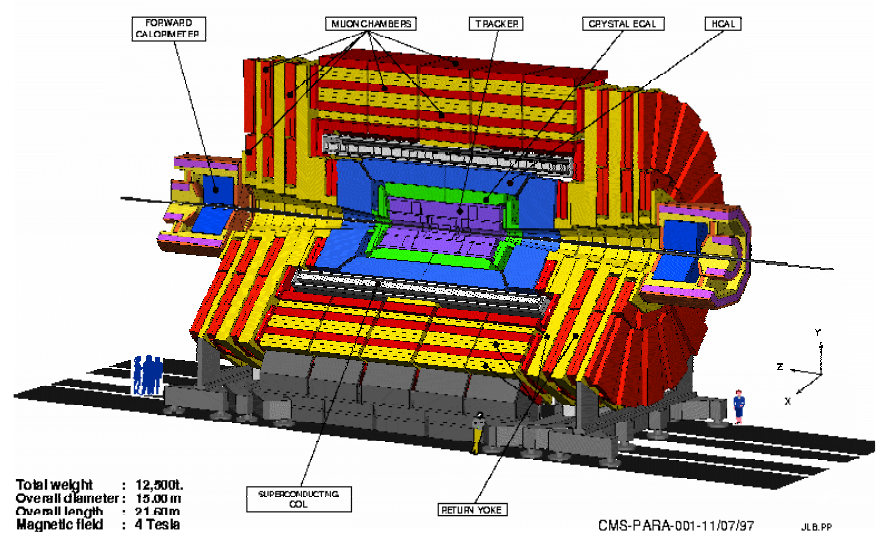
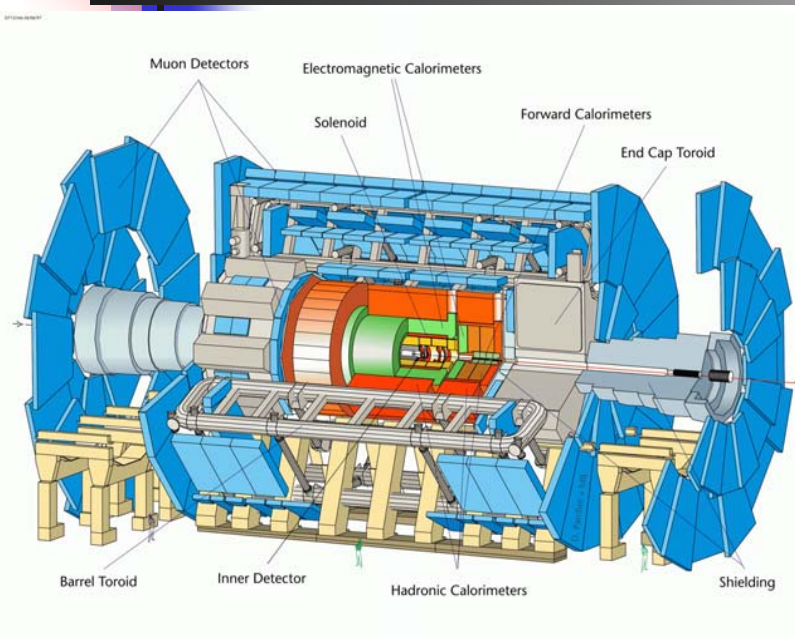


SM e MSSM Higgs ad LHC



Simone Gennai

INFN Sez. di Pisa & Scuola Normale Superiore

Evelin Meoni

Evelin Meoni, Università' della

Calabria

18/10/2004

INFN & Università degli Studi della Calabria

Sommario

Higgs Standard Model

- I limiti sulla massa del SM Higgs
- Processi di produzione e decadimento del SM Higgs ad LHC
- Studio dei canali piu' promettenti per la scoperta del SM Higgs ad LHC

Higgs MSSM

- Processi di produzione e decadimento del MSSM Higgs ad LHC
- Studio dei canali di decadimento principali per MSSM Higgs ad LHC

Problematiche allo start-up

- Gli studi preliminari sui detector fondamentali per la scoperta del Higgs
- L'impatto dello staging dei detector sulla scoperta del Higgs

