Stato e Prospettive dell'esperimento

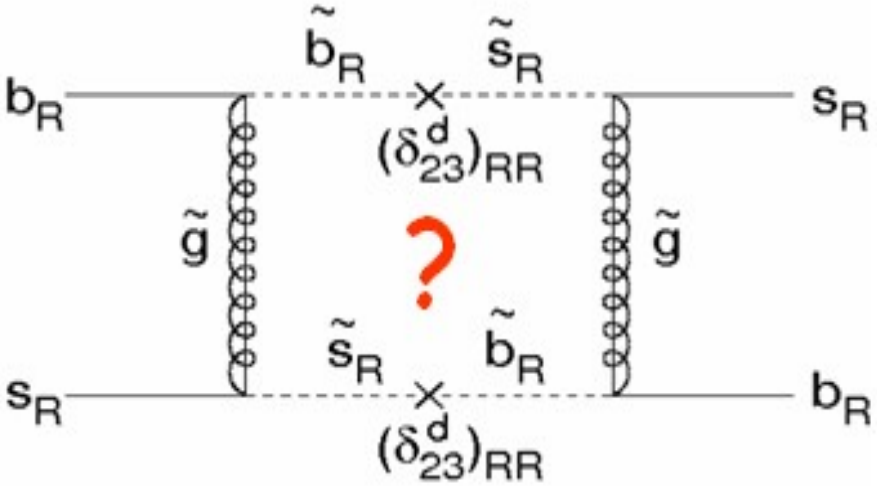
LHCb Firenze:

A. Bizzeti
G .Graziani
M. Lenzi
G. Passaleva
M. Veltri
A. Bruschi (laureando)
M. Frosini (dottoranda)

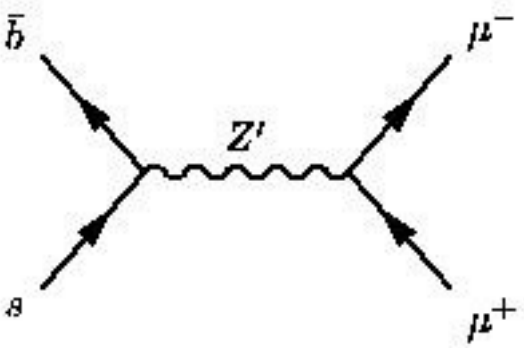
Fisica del sapore @ LHC

- LHC esplorerà la scala del TeV dove ci aspetta fisica oltre il Modello Standard (problema della gerarchia)
- Oltre che tramite produzione diretta di nuove particelle, la nuova fisica può essere testata tramite processi virtuali nelle transizioni di sapore, sensibili a energie maggiori di quelle direttamente accessibili
- La fisica dei mesoni B è il principale laboratorio per questo tipo di misure

Oscillazioni di flavour



Decadimenti rari



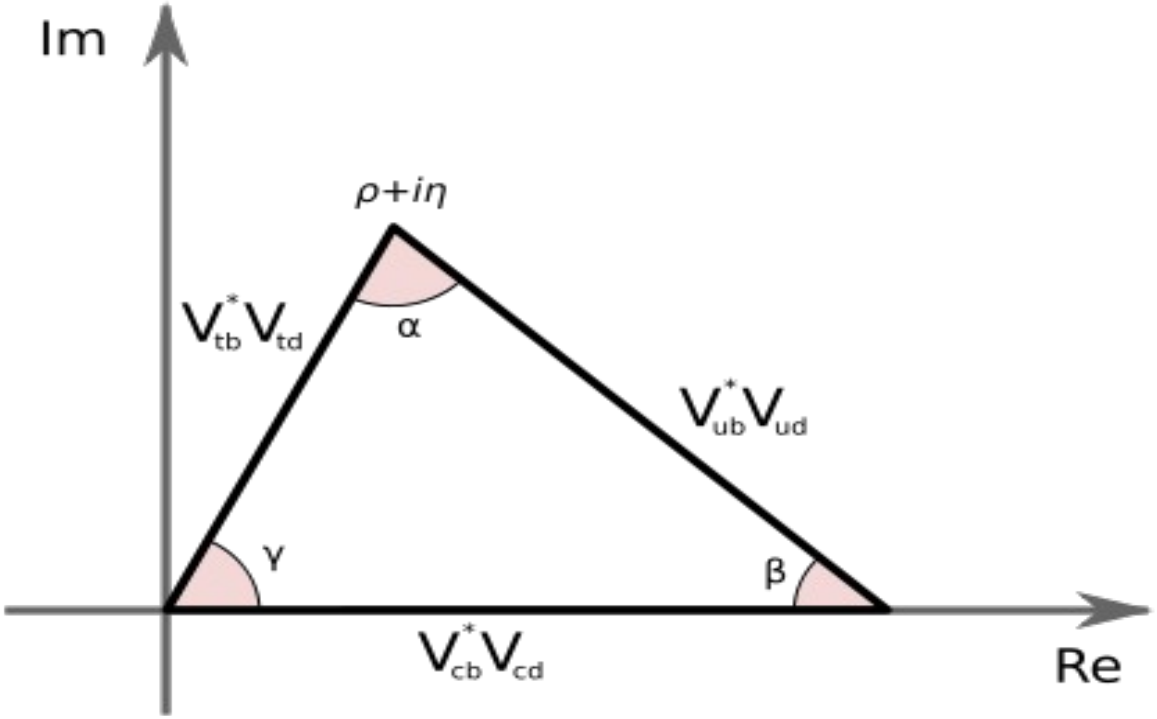
- Nel Modello Standard le transizioni di flavour sono descritte dalla matrice CKM

$$V_{CKM} = \begin{pmatrix} V_{ud} & V_{us} & V_{ub} \\ V_{cd} & V_{cs} & V_{cb} \\ V_{td} & V_{ts} & V_{tb} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1-\frac{1}{2}\lambda^2 & \lambda & A\lambda^3(\rho - i\eta) \\ -\lambda & 1-\frac{1}{2}\lambda^2 & A\lambda^2 \\ A\lambda^3\left[1-(\rho+i\eta)\right] & -A\lambda^2 & 1 \end{pmatrix} + \mathcal{O}(\lambda^4)$$

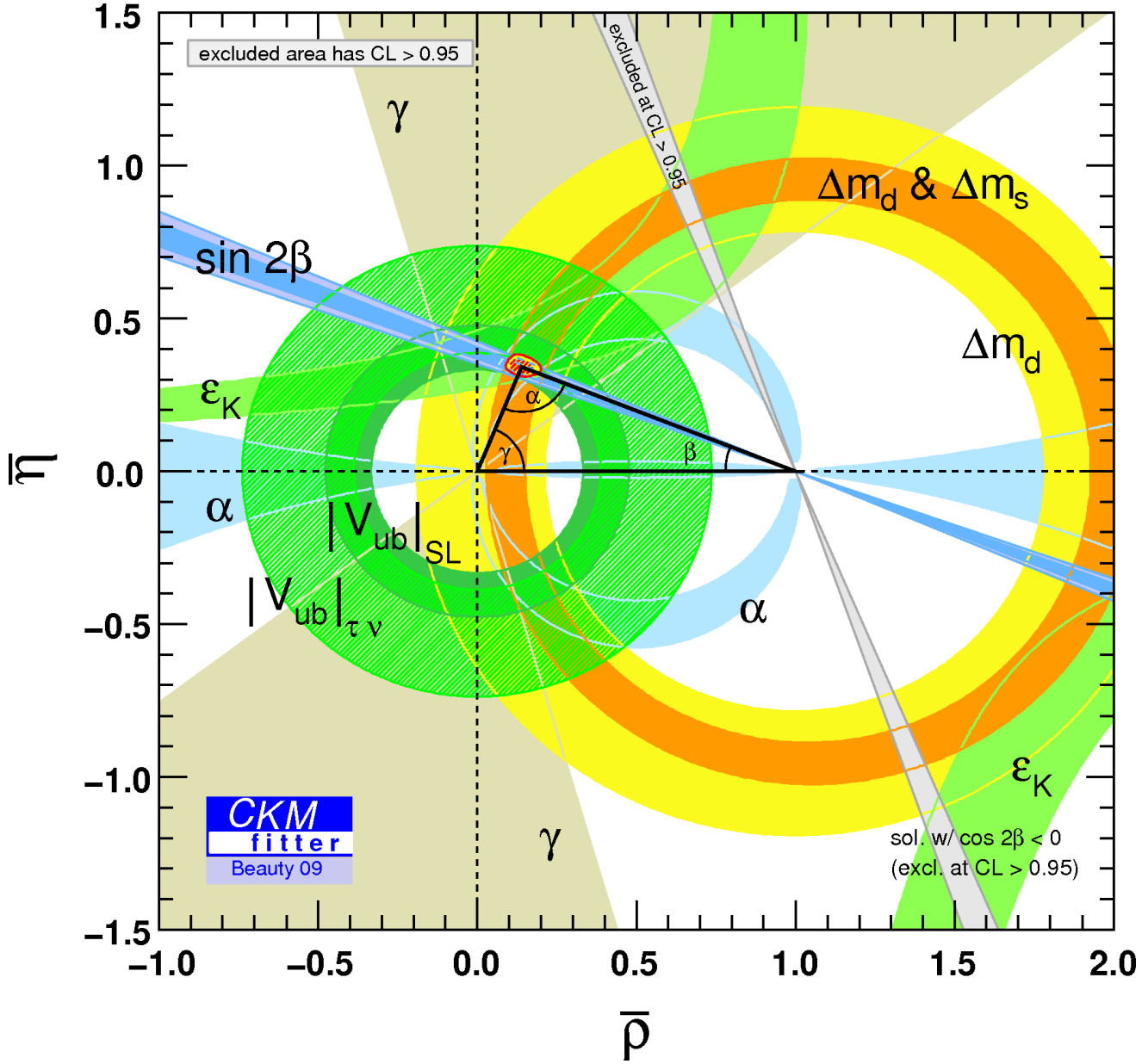
$$\lambda \sim 0.22 \qquad A \sim 0.8 \qquad \eta \sim 0.35 \qquad \rho \sim 0.2$$

- Triangolo di unitarietà:

$$\sum_{x=u,c,t} V_{xb}^* V_{xd} = 0$$

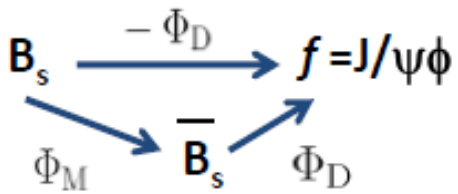


- Le misure di precisione dei parametri CKM alle B-factories hanno mostrato un accordo impressionante con lo SM... anche troppo!



Flavour Physics "Problem"

- Nuova fisica introduce in generale nuova violazione di CP nelle transizioni di sapore: perché finora non si è visto nulla?
- Una possibile risposta è la "Minimal Flavour violation"
  vedi ad esempio D'ambrosio et al., Nucl.Phys.B645:155-187 (2002)
- Un test cruciale da fare a LHCb: $B_s \to J/\psi\ \phi$



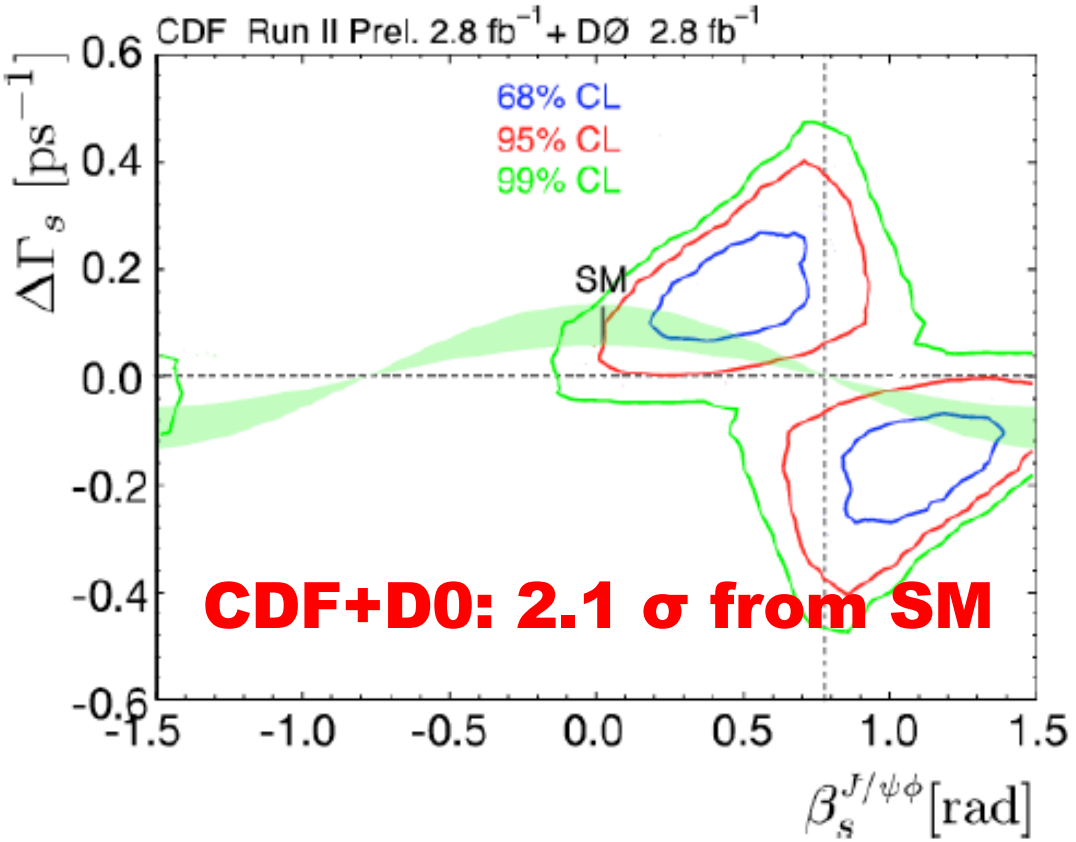
L'asimmetria dipendente dal tempo (previa analisi angolare per separare le componenti con CP=+/-1) permette di misurare φ_s (fase di mixing del B_s).

Nello SM

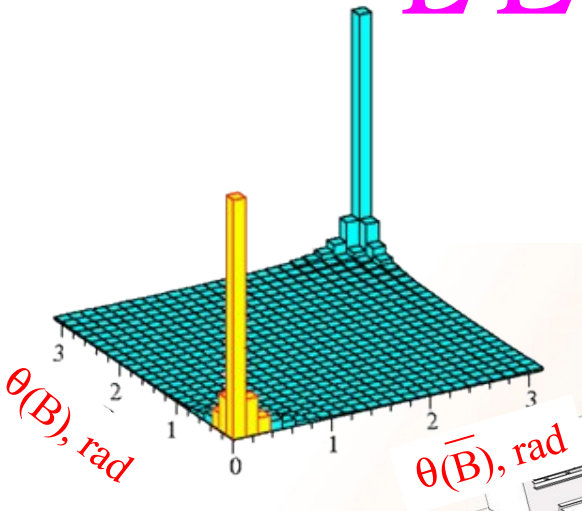
$$\phi_s \sim -2\beta_s = 2arg\left(-V_{tb}V_{ts}^*/V_{cb}V_{cs}^*\right)$$

