

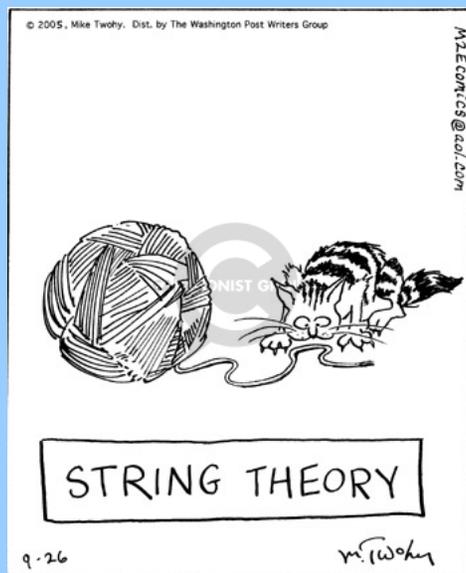


Fisica delle alte energie agli acceleratori: il Modello Standard e oltre



Lezione #5

Ricerca di nuova fisica a LHC





Ricerca di extra bosoni di gauge



- Origine dello Z'

Z' è il nome generico di un nuovo bosone di gauge neutrale, può derivare da diversi modelli

Sequential Standard Model: Z'_{SSM}

Grand Unified Theories (GUT): $Z'_{\psi}, Z'_{\chi}, Z'_{\eta}, Z'_I$

Left-Right symmetric models: Z'_{LRM}, Z'_{ALRM}

I modelli prevedono gli accoppiamenti, non la massa dello Z'

- GUT

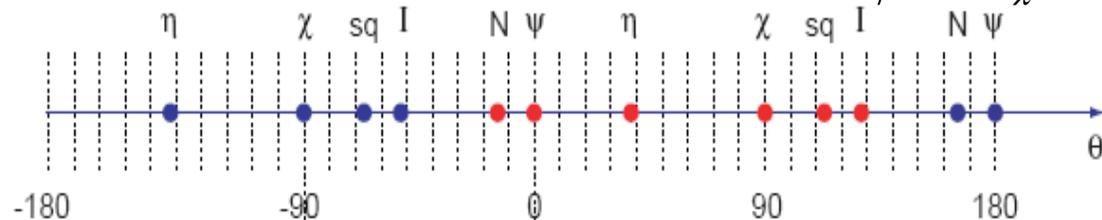
Il Gruppo E_6 può originare il gruppo G_{MS} attraverso i seguenti passi di rottura di simmetria:

$$E_6 \rightarrow SO(10) \otimes U(1)_{\psi} \rightarrow SU(5) \otimes U(1)_{\chi} \otimes U(1)_{\psi} \rightarrow G_{MS} \otimes U(1)_{\chi} \otimes U(1)_{\psi}$$

un bosone Z' può essere una combinazione dei campi Z'_{ψ} e Z'_{χ}

$$Z'(\theta) \equiv Z'_{\psi} \cos \theta + Z'_{\chi} \sin \theta$$

$$Z''(\theta) \equiv Z'_{\psi} \sin \theta - Z'_{\chi} \cos \theta$$



Ciclo



Distinzione tra diversi modelli: \mathcal{A}_{FB}



- Parametri di generazione dello Z' in PYTHIA

PARU(121)-PARU(128)	accoppiamenti 1 ^a gen. di quark e leptoni ($d_V d_A u_V u_A e_V e_A \nu_{eV} \nu_{eA}$)
PARJ(180)-PARJ(187)	accoppiamenti 2 ^a gen. di quark e leptoni ($s_V s_A c_V c_A \mu_V \mu_A \nu_{\mu V} \nu_{\mu A}$)
PARJ(188)-PARJ(195)	accoppiamenti 3 ^a gen. di quark e leptoni ($b_V b_A t_V t_A \tau_V \tau_A \nu_{\tau V} \nu_{\tau A}$)
PMAS(32)	massa Z'

- Sequential Standard Model

Gli accoppiamenti sono assunti essere uguali a quelli del bosone Z^0

$$2(I_{3f} - 2Q_f \sin^2 \theta_w)$$

$$C_{dV} = \text{PARU}(121) = C_{sV} = \text{PARJ}(180) = C_{bV} = \text{PARJ}(188) = -1 + 4/3 \sin^2 \theta_w$$

$$C_{dA} = \text{PARU}(122) = C_{sA} = \text{PARJ}(181) = C_{bA} = \text{PARJ}(189) = -1$$

- GUT

Gli accoppiamenti C_V e C_A sono diversi per Z_ψ Z_χ Z_η Z_I

$$g_\psi = g_\chi = \sqrt{\frac{5}{3}} g_{Z^0} \sin \theta_w = \sqrt{\frac{5}{3}} \frac{e}{\cos \theta_w}$$

$$C_{dV}(Z_\psi) = 0$$

$$C_{dV}(Z_\chi) = 2/3 \sqrt{6} \sin \theta_w$$

$$C_{dV}(Z_\eta) = \sin \theta_w$$

$$C_{dV}(Z_I) = 1/3 \sqrt{15} \sin \theta_w$$



Limiti attuali sui modelli Z'

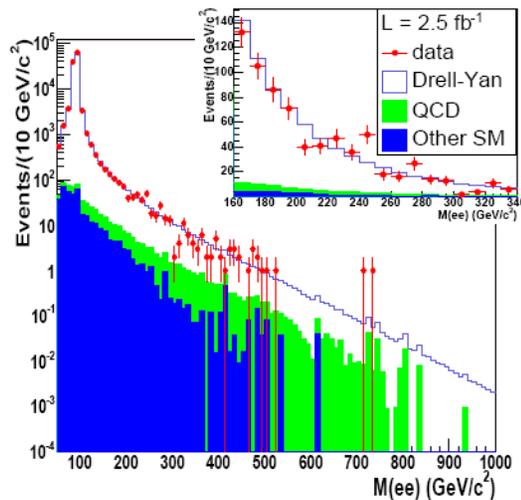


- Ricerca diretta al Tevatron

Dati CDF II utilizzando $\int L = 2.5 \text{ fb}^{-1}$

Phys.Rev.Lett.102:091805,2009

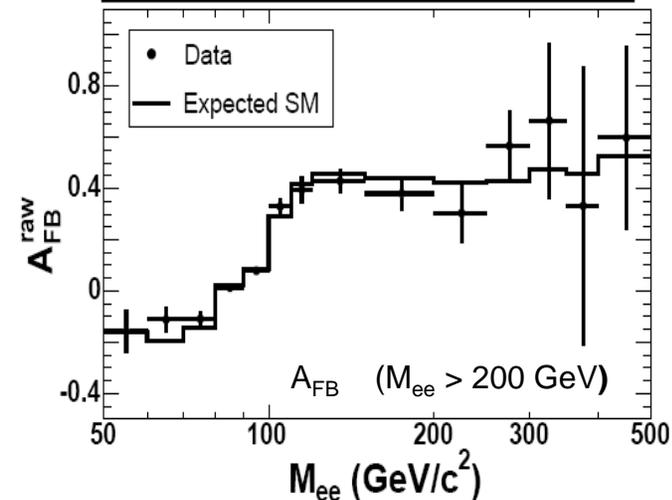
CDF Run II Preliminary



Dati CDF II utilizzando $\int L = 448 \text{ pb}^{-1}$

hep-ex 0602045 – Feb 24 2006

Source	$Z/\gamma^* \rightarrow e^+e^-$	Dijet	Diboson	Total SM	Observed
Events	80.0 ± 8.0	28_{-17}^{+14}	6.8 ± 1.4	115_{-19}^{+16}	120



Z' Model	Z'_{SM}	Z'_{ψ}	Z'_{χ}	Z'_{η}	Z'_I	Z'_{sq}	Z'_N
Exp. Limit (GeV/c^2)	965	849	860	932	757	791	834
Obs. Limit (GeV/c^2)	966	853	864	933	737	800	840

95% C.L.

Indirect limit (GeV/c^2) | 1500 | 680 | 350 | 619 |

- Limiti indiretti dai dati di LEP

I limiti indiretti dai dati di LEP sono ricavati dai fit elettrodeboli di Γ_Z e A_{FB}
 Si ricavano limiti indiretti dello stesso ordine di quelli diretti



Produzione di Z' a LHC



$$L = 2 \cdot 10^{33} \text{ cm}^{-2} \text{ sec}^{-1} = 2 \text{ nb}^{-1} \text{ sec}^{-1}$$

	Events / seconds		
	1 TeV	3 TeV	5 TeV
Z_{SSM}	0.032	$0.013 \cdot 10^{-2}$	$0.023 \cdot 10^{-4}$
Z_{ψ}	0.006	$0.002 \cdot 10^{-2}$	$0.004 \cdot 10^{-4}$
Z_{η}	0.009	$0.003 \cdot 10^{-2}$	$0.006 \cdot 10^{-4}$
Z_{χ}	0.010	$0.003 \cdot 10^{-2}$	$0.005 \cdot 10^{-4}$
Z_{LRM}	0.027	$0.010 \cdot 10^{-2}$	$0.017 \cdot 10^{-4}$
Z_{ALRM}	0.013	$0.006 \cdot 10^{-2}$	$0.011 \cdot 10^{-4}$

$$L = 10^{32} \text{ cm}^{-2} \text{ sec}^{-1} = 0.1 \text{ nb}^{-1} \text{ sec}^{-1}$$

	Events / year		
	1 TeV	3 TeV	5 TeV
Z_{SSM}	$50 \cdot 10^3$	$20 \cdot 10^1$	$36 \cdot 10^{-1}$
Z_{ψ}	$9.5 \cdot 10^3$	$3 \cdot 10^1$	$6 \cdot 10^{-1}$
Z_{η}	$14 \cdot 10^3$	$5 \cdot 10^1$	$9 \cdot 10^{-1}$
Z_{χ}	$16 \cdot 10^3$	$5 \cdot 10^1$	$8 \cdot 10^{-1}$
Z_{LRM}	$42 \cdot 10^3$	$16 \cdot 10^1$	$27 \cdot 10^{-1}$
Z_{ALRM}	$20 \cdot 10^3$	$9 \cdot 10^1$	$17 \cdot 10^{-1}$

Process	Events/s	Events/year
$W \rightarrow e\nu$	40	4×10^8
$Z \rightarrow ee$	4	4×10^7
$t\bar{t}$	1.6	1.6×10^7
$b\bar{b}$	10^6	10^{13}
$\tilde{g}\tilde{g}$ ($m = 1 \text{ TeV}$)	0.002	2×10^4
Higgs ($m = 120 \text{ GeV}$)	0.08	8×10^5
Higgs ($m = 800 \text{ GeV}$)	0.001	10^4
QCD jets $p_T > 200 \text{ GeV}$	10^2	10^9

Va poi considerato il BR che nel caso di $Z' \rightarrow \mu^+ \mu^-$ varia dal 3% al 9%



Z' → μ⁺μ⁻ a CMS



- Il segnale

Il canale Z' → μμ è stato considerato come riferimento per uno studio dettagliato nel Physics TDR di CMS.

