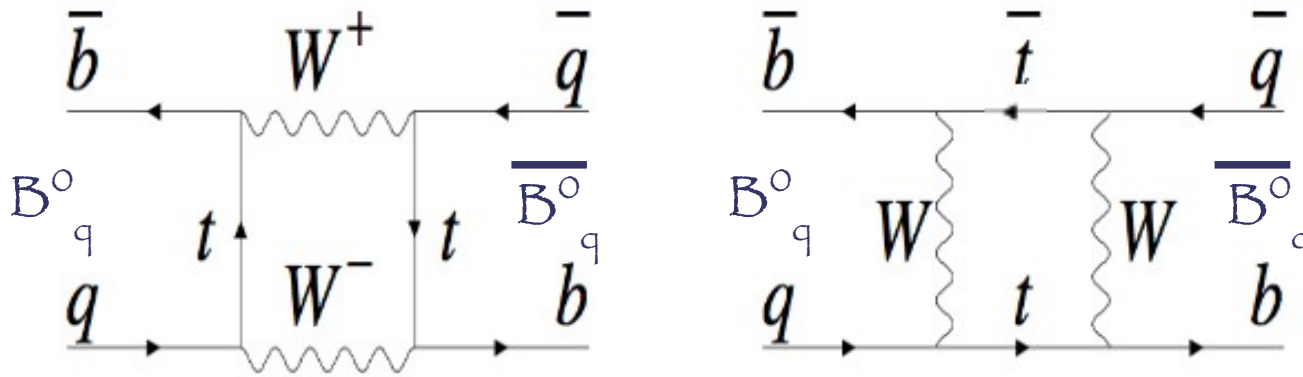
$$B \rightarrow \mu$$

$$p_T^{\text{out}} \sim \frac{M_B}{2} \sim 2 \text{ GeV}$$

$$B \rightarrow C \rightarrow \mu$$

$$p_T^{\text{out}} \sim \frac{M_C}{2} \sim 1 \text{ GeV}$$

Il Mixing del B^0



Lo scambio di nuove particelle puo' modificare le previsioni del MS

● Per i mesoni neutri B^0 ($\bar{b}d$) e B_s^0 ($\bar{b}s$) gli autostati di "flavor" (processi di produzione/decadimento) sono diversi da quelli "fisici" a massa e vita media definita: mixing $B^0_q \sim \bar{B}^0_q$ [analogie: K^0 , D^0 (BaBar'07)]

● Decadimento e oscillazione regolati da un Hamiltoniano efficace:

$$i \frac{d}{dt} \begin{pmatrix} B_q \\ \bar{B}_q \end{pmatrix} = \left[\begin{pmatrix} M_{11}^q & M_{21}^{q*} \\ M_{21}^q & M_{11}^q \end{pmatrix} - \frac{i}{2} \begin{pmatrix} \Gamma_{11}^q & \Gamma_{21}^{q*} \\ \Gamma_{21}^q & \Gamma_{11}^q \end{pmatrix} \right] \begin{pmatrix} B_q \\ \bar{B}_q \end{pmatrix}$$

$[M_{ij}] =$ matrice di massa
 $[\Gamma_{ij}] =$ matrice di decadimento

$$|B_q^{L,H}\rangle = \frac{1}{\sqrt{1 + |(q/p)_q|^2}} (|B_q\rangle \pm (q/p)_q |\bar{B}_q\rangle)$$

Autostati fisici (L=leggero, H=pesante)

Il Mixing del B^0

- Evoluzione temporale del flavor (+: no oscillazione, -: oscillazione):

$$|g_{\pm}(t)|^2 = \frac{e^{-\Gamma_q t}}{2} \left[\cosh\left(\frac{\Delta\Gamma_q}{2} t\right) \pm \cos(\Delta m_q t) \right] \quad \left\{ \begin{array}{l} \Delta m_q = m_H - m_L = 2 |M_{12}^q| \\ \Delta\Gamma_q = \Gamma_L - \Gamma_H = 2 |\Gamma_{12}^q| \cos\phi \\ \phi = \arg(-M_{12}^q / \Gamma_{12}^q) \end{array} \right.$$

- Δm = pulsazione dell'asimmetria tra il numero di eventi in cui e' avvenuta l'oscillazione e in cui non e' avvenuta:

$$A(t) = \frac{N_{non\,osc}(t) - N_{osc}(t)}{N_{non\,osc}(t) + N_{osc}(t)} = \cos(\Delta m_q t)$$

- Parametro di mixing integrato nel tempo χ :

$$\bar{\chi} = \frac{\Gamma(b \rightarrow B \rightarrow \bar{B})}{\Gamma(b \rightarrow B)} = f_d \chi_d + f_s \chi_s$$

Fornisce informazioni sulle frazioni $f_{d(s)}$ di mesoni B^0 e B_s (LEP, Tevatron, LHC)

$\chi_d = 0.182 \pm 0.015$	$\chi_s = 0.49930 \pm 0.00001$
$\Delta m_d = 0.507 \pm 0.004 \text{ ps}^{-1}$	$\Delta m_s = 17.719 \pm 0.043 \text{ ps}^{-1}$

Violazione di CP nel Mixing del B^0

- C'è violazione di CP nel mixing se: $\text{Prob}(B^0 \rightarrow \bar{B}^0, t) \neq \text{Prob}(\bar{B}^0 \rightarrow B^0, t)$

In tal caso gli autostati fisici non sono autostati di CP

- Quarks b prodotti a coppie $b\bar{b}$:

$$A_{CP} \approx \frac{N(B^0 B^0) - N(\bar{B}^0 \bar{B}^0)}{N(B^0 B^0) + N(\bar{B}^0 \bar{B}^0)} = \frac{1 - |q/p|^4}{1 + |q/p|^4} = \frac{|\Gamma_{12}^q|}{|M_{12}^q|} \sin \phi$$

→ CPV nel mixing se:

$$A_{SL} \neq 0 \leftrightarrow |q/p| \neq 1 \leftrightarrow \Phi \neq 0$$

Il Modello Standard predice

(Lenz, Nierste, arXiv:1102.4274 (2011)):

- B_d : $A_{SL}^d = (-4.1 \pm 0.6) 10^{-4}$
 $\Phi_d = -4.3^\circ \pm 1.4^\circ$

- B_s : $A_{SL}^s = (1.9 \pm 0.3) 10^{-5}$
 $\Phi_s = 0.22^\circ \pm 0.06^\circ$

Oltre il Modello Standard

- Nuova Fisica può aumentare A_{SL} di alcuni ordini di grandezza rendendola osservabile!

- L'esperimento D0 misura una asimmetria a 3.9σ dal Modello Standard

(Phys. Rev. D 84, 052007 (2011))

Il Mixing del B^0 : come lo misuro

● Problema: identificare il flavor di entrambi i B e misurare la frazione di eventi in cui è avvenuta l'oscillazione

● Soluzione: utilizzo decadimenti in leptoni o K provenienti dal decadimento del B e ottengo il flavor dalla loro carica (Tag)

➤ Parametro di mixing integrato nel tempo, χ :

➤ **Babar**: Υ stato coerente, i due B^0 oscillano assieme fino al primo decadimento

$$\chi = \frac{N_{FU}}{N_{FU} + N_{FD}}$$

FU= Flavor Uguale
FD= Flavor Diverso

➤ **CMS**: i due B^0 oscillano indipendentemente

$$2\chi(1-\chi) = \frac{N_{FU}}{N_{FU} + N_{FD}}$$

➤ Frequenza di oscillazione: **misura dipendente dal tempo**

➤ Violazione di CP nel mixing: **necessita della conoscenza delle asimmetrie di carica nelle efficienze di identificazione e nei fondi**

Risultati:

BaBar...

Il gruppo di Analisi di BaBar Padova

● Staff:

Martino Margoní (Ricercatore), Marcello Rotondo (Ricercatore INFN), Franco Simonetto (Professore Associato)

● Dottorandi/Assegnisti

(Enrico Feltresi), (Nicola Gagliardi), (Alessandro Gaz)

● Laureandi

(Claudio Borile), (Stefania Cerutti), (Cristiano Fontana),
(Daniela Saadeh)

BaBar Padova: passato e presente

(da più facile a più difficile...)