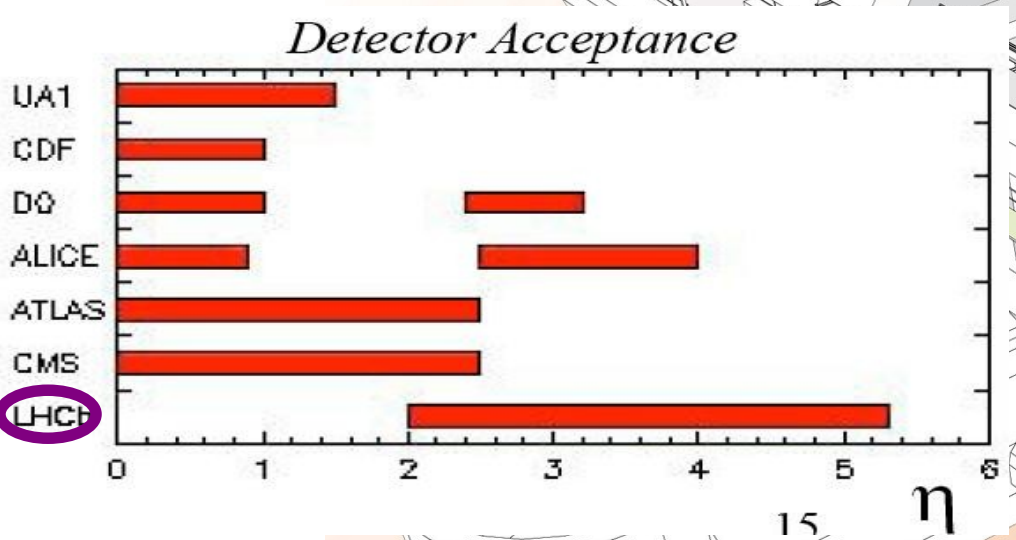
$$= 0.037 \pm 0.002$$

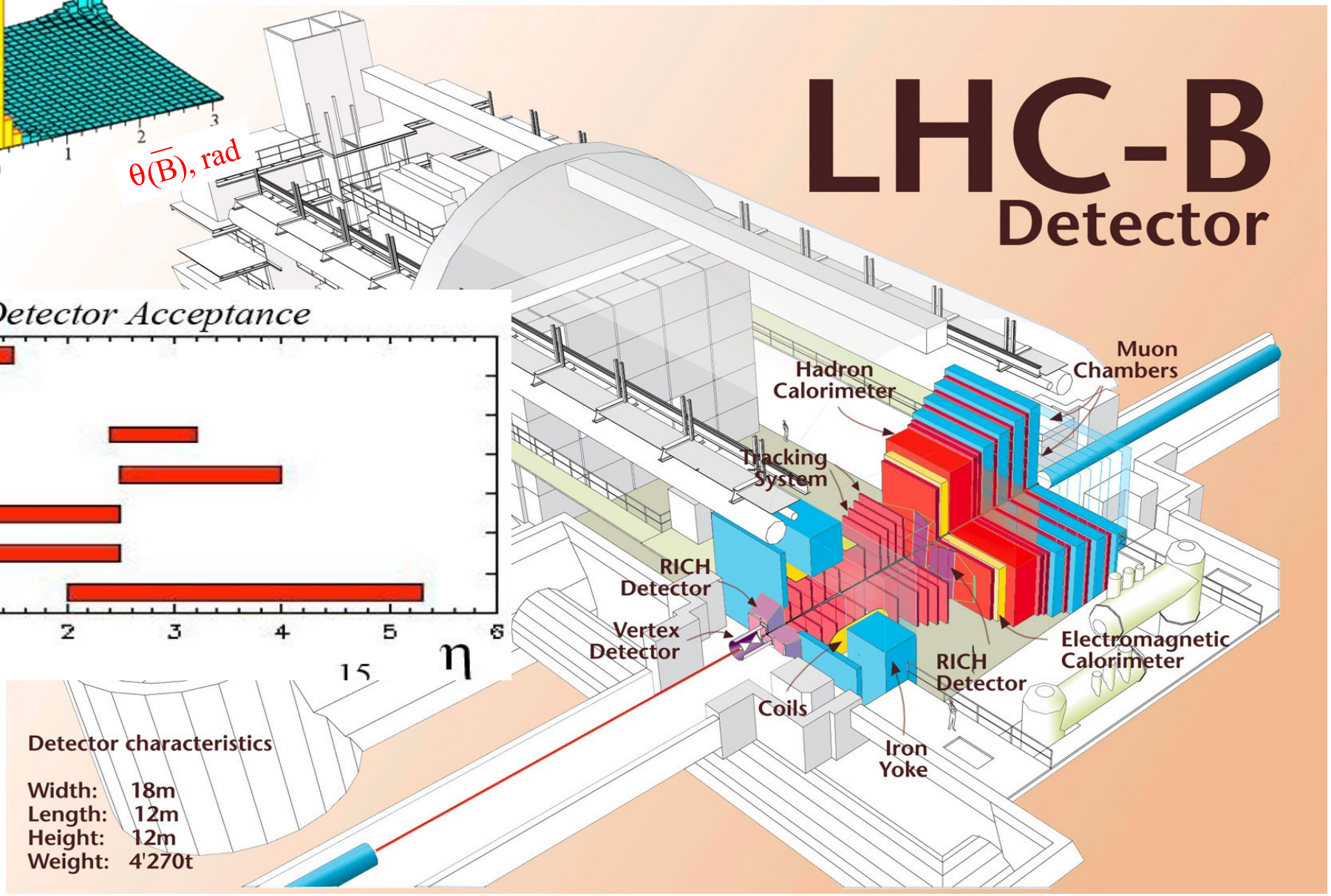
Un risultato molto diverso sarebbe incompatibile con l'ipotesi MFV !



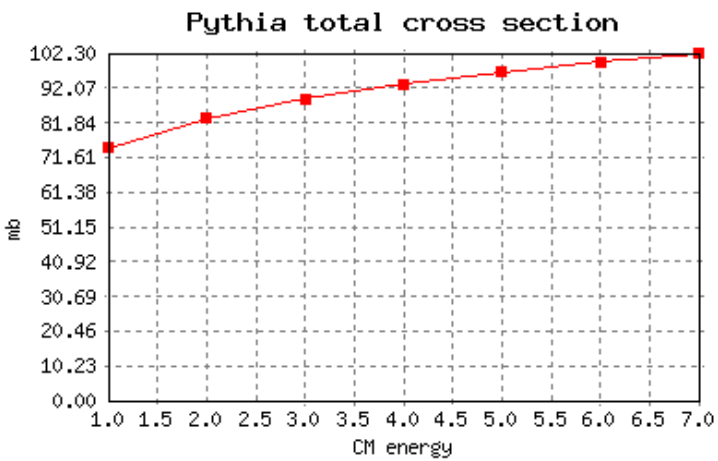
L'Esperimento LHCb

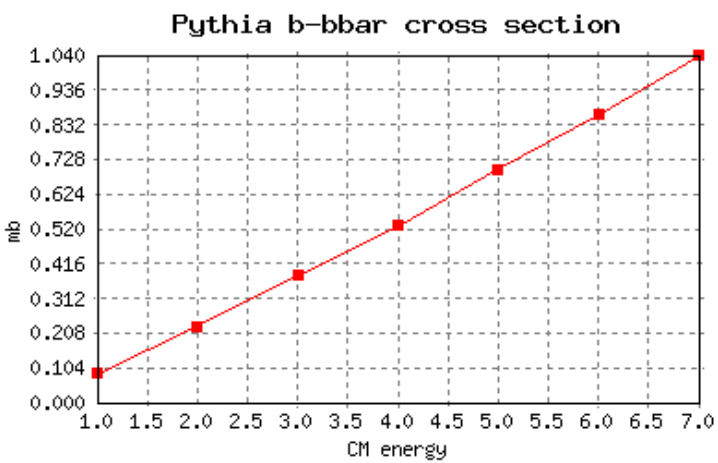




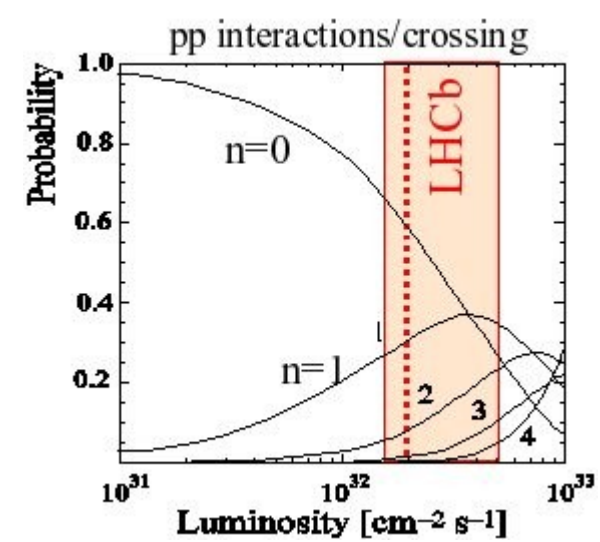


LHCb vs B-factories/Tevatron





	B-factories	Tevatron	LHCb
Energy (CM)	10.6 GeV	2 TeV	14 TeV
Produced B	B_d	B_d, B_s, B_c,...	B_d, B_s, B_c,...
$\sigma(b\bar{b})\ (\mu b)$	0.001	50	~ 500
$\sigma(b\bar{b})/\sigma_{tot}$	0.3	0.0007	0.005
Proper time resolution	~ 1 ps	~90 fs	~ 40 fs
$\mathcal{L}\ (cm^{-2}s^{-1})$	9 10^{33}	2 10^{32}	2 10^{32}



Stato e Programma del Run

- 2006-2009: installazione e commissioning con cosmici
- 23 novembre 2009: prime collisioni a 0.9 TeV
- Run 2009: ~ 7/μb a 0.9 TeV

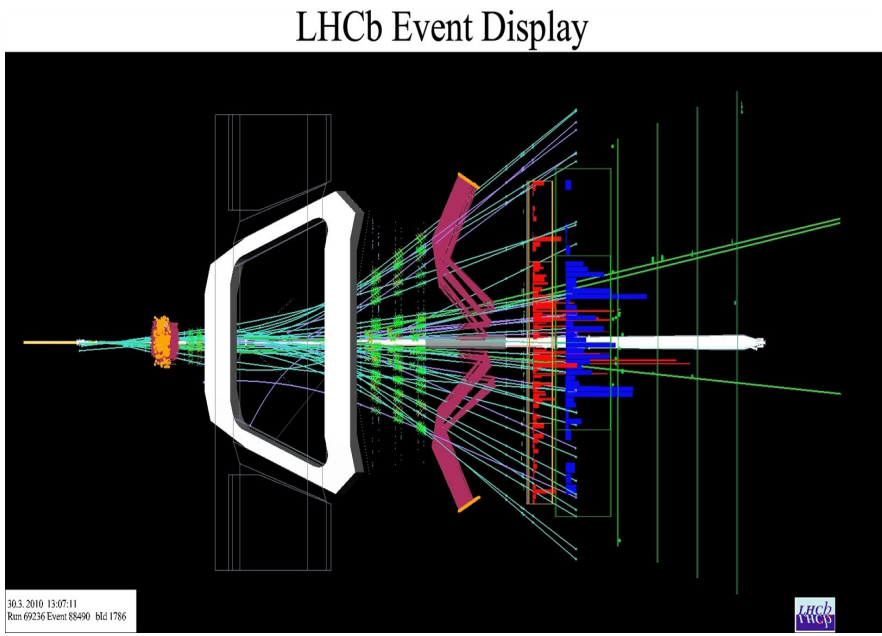
  Commissioning del rilevatore

  Ma anche primo risultato di fisica su produzione K_s !

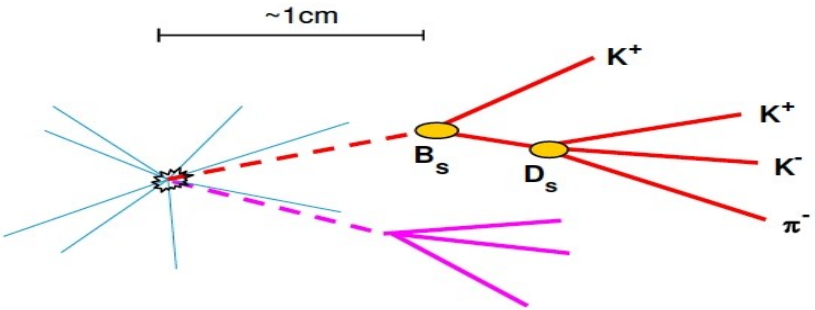
- Run 2010: energia= 7 TeV, luminosità lentamente crescente fino a qualche 10^{31} $cm^{-2}s^{-1}$ -> target 0.1/fb

  30 marzo 2010: prime collisioni a 7 TeV!
  INIZIA LA FISICA

- Run 2011: luminosità 2-3 10^{32} $cm^{-2}s^{-1}$ (nominale per LHCb!), target 1/fb

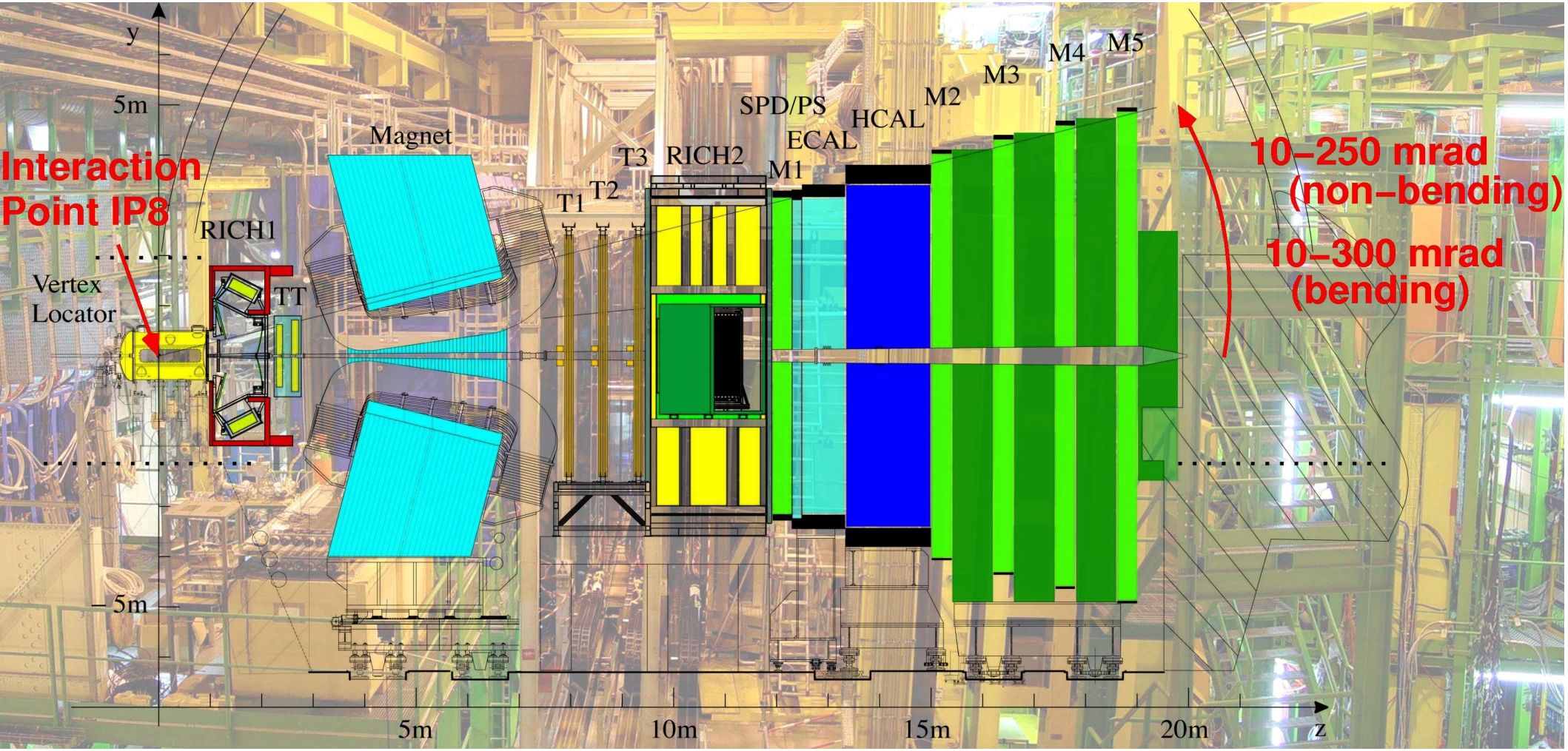


Il rivelatore



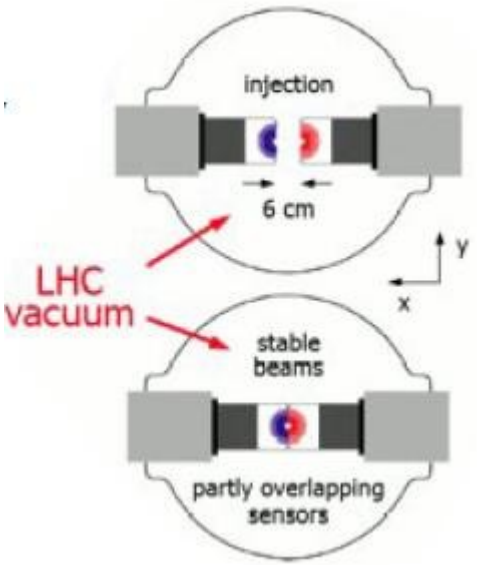
Requirements:

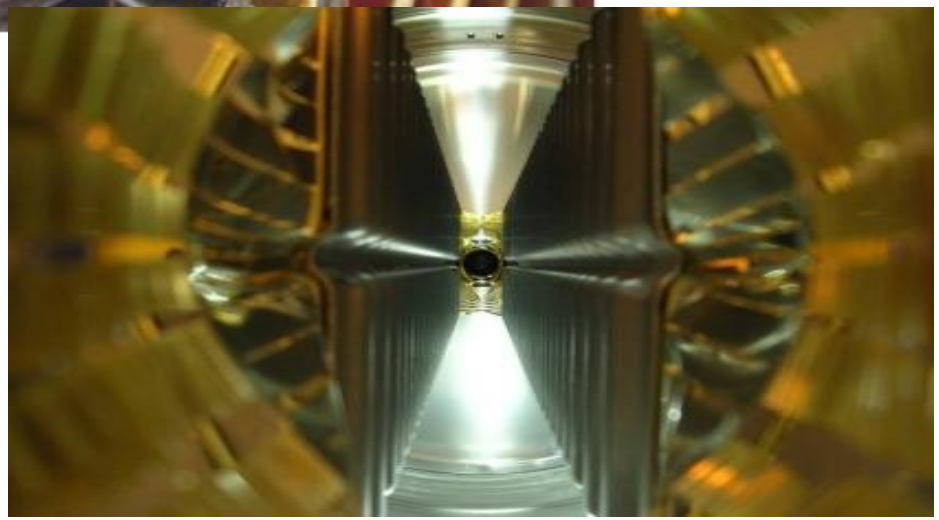
- Tempo proprio per particelle in avanti
- Particle ID: K/pi, leptoni alto Pt