Sono stati considerati sei possibili bosoni Z':

$$Z'_{SSM} \quad \underbrace{Z'_{\psi} \quad Z'_{\chi} \quad Z'_{\eta}} \quad \underbrace{Z'_{LRM} \quad Z'_{ALRM}}$$

La generazione di PYTHIA include le possibili interferenze γ* / Z0 / Z'
 Sono state studiate tre diverse masse invarianti: 1 TeV , 3 TeV , 5 TeV

Model	Γ/M, %	Br(Z' → μ ⁺ μ ⁻), %	σ ^{LO} · Br, fb (PYTHIA)			σ ^{LO} · Br, full interference, fb (PYTHIA)		
			1 TeV	3 TeV	5 TeV	1 TeV	3 TeV	5 TeV
Z _{SSM}	3.1	3.0	480	1.9	0.034	610	2.8	0.050
Z _ψ	0.6	4.0	130	0.5	0.009	340	1.7	0.032
Z _η	0.7	3.4	150	0.6	0.011	370	1.8	0.035
Z _χ	1.3	5.7	280	1.0	0.014	500	2.2	0.038
Z _{LRM}	2.2	2.3	310	1.2	0.020	500	2.3	0.040
Z _{ALRM}	1.6	8.6	580	2.6	0.051	740	3.7	0.077

Le sezioni d'urto in tabella sono mostrate all'ordine LO. Sono state moltiplicate per un fattore k=1.35 per considerare le correzioni QCD all'ordine NNLO



$Z' \rightarrow \mu^+ \mu^-$ a CMS



- Il fondo

Il fondo dominante (ed irriducibile) e' il **Drell-Yan** $Z/\gamma^* \rightarrow \mu^+ \mu^-$.

E' stato considerato all'ordine NNLO come il segnale

Ulteriori contributi (ZZ , ZW , WW , tt) sono risultati essere trascurabili avendo sezioni di produzione molto piu' basse ed essendo riducibili con selezioni specifiche.

DY $\rightarrow \mu \mu$

	Mass interval, TeV					
	> 0.2	> 0.4	> 1	> 1.5	> 2	> 3
σ_{DY}^{LO} , fb	$2.5 \cdot 10^3$	220	6.6	1.1	0.24	0.020

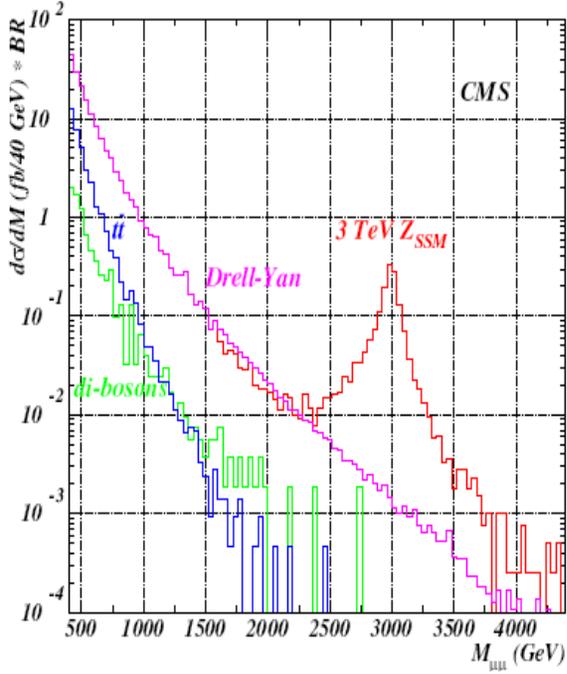
tt $\rightarrow \mu \mu + X$

Mass interval	> 1 TeV
$\sigma \cdot BR$ fb	0.3

ZZ, ZW, WW $\rightarrow \mu \mu + X$

Mass interval	> 1 TeV
$\sigma \cdot BR$ fb	0.3

Model	$\sigma^{LO} \cdot Br$, fb (PYTHIA)		
	1 TeV	3 TeV	5 TeV
Z_{SSM}	480	1.9	0.034
Z_ψ	130	0.5	0.009
Z_η	150	0.6	0.011
Z_χ	280	1.0	0.014
Z_{LRM}	310	1.2	0.020
Z_{ALRM}	580	2.6	0.051





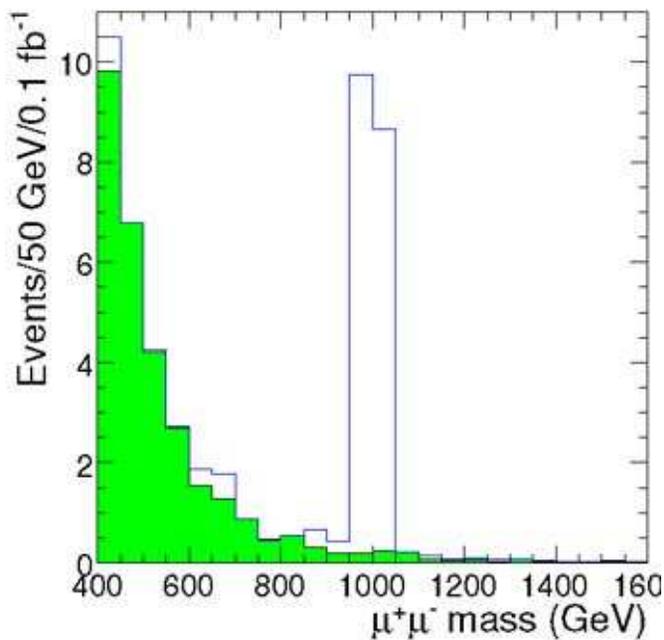
Effetti disallineamento $Z' \rightarrow \mu^+ \mu^-$



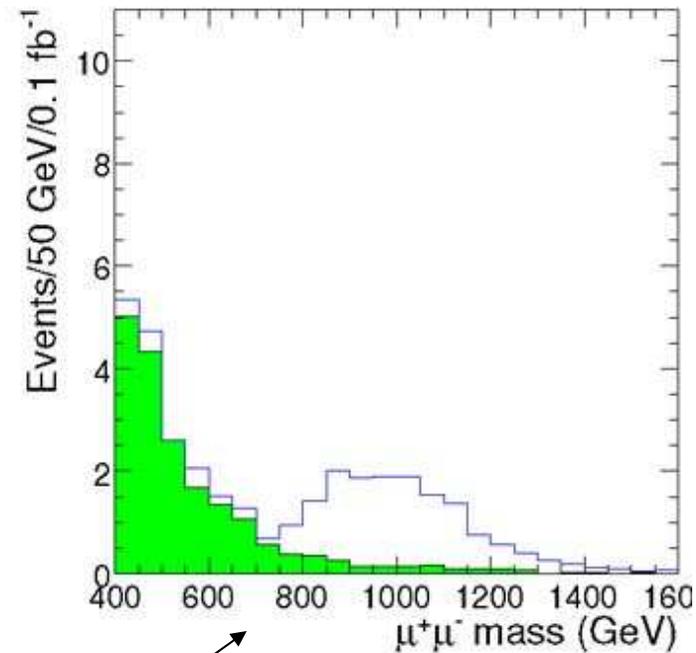
Esempio di spettro $Z\eta$ con $M_{Z'} = 1$ TeV con luminosita' integrata di 0.1 fb^{-1}

PTDR V2 - CMS NOTE 2006/062

Allineamento ideale



First data scenario



Risoluzione massa: $\sim 10\%$

4%

$M_{Z'} = 1 \text{ TeV}$

“first data”

$M_{Z'} = 3 \text{ TeV}$

“long term”

