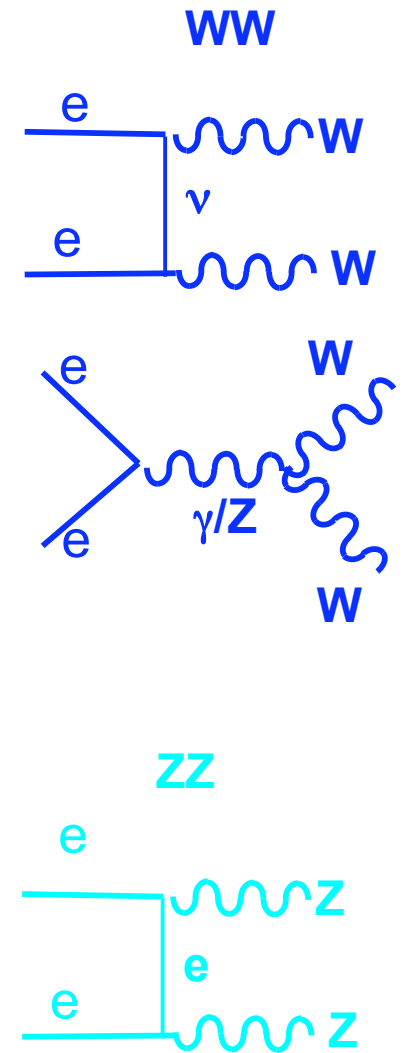
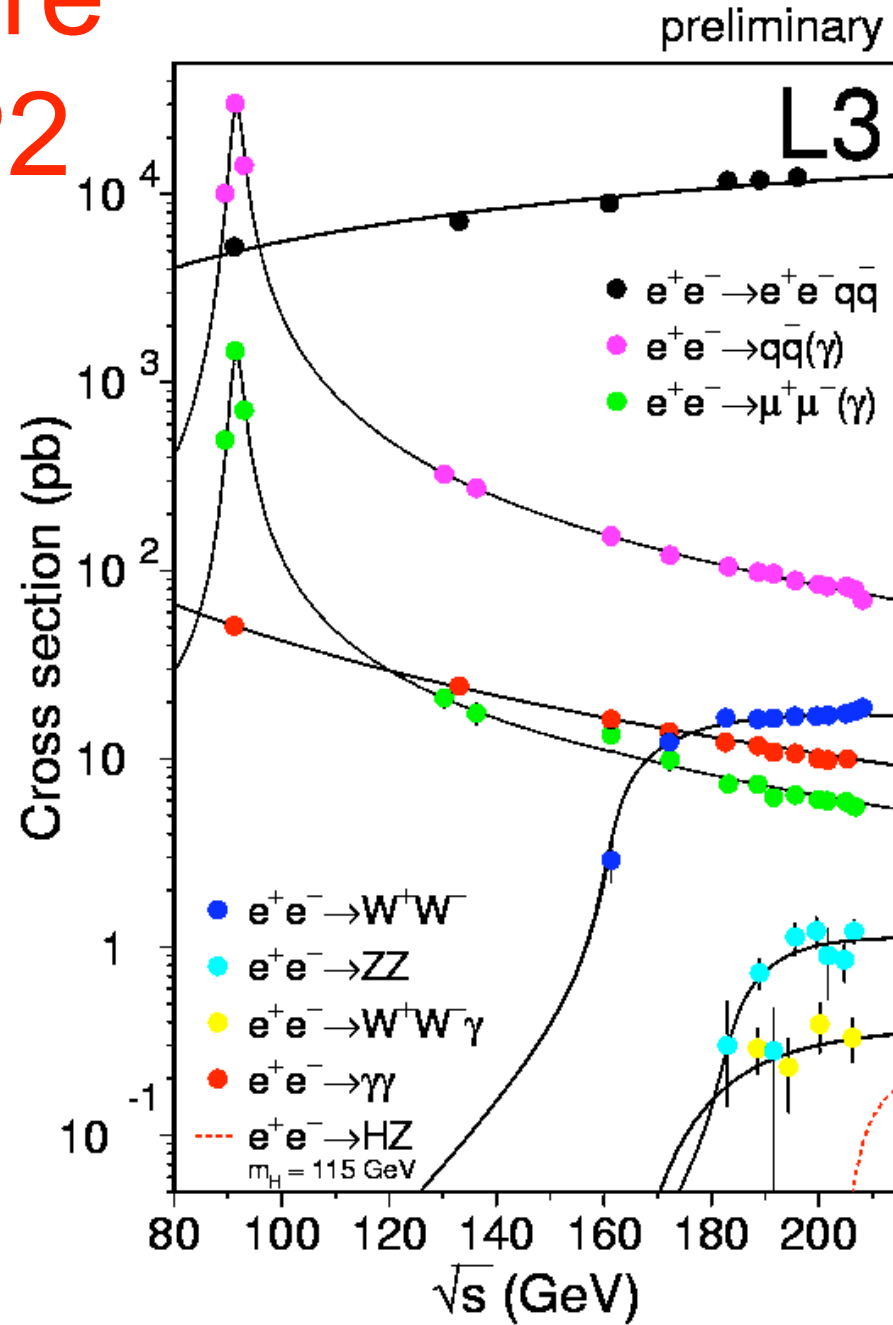
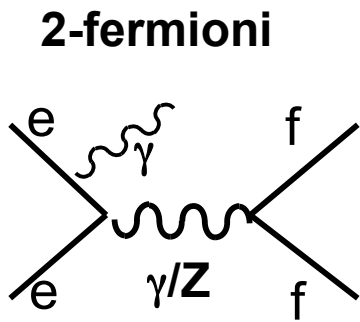
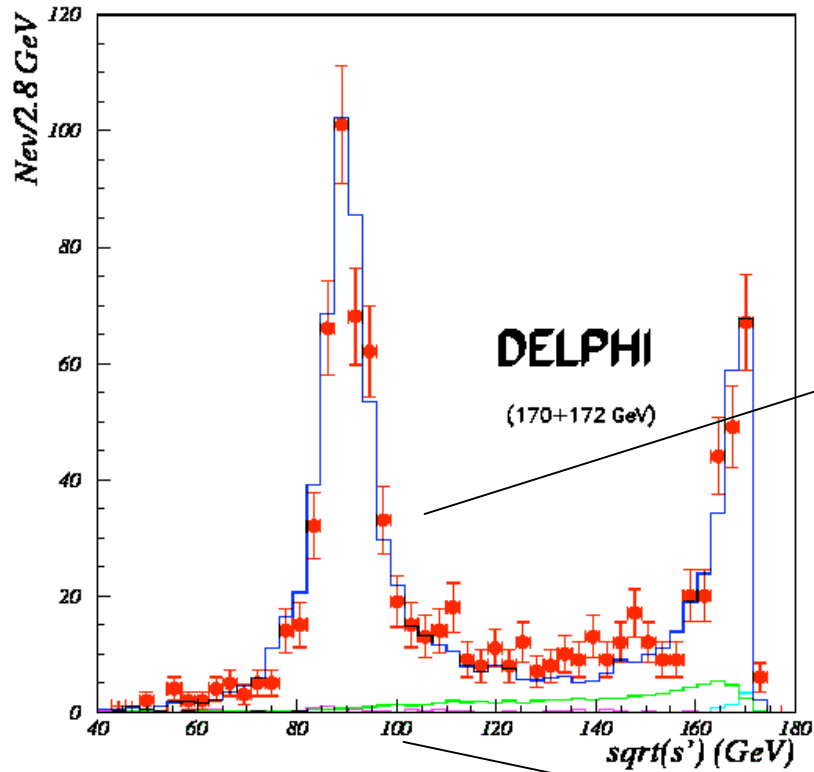


Le misure a LEP2

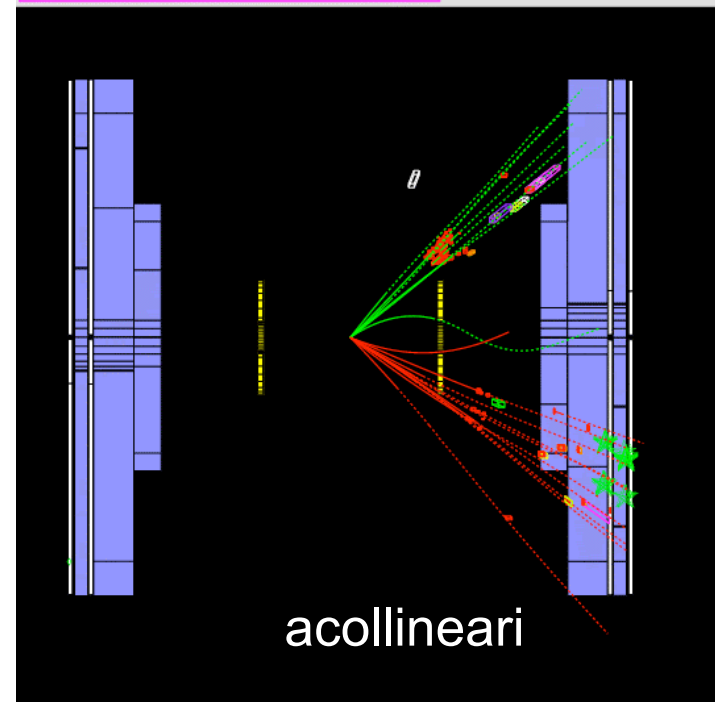
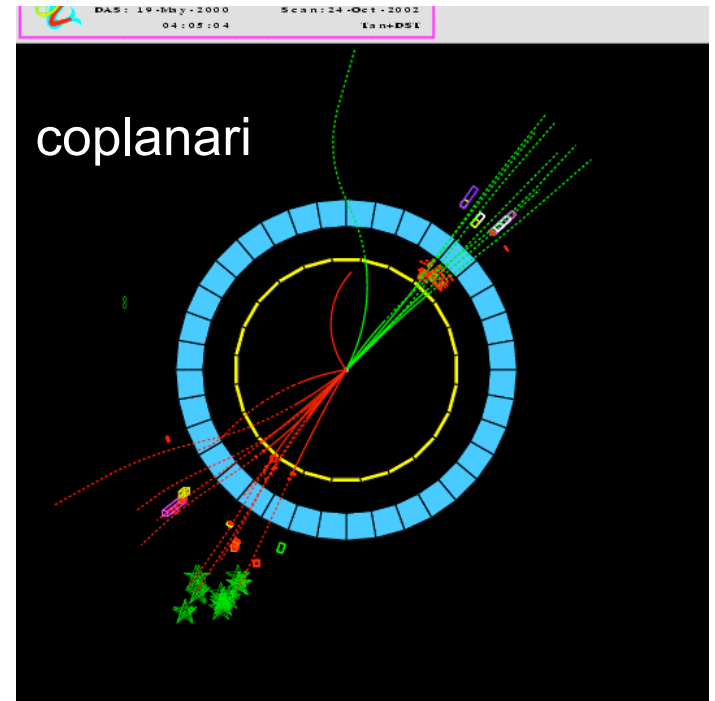