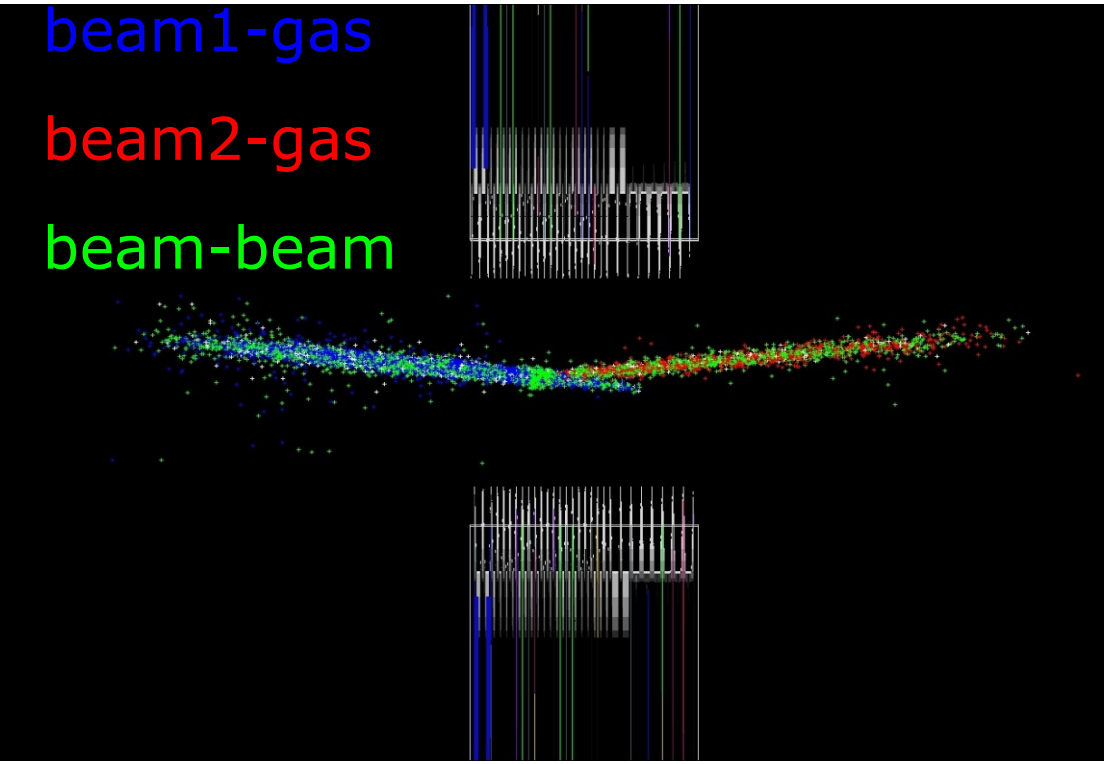
Rivelatore di vertice (VELO)

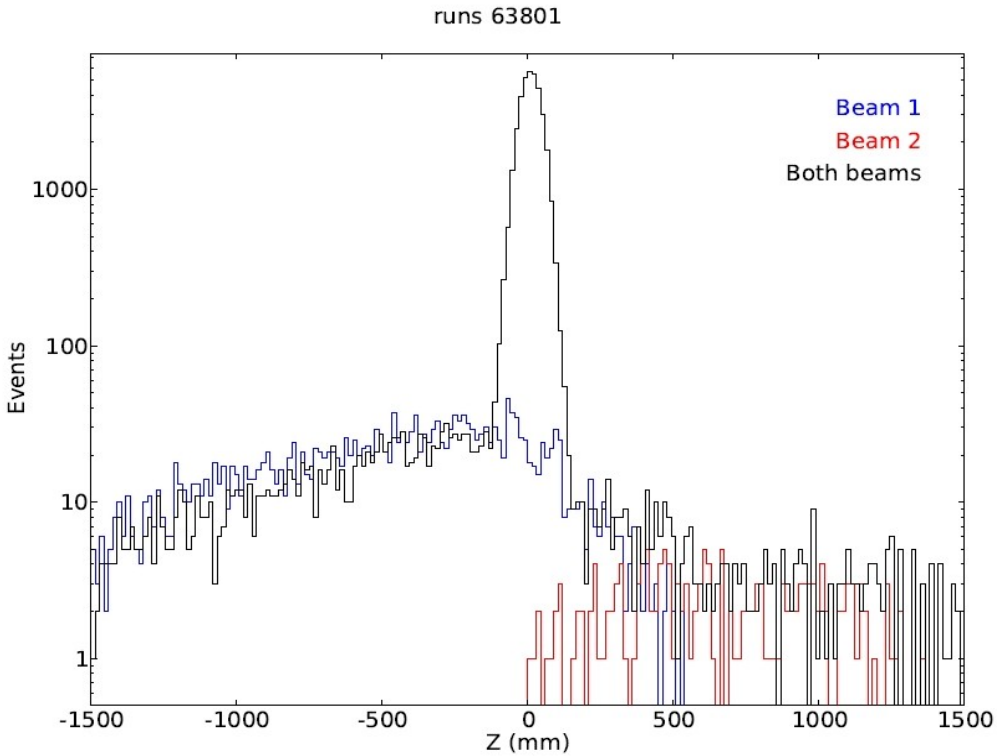
- 21 stazioni ortogonali al fascio,180k Si μ-strips in geometria rφ
- 2 parti retrattili, da 30 a 8 mm dal fascio!

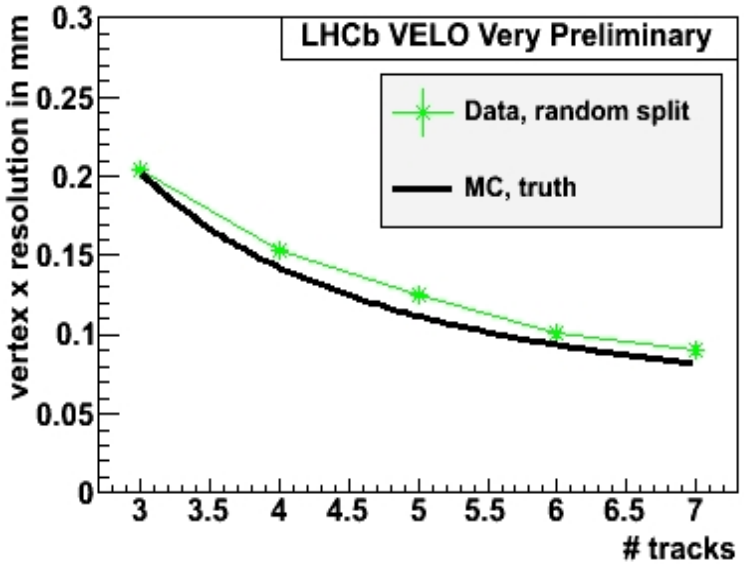


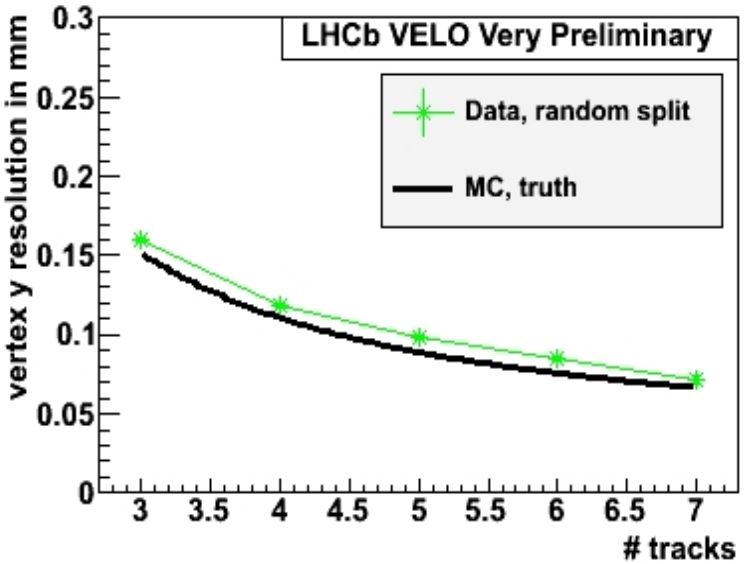


VELO Performances





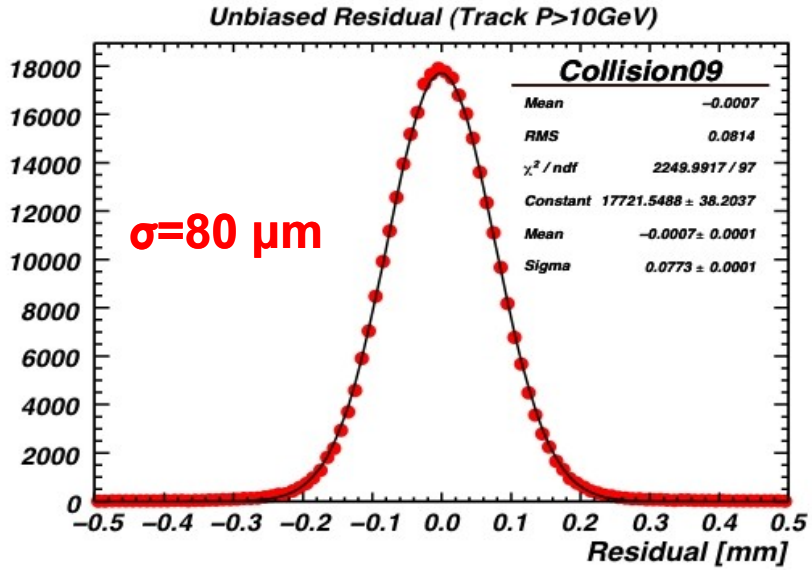




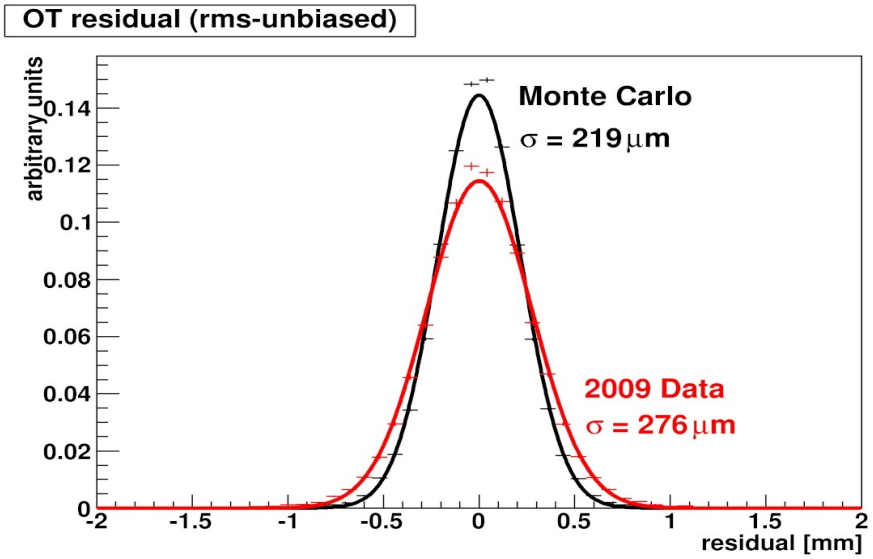
Risoluzione da dati 2009 con VELO aperto (miglioramento di un fattore 10 con VELO chiuso)

Tracking

- Regione interna: rivelatori Si (275k strips)



- Regione esterna: drift straw tubes (56k canali)

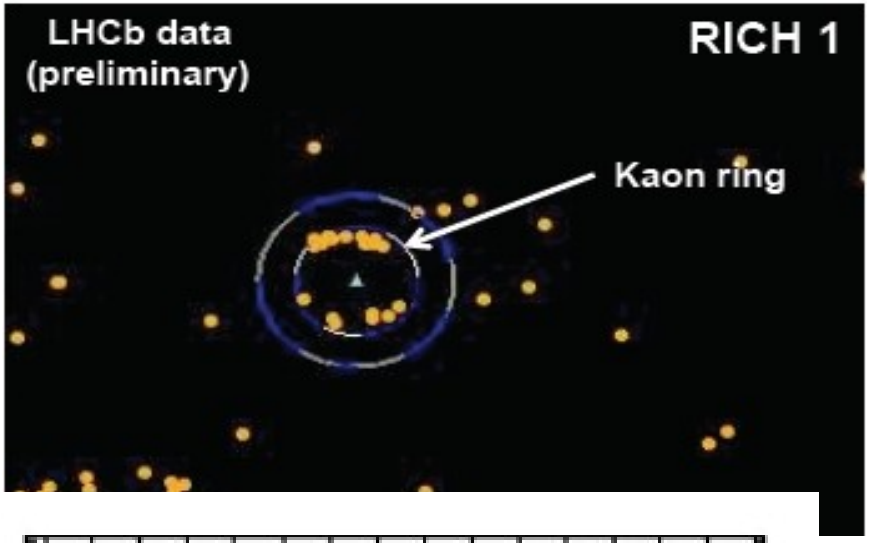


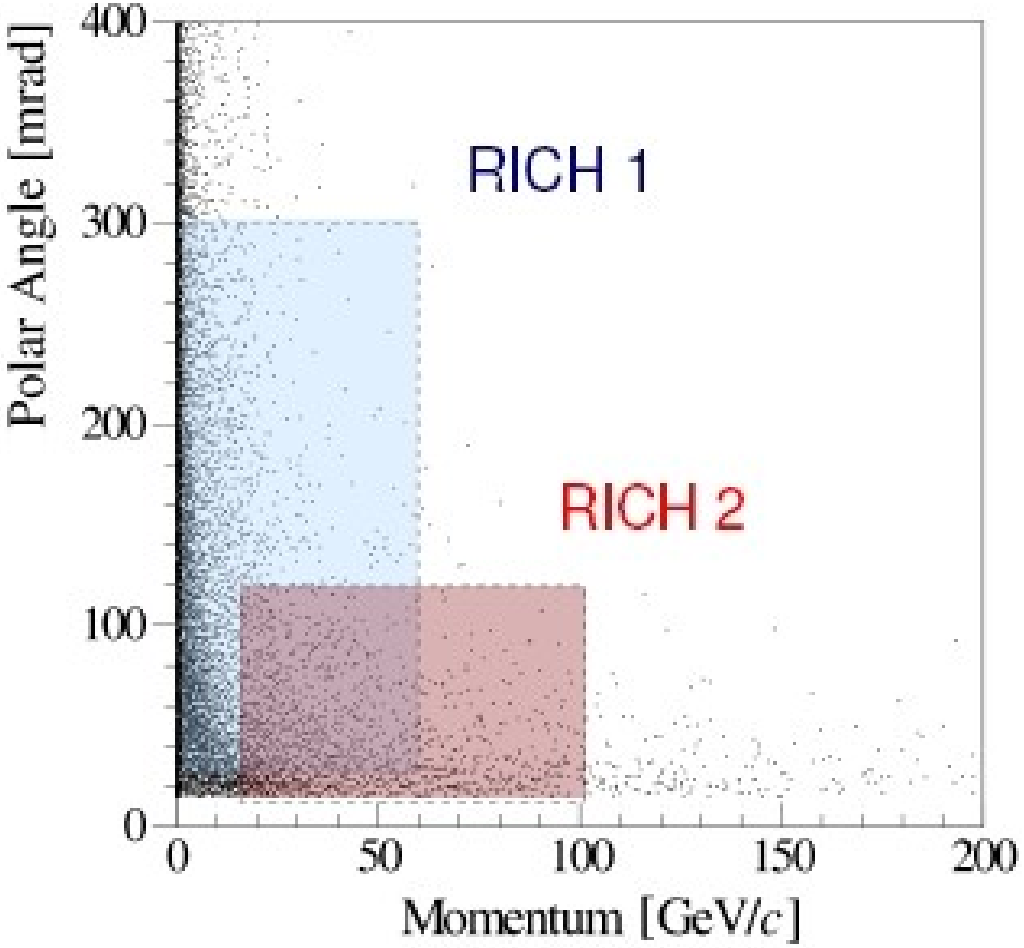
Canali morti < 0.5 %

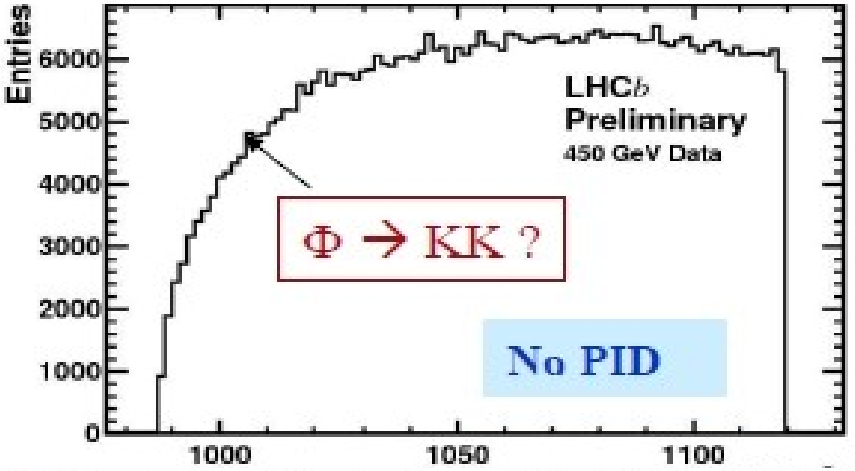
Performances da dati 2009 con allinemento preliminare