Padova 2 Luglio 2009

Ezio Torassa

Dottorato in Fisica XXIV Ciclo



Effetti disallineamento $Z' \rightarrow \mu^+ \mu^-$



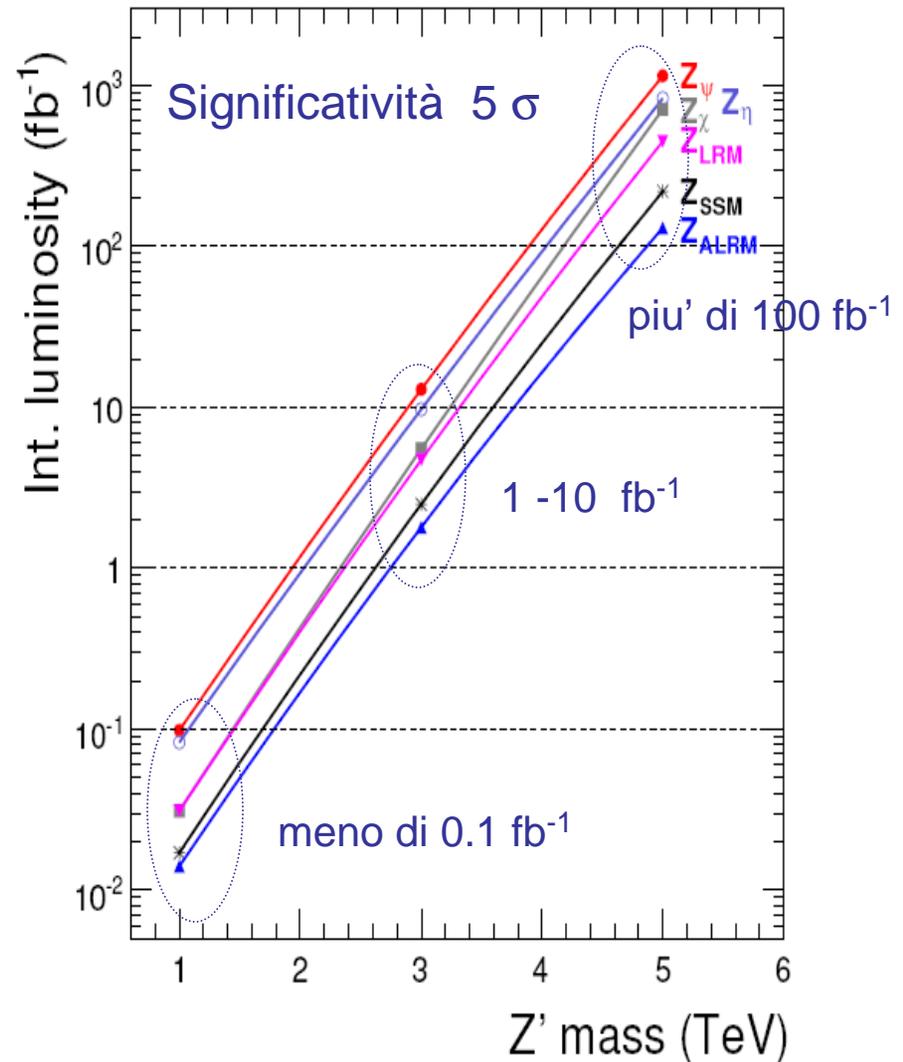
- **significativita'**

$$S_{\mathcal{L}} = \sqrt{2 \ln(\mathcal{L}_{s+b} / \mathcal{L}_b)}$$

First data scenario

Long term scenario

Mass	1 TeV/c ²	3 TeV/c ²	5 TeV/c ²
$\int \mathcal{L} dt$	0.1 fb ⁻¹	10 fb ⁻¹	300 fb ⁻¹
Z_{SSM}	12.4 ± 0.2	10.1 ± 0.2	5.8 ± 0.1
Z_{ψ}	5.1 ± 0.2	4.4 ± 0.1	2.4 ± 0.2
Z_{η}	5.5 ± 0.2	5.1 ± 0.1	2.9 ± 0.1
Z_{χ}	9.1 ± 0.2	6.7 ± 0.2	3.2 ± 0.1
Z_{LRM}	9.0 ± 0.2	7.4 ± 0.2	4.1 ± 0.1
Z_{ALRM}	13.3 ± 0.3	11.8 ± 0.2	7.7 ± 0.2

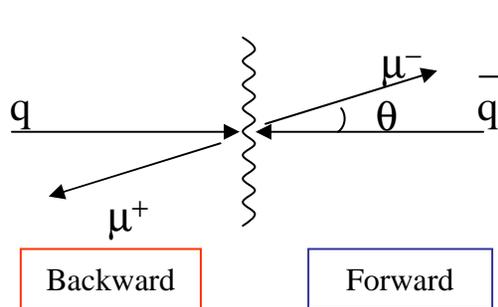




Distinzione tra diversi modelli: A_{FB}



- Asimmetria forward backward



$$\frac{d\sigma_{f\bar{f}}}{d\Omega} \propto \frac{1}{2} (1 + \cos^2 \vartheta^*) + A_{FB} \cos \vartheta^*$$

ϑ^* angolo tra μ^- e quark incidente nel riferimento della coppia di μ

Nelle interazione p-p vi sono elementi di incertezza:

- 1) da quale protone e' derivato il quark e da quale l'antiquark ?
- 2) nel riferimento della Z' i due protoni non risultano piu' collineari, l'angolo ϑ^* non e' determinabile in modo preciso.

Si assume che:

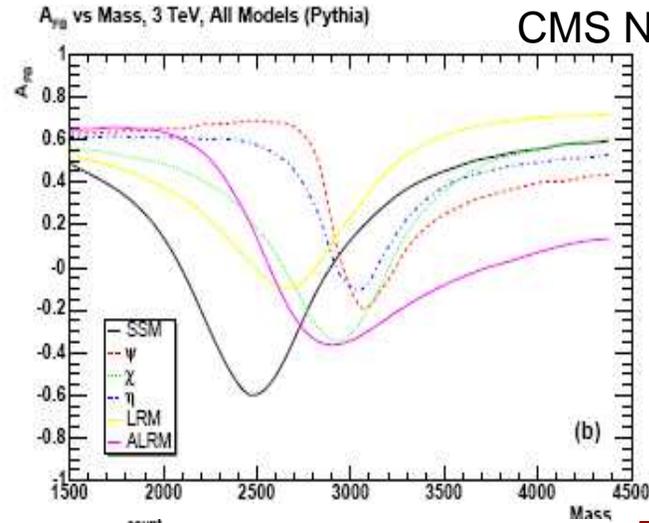
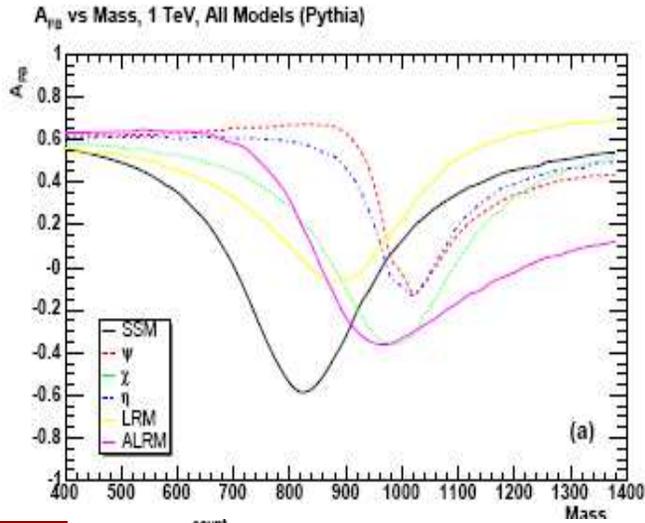
- 1) la direzione sull'asse z della Z' determini la direzione del quark, dunque il segno di ϑ^* . La frazione dei casi in cui l'ipotesi non e' corretta produce una **diluizione dell'asimmetria**
- 2) l'angolo sia in approssimazione quello tra i leptoni ed il piano dei protoni nel riferimento della Z' (Collin-Soper frame).



Distinzione tra diversi modelli: A_{FB}

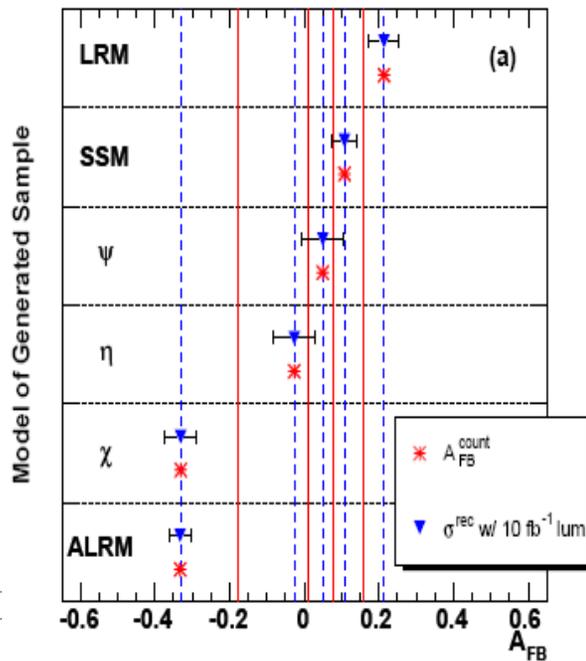


CMS NOTE 2005/022

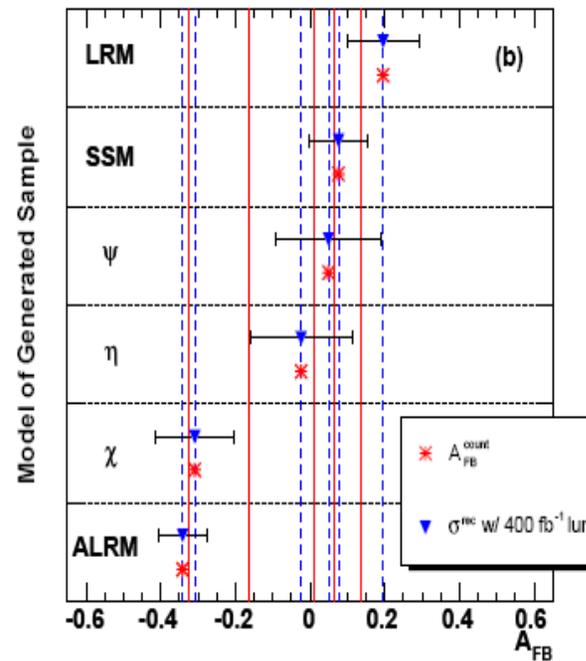


$M_{Z'} = 1 \text{ TeV}$
 $L = 10 \text{ fb}^{-1}$

On-peak A_{FB}^{count} and σ^{rec} for All 1 TeV Models



On-peak A_{FB}^{count} and σ^{rec} for All 3 TeV Models



$M_{Z'} = 3 \text{ TeV}$
 $L = 400 \text{ fb}^{-1}$



Distinzione tra diversi modelli: A_{FB}



Tabelle di significatività per confronto tra coppie di Z'

$$M_{Z'} = 1 \text{ TeV}$$
$$L = 10 \text{ fb}^{-1}$$

Model	Z_{ALRM}	Z_χ	Z_η	Z_ψ	Z_{SSM}	Z_{LRM}
Z_{ALRM}	–	0.0	5.3	6.6	7.6	9.4
Z_χ	0.0	–	3.7	4.6	5.3	6.6
Z_η	2.7	2.6	–	0.7	1.2	2.1
Z_ψ	3.3	3.3	0.7	–	0.5	1.4
Z_{SSM}	6.8	6.8	2.1	0.9	–	1.6
Z_{LRM}	6.8	6.8	3.0	2.1	1.3	–

$$M_{Z'} = 3 \text{ TeV}$$
$$L = 400 \text{ fb}^{-1}$$

Model	Z_{ALRM}	Z_χ	Z_η	Z_ψ	Z_{SSM}	Z_{LRM}
Z_{ALRM}	–	0.3	2.5	3.0	3.2	4.2
Z_χ	0.2	–	1.4	1.7	1.8	2.4
Z_η	1.2	1.0	–	0.3	0.4	0.8
Z_ψ	1.4	1.3	0.3	–	0.1	0.5
Z_{SSM}	2.7	2.5	0.6	0.2	–	0.8
Z_{LRM}	2.8	2.6	1.1	0.8	0.6	–