I limiti della massa del SM Higgs

Il Modello Standard non fa alcuna previsione teorica sulla massa del Higgs

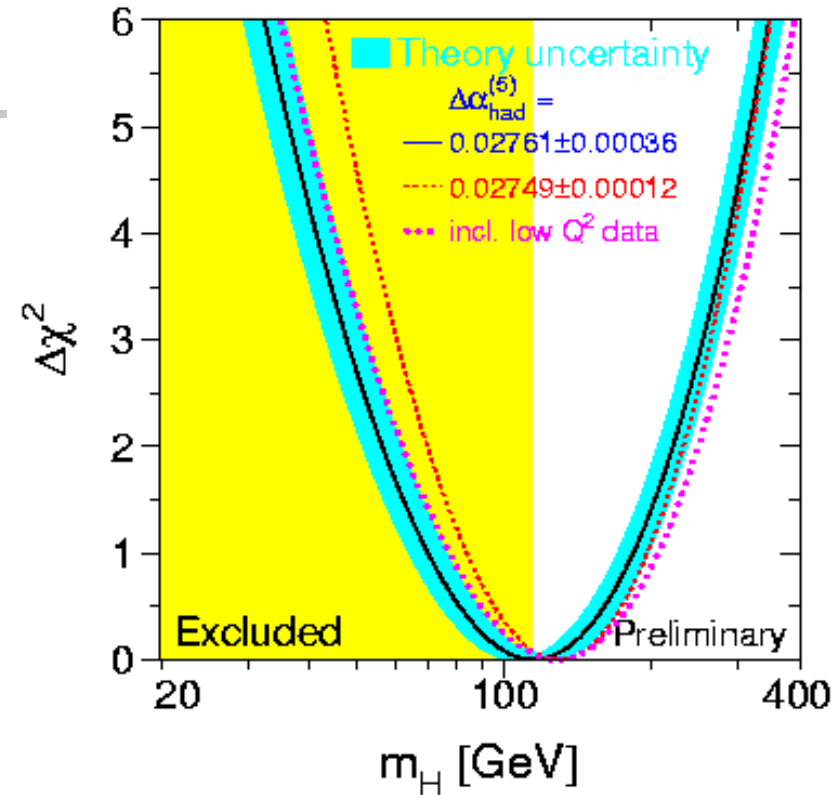
La massa del Higgs non puo' comunque essere >1 TeV (per preservare l'unitarietà)

Da misure sperimentali indirette (misure di precisione sui parametri elettrodeboli a LEP2, Tevatron, SLAC) si ha :

$$M_H < 251 \text{ GeV}/c^2 \text{ (95\% C.L.)}$$

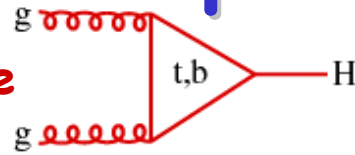
Da ricerche sperimentali dirette (misura combinata degli esperimenti di LEP2) si ha:

$$M_H > 114.4 \text{ GeV}/c^2 \text{ (95\% C.L.)}$$

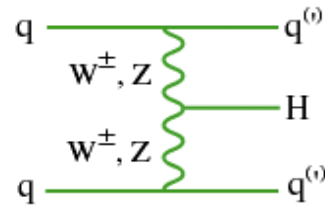


I processi di produzione del SM Higgs

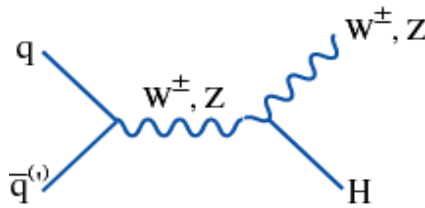
Fusione gluone-gluone



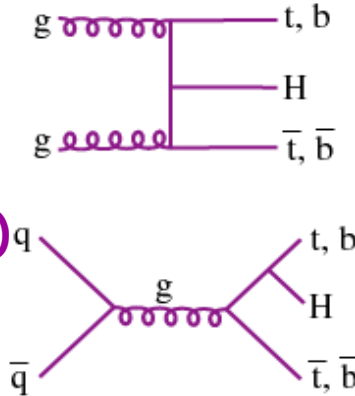
Fusione dei Bosoni Vettori (VBF)