Fisica a 2 fermioni

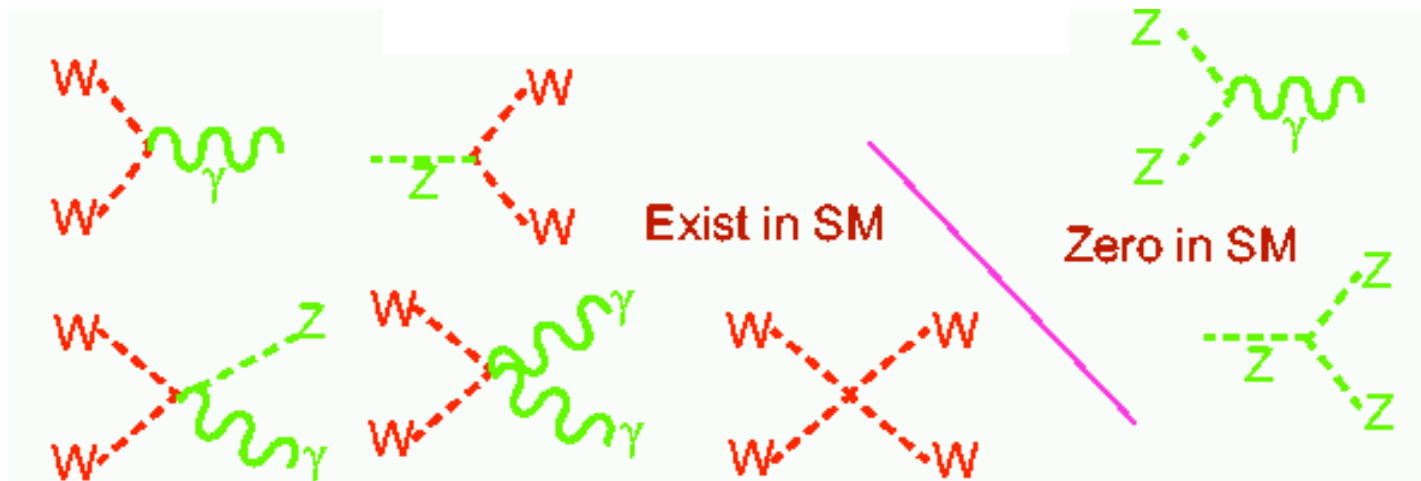


$e^+e^- \rightarrow f\bar{f}(\gamma)$
 $\sigma \sim 100 \text{ pb}$

Coplanari e collineari



Triplo e Quartico Accoppiamento di Gauge

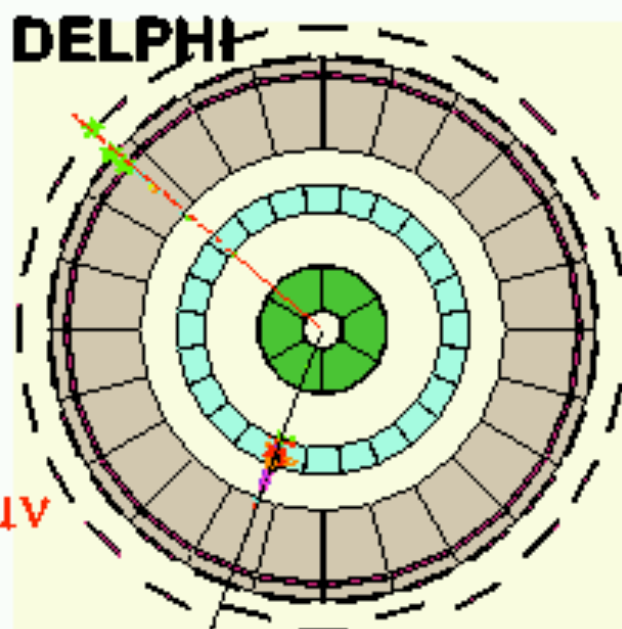


TGC e QGC sono determinati dalla struttura di gauge della teoria: SU(2) e' una teoria NON abeliana: i bosoni di gauge interagiscono tra loro U(1) e' abeliana: i fotoni non hanno TGC.

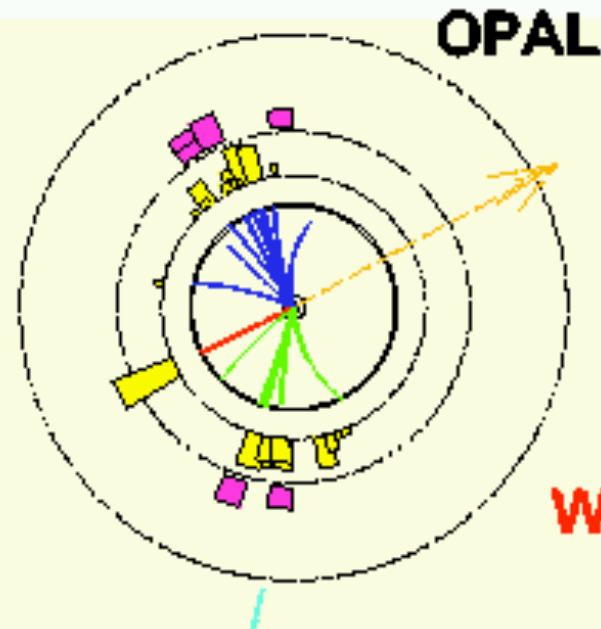
Misurare questi accoppiamenti e' un risultato MOLTO importante che conferma la teoria

Sarebbe stato molto piu' divertente se avessimo osservato delle deviazioni dal SM !!!

Eventi W^+W^-

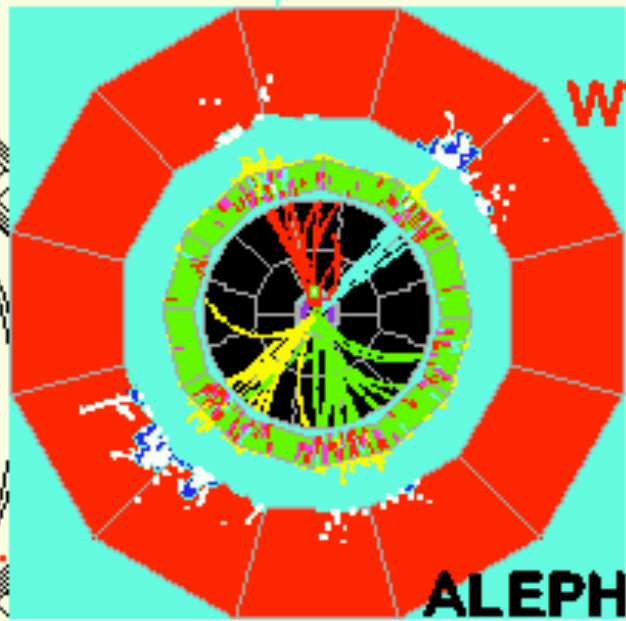
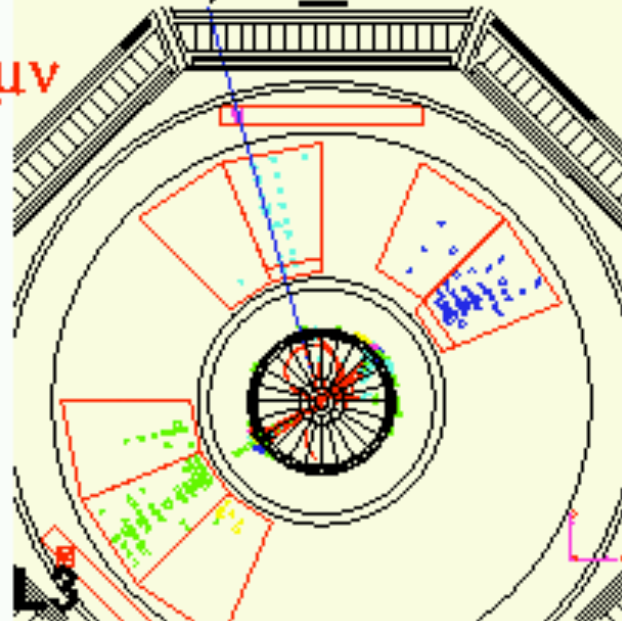


$WW \rightarrow e\nu\mu\nu$



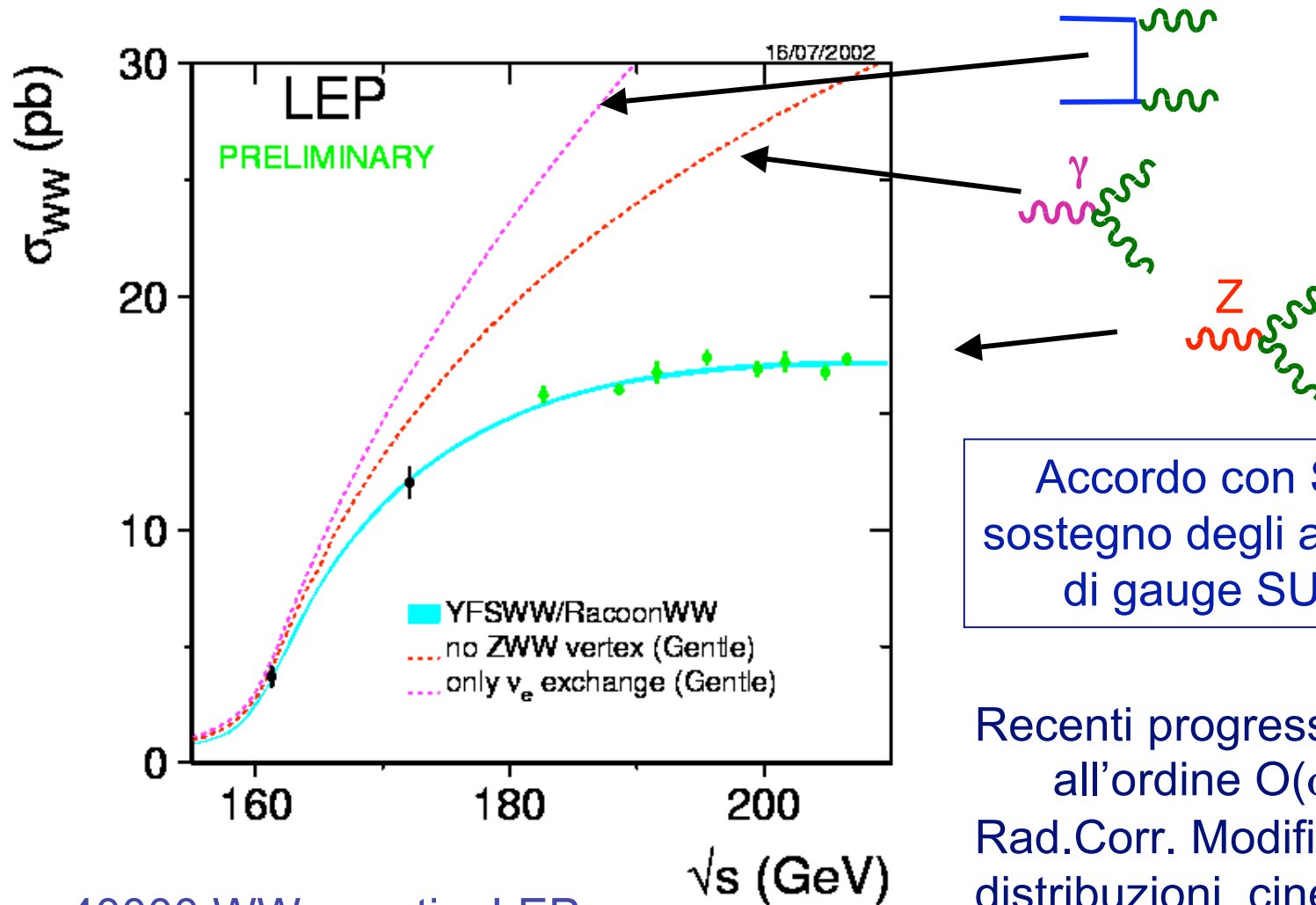
$WW \rightarrow q\bar{q}e\nu$

$WW \rightarrow q\bar{q}\mu\nu$



$WW \rightarrow q\bar{q}q\bar{q}$

Produzione di W^+W^-



~40000 WW eventi a LEP

Accordo con SM a chiaro sostegno degli accoppiamenti di gauge $SU(2) \times U(1)$

Recenti progressi teorici all'ordine $O(\alpha)$.