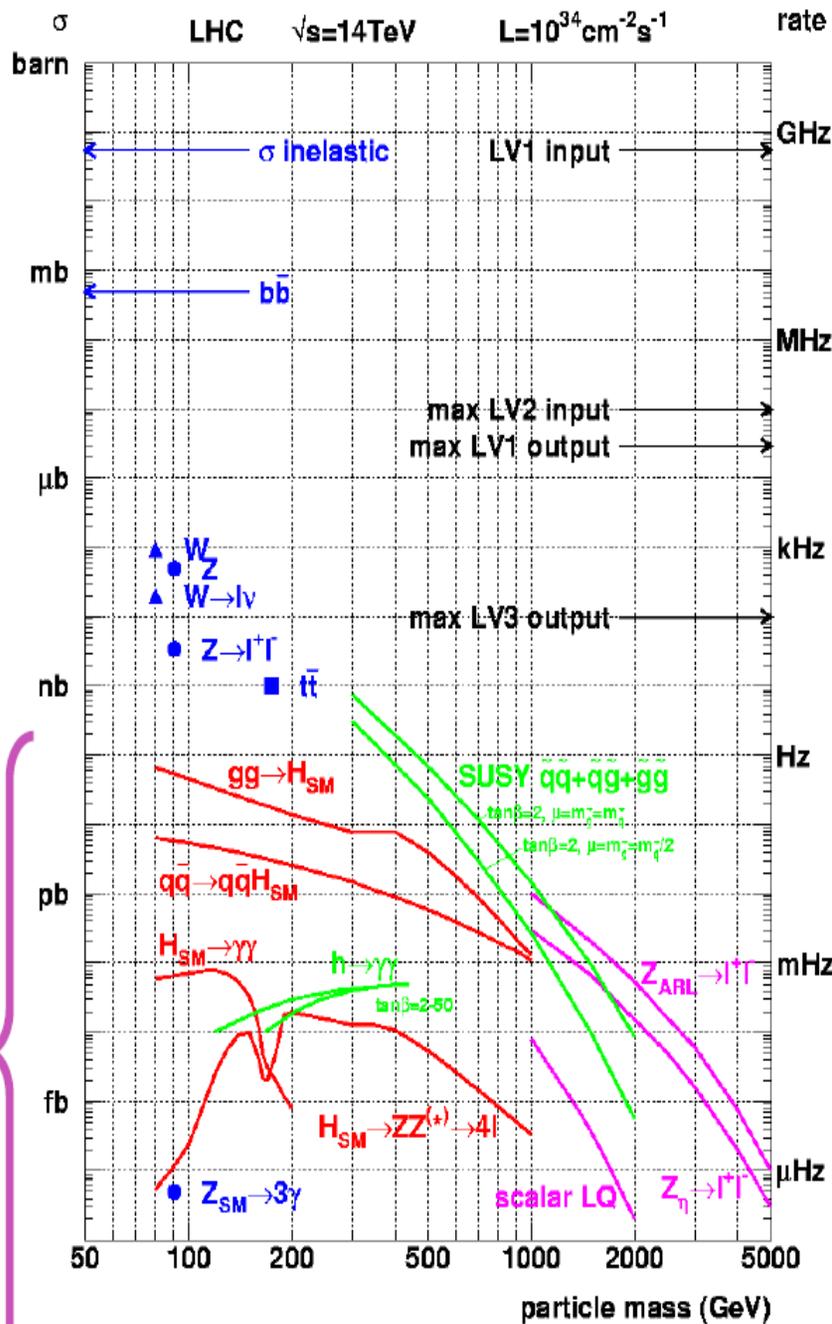
SUSY (MSSM)



Spin-0	Spin- $\frac{1}{2}$	Spin-1	Colore	Q	B	L
\tilde{u}_1, \tilde{u}_2 \tilde{d}_1, \tilde{d}_2 $\tilde{\nu}$ \tilde{e}_1, \tilde{e}_2	u d ν e		3 3 1 1	$+\frac{2}{3}$ $-\frac{1}{3}$ 0 -1	$\frac{1}{3}$ $\frac{1}{3}$ 0 0	0 0 1 1
H^- h, H, A	g $\tilde{\chi}_1^-, \tilde{\chi}_2^-$ $\tilde{\chi}_1^0, \tilde{\chi}_2^0, \tilde{\chi}_3^0, \tilde{\chi}_4^0$	g W^- Z^0, γ	8 1 1	0 -1 0	0 0 0	0 0 0

Contenuto di particelle del MSSM: autostati di massa. (Non sono incluse la seconda e terza generazione di fermioni e gli autostati di antiparticella.)

New Physics



I partner supersimmetrici di quark e gluoni, dato che hanno carica di colore, sono le particelle SUSY prodotte con maggior abbondanza a LHC

$$\begin{aligned} \tilde{q}\tilde{q} &\rightarrow q\tilde{\chi} \bar{q}\tilde{\chi} \\ \tilde{q}\tilde{g} &\rightarrow q\tilde{\chi} q\bar{q}\tilde{\chi} \\ \tilde{g}\tilde{g} &\rightarrow q\bar{q}\tilde{\chi} q\bar{q}\tilde{\chi} \end{aligned}$$

at least two high E_T jets
 at least three high E_T jets
 at least four high E_T jets



2 jets



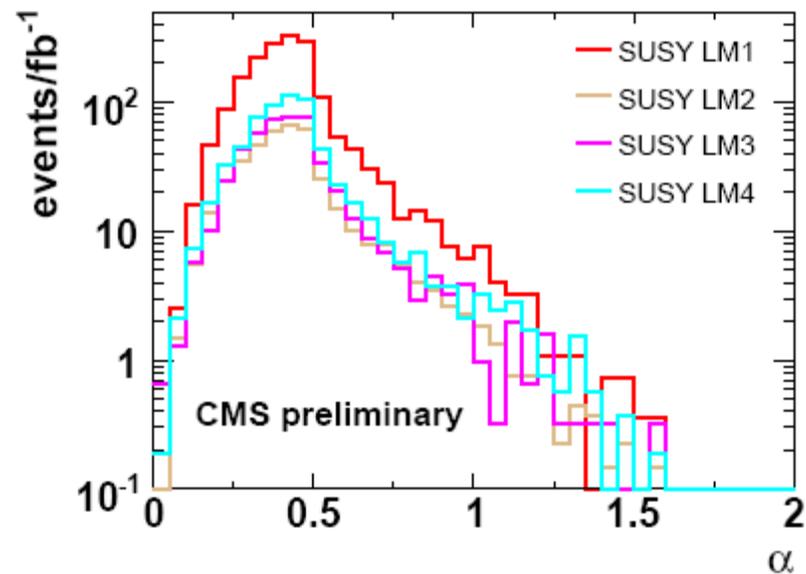
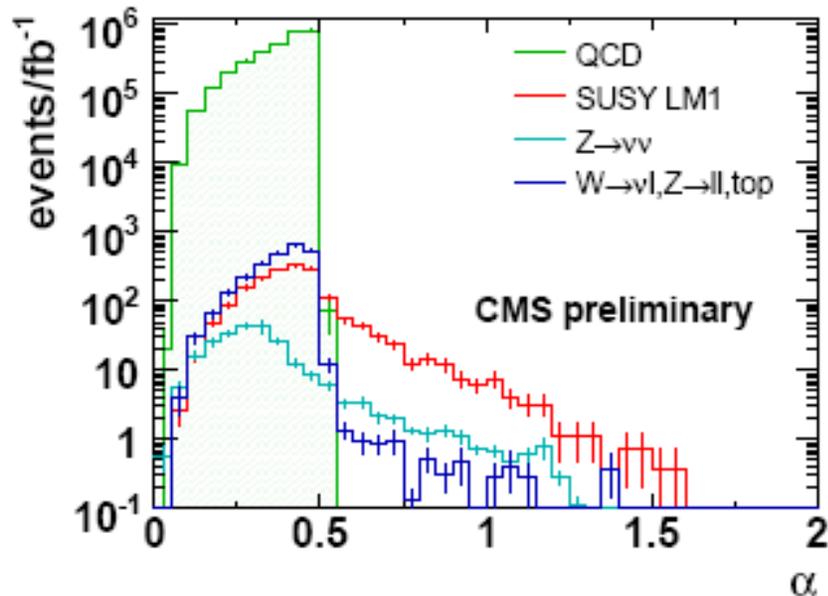
CMS PAS SUS-08-005

Selezione:

- $p_T^{j1} > 50 \text{ GeV}, p_T^{j2} > 50 \text{ GeV}$ \Rightarrow Energia minima dei 2 jet
- $F_{em}^{j1} < 0.9, F_{em}^{j2} < 0.9$
- $|\eta_{j1}| < 2.5$
- $p_T^{j3} < 50 \text{ GeV}$ \Rightarrow Veto terzo jet
- $\Delta\phi(j_i, \text{MHT}) < 0.3 \text{ rad } (i=1,2,3)$ \Rightarrow Angolo tra jet e MET (contro Ejet mal valutata)
- $p_T^{\ell} < 10 \text{ GeV}, p_T^H < 10 \text{ GeV}$ \Rightarrow Veto leptoni



$$\alpha = E_T^{j2} / M_{inv}^{j1,j2}$$

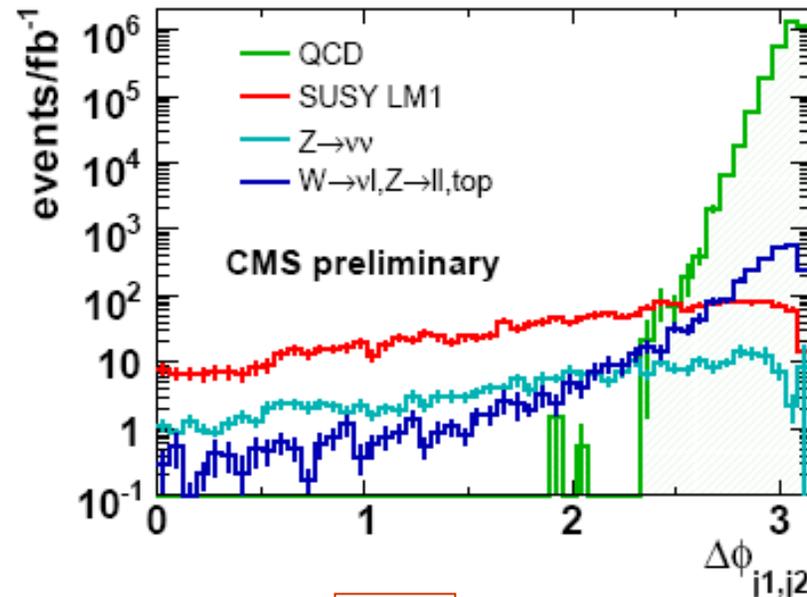


Il segnale viene studiato per diversi punti di riferimento LM1-LM2- ecc..
 che definiscono diversi valori di massa delle particelle più leggere

Sample	m_0 (GeV)	$m_{1/2}$ (GeV)	A_0	$\tan \beta$	$\text{sign}(\mu)$	σ NLO (pb)	(LO) (pb)	lightest \tilde{q} (GeV)	χ_1^0 (GeV)
LM1	60	250	0	10	+	54.86	(43.28)	410 (\tilde{t}_1)	97
LM2	185	350	0	35	+	9.41	(7.27)	582 (\tilde{t}_1)	141
LM3	330	240	0	20	+	45.47	(34.20)	446 (\tilde{t}_1)	94
LM4	210	285	0	10	+	25.11	(19.43)	483 (\tilde{t}_1)	112



$\Delta\phi_{j1,j2}$



Selection cut	QCD	$t\bar{t}, W, Z$	$Z \rightarrow \nu\bar{\nu}$	LM1
Trigger	1.1×10^8	147892	1807	25772
Preselection	3.4×10^7	9820	878	2408
HT > 500 GeV	3.2×10^6	2404	243	1784
$\alpha > 0.55$	0	7.2	19.7	227.6
$\alpha_T > 0.55$	0	19.9	58.2	439.6
$\Delta\phi_{j1,j2} < 2\pi/3$	0	18.7	57.2	432.4

Segnale e fondo attesi a fine selezione per una luminosità integrata di 1 fb^{-1}

Sample	Events	$\tilde{q}\tilde{q}$ (invisible)	$\tilde{q}\tilde{q}$ (other)	$\tilde{q}\tilde{g}$	$\tilde{g}\tilde{g}$	other
LM1	432	39%	22%	34%	3%	1%
LM2	132	46%	33%	18%	0%	2%
LM3	138	69%	17%	12%	0%	2%
LM4	195	49%	10%	36%	3%	1%

Per il punto di riferimento LM1 si può evidenziare un segnale MSSM già con le prime collisioni a LHC



Higgs MSSM



Produzione MSSM Higgs neutri

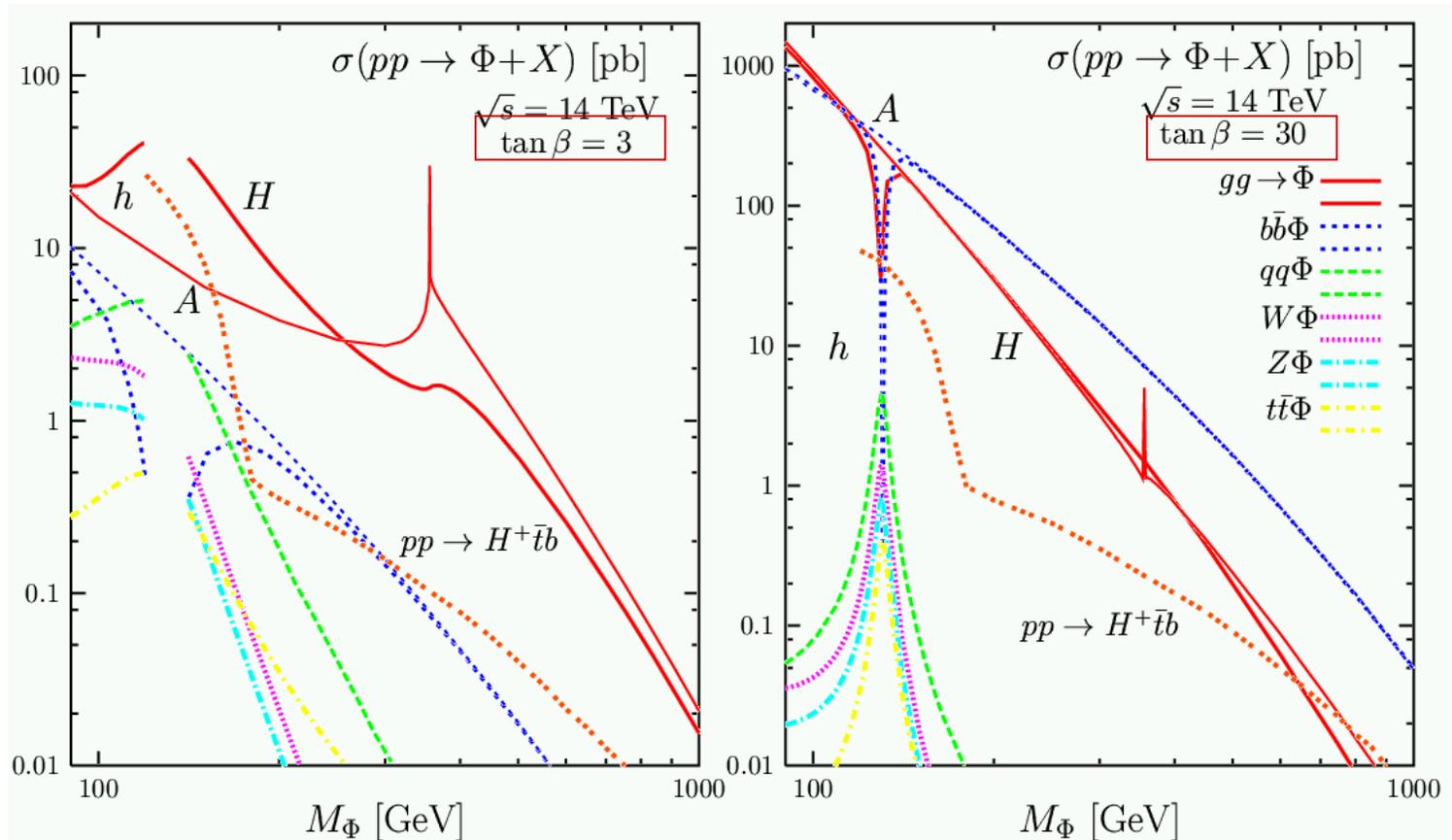
Glucion fusion

$pp \rightarrow gg \rightarrow h, H, A$

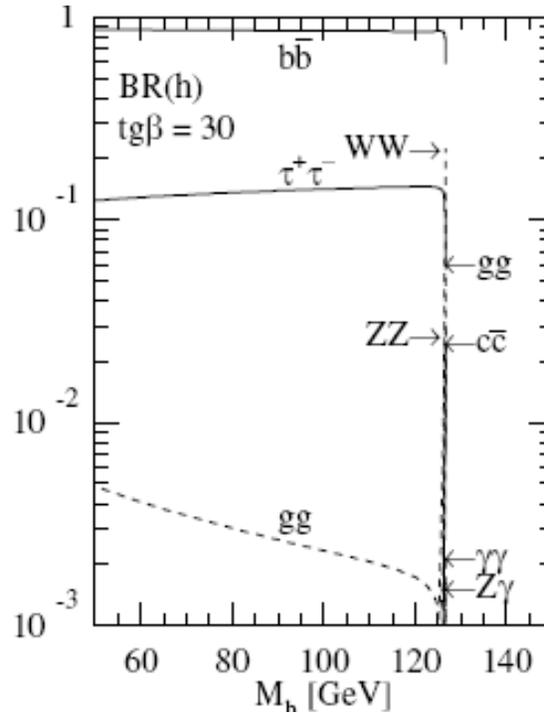
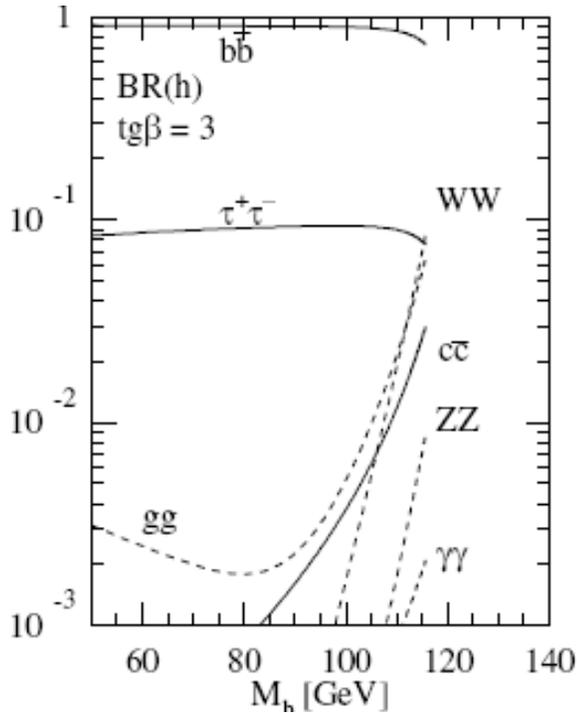
Produzione MSSM Higgs carichi