- Misura della vita media del mesone B^0
(Phys. Rev. Lett. 89 011802, 2002)
- Misura simultanea della vita media del mesone B^0 e della frequenza di oscillazione $B^0-\bar{B}^0$
(Phys. Rev. D 73 012004, 2006)
- Misura della violazione di CP nel mixing del B^0
(Presentato a CKM 2012, in via di pubblicazione)

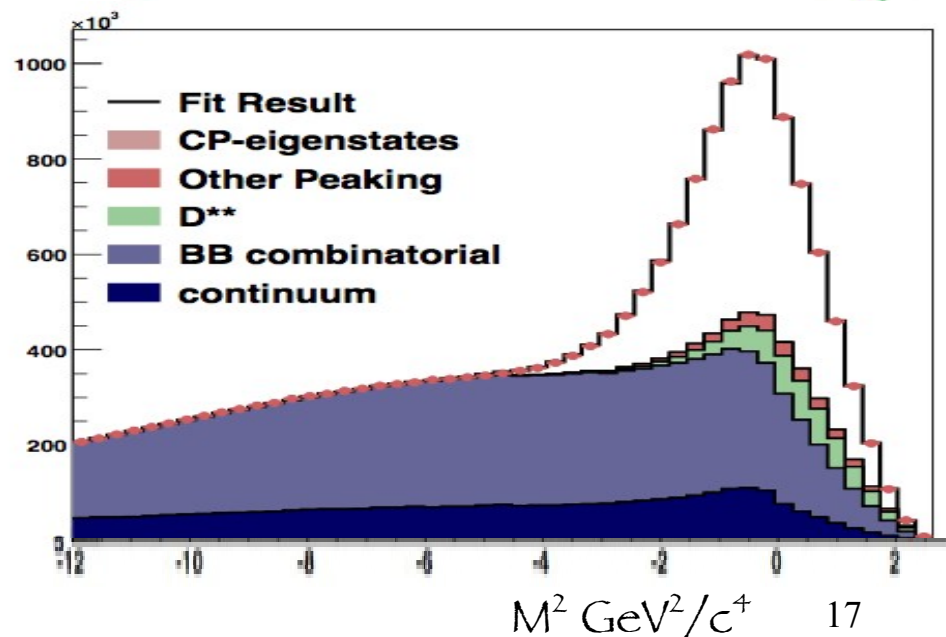
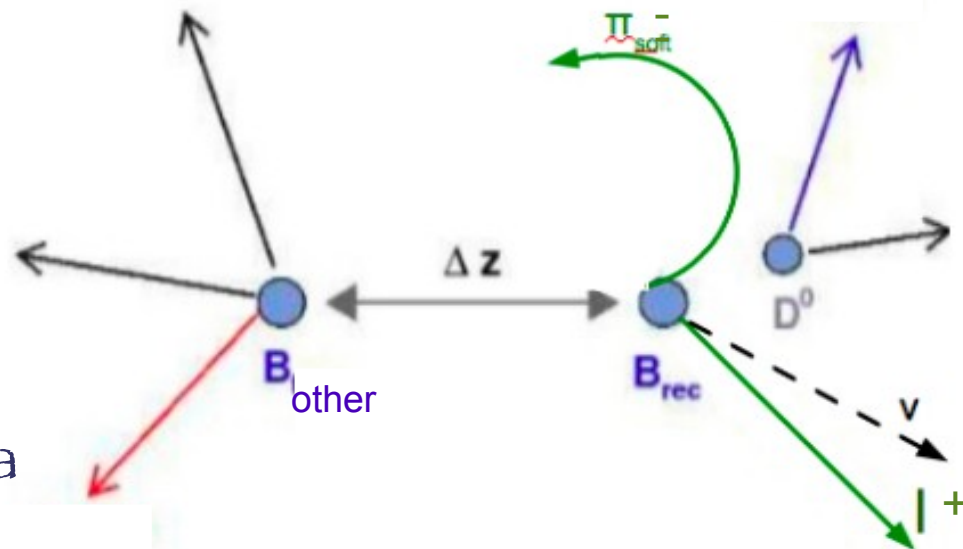
La ricostruzione parziale del decadimento



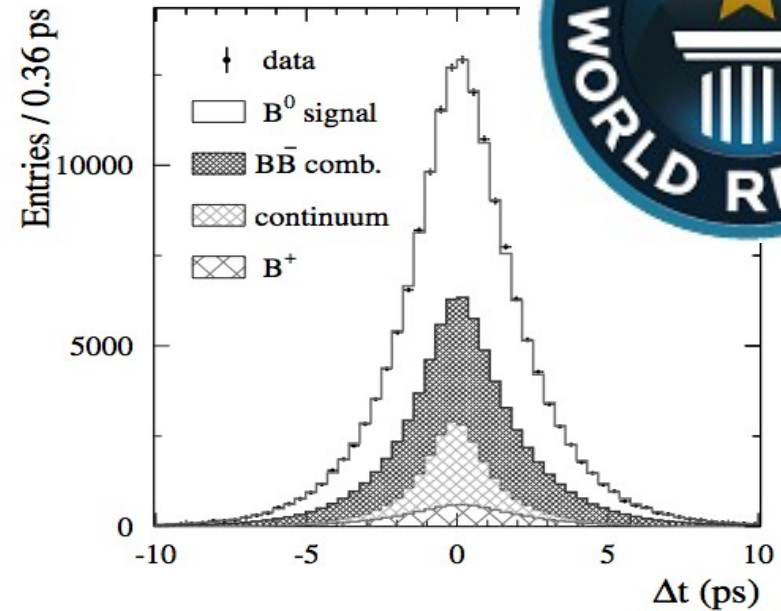
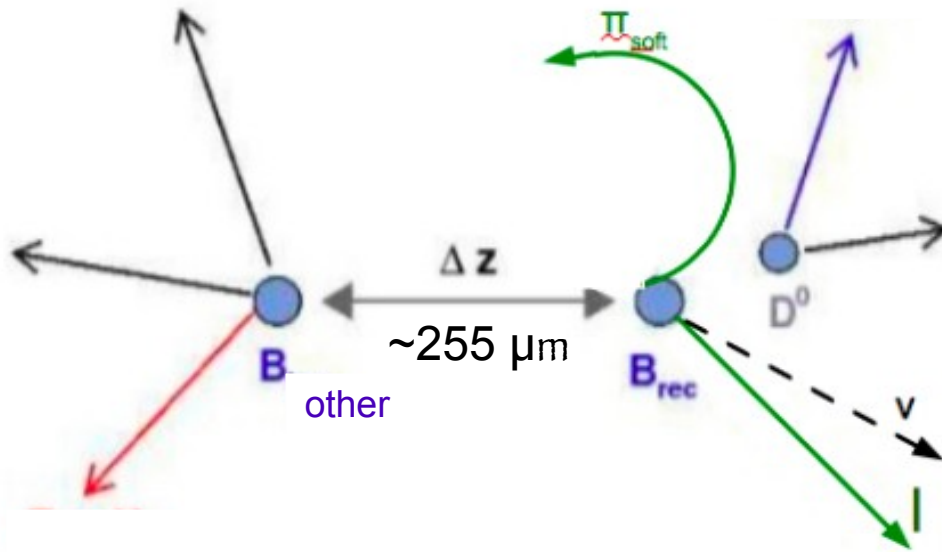
- BR = 4.9% × 67.7% = 3.4%
- Considero solo le tracce del leptone & del π con carica elettrica opposta
- Separo il segnale dal fondo usando la conservazione del 4-momento:

$$M_\nu^2 \equiv (E_{\text{beam}} - E_{D^*} - E_\ell)^2 - (\vec{p}_{D^*} + \vec{p}_\ell)^2 \approx 0$$