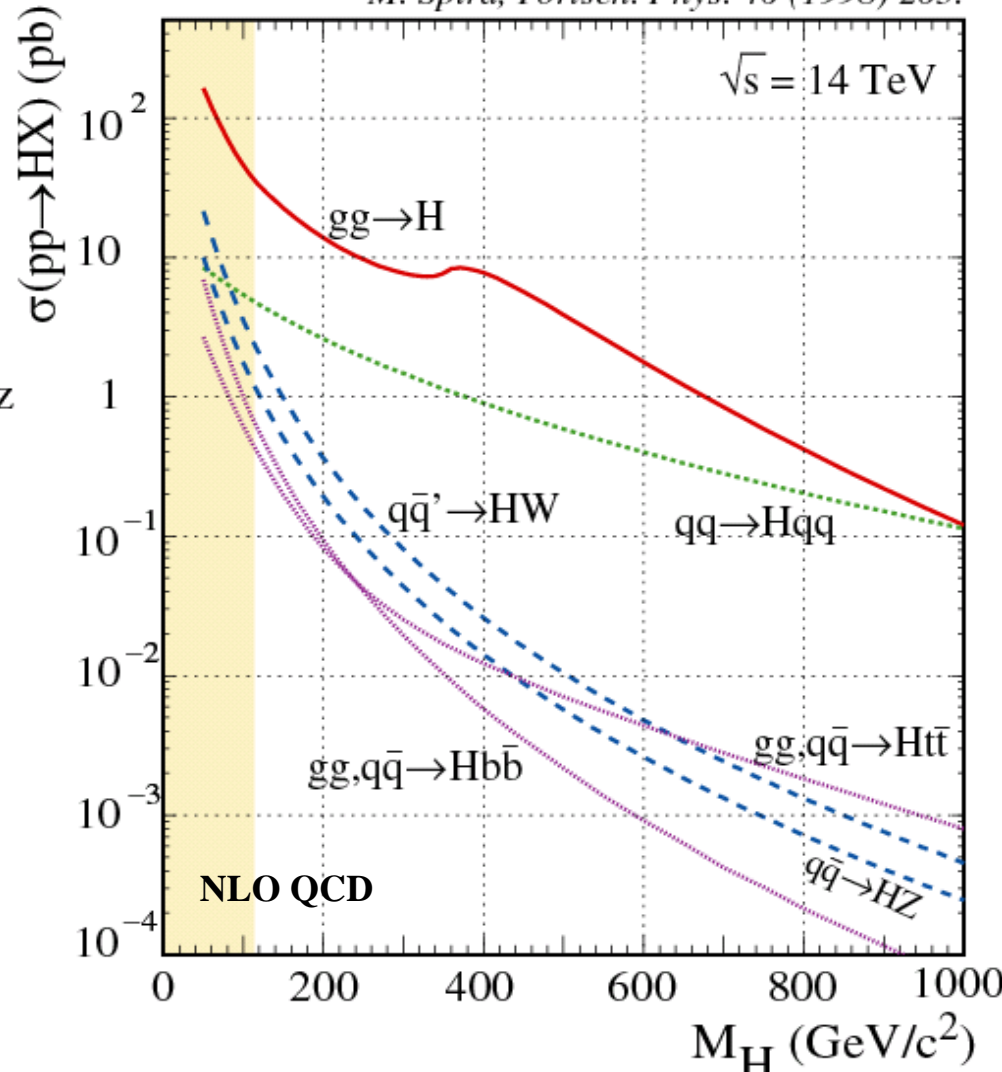
Bremsstrahlung di W / Z



Produzione associata a quark pesanti (t/b)