Prod. ass. con quark pesanti

$pp \rightarrow qq/gg \rightarrow H^\pm + tb$



$X_t = \sqrt{6} M_{SUSY}$ (m_h^{\max} scenario) $M_{SUSY} = 2 \text{ TeV}$

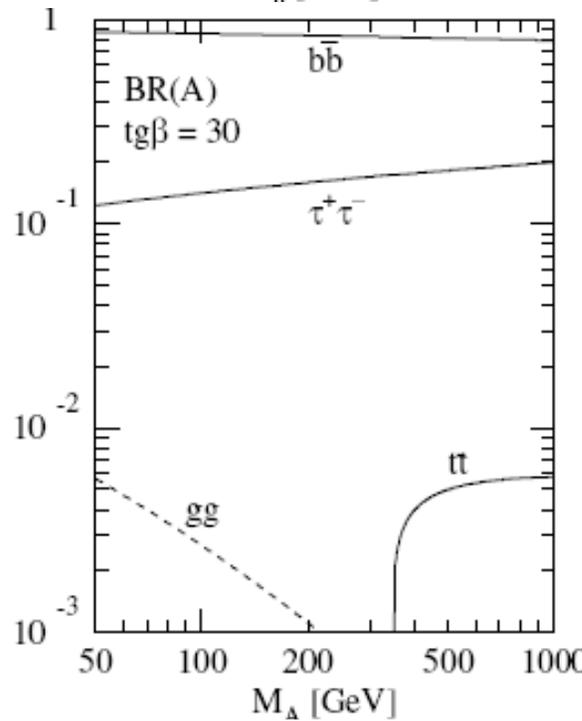
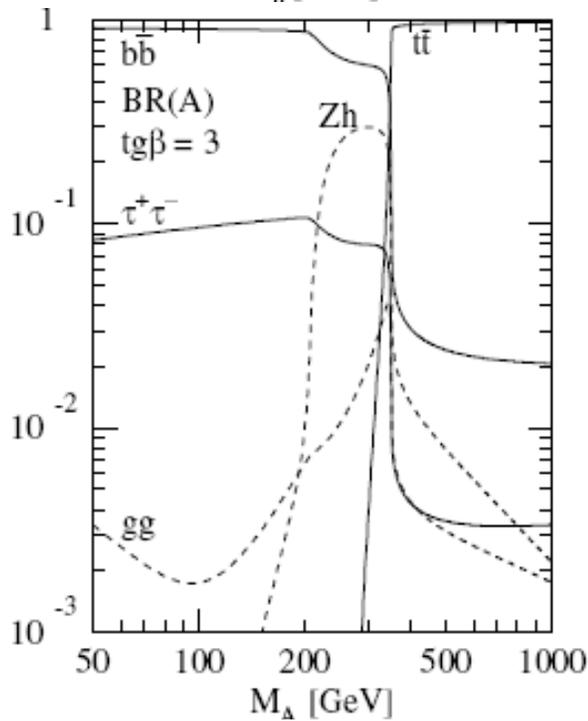


h

L'higgs MSSM neutro decade

nel 90% dei casi in bb

nel 10% dei casi in $\tau^+\tau^-$



A



L'Higgs neutro MSSM ($85 \text{ GeV} < m_h < 130 \text{ GeV}$) presenta dunque le stesse difficoltà dell'Higgs SM a bassa massa ma presenta anche altre opportunità: la produzione associata $bb\phi$ risulta favorita ad alti valori di $\tan\beta$ ed il doppio b-tag aiuta nella selezione del segnale.

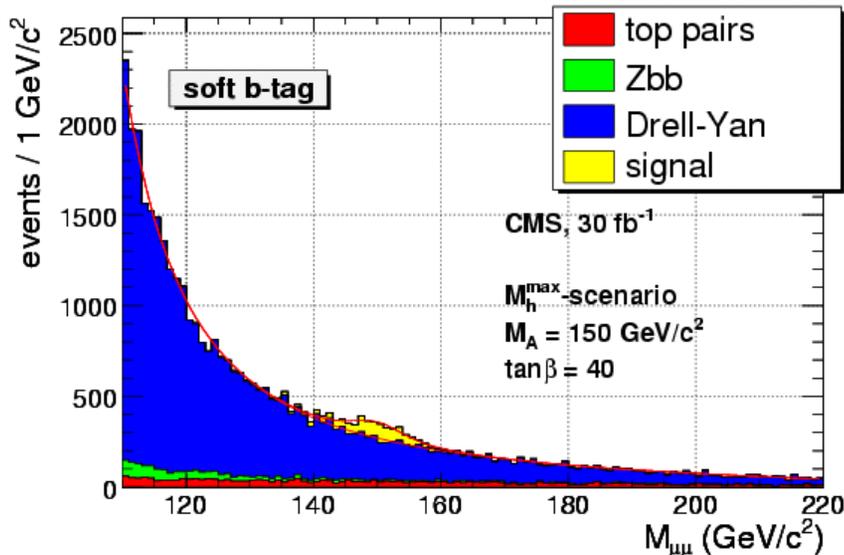
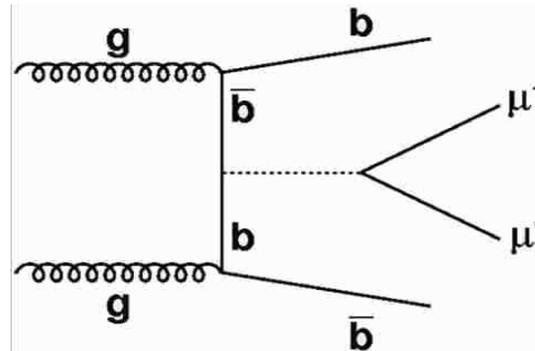
- $\tan\beta > 15$:
 - $bb \text{ H/A} \rightarrow \mu\mu$
 - $bb \text{ H/A} \rightarrow \tau\tau$
 - $bb \text{ H/A} \rightarrow bb$
- $\tan\beta < 15$:
 - $A \rightarrow Zh \rightarrow ll bb$
 - $\text{H/A} \rightarrow \chi^0_2 \chi^0_2 \rightarrow 4l + \text{Miss ET}$



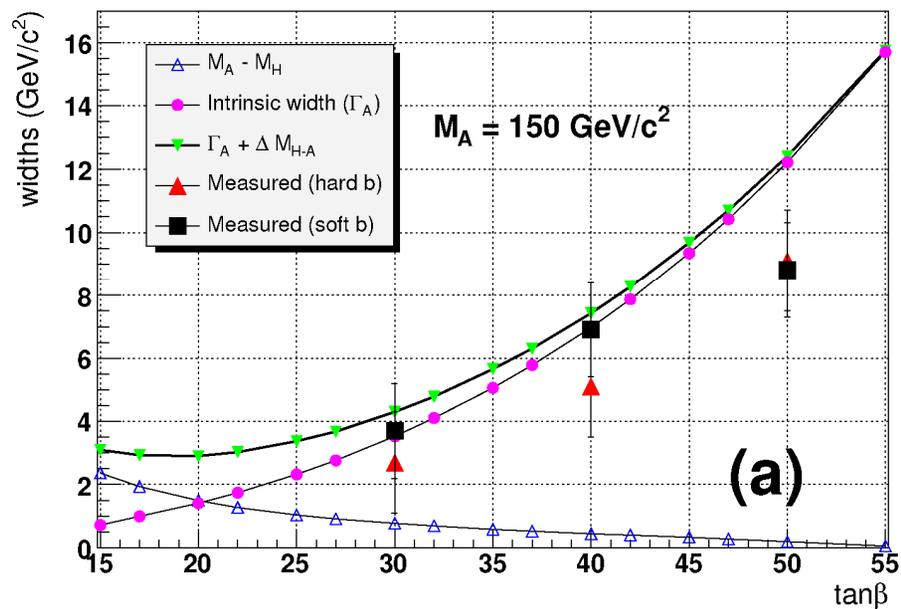
$pp \rightarrow bb\phi, \phi \rightarrow \mu\mu$



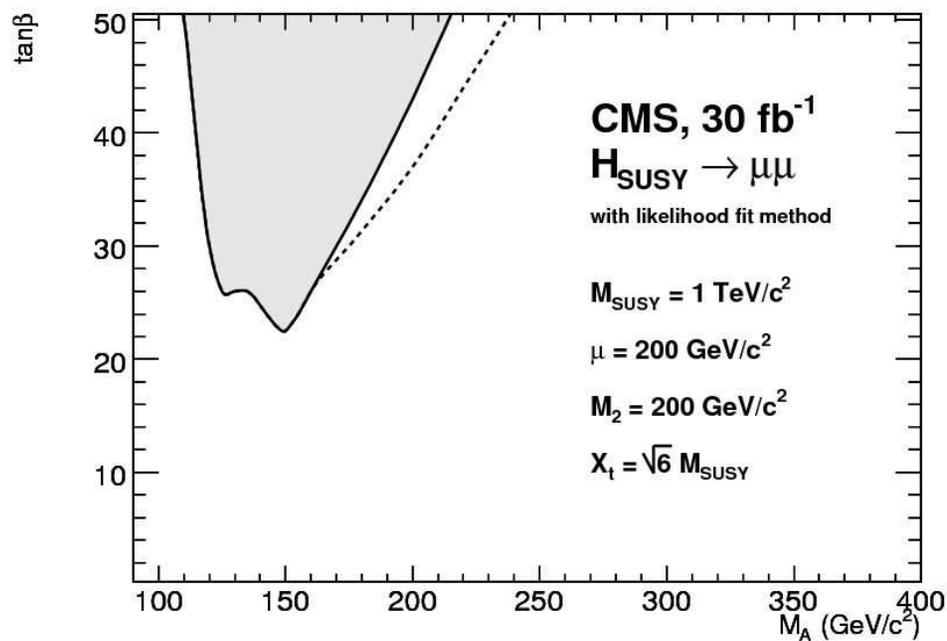
La produzione associata $bb\phi$ ad alti valori di $\tan\beta$ permette di studiare anche canale soppresso come $\phi \rightarrow \mu\mu$ (B.R. $\sim 10^{-4}$)



Masse e larghezze dei bosoni di Higgs possono essere ricostruiti molto precisamente
Il problema principale dell'analisi è l'incertezza delle sezioni d'urto del segnale e del Drell Yan.