- Efficienza di selezione molto più alta rispetto alla ricostruzione del D^0



Misura di τ_{B^0}



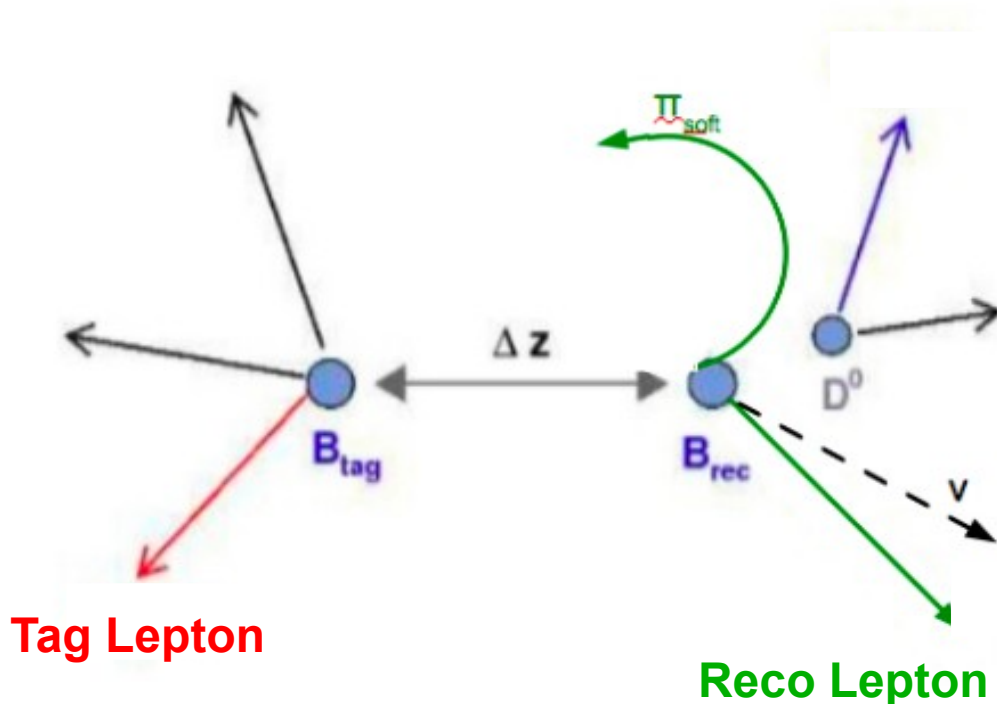
$$f(\Delta t_{\text{true}} | \tau_{B^0}) = \frac{1}{2\tau_{B^0}} \exp(-|\Delta t_{\text{true}}|/\tau_{B^0})$$

- τ_{B^0} da un fit alla differenza del tempo proprio di decadimento dei due mesoni $\Delta t = \Delta z / \beta \gamma c$, $\Delta z = z_{\text{rec}} - z_{\text{other}}$ distanza tra i due "vertici".
- Risoluzione in Δt determinata nel fit.
- Valore più preciso al mondo usando 23 milioni di eventi $\Upsilon(4S) \rightarrow \overline{B}B$

$$\tau_{B^0} = 1.529 \pm 0.012 (\text{stat}) \pm 0.029 (\text{syst}) \text{ ps}$$

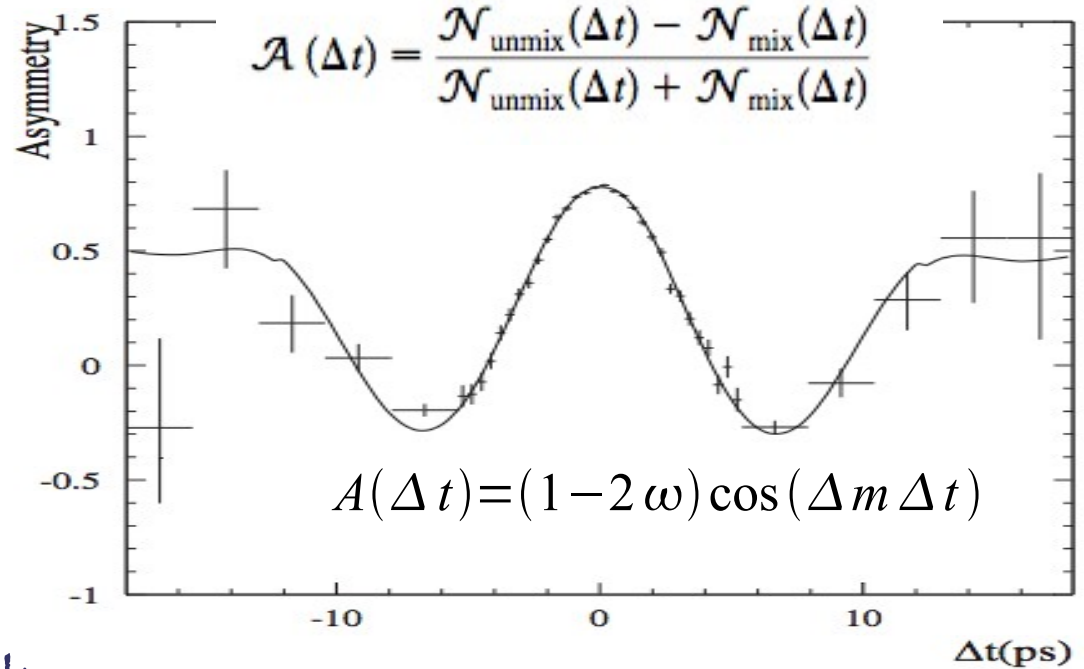
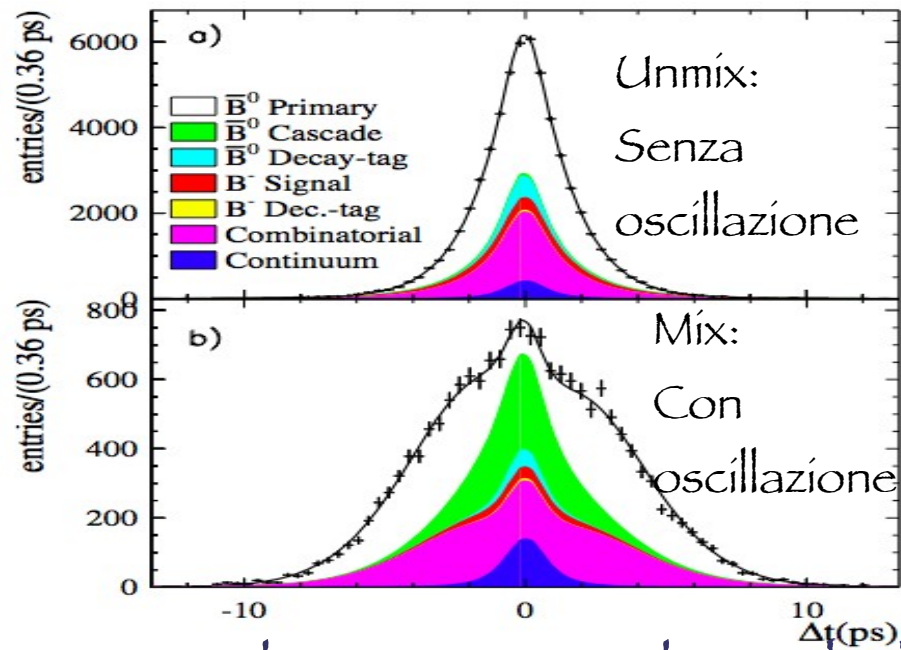
Misura combinata di τ_{B^0} e Δm

- Aggiungo l'informazione sul flavor del B^0 non ricostruito utilizzando il sottinsieme di eventi in cui questo viene "taggato" dalla presenza di un leptone di data carica.