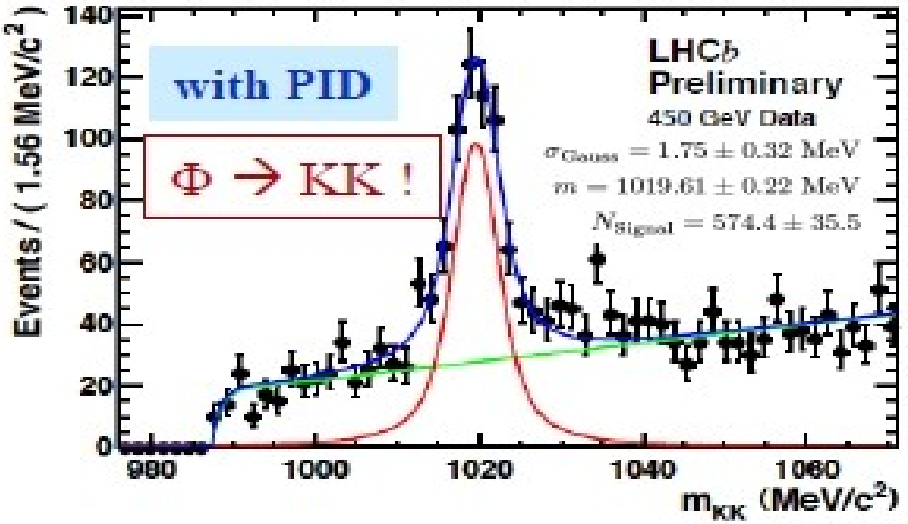
RICHs

- 2 rivelatori per coprire un ampio intervallo in impulso e angolo



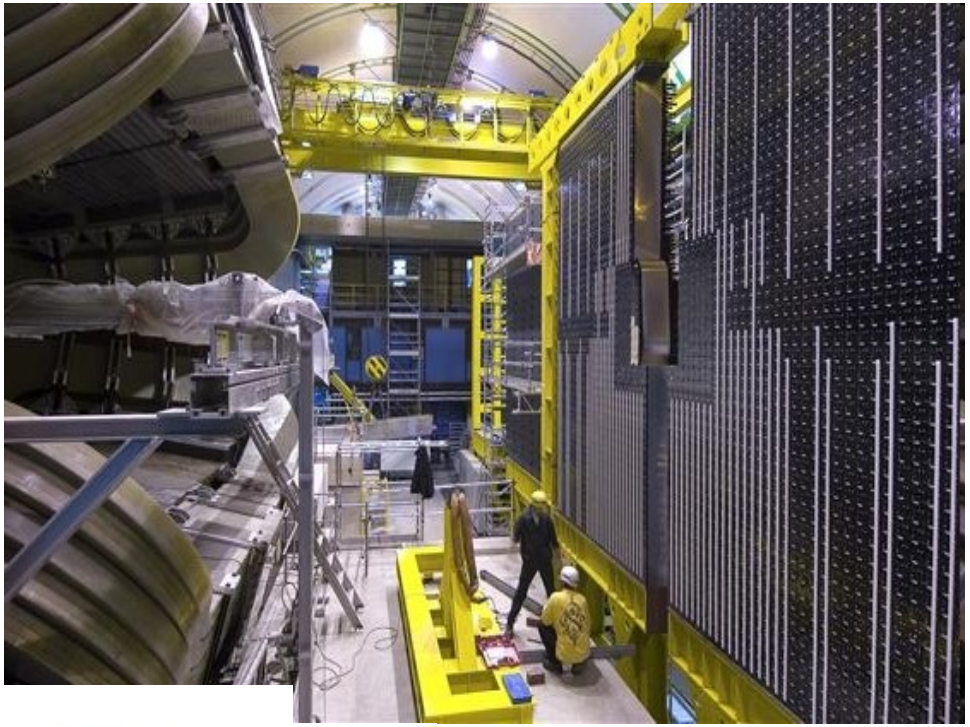


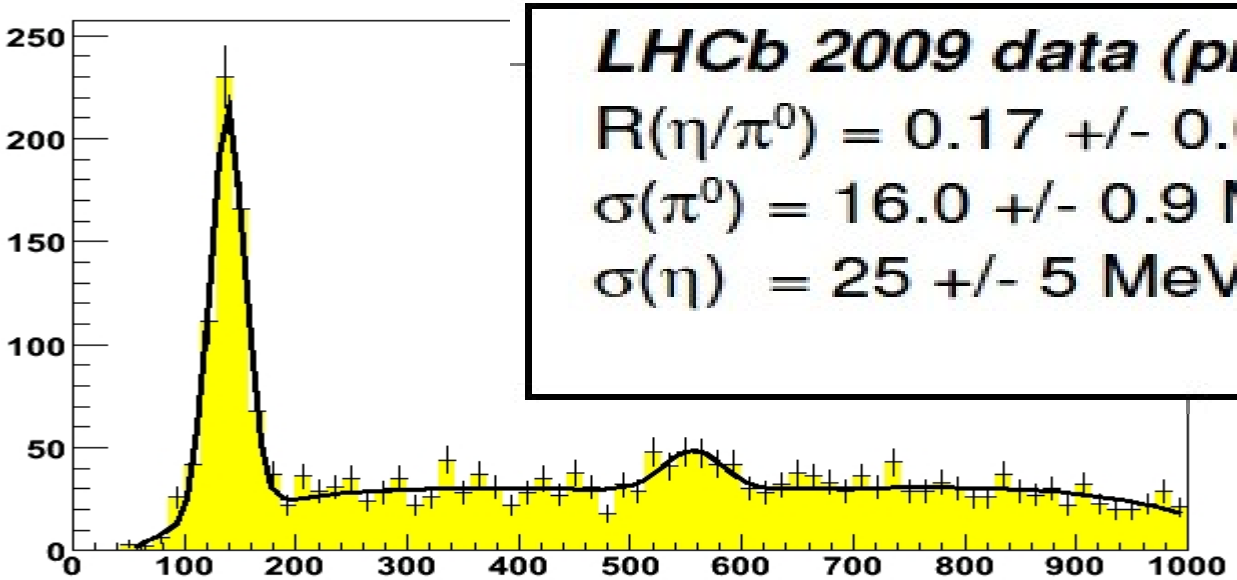




Calorimetri

- Forniscono il trigger L0, oltre a identificazione/ricostruzione, per elettroni, fotoni e adroni di alto impulso trasverso (>~ 2 GeV/c)
- Sampling Ecal (shashlik) e Hcal (Fe/scint.), preceduti da un Preshower Scint.-Pb-Scint.





LHCb 2009 data (prel.)

$R(\eta/\pi^0) = 0.17 +/- 0.04$

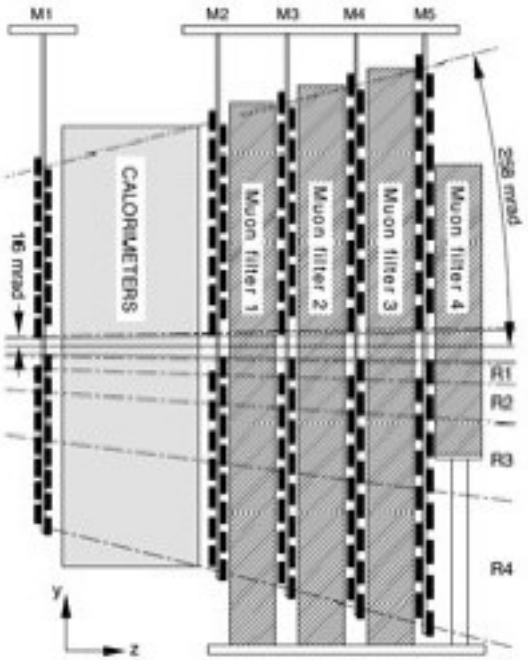
$\sigma(\pi^0) = 16.0 +/- 0.9$ MeV

$\sigma(\eta) = 25 +/- 5$ MeV

Risoluzione pi0 attesa con migliore intercalibrazione:13 MeV

Il rivelatore di muoni

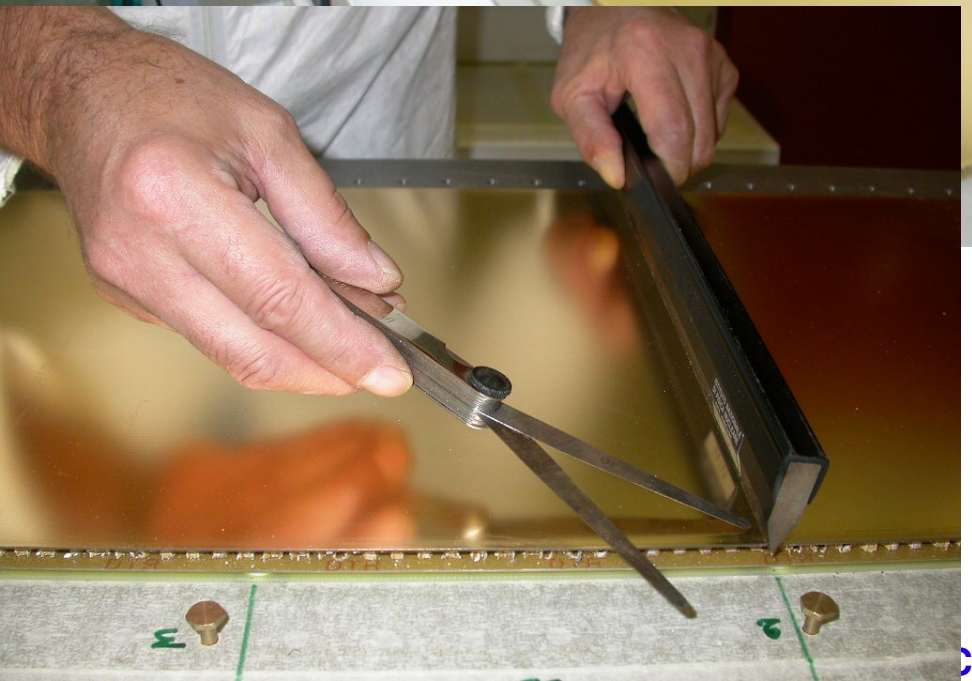
- Fornisce il trigger L0 per μ di p_T >~ 1 GeV
- 5 stazioni,1 prima di ECAL per migliorare la risoluzione del p_T "online"
- Efficienza richiesta >95% per l'AND delle 5 stazioni

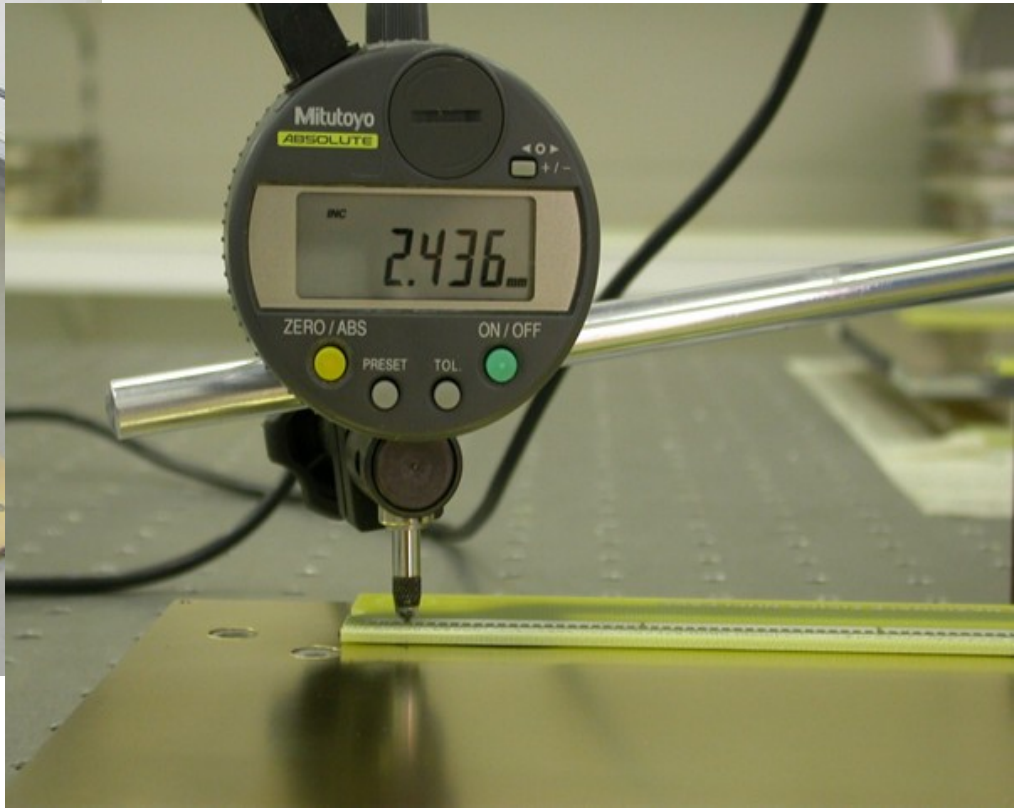


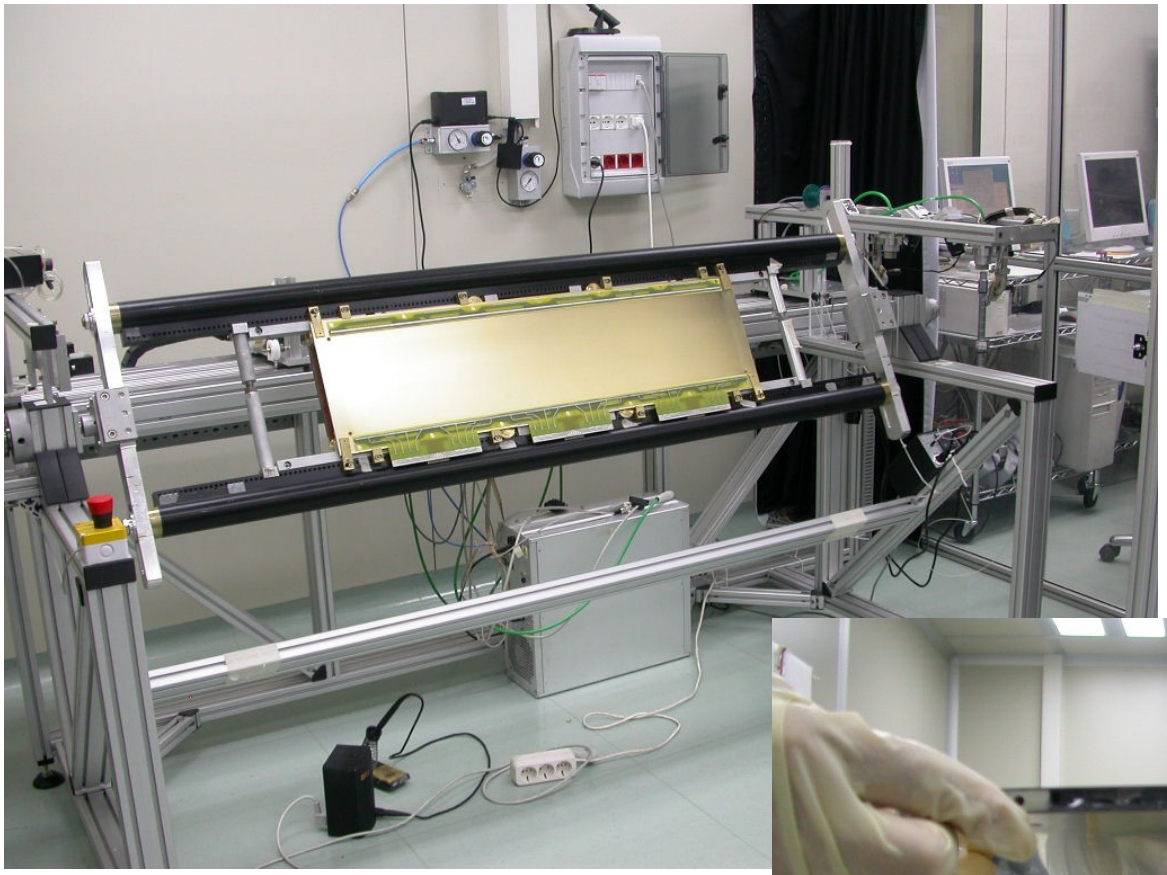
- 1368 camere multi-wire (240 prodotte a Firenze) con 4 gaps (2 per M1), segmentazione e readout dipendenti dalla regione
- + 12 camere GEM nella parte interna di M1