Rad.Corr. Modificano le distribuzioni cinematiche (mass, boost...) e danno uno shift globale di -1.5% a $\sigma(WW)$

Universalita' CC di quark e leptoni

$$\text{BR}(W \rightarrow \mu\nu) / \text{BR}(W \rightarrow e\nu) = 1.000 \pm 0.021$$

$$\text{BR}(W \rightarrow \tau\nu) / \text{BR}(W \rightarrow e\nu) = 1.052 \pm 0.029$$

$$\text{BR}(W \rightarrow \tau\nu) / \text{BR}(W \rightarrow \mu\nu) = 1.052 \pm 0.028$$

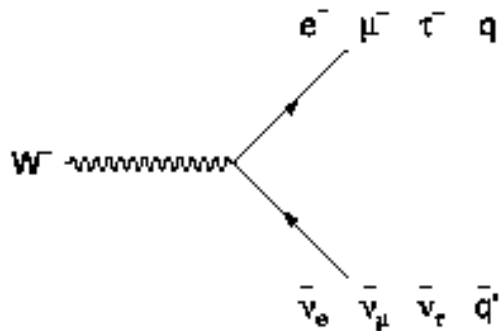
$$g_\mu / g_e = 1.000 \pm 0.010$$

$$g_\tau / g_e = 1.026 \pm 0.014$$

$$g_\tau / g_\mu = 1.026 \pm 0.014$$

$$\frac{g_q^2}{g_\ell^2} = \frac{\text{BR}(W \rightarrow q\bar{q}')}{\text{BR}(W \rightarrow \ell\nu)} \left(\frac{1}{2(1 + \alpha_s(m_W^2))} \right)$$

$$\frac{g_q}{g_\ell} = 1.010 \pm 0.007$$



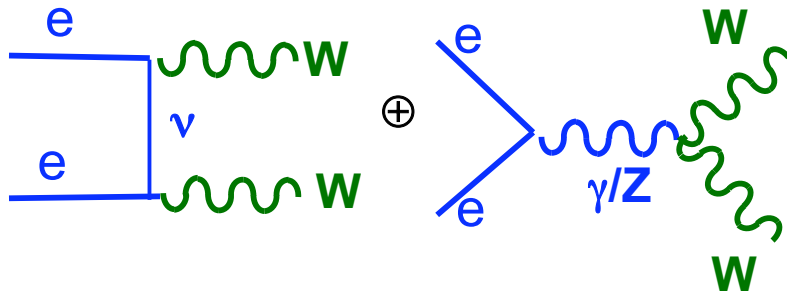
Test dell'universita' CC leptonica e/ μ al 1.0%

Test dell'universita' CC leptonica τ/μ al 1.4%

Test dell'universita' CC leptonica l/q al 0.7%

Test dell'universita' delle correnti cariche deboli alla scala elettrodebole M_W !

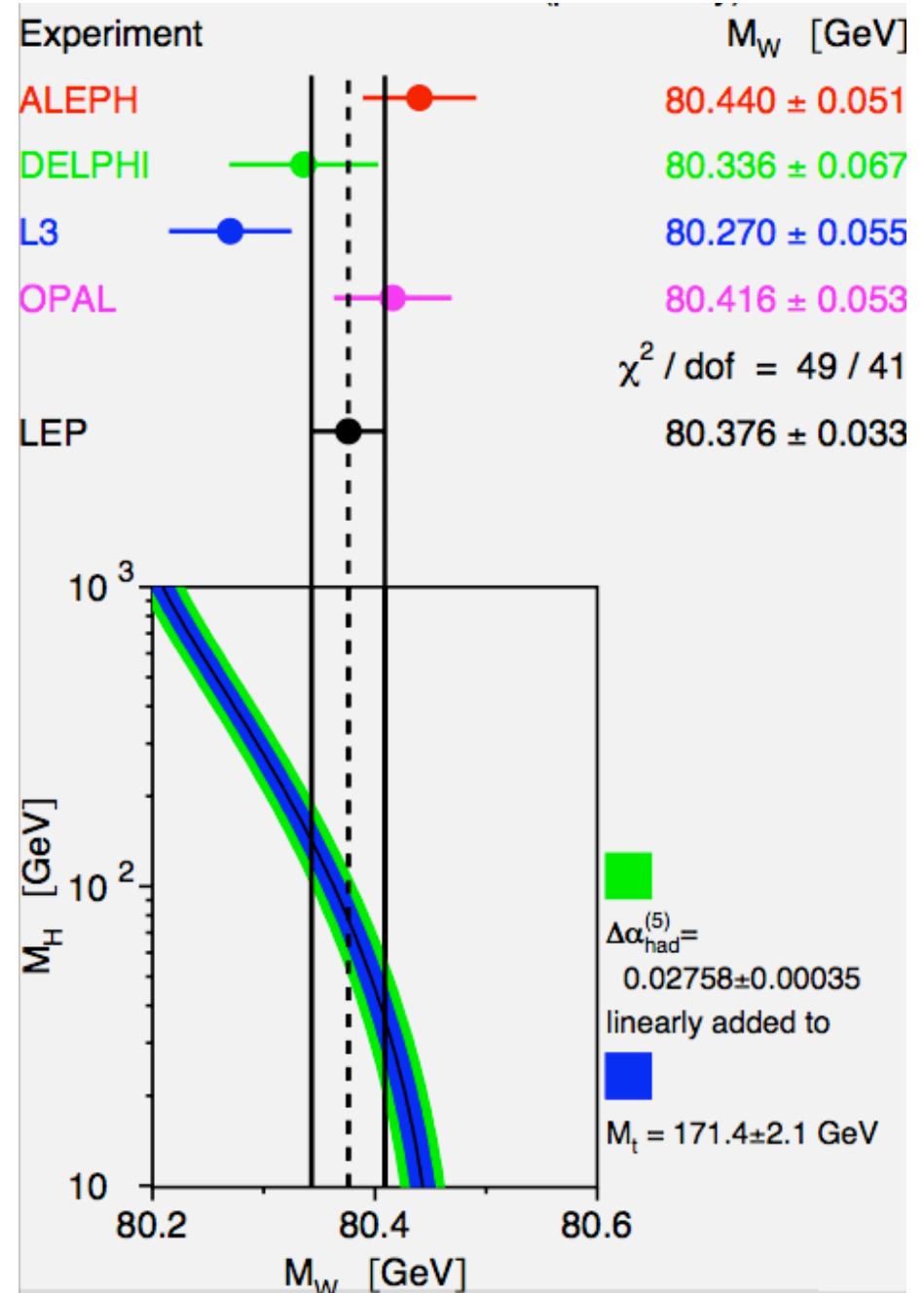
La misura della massa del W



A LEP ~ 40000 W^+W^- :

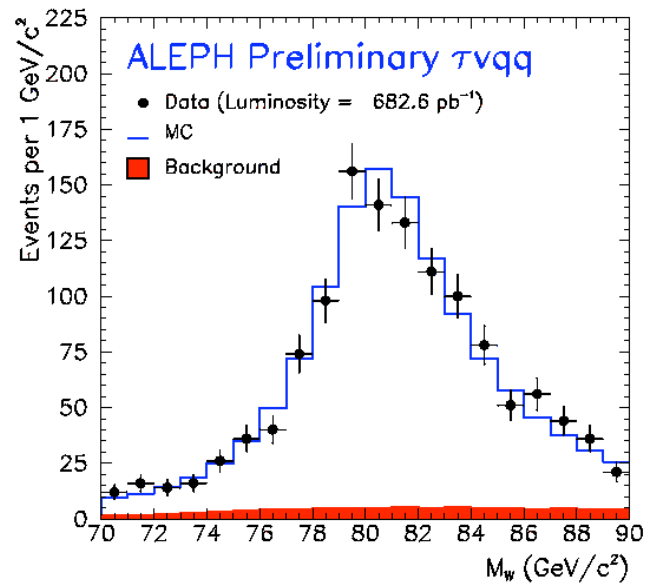
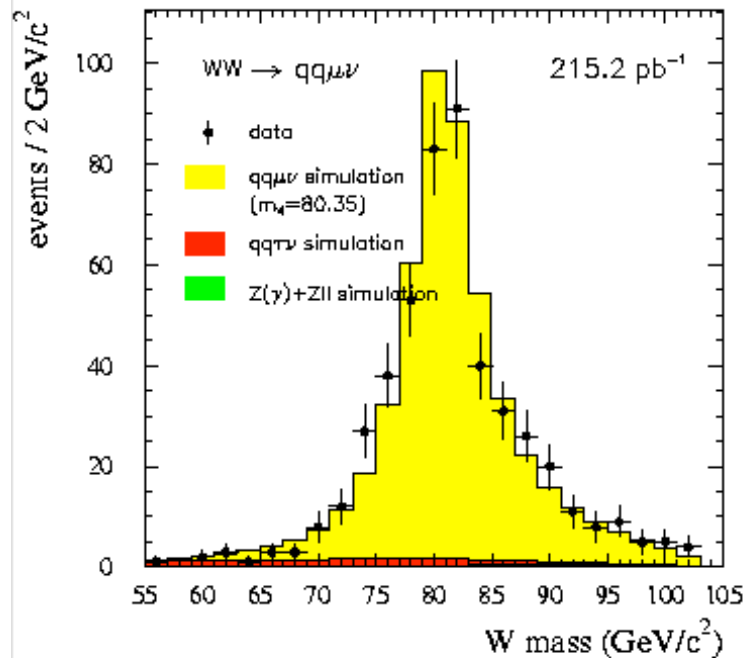
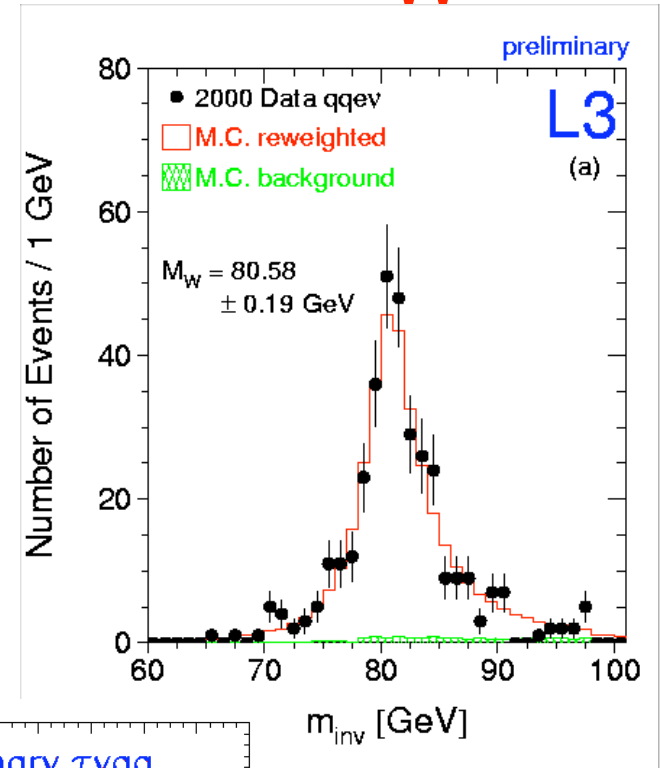
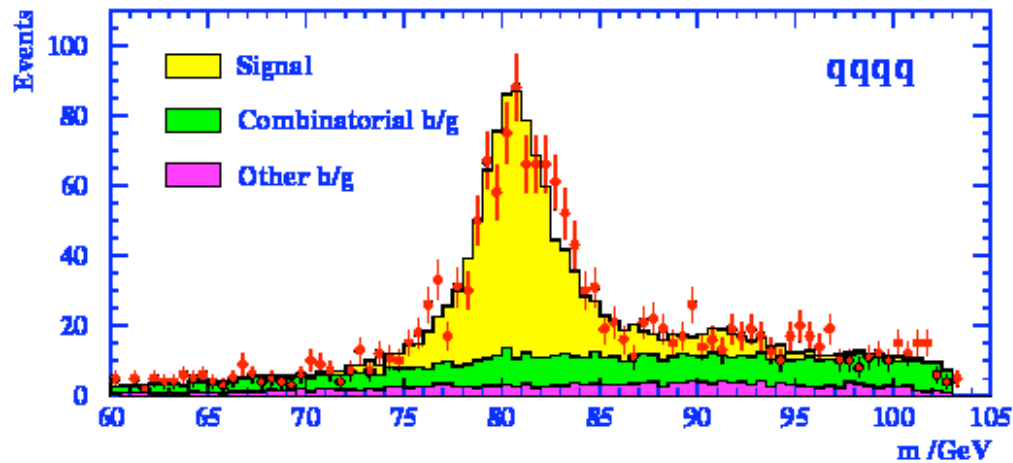
- 45.6% $WW \rightarrow$ adroni
- 43.8% $WW \rightarrow$ leptoni+adroni
- 10.6% $WW \rightarrow$ leptoni