- Ottengo simultaneamente τ_{B^0} e Δm confrontando la distribuzione di Δt per gli eventi con i due leptoni di uguale carica (è avvenuta l'oscillazione) e quelli di carica opposta (non c'è stata oscillazione)

Misura combinata di τ_{B^0} e Δm

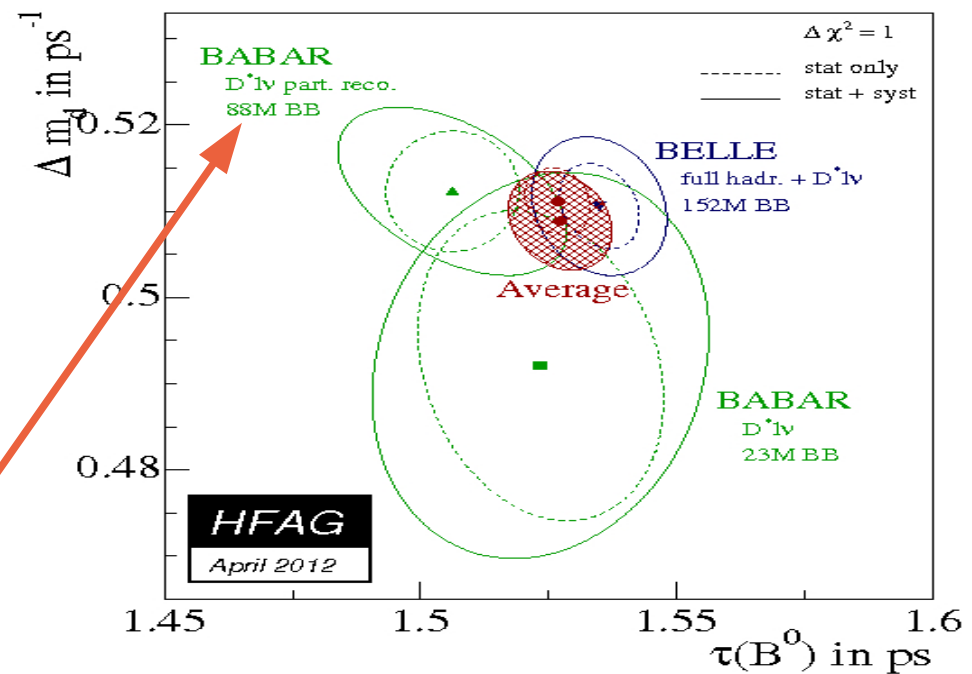


● La risoluzione in Δt e la probabilità ω di sbagliare il flavor vengono determinate nel fit.

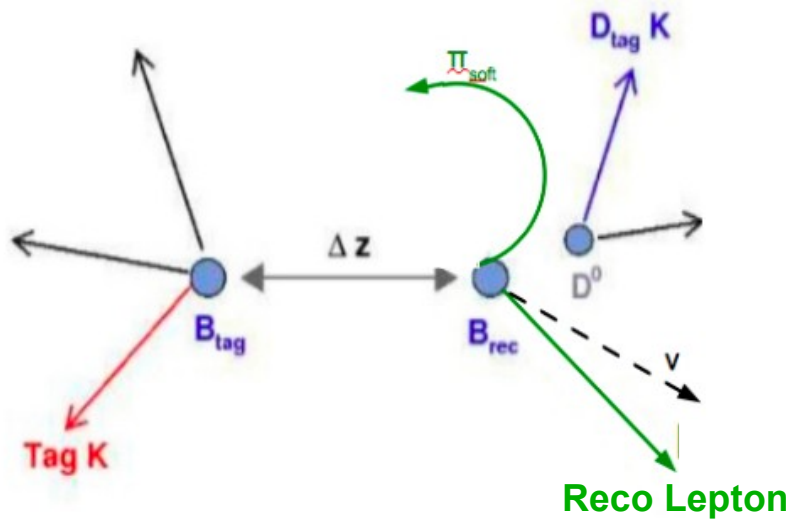
● Da 88 milioni di eventi $\Upsilon(4S) \rightarrow \overline{B}B$:

$$\tau_{B^0} = 1.504 \pm 0.013 \text{ (stat)} \begin{matrix} +0.018 \\ -0.013 \end{matrix} \text{ (syst)} \text{ ps}$$

$$\Delta m = 0.511 \pm 0.007 \text{ (stat)} \begin{matrix} +0.007 \\ -0.006 \end{matrix} \text{ (syst)} \text{ ps}^{-1}$$



Misura di \mathcal{CP} nel Mixing



- Ottengo l'asimmetria semileptonica confrontando il numero di eventi mixed dei due diversi flavors:

$$A_{SL} = 2(1 - |q/p|) = \frac{N(\ell^+ K_T^+) - N(\ell^- K_T^-)}{N(\ell^+ K_T^+) + N(\ell^- K_T^-)}$$

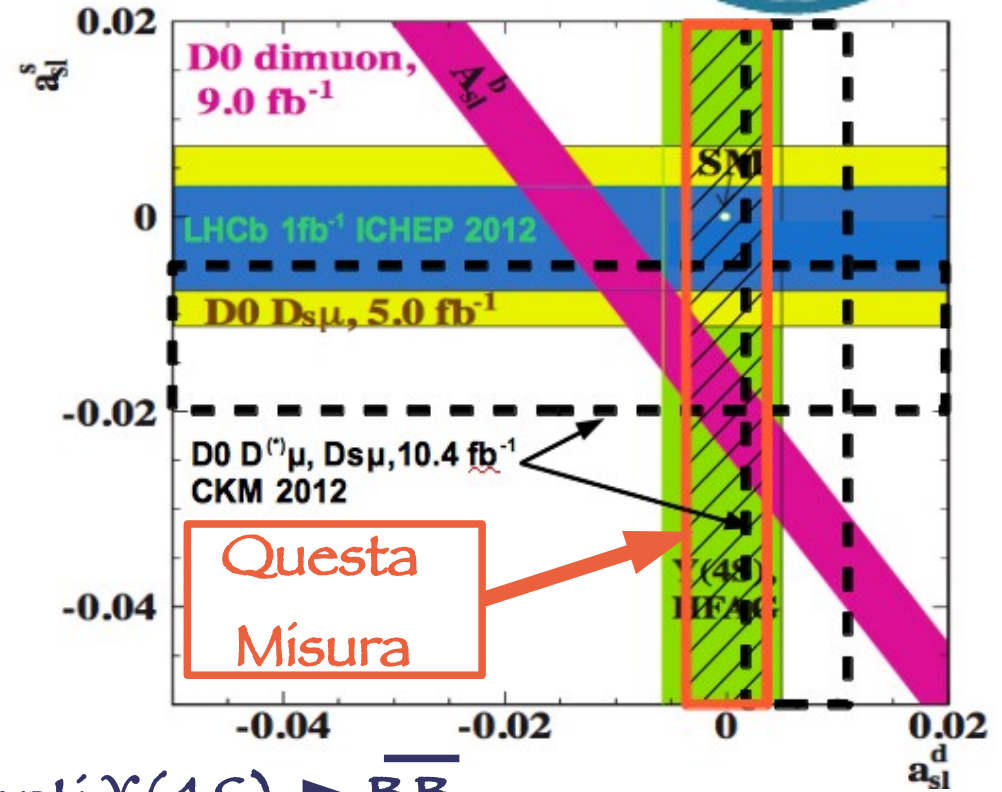
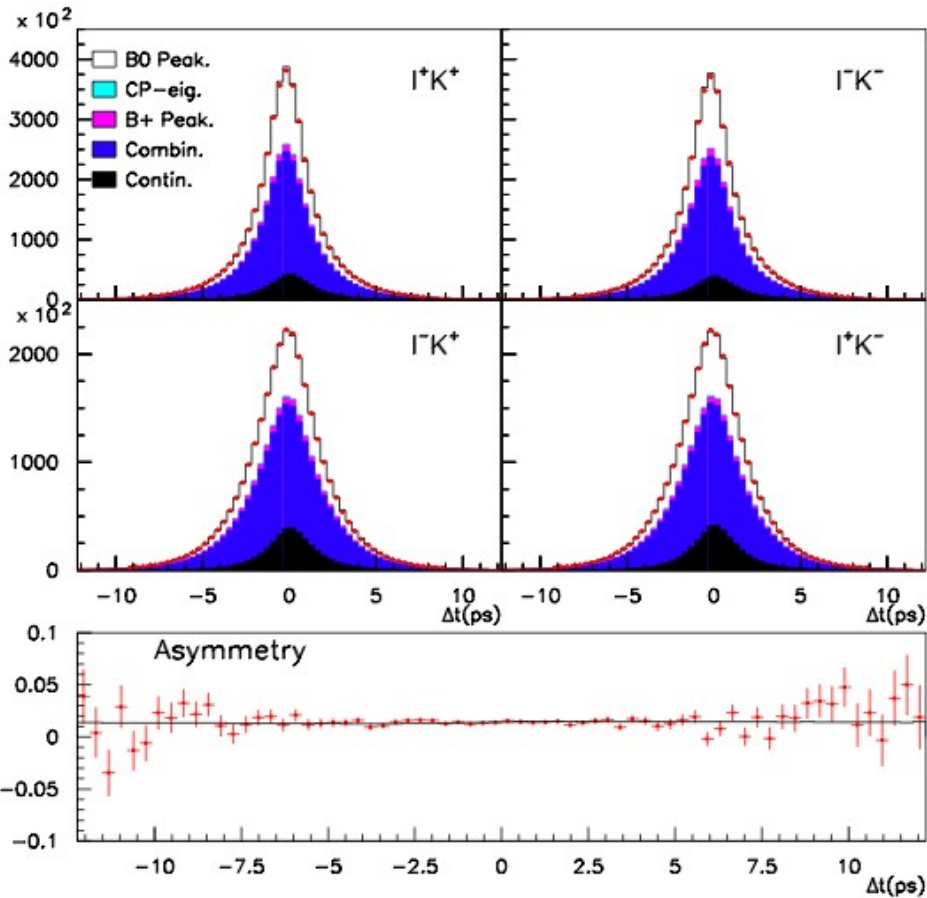
- Principale sfida : controllare le asimmetrie di rivelazione (efficienze dei rivelatori e fondi) al livello del permille!
- Idea: ottenerle direttamente dal fit, senza utilizzare campioni di controllo, considerando tutti i possibili sottocampioni, compresi i fondi che non hanno asimmetria di origine fisica o l'hanno ridotta
- Risoluzioni e mistag determinate dal fit