Flashback: la produzione

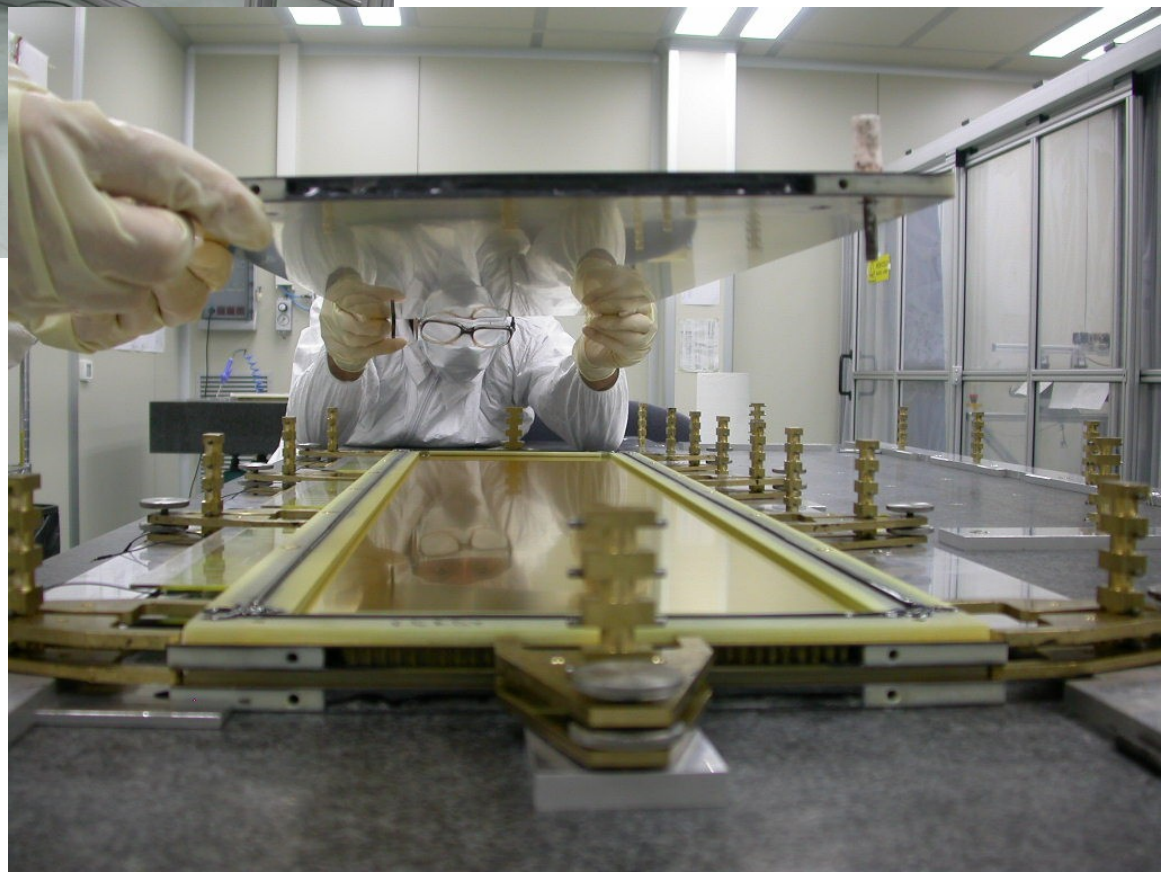
- Camere prodotte a Firenze fra il 2004 e il 2006, a partire dalla materia bruta!





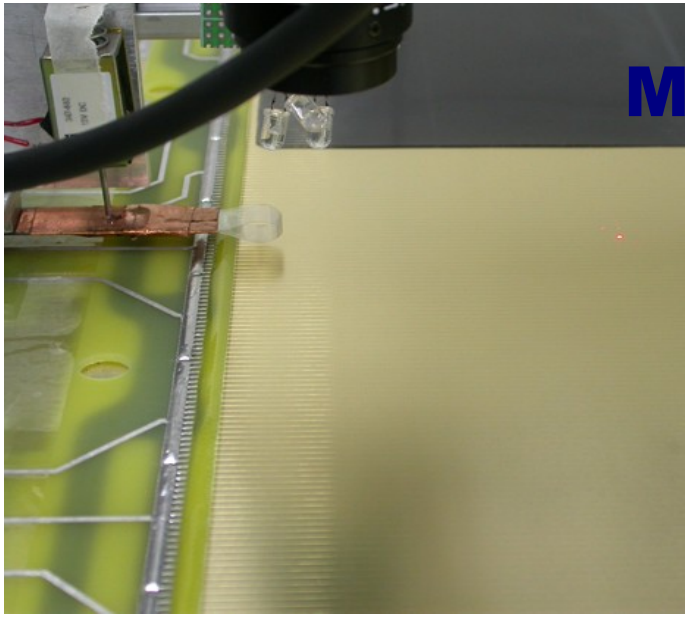


Wiring

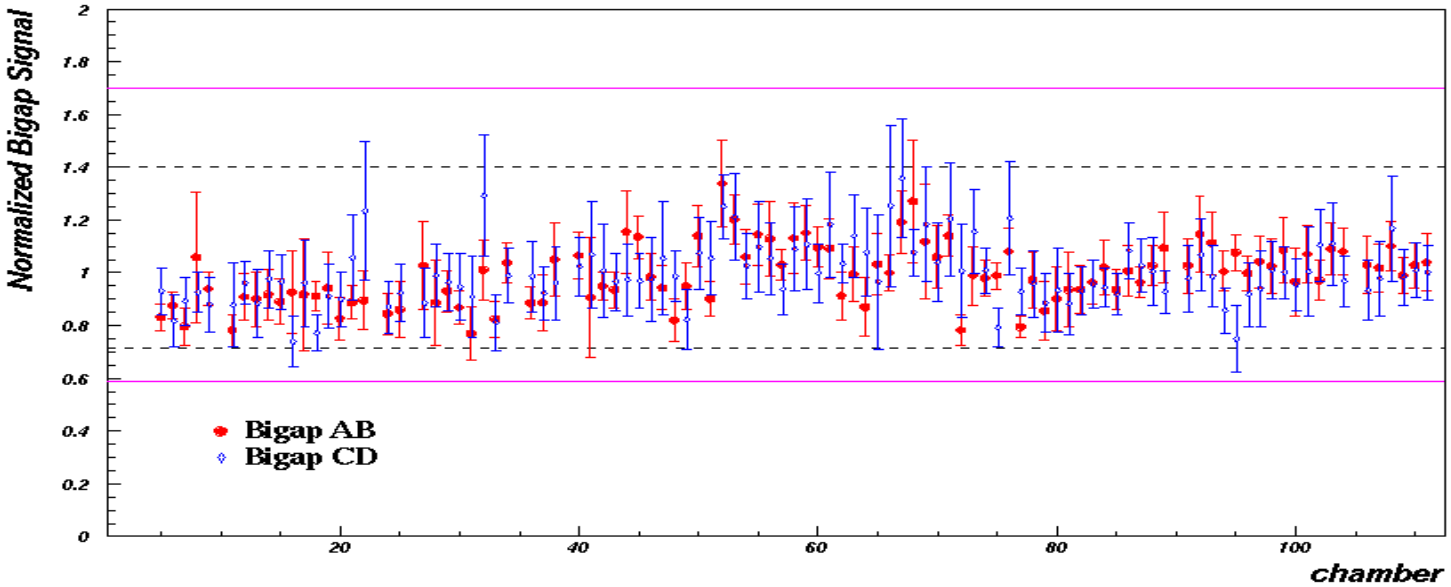


Assembly

Tests di qualità



Misura della tensione di ciascun filo

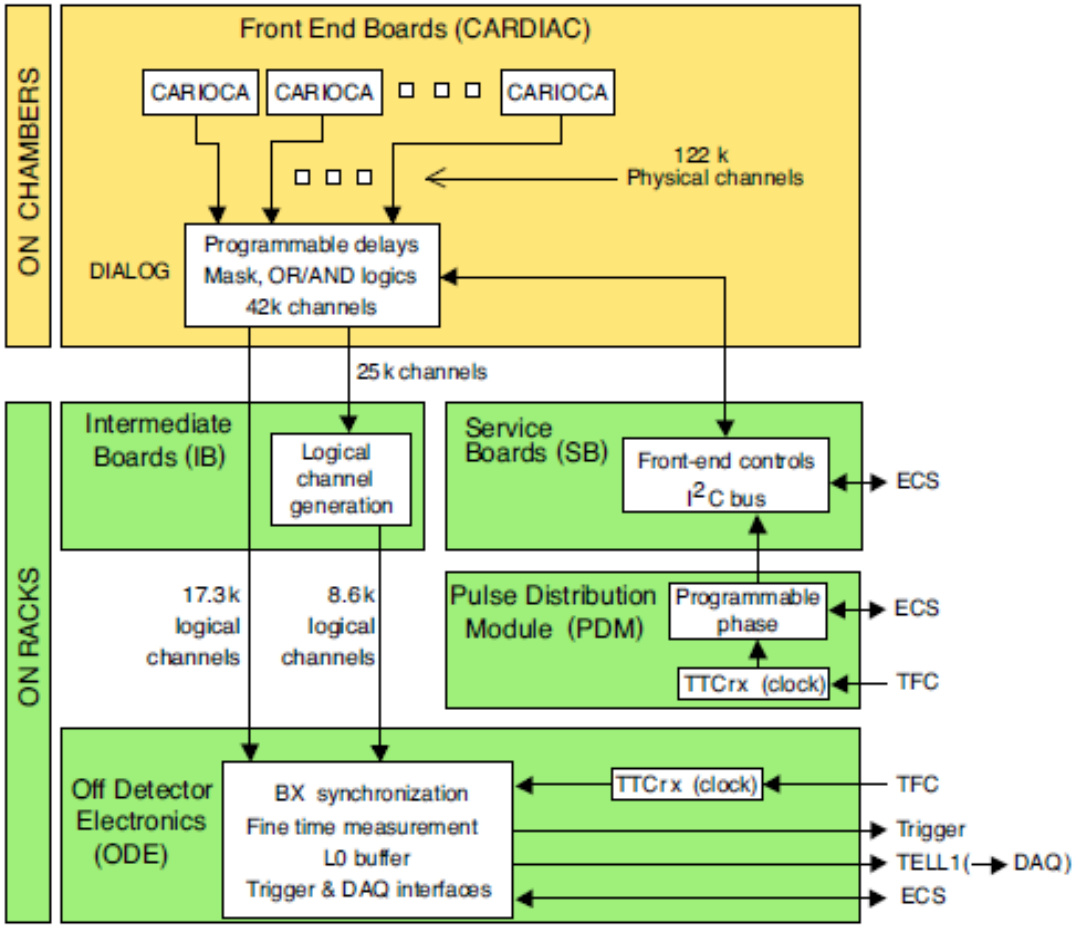


Misura di uniformità (con sorgente)

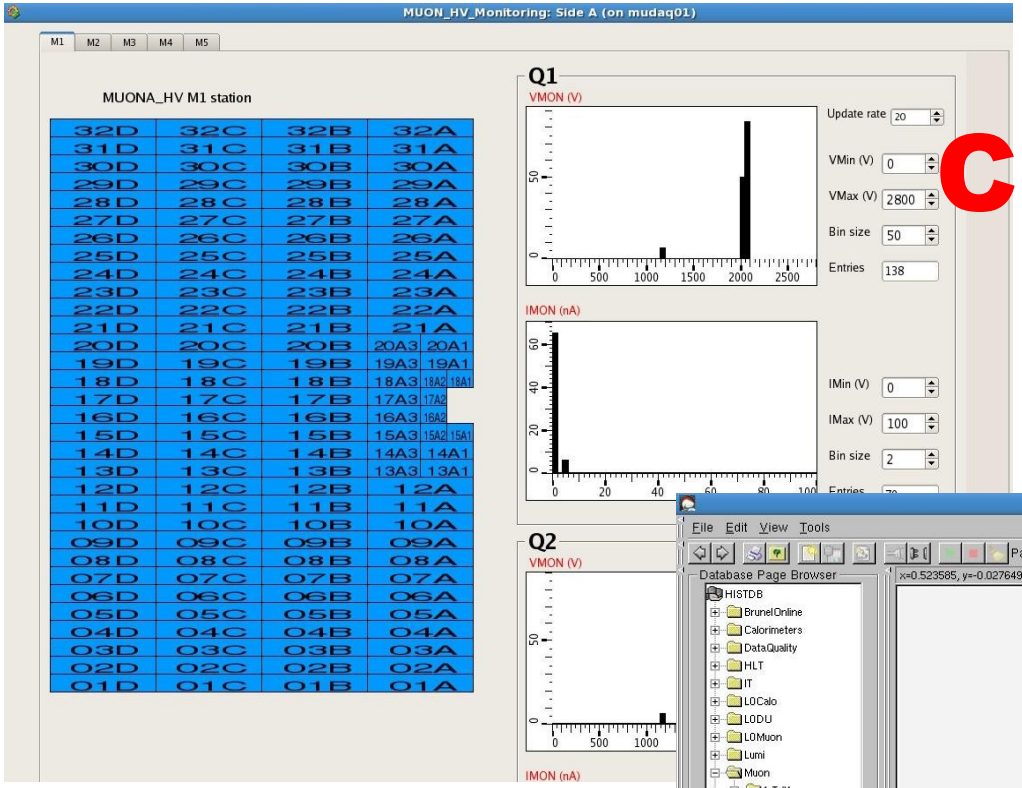
Commissioning

- 122k canali fisici
- 26k canali di readout
- Richiesto allineamento spaziale a ~ 1mm, temporale a ~ 1ns

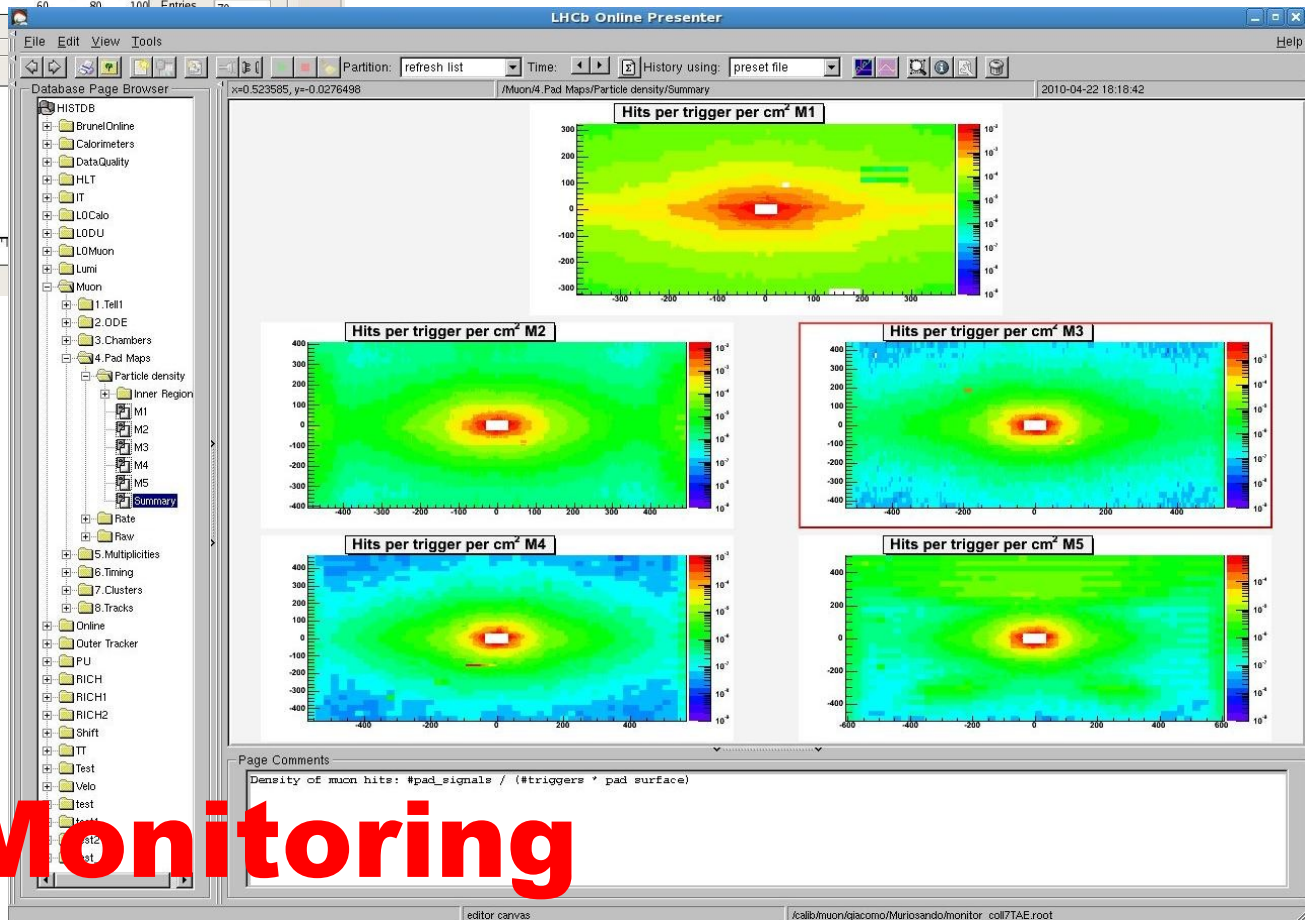
- Il gruppo di Firenze ha avuto un ruolo importante e la responsabilità del sistema di controllo HV e LV, del monitoring dei dati online e dell'allineamento temporale