1989: $M_W = 80.0 \pm 0.36$ GeV



Spettro di massa invariante M_W

OPAL Preliminary 206 GeV



M_W in eventi qqqq

- M_W ricostruita dai prodotti di decadimento del bosone W
- risoluzione su M_W : ~ 10 GeV prima ~ 3 GeV e dopo il fit cinematico

qqQQ

Fit cinematico :

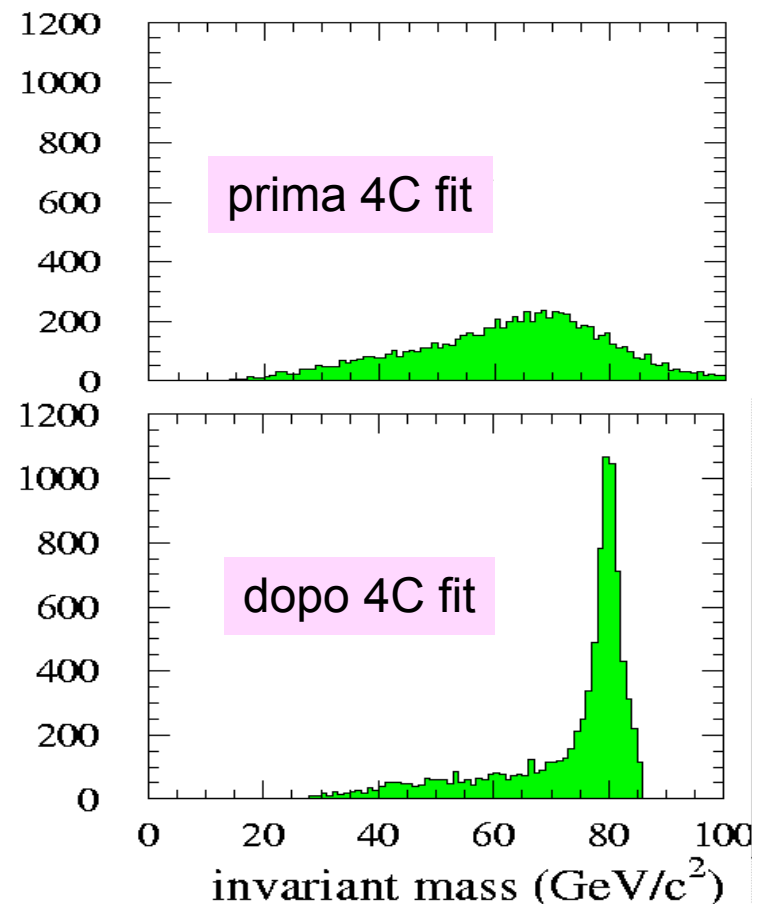
- Conservazione di (p,E) : 4C
- Migliora risoluzione in E

Metodo di analisi :

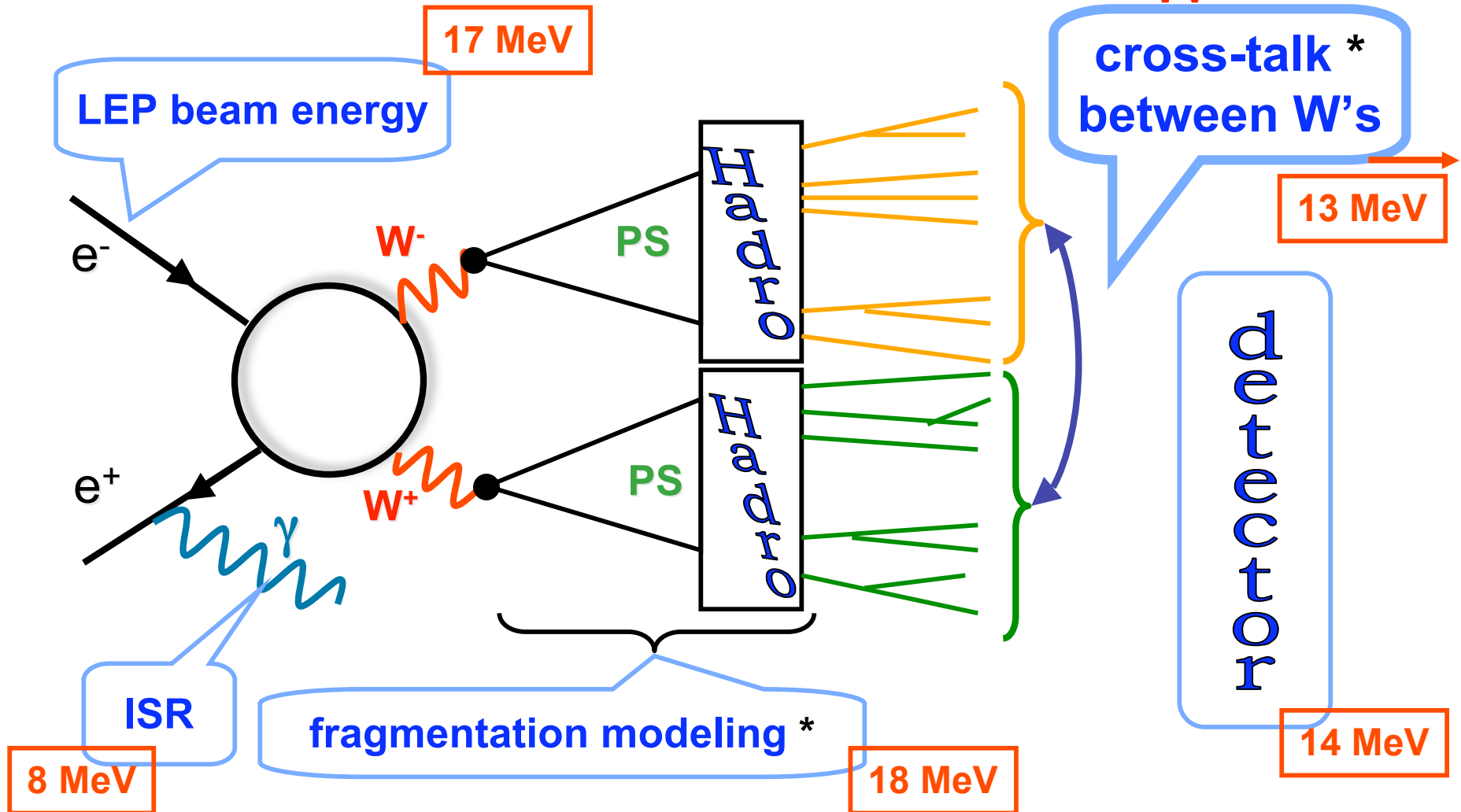
- ripesamento dei dati basato su MC in funz di M_W A,L,O
- convoluzione di distrib theor con risol. sperim. D

Challenge :

- Jet pairing
- Hard gluon radiation



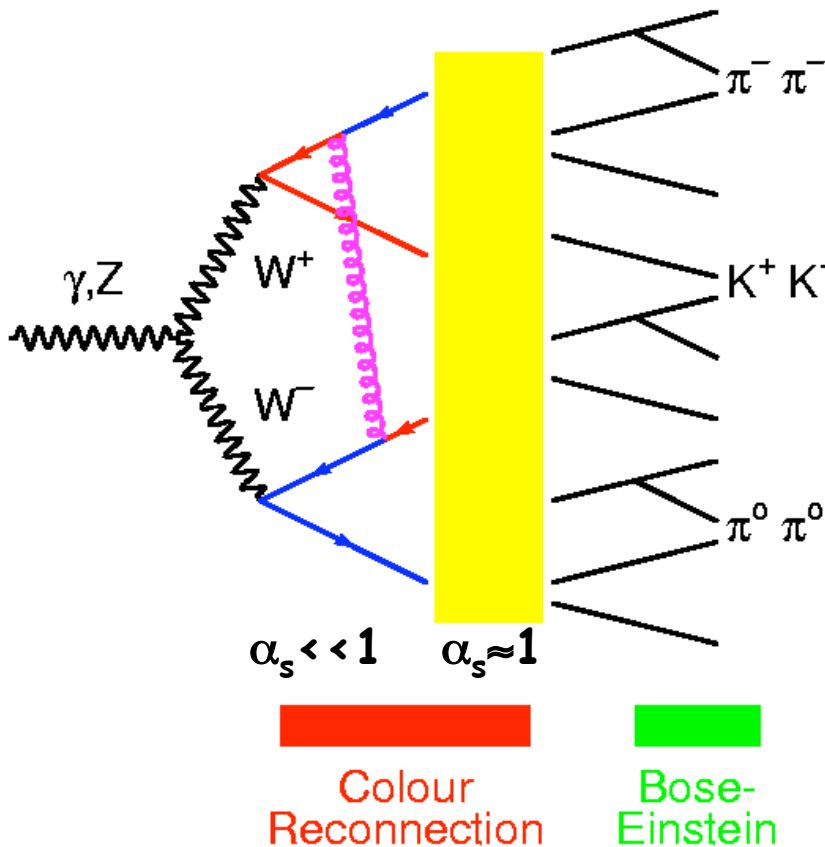
Errori sistematici su M_W



* processes not known from first principles

Interazione di stato finale tra i W

- Scala di adronizzazione ~ 1 fm
- Vita media del W/ lunghezza di decadimento ~ 0.1 fm
- Se entrambi i $W \rightarrow qq$, l'adronizzazione e' indipendente?