171 parametri liberi!

Misura di \mathcal{CP} nel Mixing



CKM2012



Blind Analysis, uso 468 milioni di eventi $\Upsilon(4S) \rightarrow \overline{B}B$:

$$1-|q/p| = (0.29 \pm 0.84^{+1.78}_{-1.61}) \times 10^{-3}; \quad A_{sl} = (0.06^{+0.39}_{-0.36})\%$$

Risultati:

CMS...

Il gruppo di Fisica del B di CMS Padova

● Staff:

Martino Margoní (Ricercatore), Franco Simonetto (Professore Associato)

● Altri collaboratori/Dottorandi/Assegnisti

Mario Galanti (Università di Cipro, ora Assegnista Senior Padova),
Jacopo Pazzini (Dottorando), (Luca Perrozzí (Dottorando)),
Nicola Pozzobon (Assegnista)

● Laureandi

(Pierluigi Bortignon), (Claudio Ledovich), (Sonia Vigolo)

CMS-B Padova: passato, presente e futuro

(da più facile a più difficile...)

- Misura della sezione d'urto di produzione

$$\sigma(pp \rightarrow b\bar{b}X \rightarrow \mu\mu Y)$$

(Journ. High En. Phys. 06 110, 2012)

- Misura della probabilità di mixing integrato

(In corso, pubblicazione prevista per inizio 2013)

- Misura della violazione di CP nel mixing

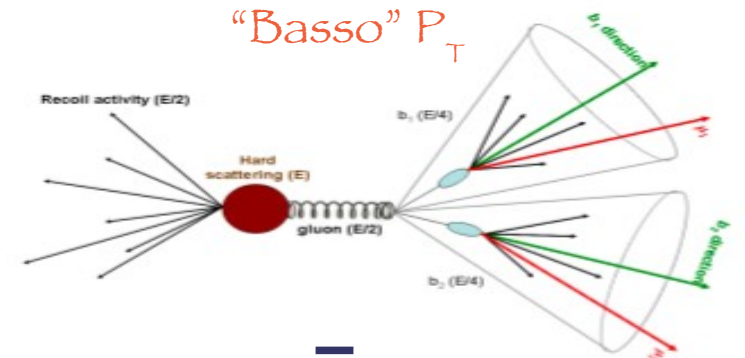
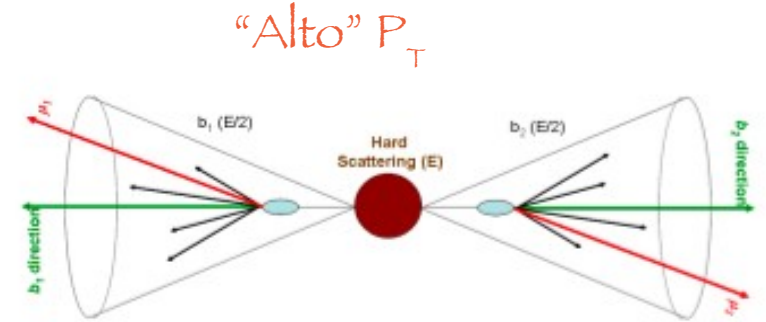
(Inizio attività imminente)

Misura di σ ($pp \rightarrow b\bar{b}X \rightarrow \mu\mu Y$)

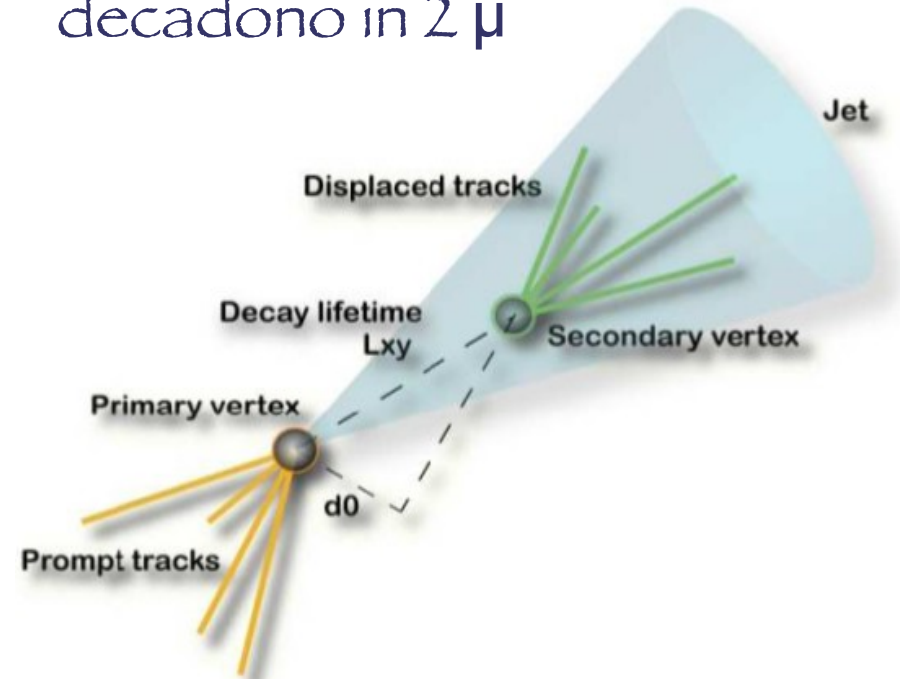
● Seleziono eventi con 2 μ in una regione cinematica in cui i calcoli di QCD @NLO sono piú attendibili: $P_T > 4(6)$ GeV, $|\eta| < 2.1$

(P_T = momento trasverso rispetto all'asse dei fasci, $\eta = -\ln[\tan(\theta/2)]$, θ = angolo tra il μ e il fascio)

● Rimuovo le risonanze (J/ψ , Υ) che decadono in 2 μ



● Discrimino gli eventi $b\bar{b}$ dal fondo (c, quark leggeri, γ/Z^* , adroni identificati come μ) con un fit alla distribuzione 2D del parametro d'impatto dei 2 μ rispetto al punto di interazione.