Strumenti software made in Fi



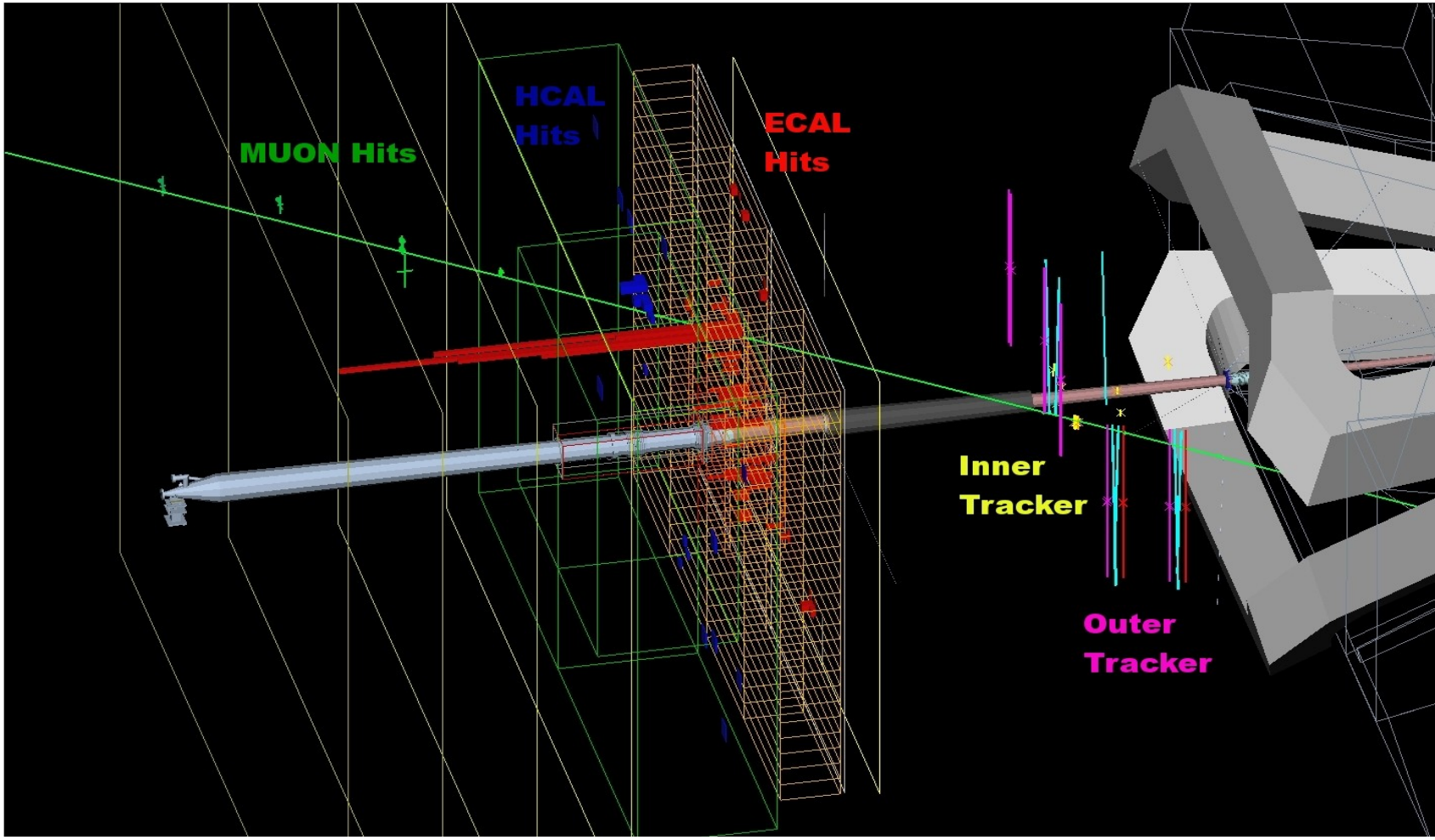
Controllo HV



Online Monitoring

Allineamento con cosmici

- Rate di cosmici “orizzontali” (almeno 3 stazioni mu) ~ 1 Hz
- Ma il tempo non è mancato...
- Circa 1M tracce acquisite con la configurazione finale del rivelatore (fine 2009) ed usate per l'allineamento spaziale e temporale



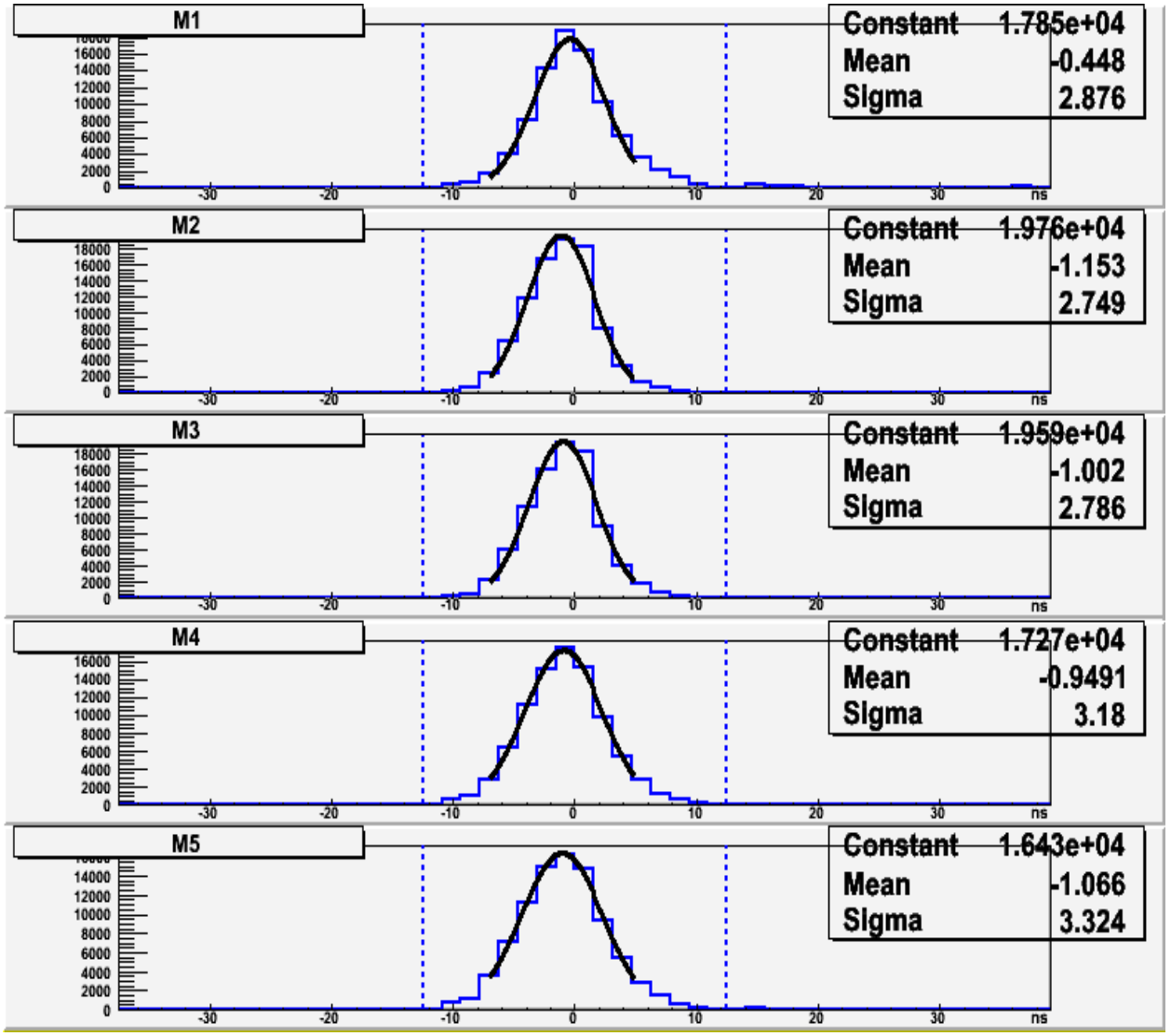
Allineamento temporale

- Procedura standalone per allineare in tempo fra loro i 122k canali
- Incertezza statistica < 2ns, tranne che per la regione più interna (maggiore granularità)
- Controllo della calibrazione con cosmici su primi dati 2009:

  Risoluzione<3.5 ns in ogni regione

  Efficienza di timing (segnale nel gate di 25 ns in tutte le 5 stazioni) = 94.5 %

  (già portata a 97.5% con i primi dati di fascio)



Stato del rivelatore di mu

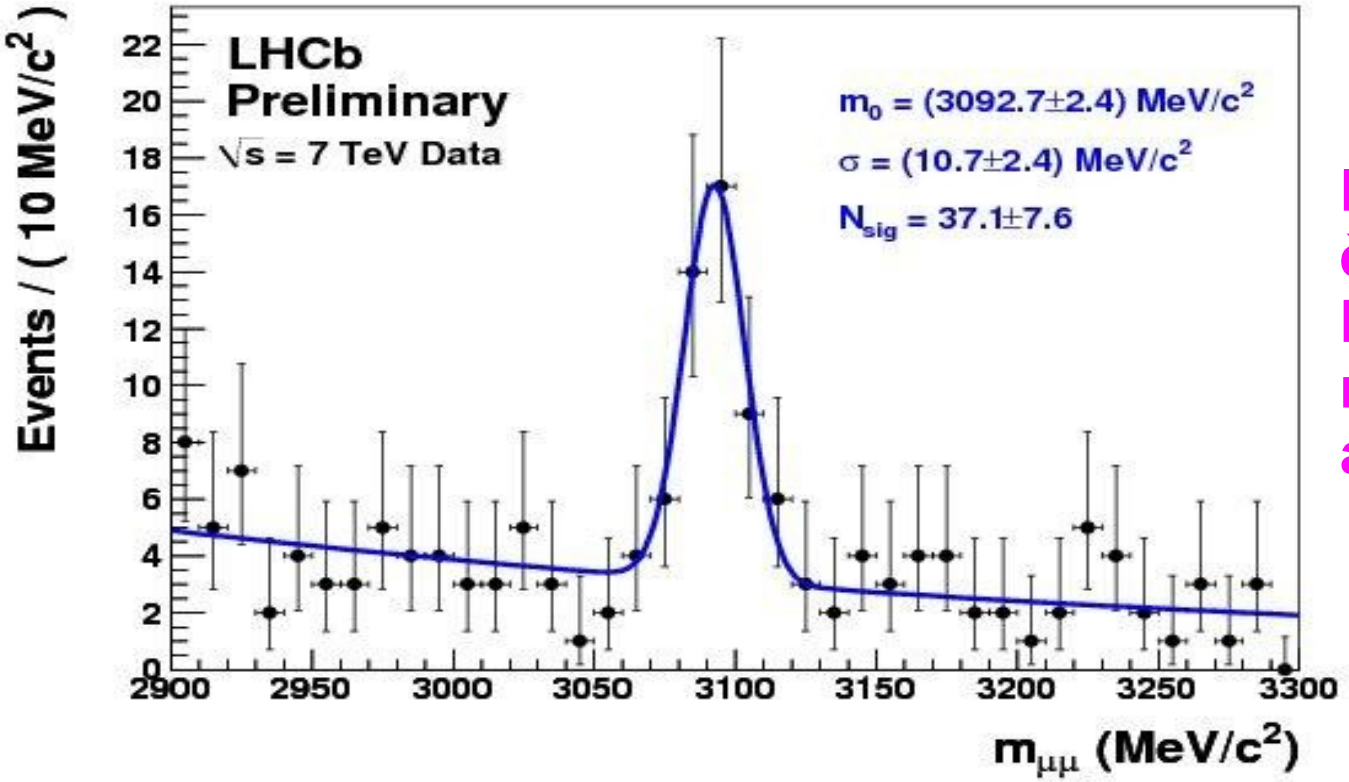
- Già praticamente pronto per la fisica al momento delle prime collisioni:

  Canali morti < 0.2 %

  Semistazioni allineate al mm

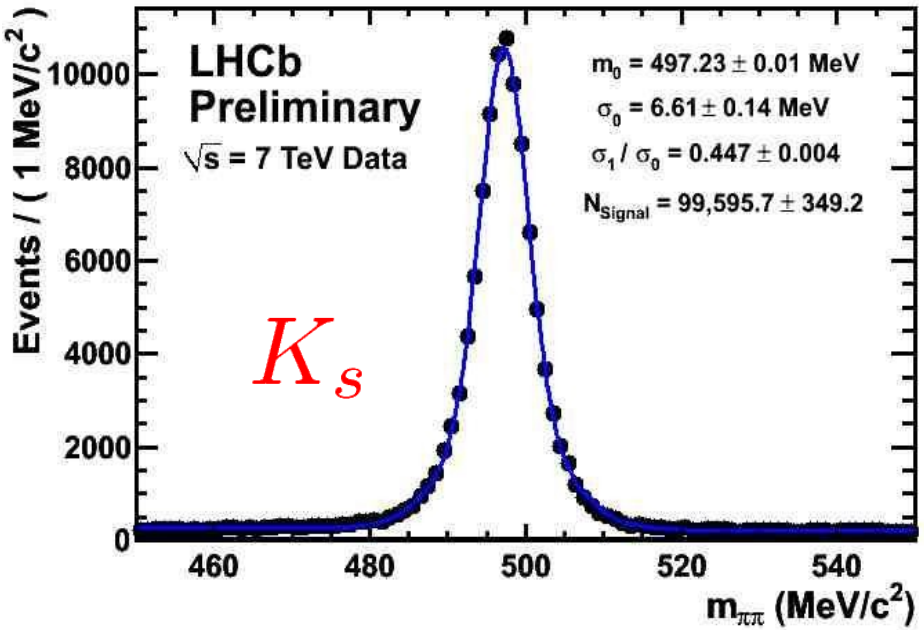
  Disallineamenti temporali < 2ns

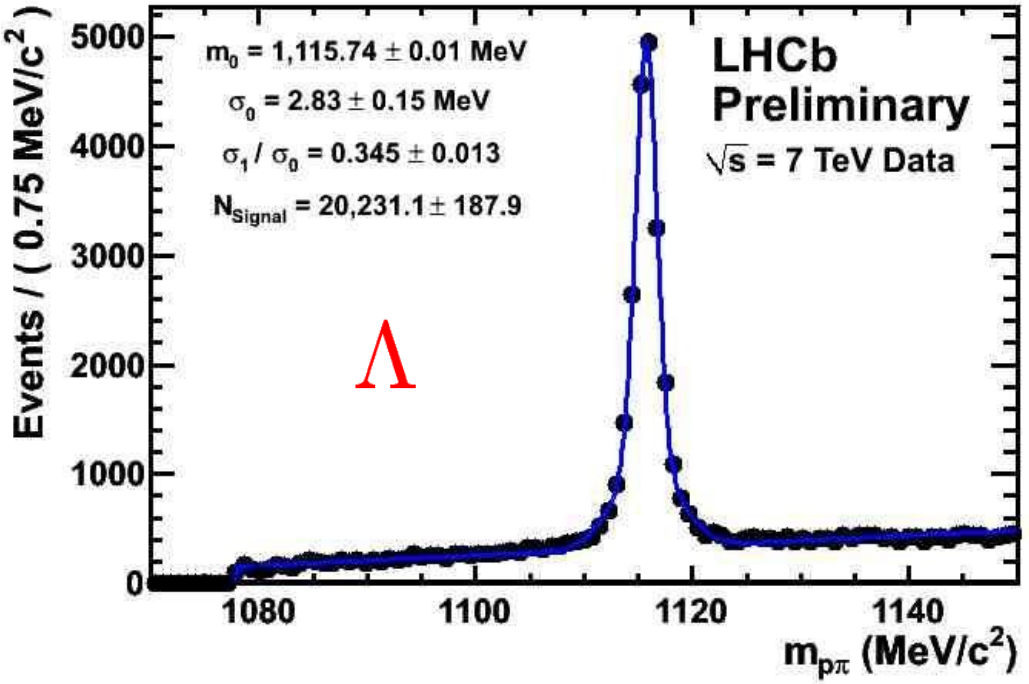
- Le prime J/ψ -> μμ osservate dopo pochi giorni di presa dati!