Correlazioni di Bose Einstein

tra adroni nello stato finale DOPO la frammentazione. Pioni di carica uguale provenienti dallo stesso bosone interagiscono tra loro.

Se interagiscono anche con pioni provenienti dall'altro bosone, la distribuzione di massa puo' essere distorta.

Riconnesioni di Colore

tra gli oggetti con "colore" nella regione di QCD non-perturbativa.

Sono difficili da "misurare"
e ad oggi sono l'incertezza dominante

Il fit ElettroDebole globale

Le misure ElettroDeboli di precisione di LEP/SLD e del Tevatron come test dello SM

PLUS: $\sin^2\theta_W$ dal νN scattering, e l'atomic parity violation nel Cs

Predizioni dello SM dai programmi ZFITTER e TOPAZ0

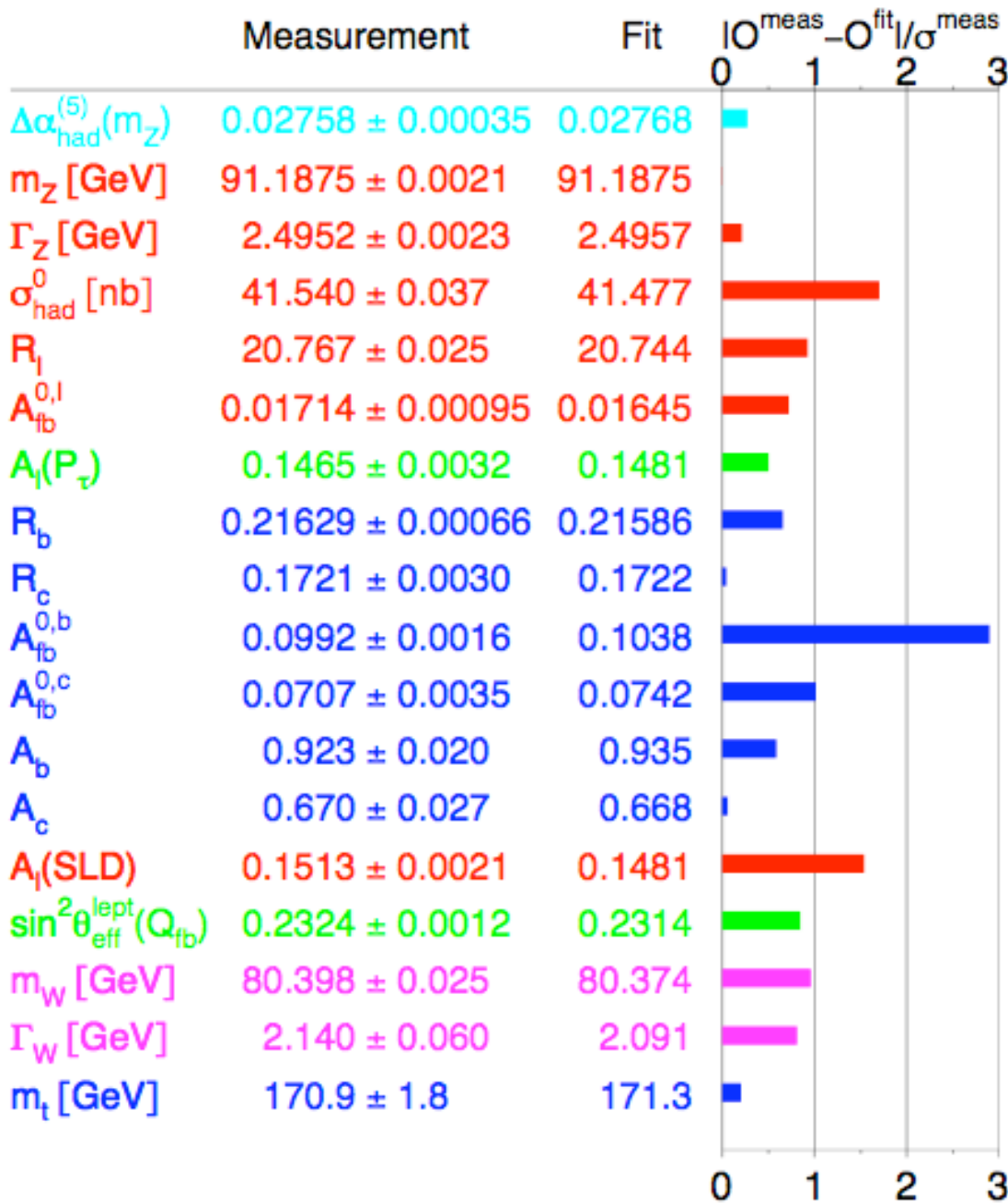
Parametri:

m_Z	misurato precisamente dai dati di LEP-1	$2 \cdot 10^{-5}$
$\alpha_s(m_Z)$	misurato precisamente dai dati di LEP-1	$1.6 \cdot 10^{-2}$
$\alpha_{em}(m_Z)$	richiede l'uso di $R(\text{bassa } E)$ per le correzioni adroniche	

m_W, m_{top} misurati al Tevatron e a LEP-2, ma anche
estratte indirettamente dalle altre misure EW

$m(H)$ puo' essere predetta!

The global EW fit



Consistenza globale:
25% probability
15.9/13 $\chi^2/\text{d.o.f.}$

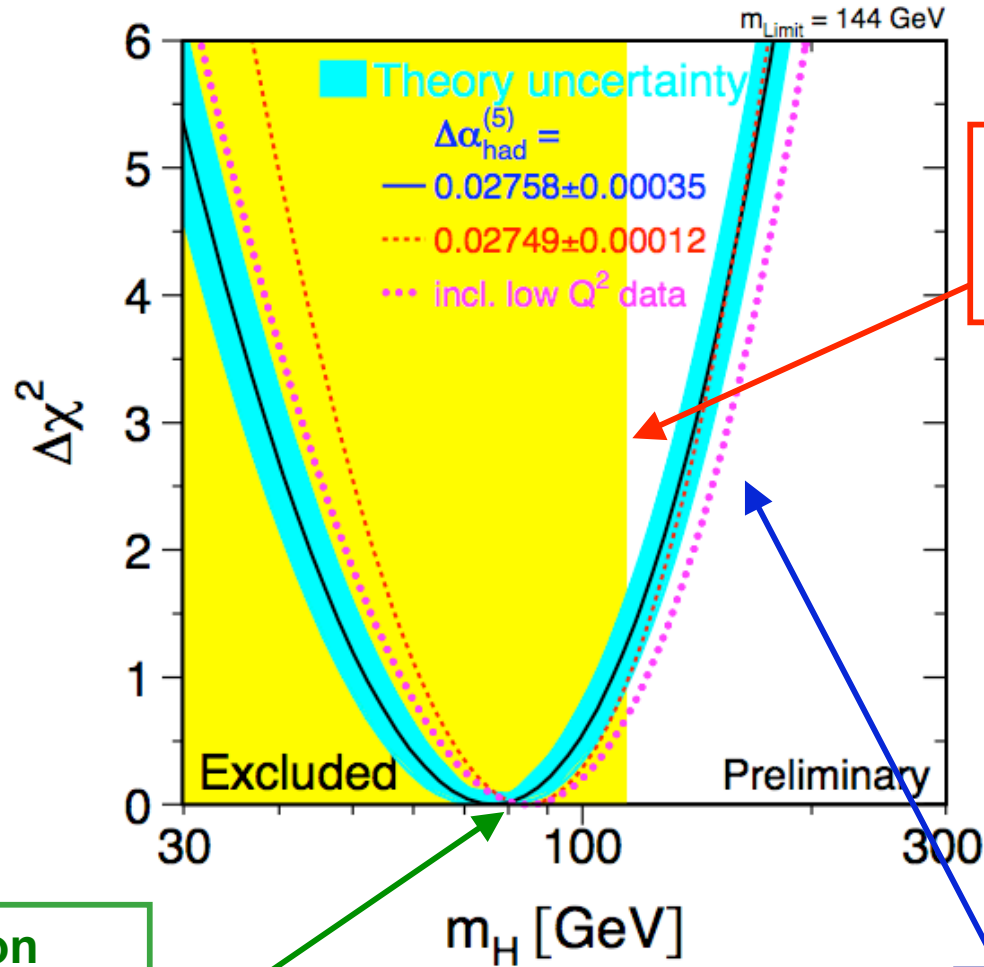
Le asimmetrie dei quark
danno il contributo
maggiore al χ^2