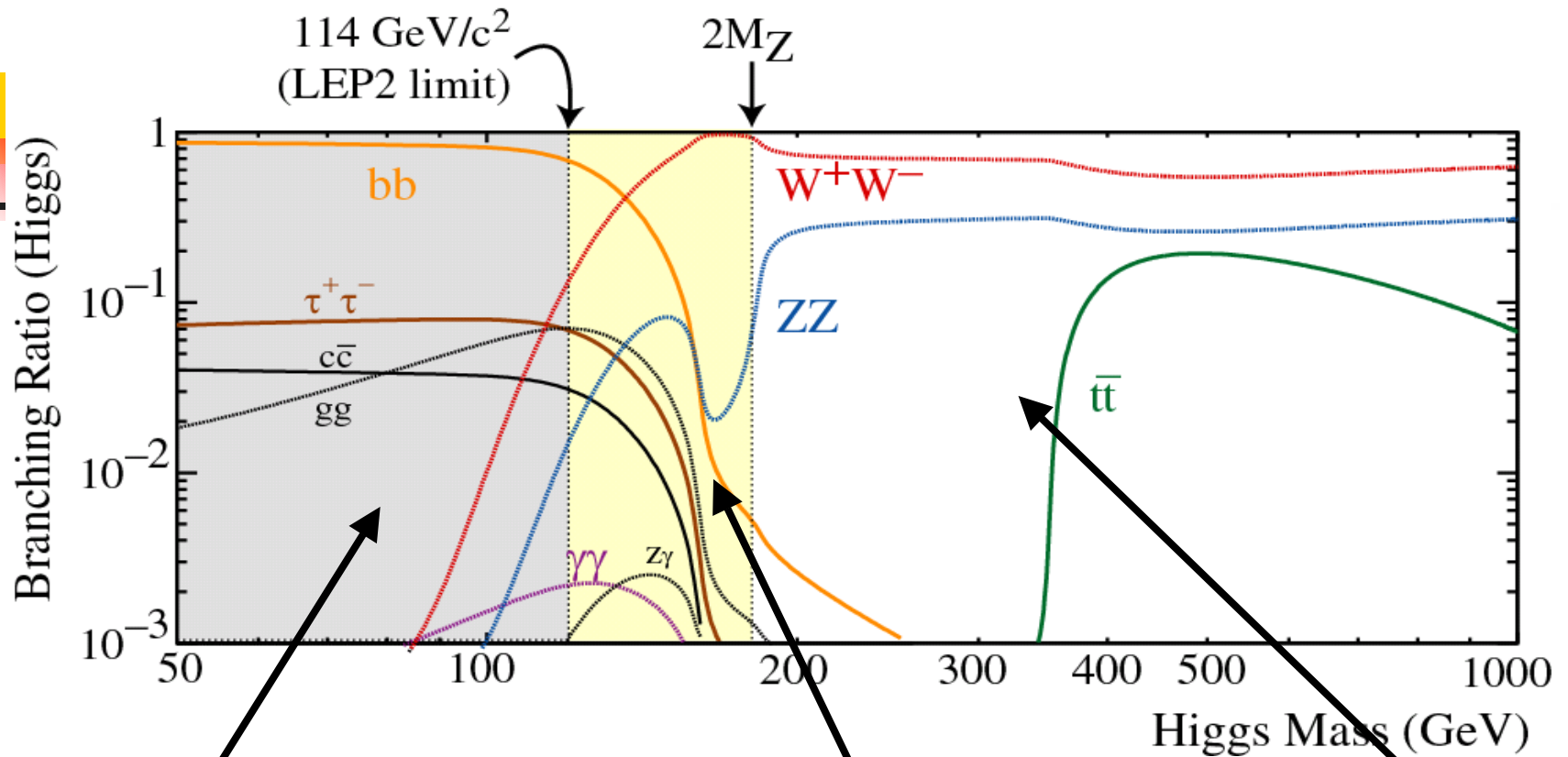


M. Spira, Fortsch. Phys. 46 (1998) 203.



Il processo dominante e' la **fusione g-g**, per $M_H < 2M_Z$ il **processo VBF** costituisce il 20% della sezione d'urto totale

I processi di decadimento del SM Higgs



Range di basse masse ($M_H < 130$ GeV)

$H \rightarrow b\bar{b}$ e $H \rightarrow \gamma\gamma$ (Golden Channel)

Range intermedio
($130 < M_H < 2M_Z$)

$H \rightarrow WW^* \rightarrow l\nu l\nu$
e $H \rightarrow ZZ^* \rightarrow 4 \text{ lep}$

Range di alte masse
($M_H > 2M_Z$)

$H \rightarrow WW \rightarrow l\nu jj$
 $H \rightarrow ZZ \rightarrow 4 \text{ lep}$
(Golden Channel)

I canali piu' promettenti

Canali inclusivi ($gg \rightarrow H$):

$$H \rightarrow \gamma\gamma$$

$$H \rightarrow ZZ(*) \rightarrow 4l, ll\nu\nu$$

$$H \rightarrow WW(*) \rightarrow ll\nu\nu, lvjj$$

Canale esclusivo
(produzione associata):

$$H \rightarrow b\bar{b} \text{ in } ttH, WH$$

Higgs prodotto mediante VBF:

$$qqH \rightarrow \tau\tau \rightarrow lv\nu lv\nu, lv\nu \text{ had-}\tau$$

$$\rightarrow \gamma\gamma$$

$$\rightarrow WW(*) \rightarrow lvlv, lvjj$$

$$\rightarrow ZZ(*) \rightarrow ll\nu\nu, lljj$$

Qualche osservazione ...



I Monte Carlo

Aspetti cruciali: conoscenza delle Funzioni di Distribuzione dei Partoni, trattazione della radiazione di QCD, calcolo accurato delle sezioni d'urto (NLO-NNLO)

La simulazione del detector e i codici di ricostruzione

Sono necessari studi di fisica con la nuova full simulation ed i codici di ricostruzione completa (work in progress!)