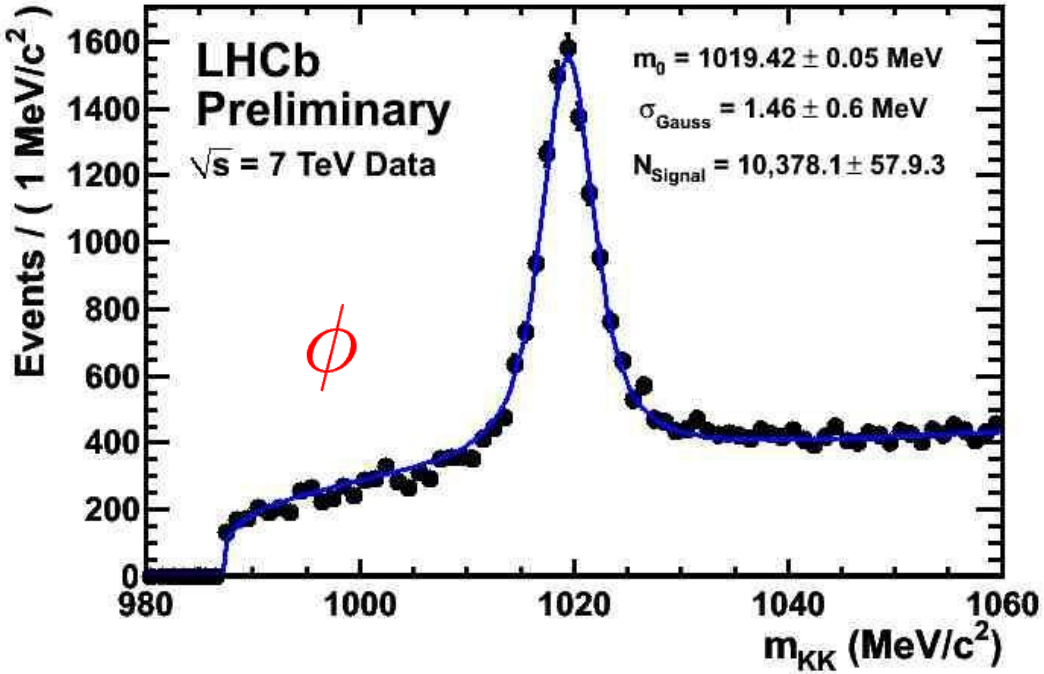


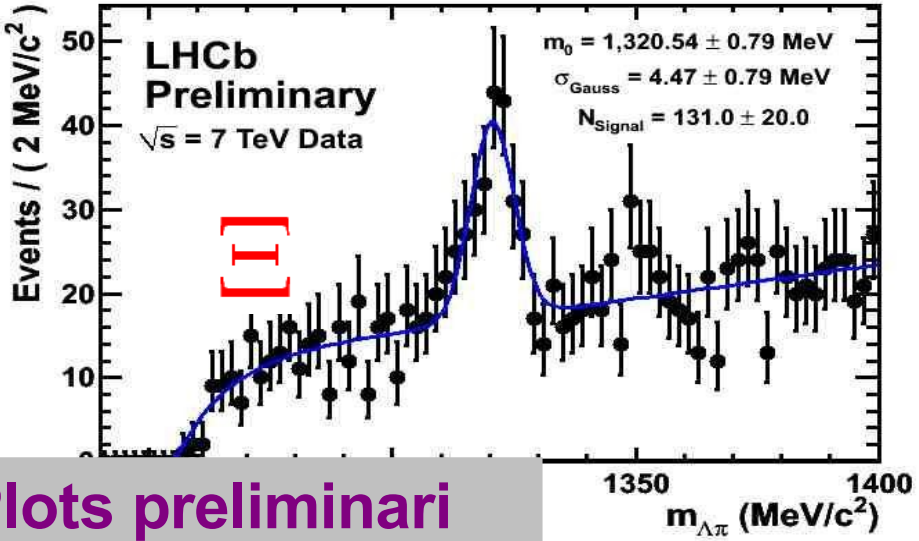
La risoluzione (10 MeV) è quella attesa. Previsto un miglior rapporto S/B con gli allineamenti finali

Riscoperta delle altre risonanze…



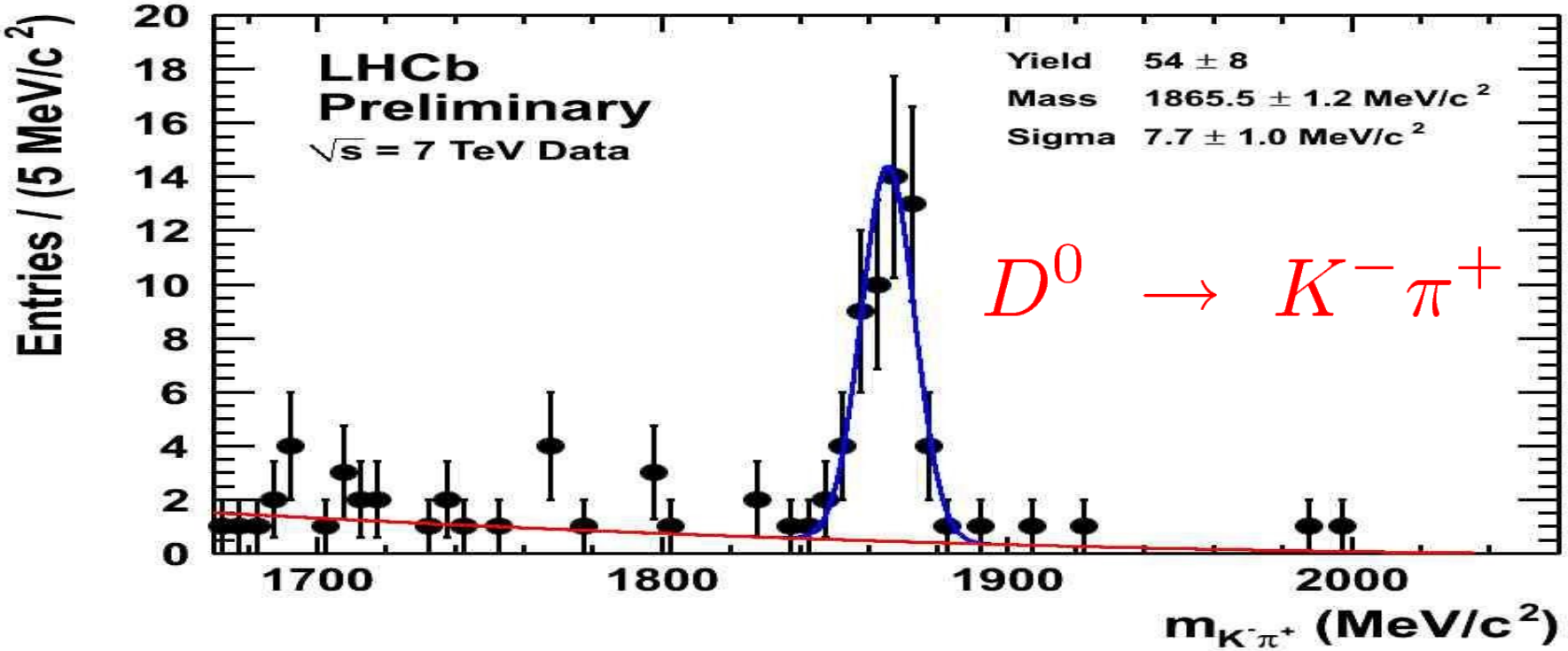


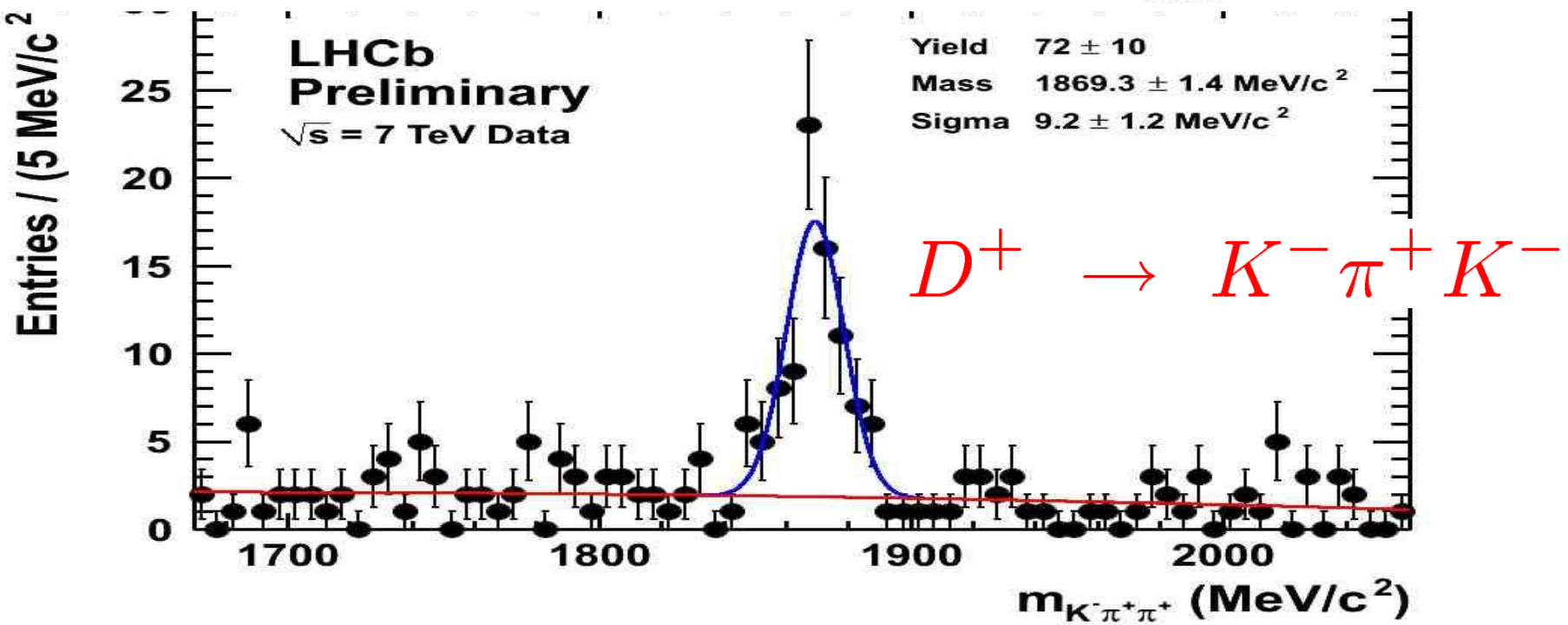




Plots preliminari
Da dati 2010 a 7 Tev
(14M pp =~ 160/μb)

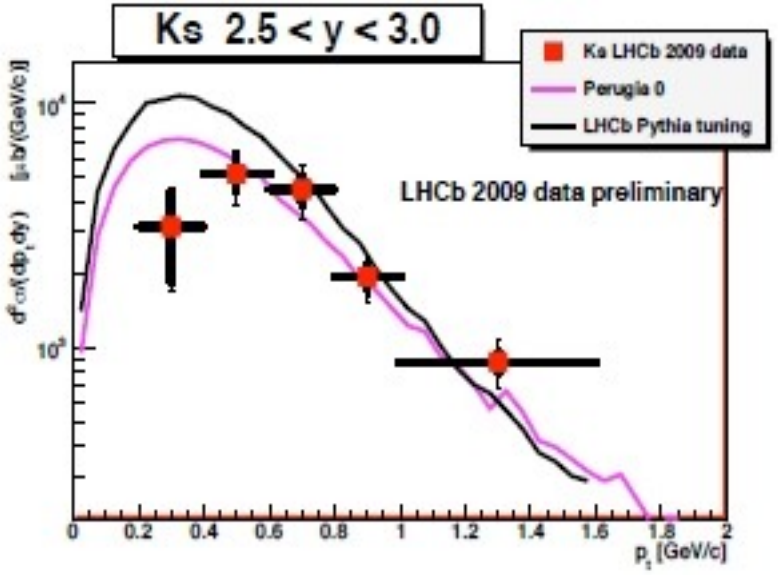
Inizia la Fisica del Charm

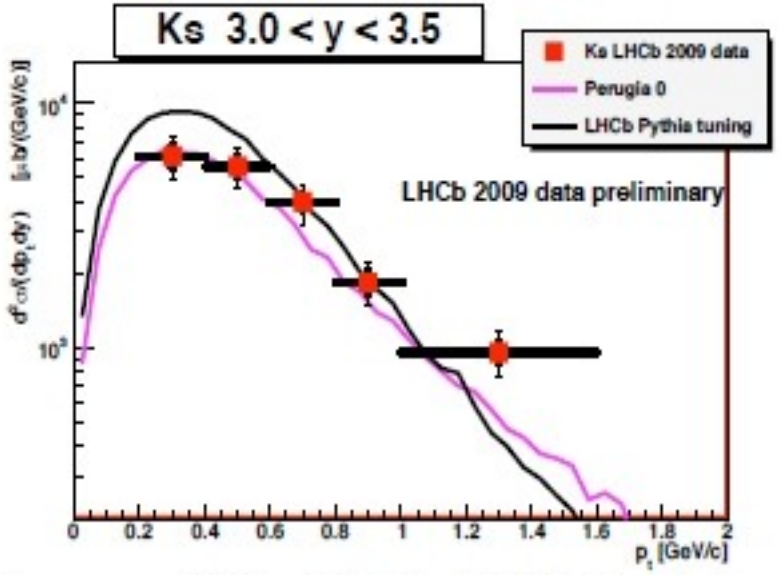


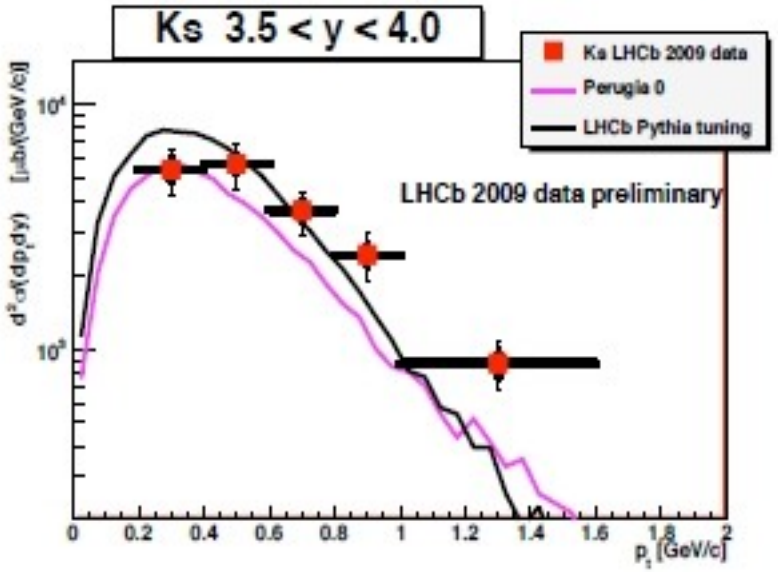


Primo risultato di fisica (run 2009)

Sezione d'urto differenziale $d^2\sigma/dp_T dy$ di produzione del K_s per $2.5 < y < 4$ (presentato a Moriond QCD)







- -Crosses: LHCb DATA 2009 Preliminary
- -Bold error bars: statistical errors
- -Thin error bars: syst. including 15% on lumi
- -BLACK curve: LHCb PYTHIA tuning
- -PINK curve: Perugia 0 PYTHIA tuning

Cross-sections reasonably consistent with PYTHIA predictions

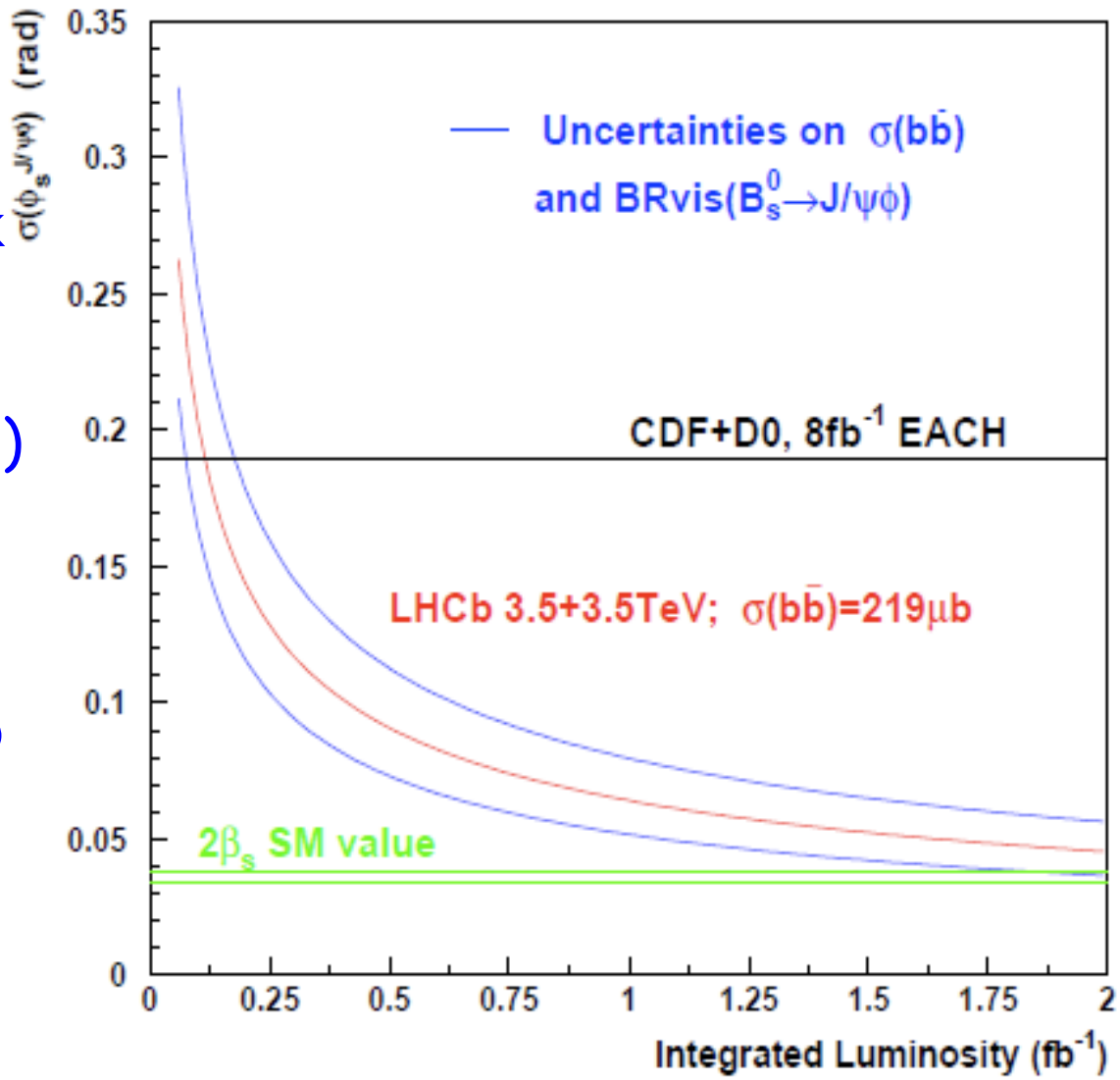
Fisica a 7 TeV (2010/2011)

Eventi "Minimum Bias" saranno acquisiti finché il rate di collisioni sarà inferiore a 2 kHz (massimo rate DAQ).