$$N(\nu) = 2.9841 \pm 0.0083$$

Misure dirette dei γ singoli

$$N(\nu) = 2.80 \pm 0.09$$

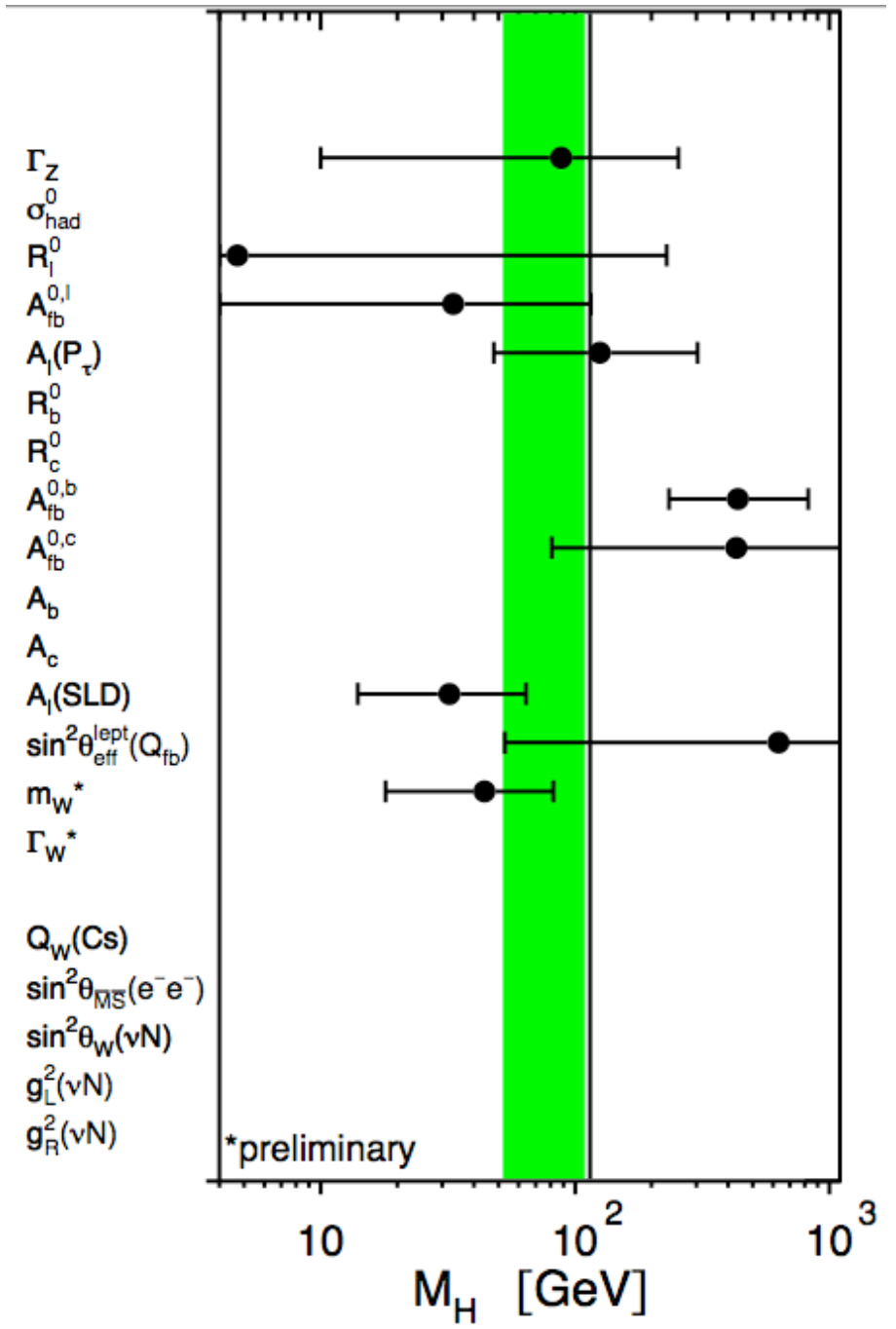
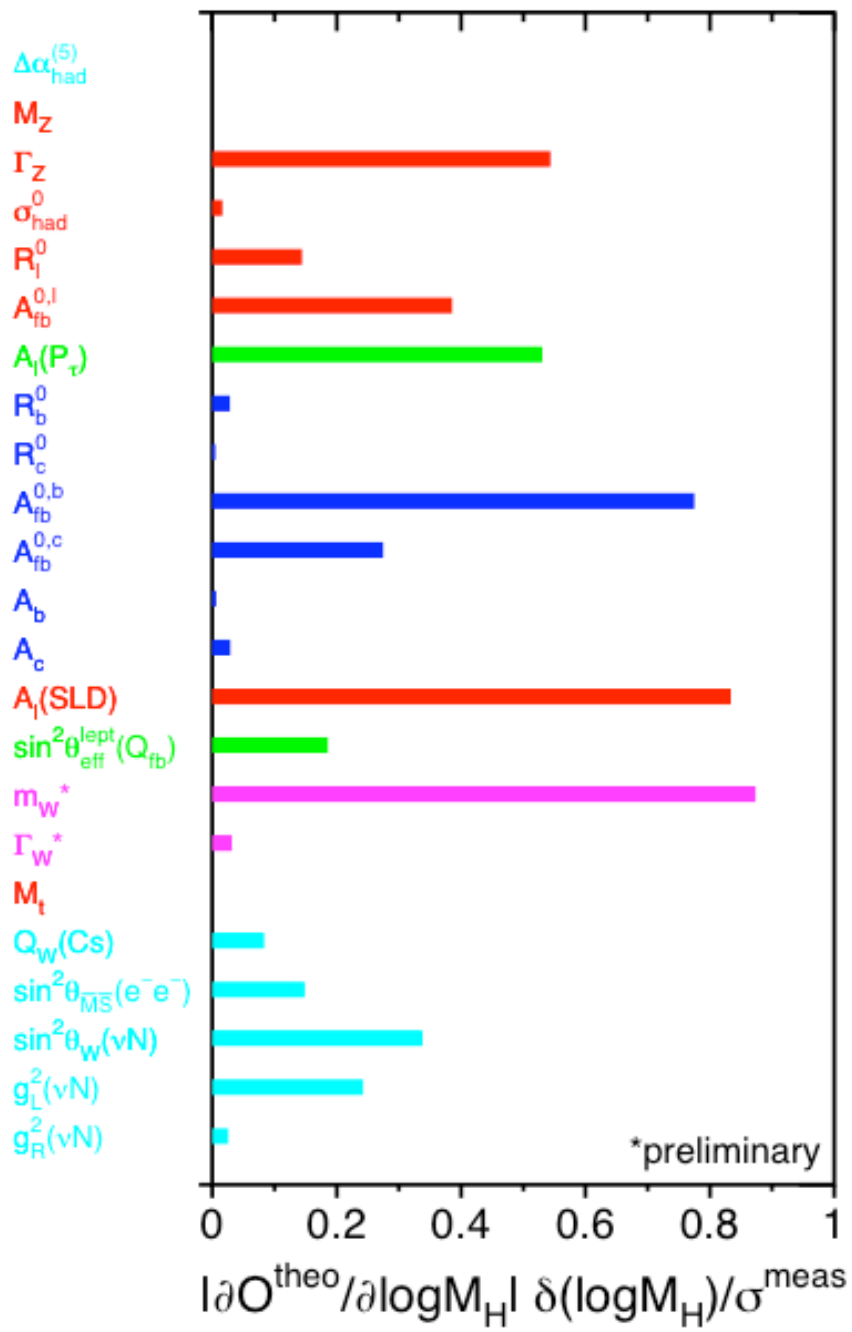
The Blue-Band