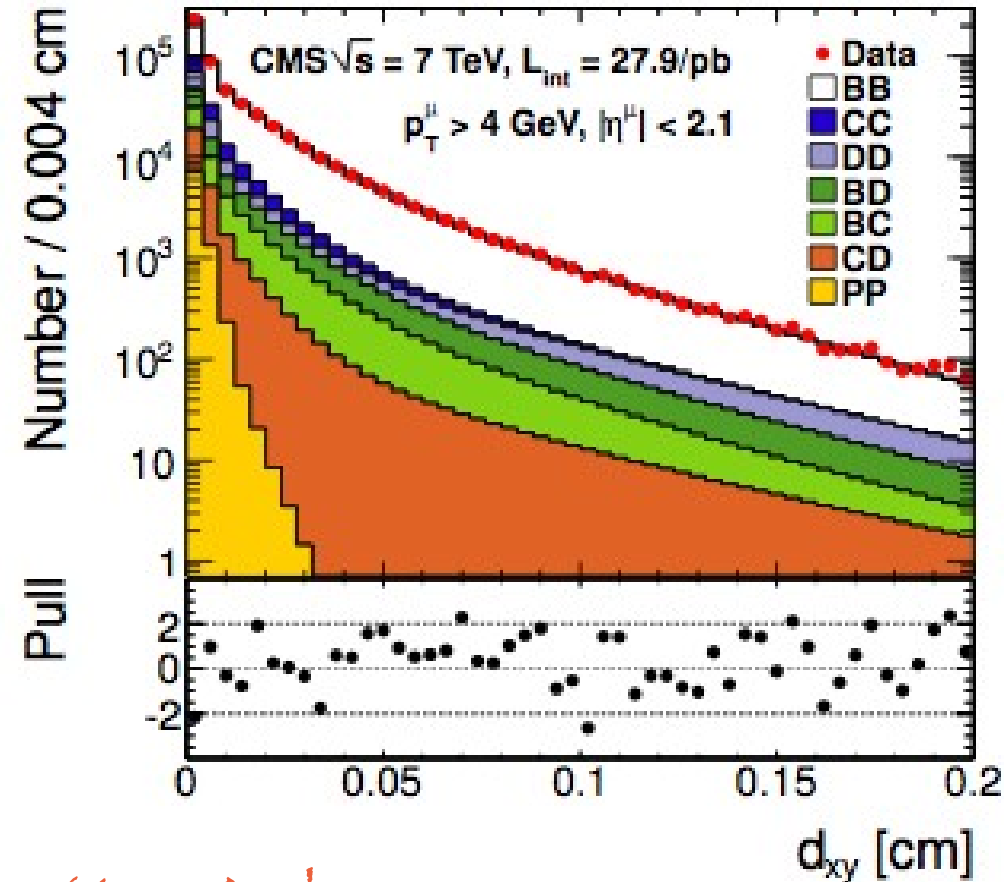
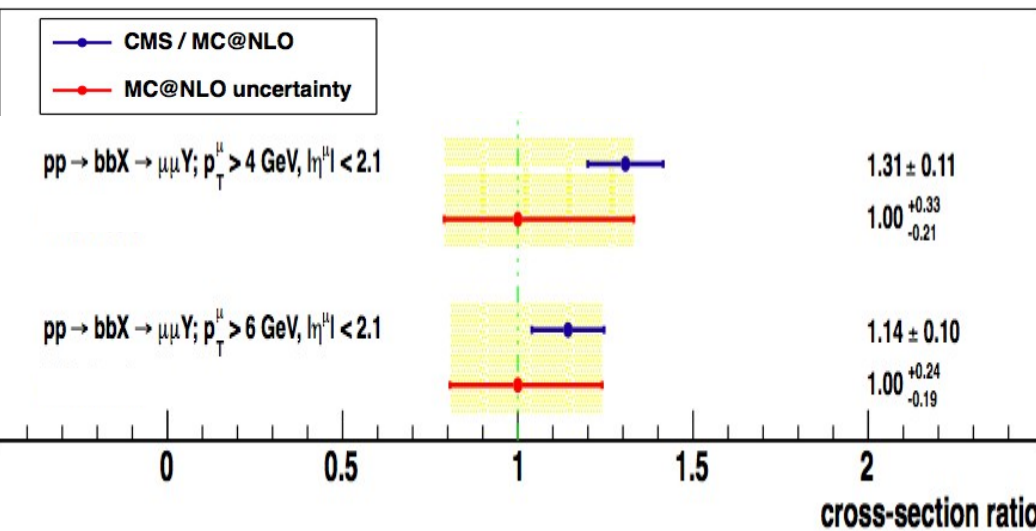
Misura di σ ($pp \rightarrow b\bar{b}X \rightarrow \mu\mu\gamma$)

Definisco le forme delle distribuzioni di parametro d'impatto per 7 diverse classi di eventi mediante simulazione.

$$\sigma(pp \rightarrow b\bar{b}X \rightarrow \mu\mu X', p_T > 4 \text{ or } 6 \text{ GeV}, |\eta| < 2.1) = \frac{\mathcal{N}_{\mu\mu} \cdot f_{BB}}{\epsilon \cdot \mathcal{L}}$$

f_{BB} = frazione di eventi $b\bar{b}$ dal fit; ϵ = efficienza;

\mathcal{L} = luminosità integrata



$$\sigma(p_T > 4 \text{ GeV}, |\eta| < 2.1) = 26.4 \pm 0.1 (\text{stat}) \pm 2.6 (\text{syst}) \text{ nb}$$

$$\sigma(p_T > 6 \text{ GeV}, |\eta| < 2.1) = 5.12 \pm 0.03 (\text{stat}) \pm 0.52 (\text{syst}) \text{ nb}$$

Misura della probabilità di Mixing Integrata

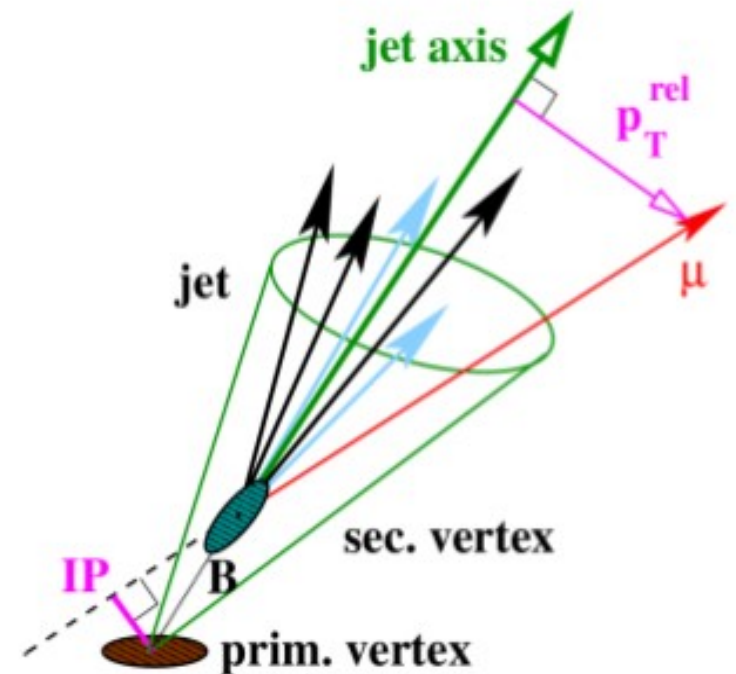
- Aggiungo l'informazione sulla carica dei 2 μ e ottengo $\bar{\chi}$ dal conteggio dei decadimenti diretti $b \rightarrow \mu$:

$$2\bar{\chi}(1 - \bar{\chi}) = \frac{N(\mu^+ \mu^+) + N(\mu^- \mu^-)}{N(\mu\mu)}$$

- Classi di eventi:

- + $b\bar{b}$ con $b \rightarrow \mu^-$ diretto
- + $b\bar{b}$ con $b \rightarrow c \rightarrow \mu^+$ cascata (opposta correlazione di carica)
- + c, quark leggeri, adroni

- Le separo con un fit alla distribuzione 2D della componente del momento dei muoni trasversa alla direzione del jet, P_T^{rel}



Misura della probabilità di Mixing Integrata

Definisco le forme delle distribuzioni di P_t^{rel} per 6 diverse classi di eventi mediante simulazione.