La misura della larghezza permette di mettere dei limiti su $\tan\beta$



Area di significatività > 5 nel piano (M_A , $\tan\beta$) per 30 fb^{-1}



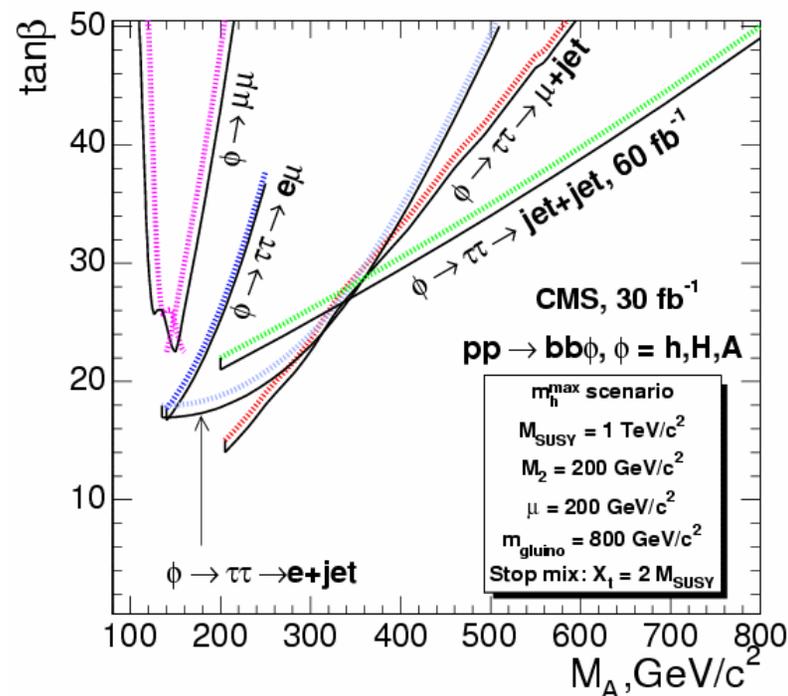
$pp \rightarrow bb\phi, \phi \rightarrow \tau\tau$

$$bb \text{ H/A} \rightarrow \tau\tau \rightarrow e + \mu + X$$

$$bb \text{ H/A} \rightarrow \tau\tau \rightarrow e + \text{jet} + X$$

$$bb \text{ H/A} \rightarrow \tau\tau \rightarrow \mu + \text{jet} + X$$

$$bb \text{ H/A} \rightarrow \tau\tau \rightarrow \text{jet} + \text{jet} + X$$



Area di significatività > 5 nel piano
(M_A , $\tan\beta$) per 30 fb^{-1}

Il canale in $\tau\tau$ permette di accedere
anche alla regione con alti valori di M_A

Accesso ai bassi $\tan\beta$ con $A/H \rightarrow \chi_2^0 \chi_2^0 \rightarrow 4l + E_T^{\text{miss}}$

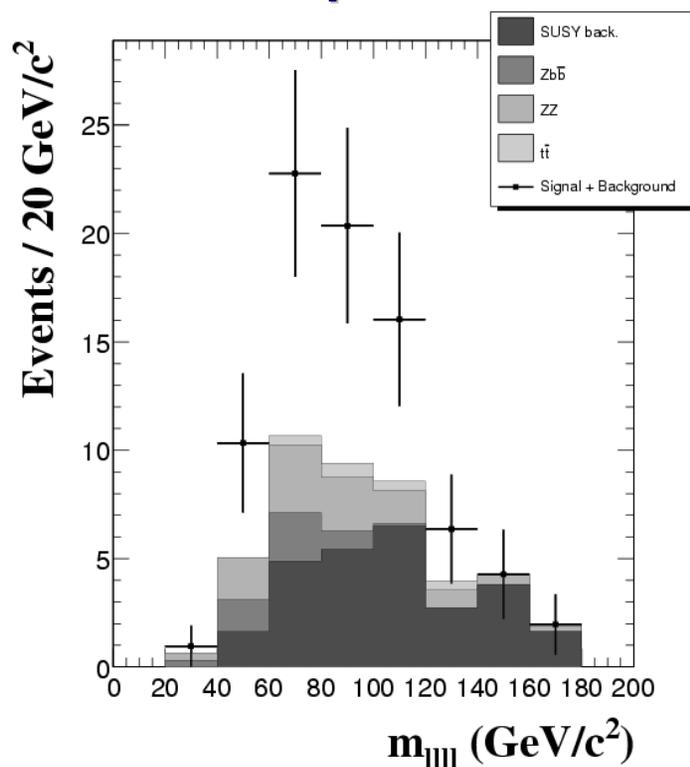
di Fisica Nucleare

$$(\chi_2^0 \rightarrow l^+ l^- \chi_1^0)$$

Si considerano alcuni punti di riferimento

Point	m_0 (GeV)	$m_{1/2}$ (GeV)	A_0 (GeV)	$\tan\beta$	$\text{sign}(\mu)$
A	60	175	0	10	+
B	80	200	0	5	+
C	50	150	0	5	+

Punto C dopo la selezione

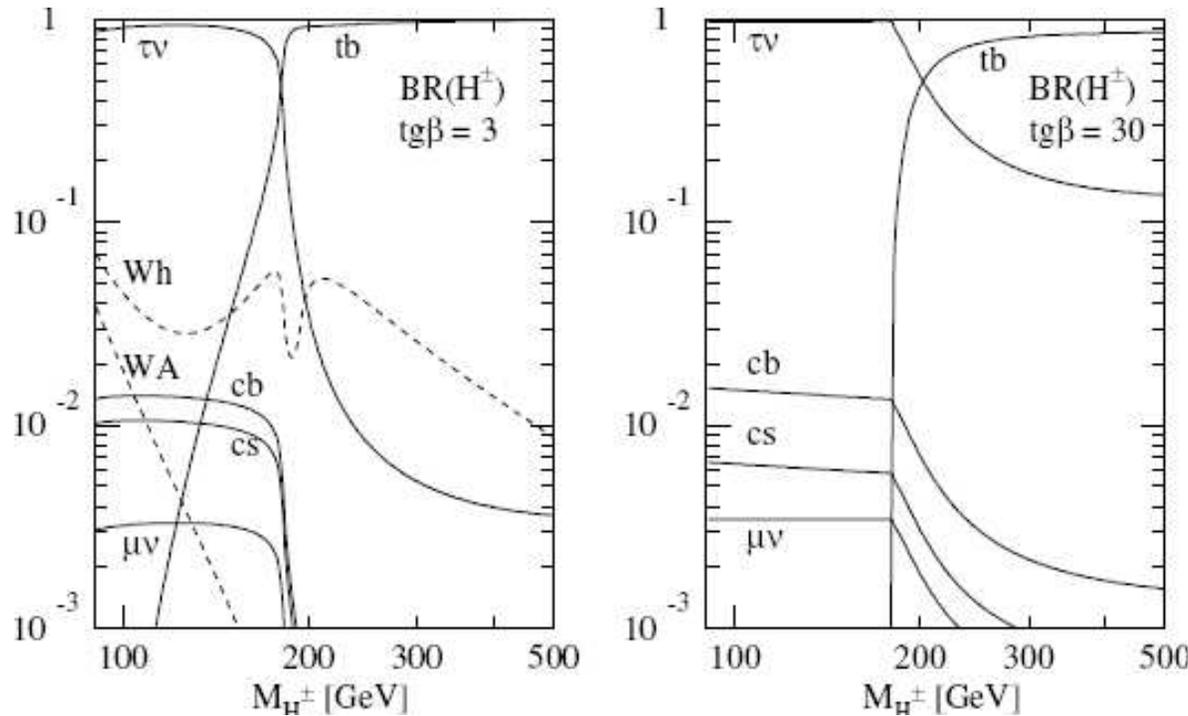


Ha un importante contributo di fondo SUSY dovuto al decadimento in leptoni di squark e gluini

- **Fondo**
 - SUSY, SM: tt , ZZ , Zbb
- **Selezione:**
 - $p_T > 7$ GeV (e) 5 GeV (μ)
 - Isolamento leptoni
 - Jet veto
 - E_T^{miss} e $p_{T4l} < 80$ GeV
 - Z veto