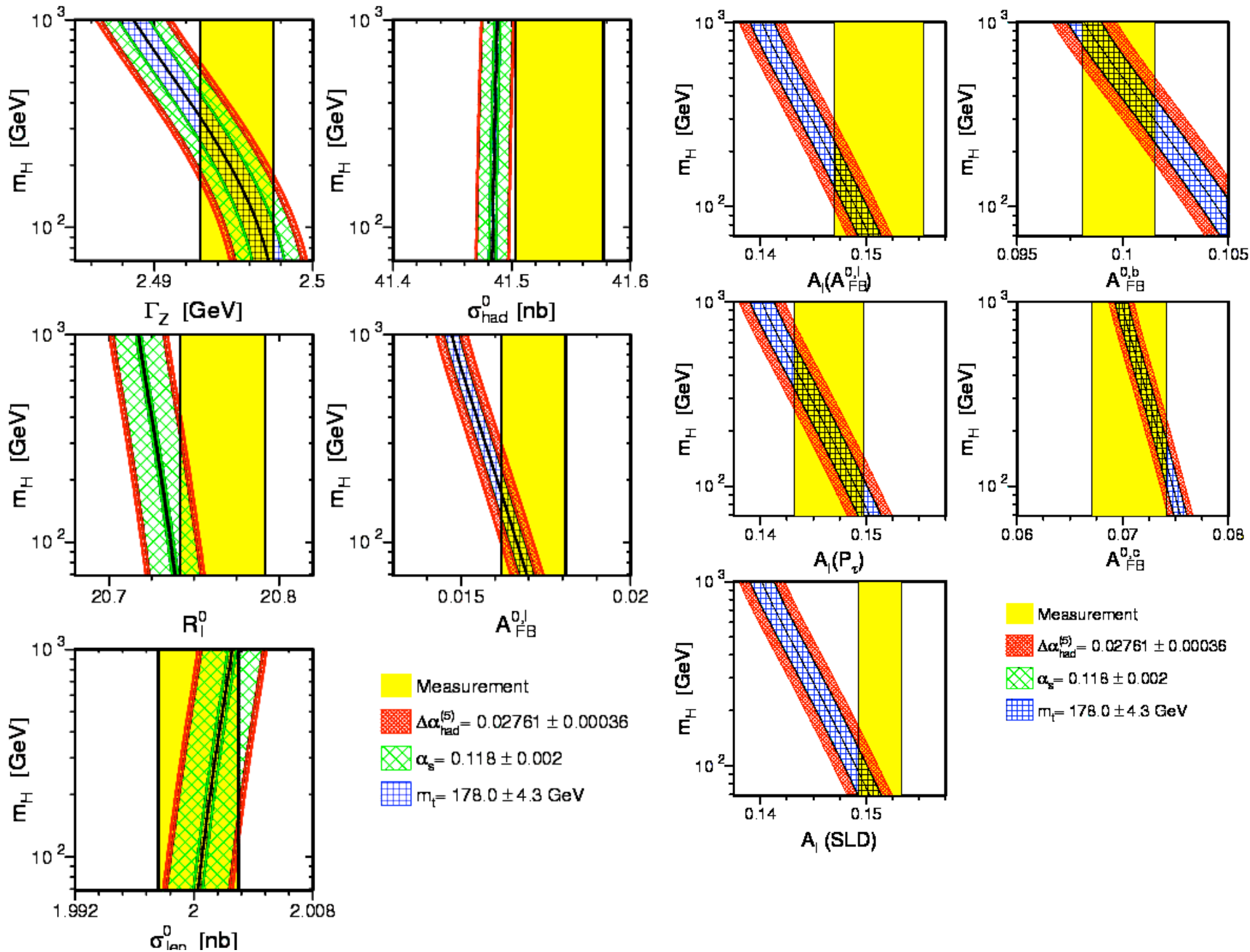


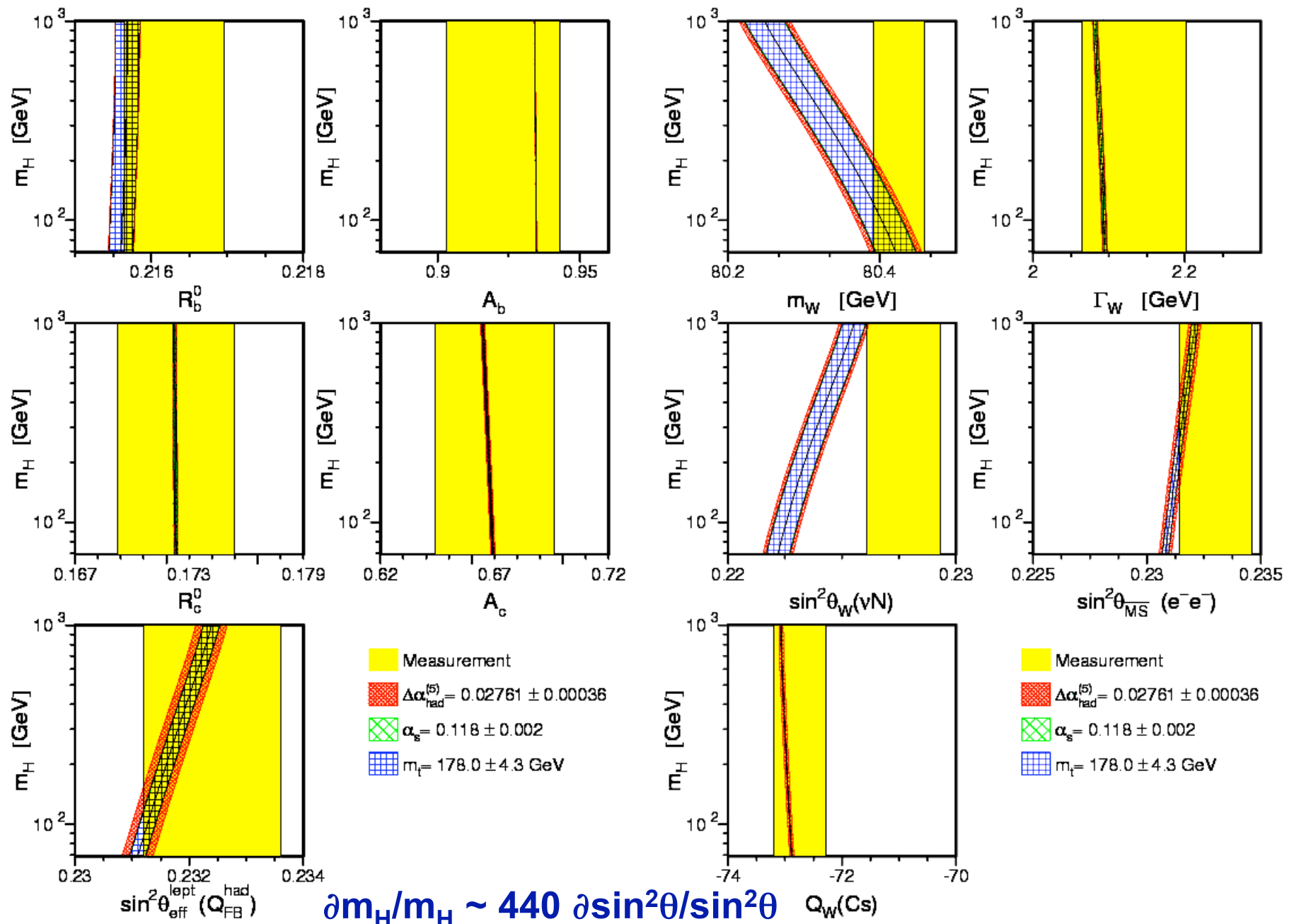
Direct Search
 $m(H) \geq 114.4 \text{ GeV}/c^2$
at 95% CL

EW precision measurements
 $m(H) = 76^{+33}_{-24} \text{ GeV}/c^2$

$m(H) \leq 144 \text{ GeV}/c^2$
at 95% CL







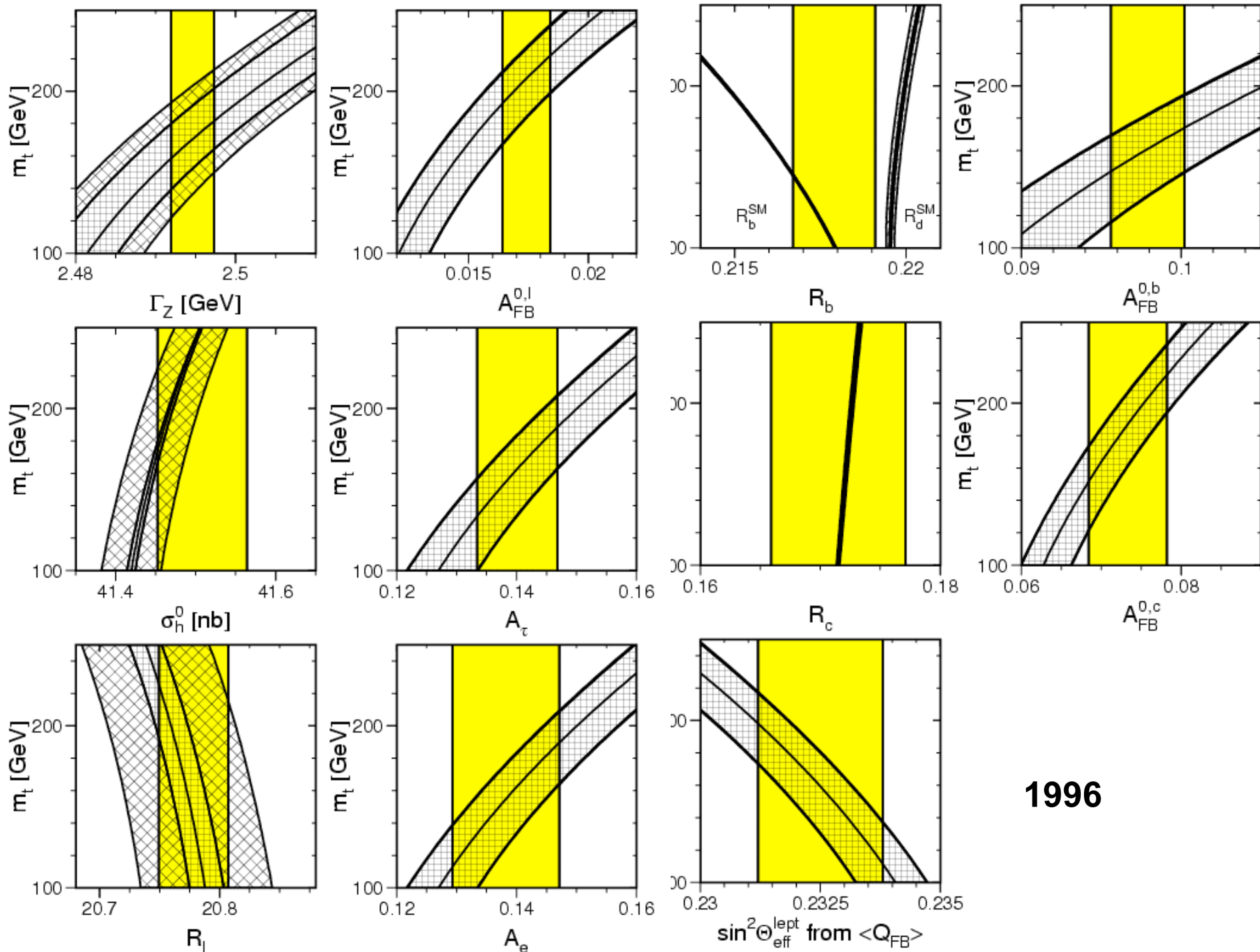
Measurement
 $\Delta\alpha_{\text{had}}^{(5)} = 0.02761 \pm 0.00036$
 $\alpha_s = 0.118 \pm 0.002$
 $m_t = 178.0 \pm 4.3 \text{ GeV}$

Measurement
 $\Delta\alpha_{\text{had}}^{(5)} = 0.02761 \pm 0.00036$
 $\alpha_s = 0.118 \pm 0.002$
 $m_t = 178.0 \pm 4.3 \text{ GeV}$

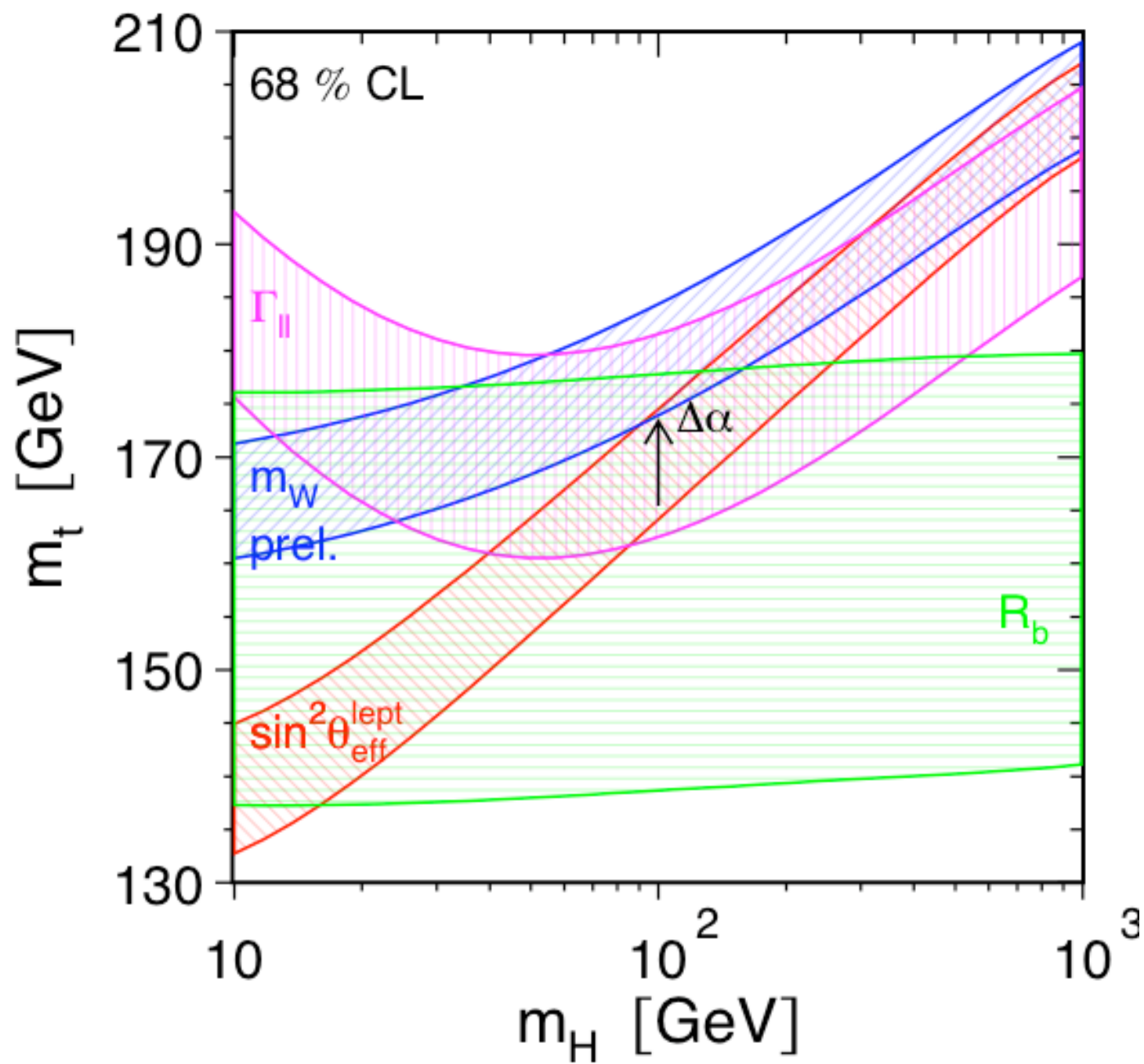
$\partial m_H / m_H \sim 440 \partial \sin^2 \theta / \sin^2 \theta \quad Q_W(\text{Cs})$