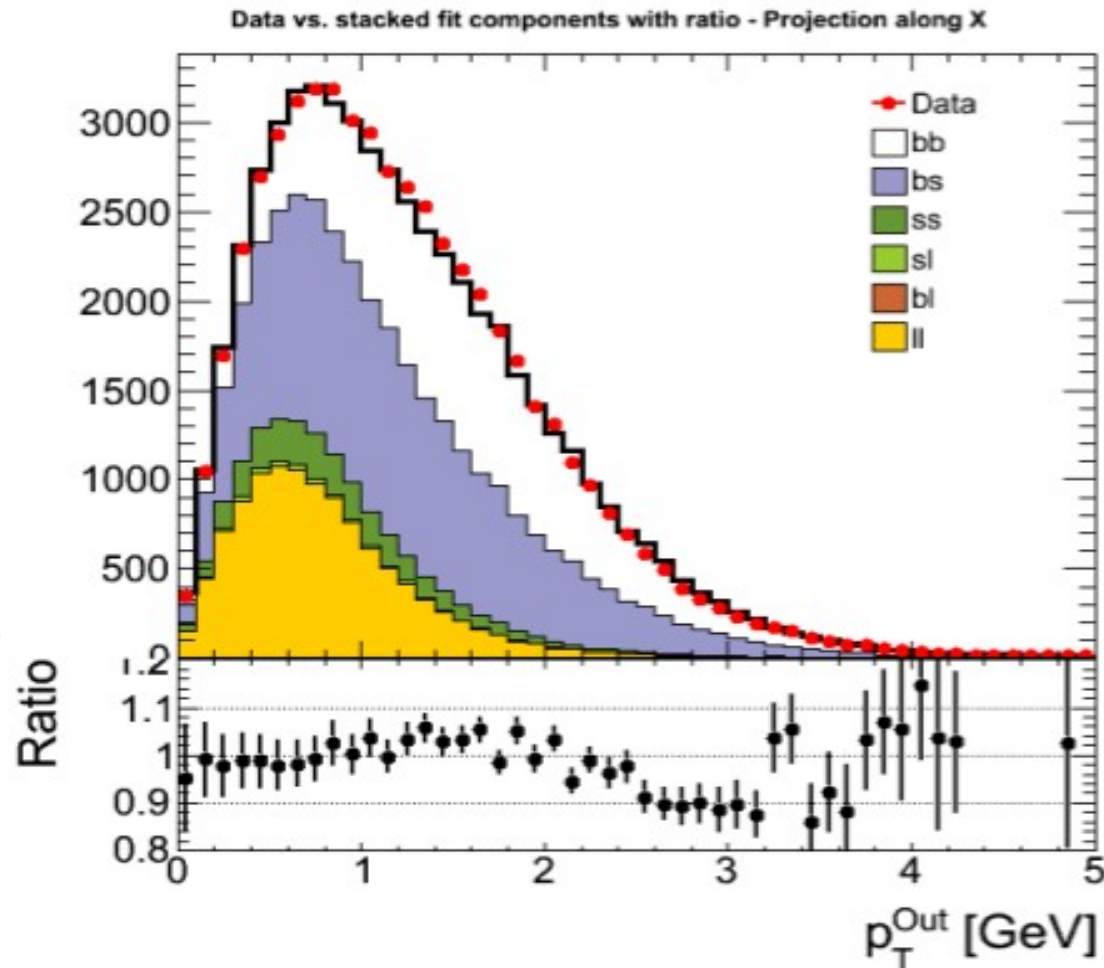
Accordo dati/simulazione sulla forma della distribuzione in corso di ottimizzazione (sensibile a pile-up, modelli di decadimento e frammentazione del b)

$$x = 0.129 \pm 0.004 (\text{stat}) \pm ? (\text{syst})$$

$$x_{\text{LEP}} = 0.126 \pm 0.004$$

$$x_{\text{Tevatron}} = 0.127 \pm 0.008$$

Non si attendono discrepanze da LEP & Tevatron per quanto riguarda le frazioni di produzione di adroni con b



Misura di \mathcal{CP} nel Mixing

- Utilizzo il sottocampione di eventi con i due μ da decadimento diretto $b \rightarrow \mu$ della stessa carica

$$A_{SL} = 2(1 - |q/p|) = \frac{N(\mu^+\mu^+) - N(\mu^-\mu^-)}{N(\mu^+\mu^+) + N(\mu^-\mu^-)}$$

- Sfrutto ciò che ho imparato dalle misure di σ e x : ottengo la composizione del campione da un fit simultaneo al parametro d'impatto (separazione b /non b) e P_T^{rel} (separazione b diretti/ b cascate)

● **Principale sfida: controllare i fondi e le asimmetrie di produzione e rivelazione al livello del permille in un ambiente così complesso!**

Misura di \mathcal{CP} nel Mixing

Idee da sviluppare:

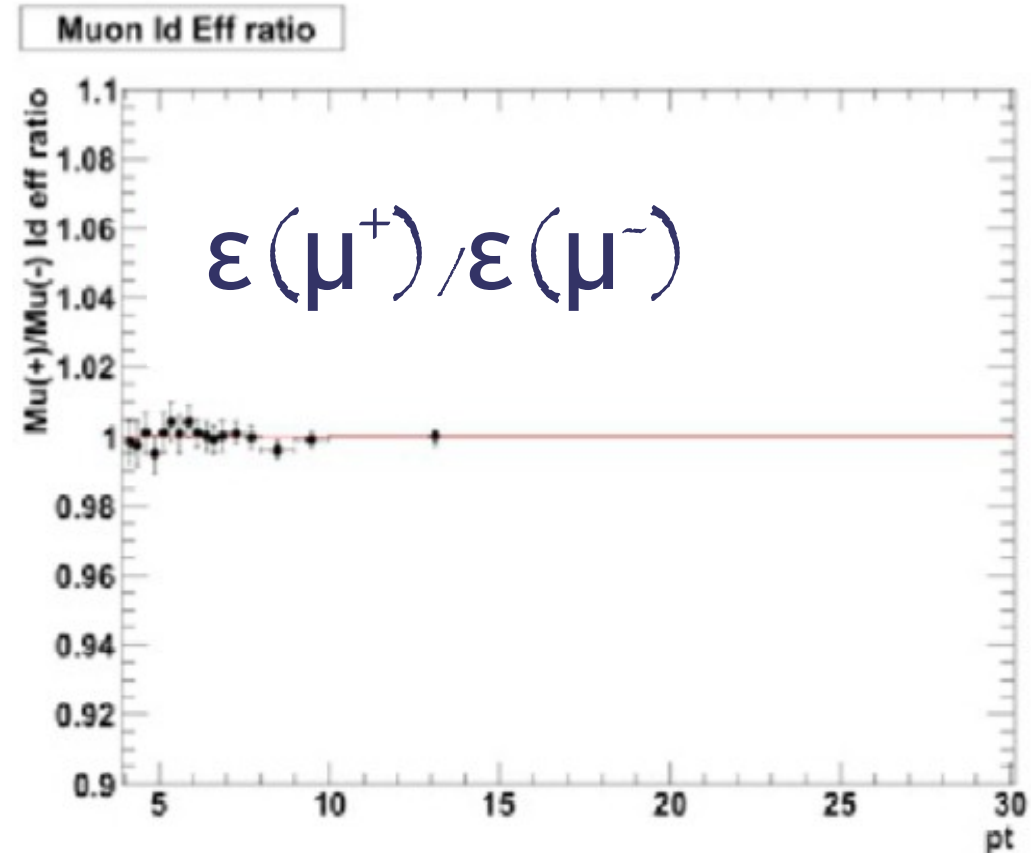
● Asimmetria di Ricostruzione:

- Calcolo delle efficienze di identificazione per i μ di carica diversa
- Asimmetrie di carica in eventi con molti muoni e nei jets con due muoni (decadimenti in cascata)

● Asimmetria di Produzione:

- Campioni di controllo B^+/B^- ...