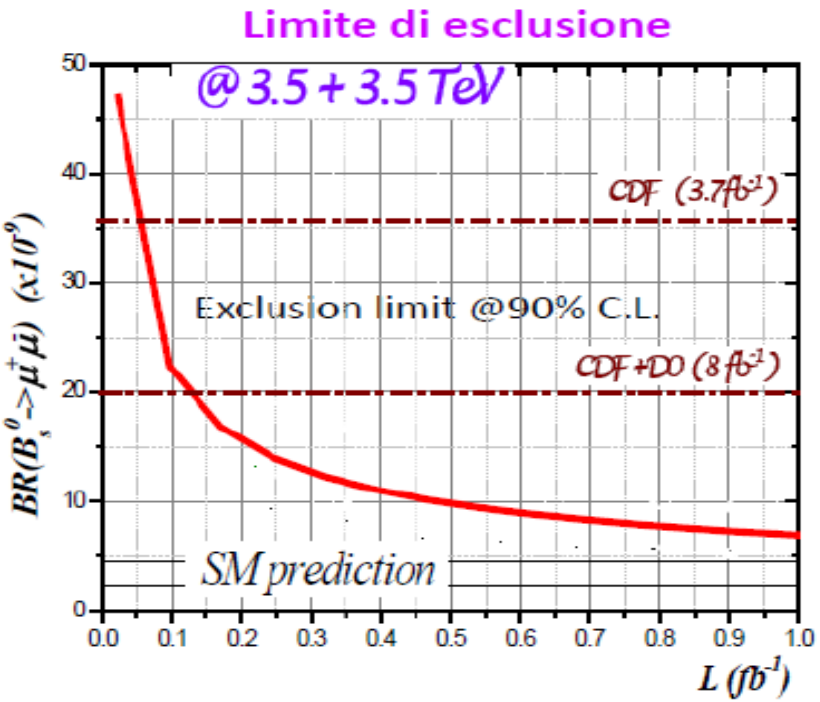
Attualmente il rate è circa 100 Hz ($L \sim 10^{27}$ $cm^{-2}s^{-1}$), ma salirà presto

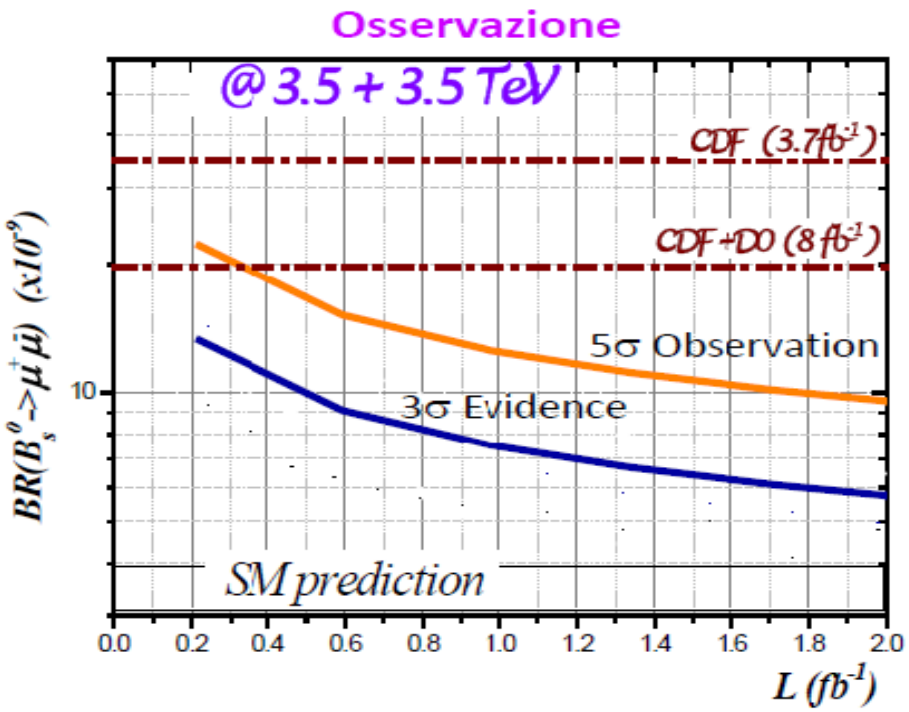
Potenzialità per B_s -> J/ψ φ

- Il primo test importante di nuova fisica, alla luce dell'indizio dal Tevatron
- Con 1/fb si aspettano 25k eventi di segnale e un'incertezza statistica su φ_s di 0.07 (cfr Tevatron 0.19)
- 2/fb necessari per una incertezza statistica paragonabile al valore atteso nello SM



Potenzialità per $B_s \to \mu^+\mu^-$





- Punti di forza di LHCb: alta (~ 90%) efficienza di trigger per J/psi anche per bassi valori di p_T (>~1 GeV), buona risoluzione per vertice (~ 20 μm) e massa (~ 25 MeV)
- Sensibilità del Tevatron raggiunta con < 200/ps
- Con 1/fb si è sensibili al BR predetto dallo SM:

$$BR(B_s \to \mu^+\mu^-) = (3.3 \pm 0.3)10^{-9}$$

Il gruppo di Firenze in sintesi

- Un piccolo gruppo (4.3 FTE)...
- Con molto lavoro sul muon detector (costruzione, test, installazione, commissioning, calibrazioni...)
- ... e responsabilità:

  G. Passaleva è Project Leader del rilevatore di muoni da inizio 2009
- Inizia il coinvolgimento nella fisica con l'analisi della produzione delle prime J/ψ
- Tesi:

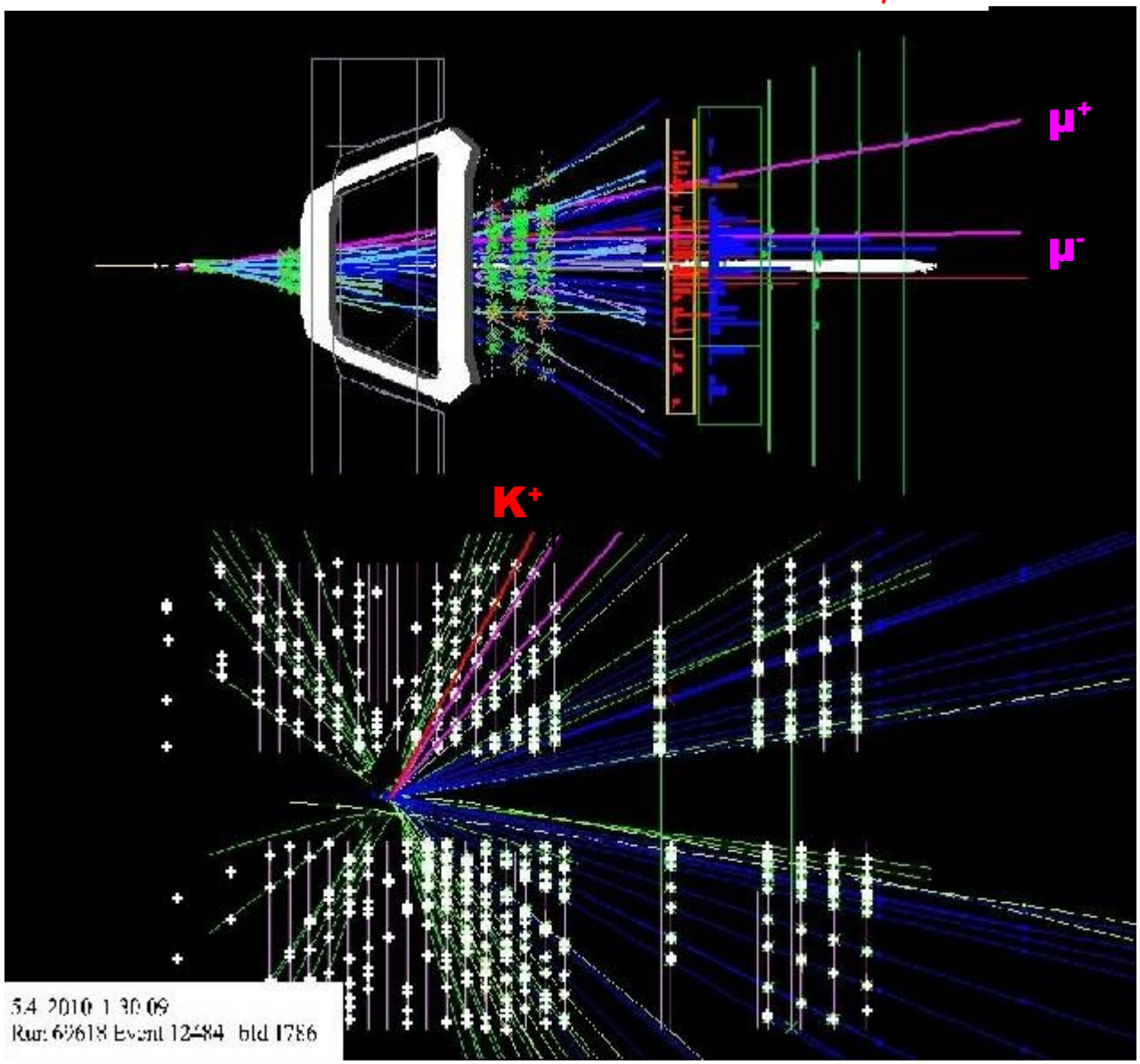
  4 tesi specialistiche (+ 1 in corso)

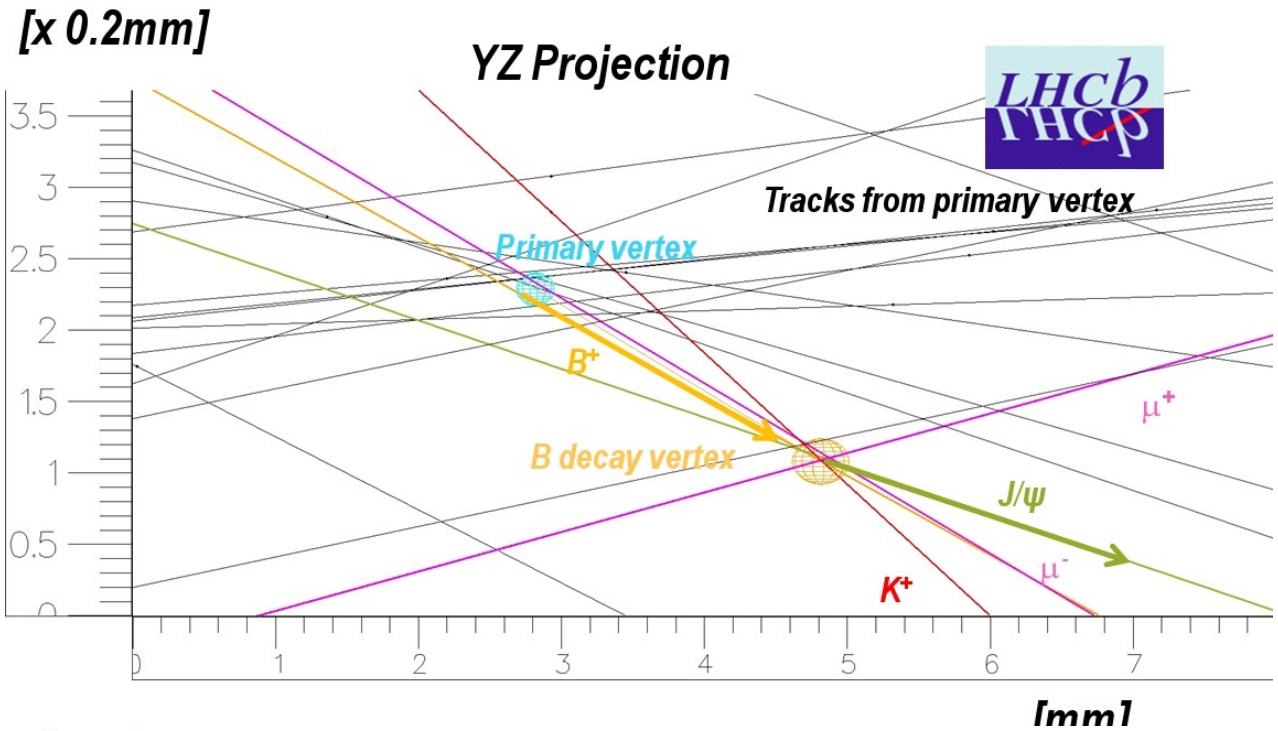
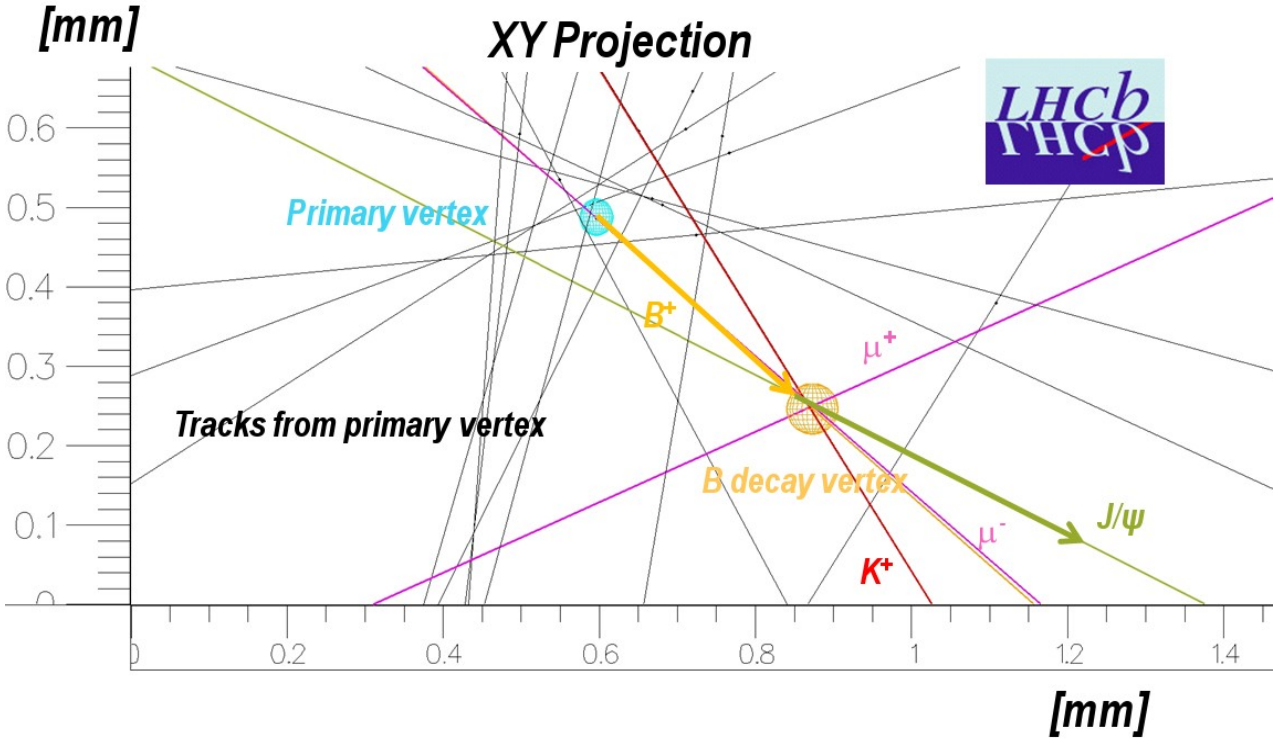
  1 tesi di dottorato (S.Pennazzi su B -> hh)

  + 1 in corso (M.Frosini su quarkonia)

E ora viene il Beauty

il primo candidato $B^+ \to K^+ J/\psi$



$$M(\mu^+\mu^-K^+)$$

= 5327 MeV