$\partial m_H / m_H \sim 1300 \partial M_W / M_W$

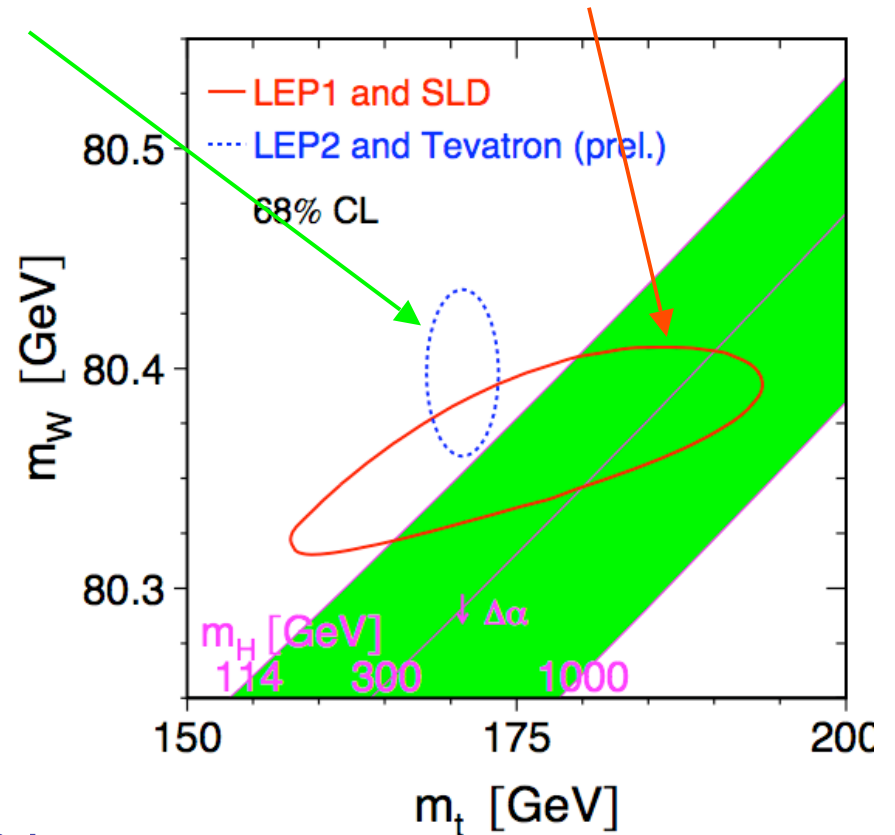
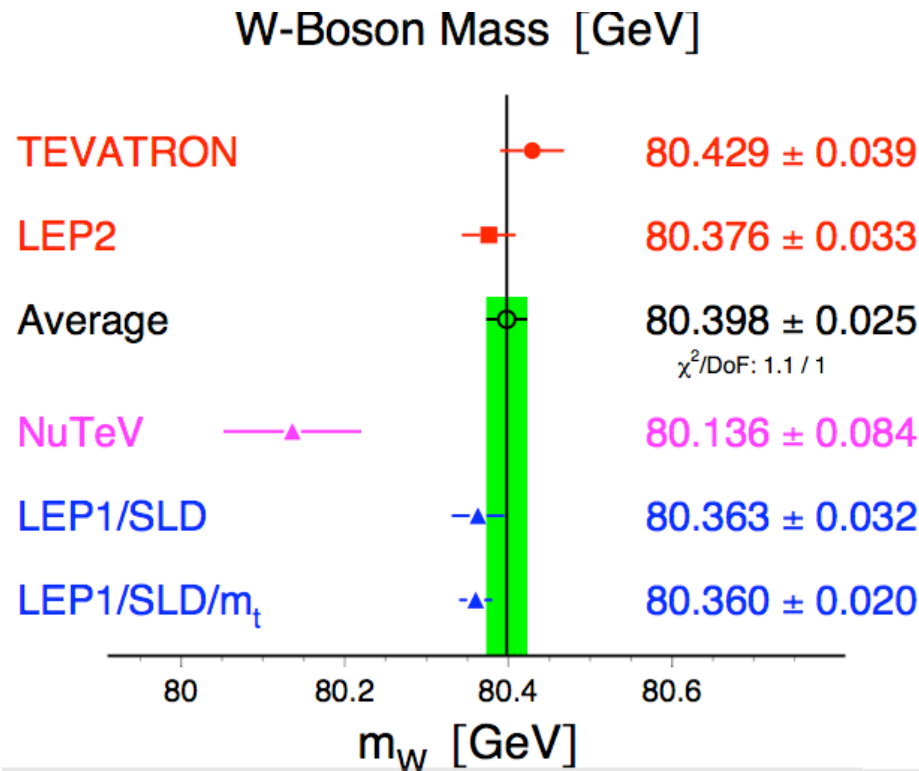
3 volte piu' sensibile!



1996



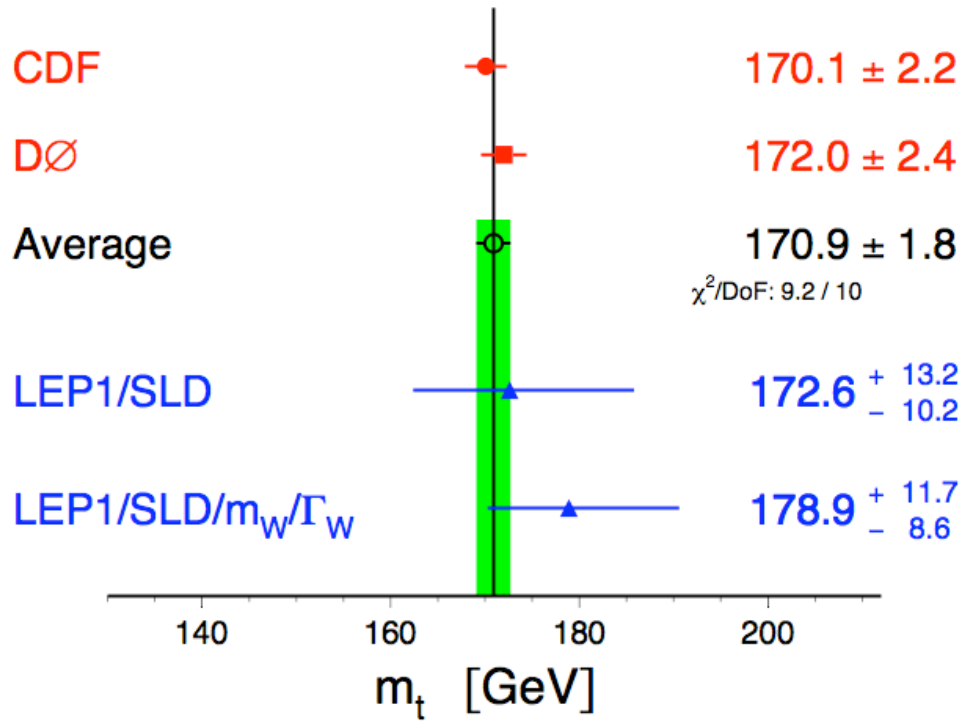
Massa del W: diretta e indiretta



m_W da ee e pp :
Sistematiche molto diverse

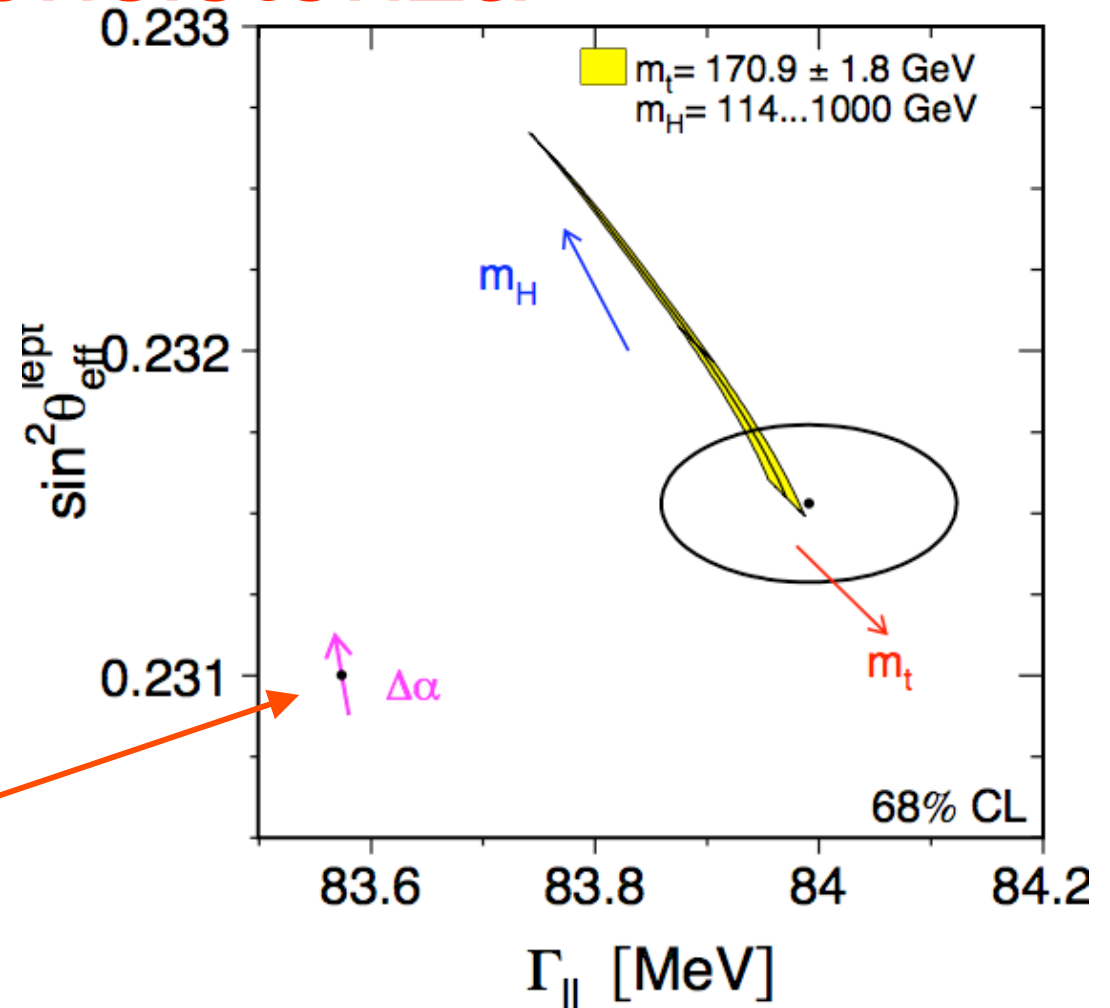
NuTeV (Dic-2001)
80.14 ± 0.08 : 4 σ da m_W diretta

Top-Quark Mass [GeV]



Consistenza

I dati tendono a preferire un Higgs molto leggero e un top piu' pesante !!



Le predizioni di "Born":
solo il running di α e l'errore

La presenza delle correzioni radiative deboli !!!

AD OGGI:

Le fondamenta del Modello Standard

α_{em}	e' la meno precisa:	3.1×10^{-4}	700ppm
$M(Z)$		2×10^{-5}	23ppm
G_F		8.6×10^{-6}	9 ppm
α_s		2.3×10^{-2}	

Tutto OK ... ma se vogliamo veramente trovare qualche problema....:

$\sin^2\theta_W$ differente se dai leptons o dai quarks $\sim 3\sigma$
($m(H)_{LEP} \sim 30 \text{ GeV}$ / $m(H)_{b,c} \sim 500 \text{ GeV}$)

$A_{FB}(b)$ devia dalle predizioni dello SM $\sim 2\sigma$

$N(\nu)$ dal fit EW e dai γ singoli a LEP2 $\sim 2\sigma$
E

$\sin^2\theta_W / M_W$ da NuTeV $\sim 3\sigma$