● Risultati attesi per il 2013, $\delta A_{SL}(\text{stat}) \sim 0.1\%$



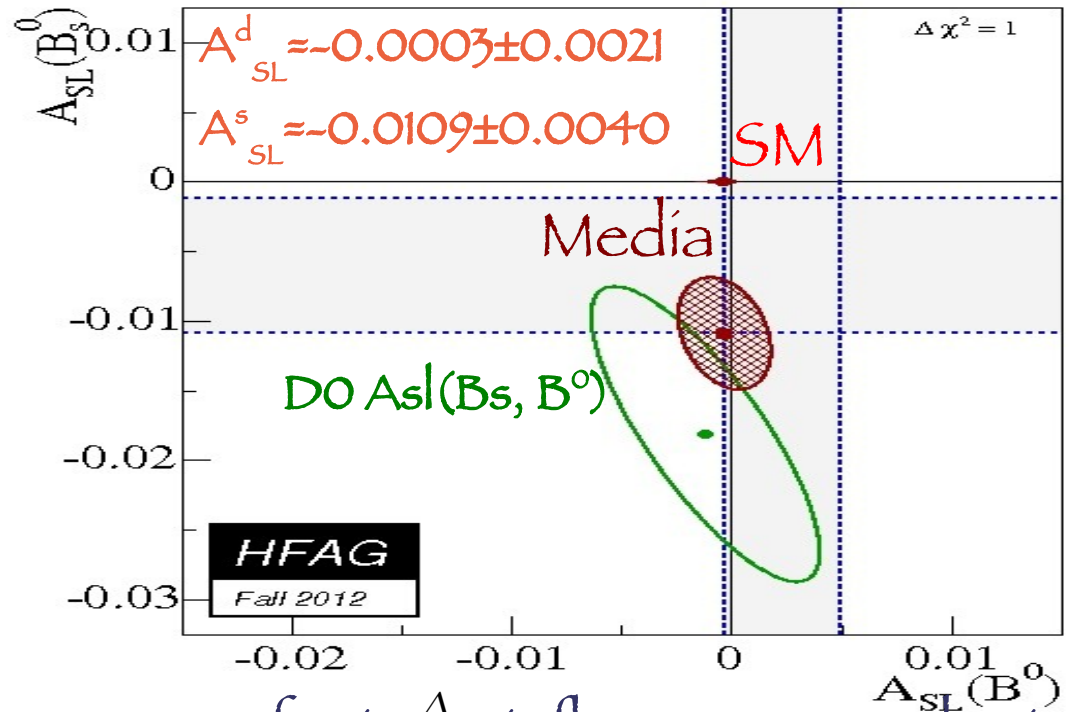
Conclusioni

C'è nuova Fisica nel Mixing del B^0 ?

● La media delle misure di A_{SL} e le previsioni del Modello Standard differiscono di 2.4σ

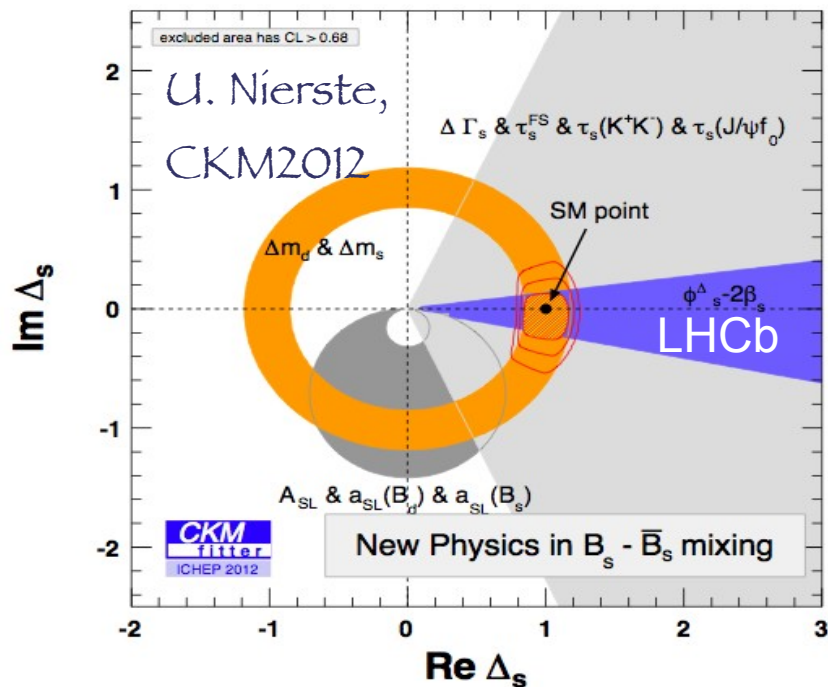
● Nuova fisica può modificare M_{12}

$$M_{12}^{NP,q} = M_{12}^{SM,q} \Delta_q; \Delta_q = |\Delta_q| e^{i\phi_q^\Delta}$$

$$\Delta m_q = m_H - m_L = 2 |M_{12}^q|$$


● Le nuove fasi $\phi_{d(s)}^\Delta$ influenzano anche i risultati di asimmetrie di CP nei canali “golden” $B^0 \rightarrow J/\psi K$ e $B_s \rightarrow J/\psi \phi$

● Difficile accomodare la misura combinata di DO in scenari di nuova fisica...



Conclusioni

- Nell'ultimo decennio il nostro gruppo di ricerca ha avuto una notevole attività in settori di punta della fisica del b: vite medie, sezioni d'urto di produzione, mixing, CPV, ma anche costanti di accoppiamento (V_{ub} , V_{cb}), $BR(D^0 \rightarrow K\pi)$ (presentazione di Gabriele Simi)



Ottenute misure di precisione di parametri fondamentali (in alcuni casi le misure più precise)

- Il gruppo sta gradatamente diminuendo il coinvolgimento in BaBar a favore di CMS
- Continuità e convergenza dell'attività nel settore della fisica del mixing e della violazione di CP in due ambienti molto diversi e complementari

Backup

Articoli di CMS sulla Fisica del b

NEW Measurement of the relative prompt production rate of $\chi(c2)$ and $\chi(c1)$ at $\sqrt{s} = 7$ TeV

NEW Measurement of $Y(1S)$, $Y(2S)$, $Y(3S)$ polarizations $\sqrt{s} = 7$ TeV

Measurement of the $\Lambda_b \rightarrow J/\psi \Lambda$ differential cross section

Observation of a new Ξ_b baryon

Search for $B_s \rightarrow \mu^+ \mu^-$ and $B^0 \rightarrow \mu^+ \mu^-$ decays

Measurement of the inclusive cross section $\sigma(pp \rightarrow b\bar{b}X \rightarrow \mu\mu Y)$ at $\sqrt{s} = 7$ TeV

Inclusive b-jet production in pp collisions at $\sqrt{s} = 7$ TeV

J/ψ and $\psi(2S)$ production in pp collisions at $\sqrt{s} = 7$ TeV

Search for $B_s \rightarrow \mu^+ \mu^-$ and $B^0 \rightarrow \mu^+ \mu^-$ in pp Collisions at $\sqrt{s} = 7$ TeV

Measurement of the B_s^0 Production Cross Sections in pp Collisions at $\sqrt{s} = 7$ TeV

Measurement of the B_d^0 Production Cross Sections in pp Collisions at $\sqrt{s} = 7$ TeV

Measurement of $B\bar{B}$ Angular Correlations based on Secondary Vertex Reconstruction at $\sqrt{s} = 7$ TeV

Inclusive b-hadron production cross section with muons in pp collisions at $\sqrt{s} = 7$ TeV

Measurement of the B^+ Production Cross Section in pp Collisions at $\sqrt{s} = 7$ TeV

Υ production cross section in pp collisions at $\sqrt{s} = 7$ TeV

J/ψ prompt and non-prompt cross sections in pp collisions at $\sqrt{s} = 7$ TeV

Conference notes di CMS sul b

NEW Observation of structures in the $J/\psi\phi$ spectrum of $B^+ \rightarrow J\psi\phi K^+$ decays

NEW Measurement of the $X(3872)$ production cross section

NEW Measurement of the Λ_b lifetime

Measurement of the B_s lifetime difference

Observation of B_c decays to $J/\psi\pi$ and $J/\psi\pi\pi\pi$

Measurement of the Upsilon(nS) production cross section

Search for the rare decays $B_{(s)}^0 \rightarrow \mu^+\mu^-$ at the LHC with the ATLAS, CMS and LHCb experiments

Search for the rare decay $D^0 \rightarrow \mu^+\mu^-$

Measurement of the production cross section ratio of $X(3872)$ and $\psi(2S)$