Ezio Torassa

Dottorato in Fisica XXIV Ciclo



H^\pm

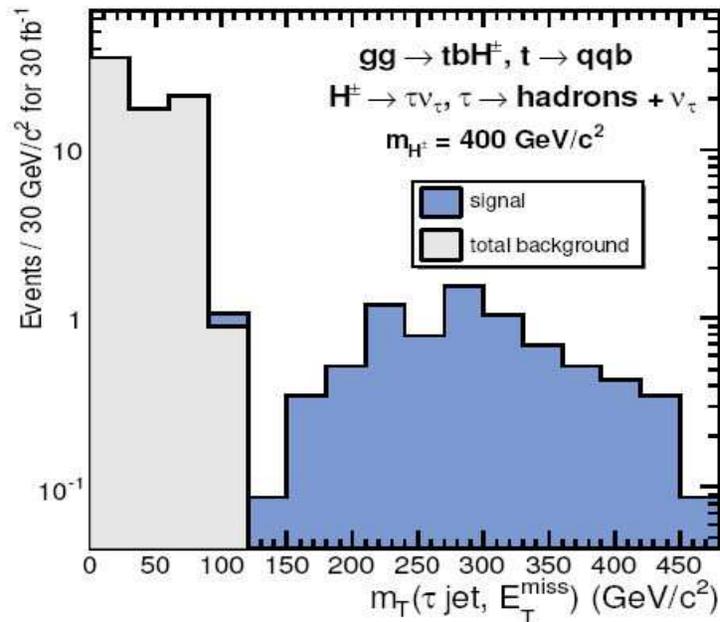
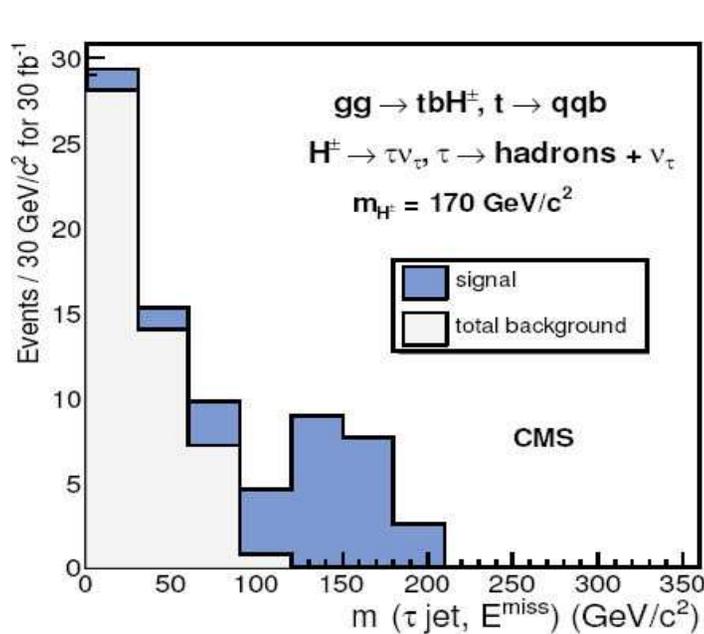
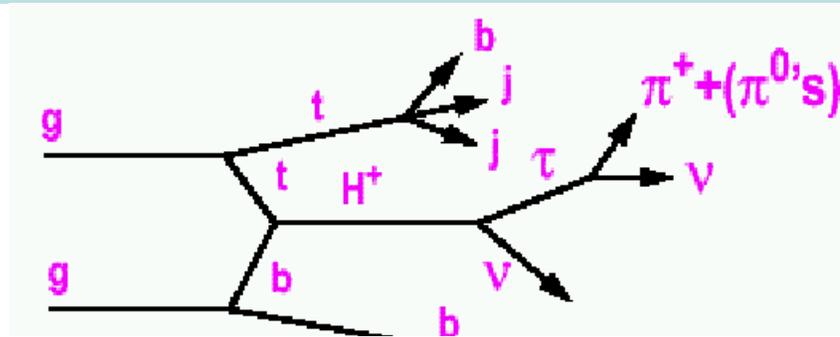
L'higgs MSSM carico decade

in tb ed in $\tau\nu$

con percentuali dipendenti dalla massa e da $\tan\beta$



$pp \rightarrow tbH^\pm, H^\pm \rightarrow \tau\nu$

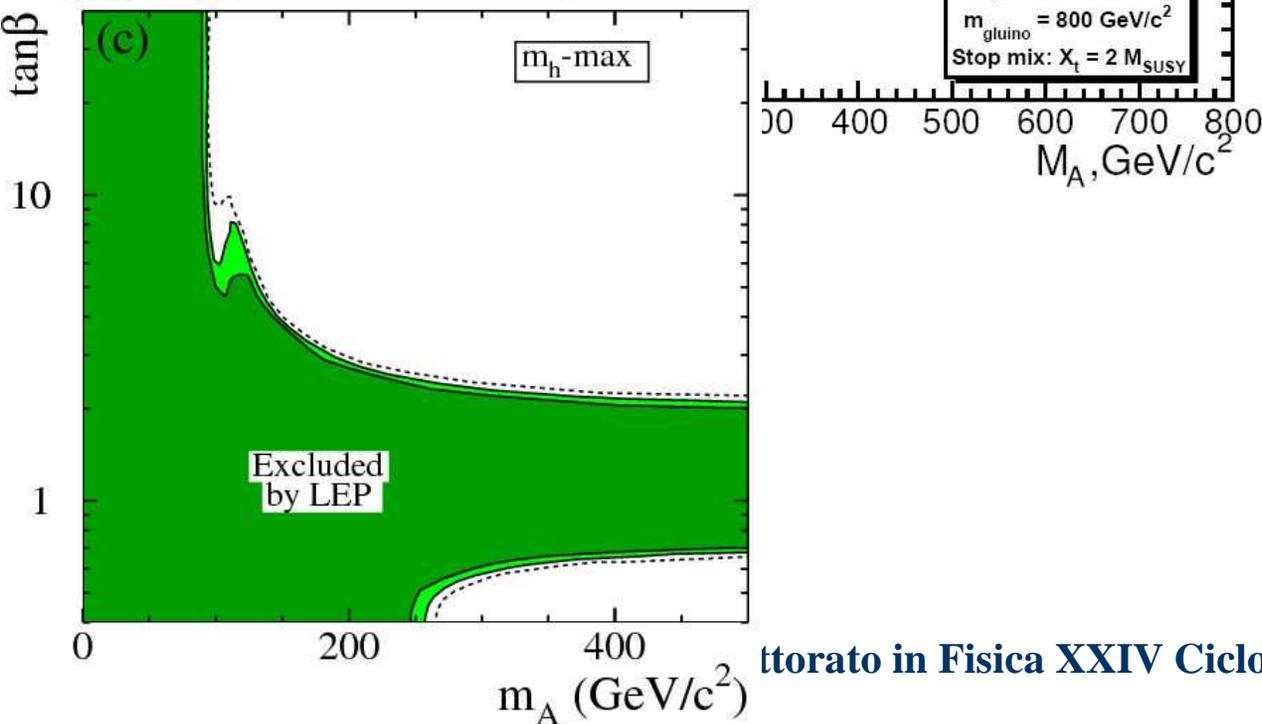
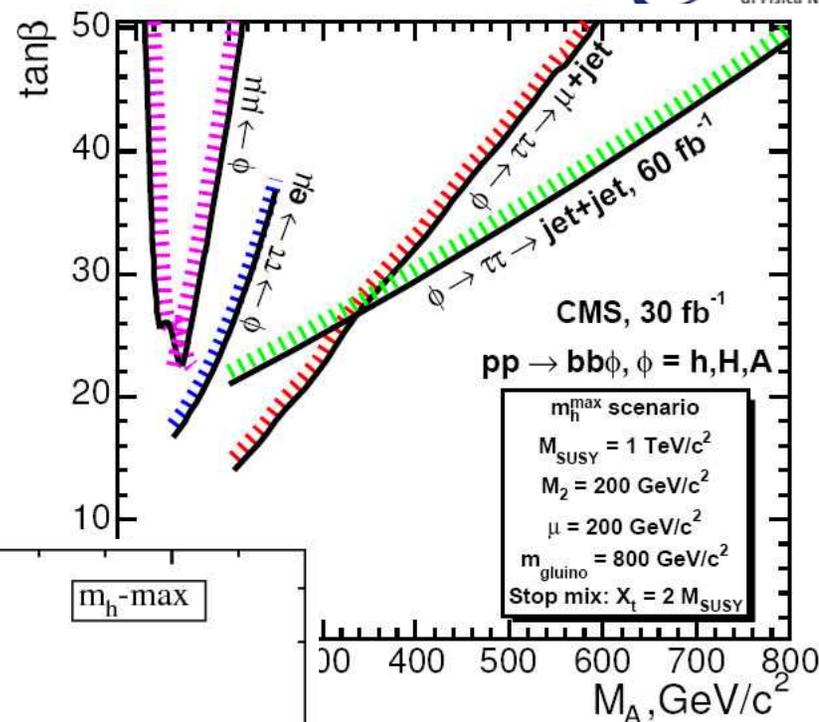
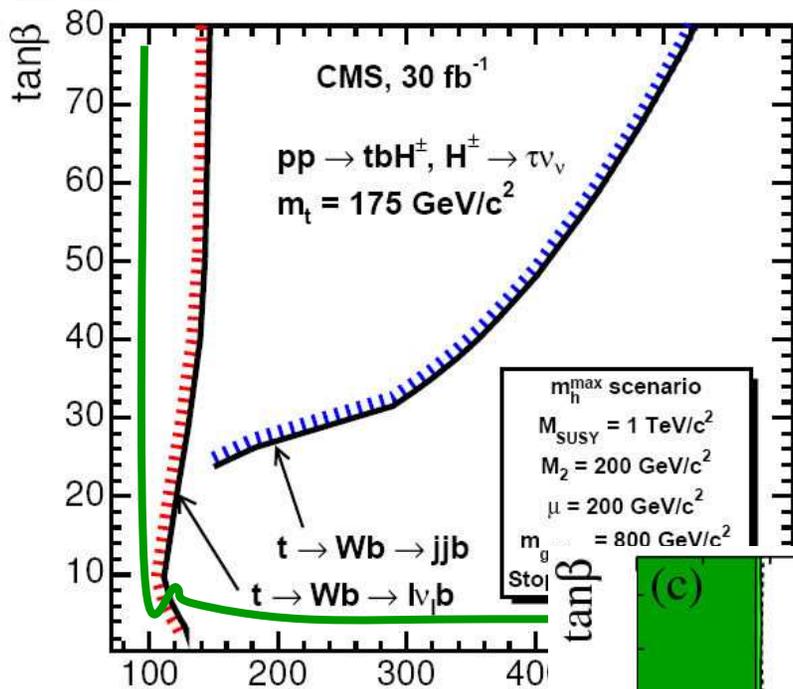


Viene ricostruita la massa trasversa (τ -jet; E_T^{miss}):

$$m_T = \sqrt{\left(2 \times E_T^{\tau \text{jet}} \times E_T^{\text{miss}} \times \left(1 - \Delta\phi(\tau_{\text{jet}}, E_T^{\text{miss}})\right)\right)}$$



Riassunto curve di scoperta





Ricerca di extra bosoni di gauge

Phys.Rev.Lett.102:091805,2009 A Search for high-mass resonances decaying to dimuons at CDF

SUSY

SUSY searches with dijet events CMS PAS SUS-08-005

CMS Physics TDR, Volume II: [CERN-LHCC-2006-021](#), 25 June 2006