I fondi sono : $\gamma\gamma$, γjet , jet-jet

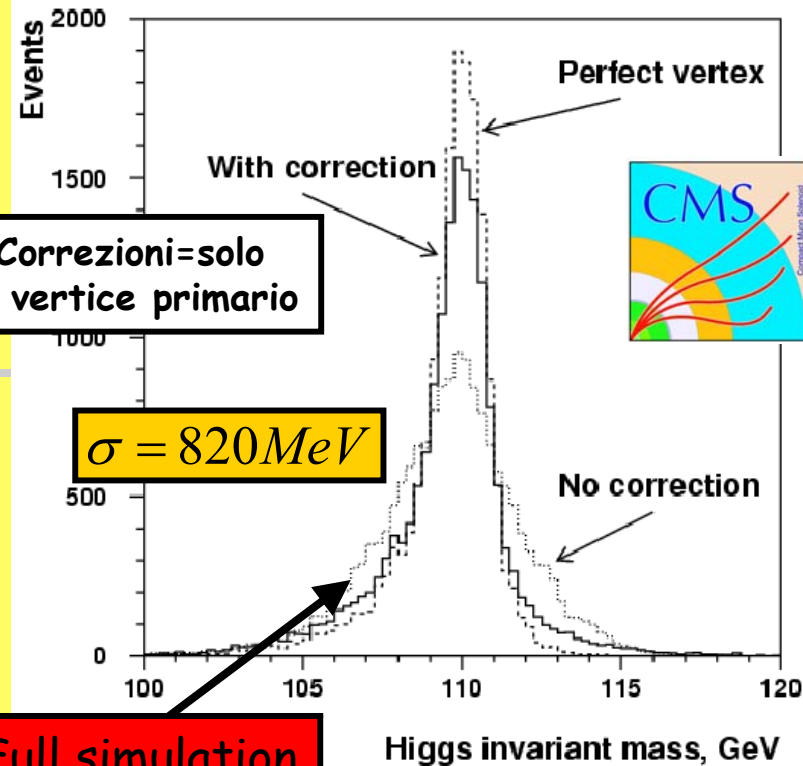
E' necessaria una buona reiezione di fotoni fake

Il **recupero dei fotoni convertiti** e l'**individuazione del vertice primario** migliorano di molto la risoluzione in massa

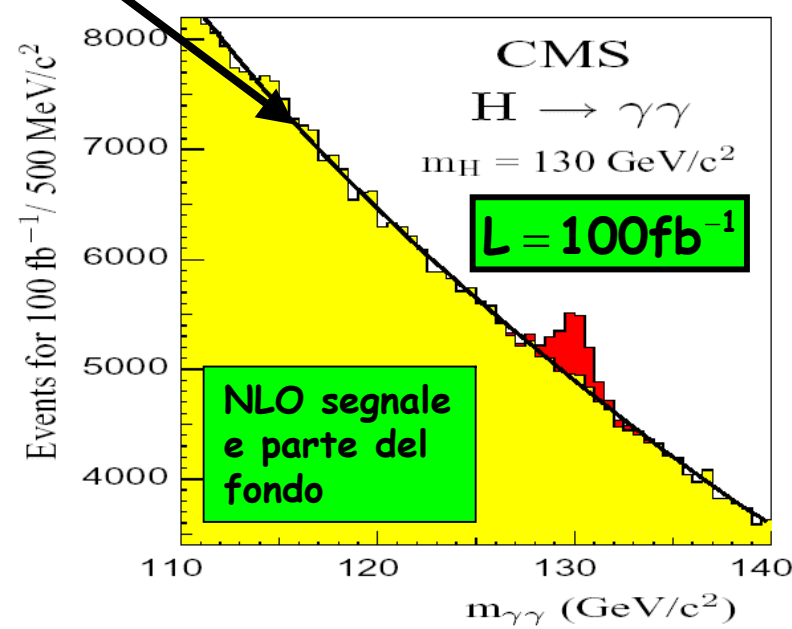
E' il canale che permette la migliore misura della massa dello Higgs. Si puo' ottenere una precisione migliore dell'1% CMS (~1% ATLAS) per masse del bosone tra i 100 e i 150 GeV

E' necessaria una $L \sim 30-40 \text{ fb}^{-1}$ per una significanza di 5σ

L'analisi del canale VBF e la produzione associata con un jet migliora la significanza



Full simulation

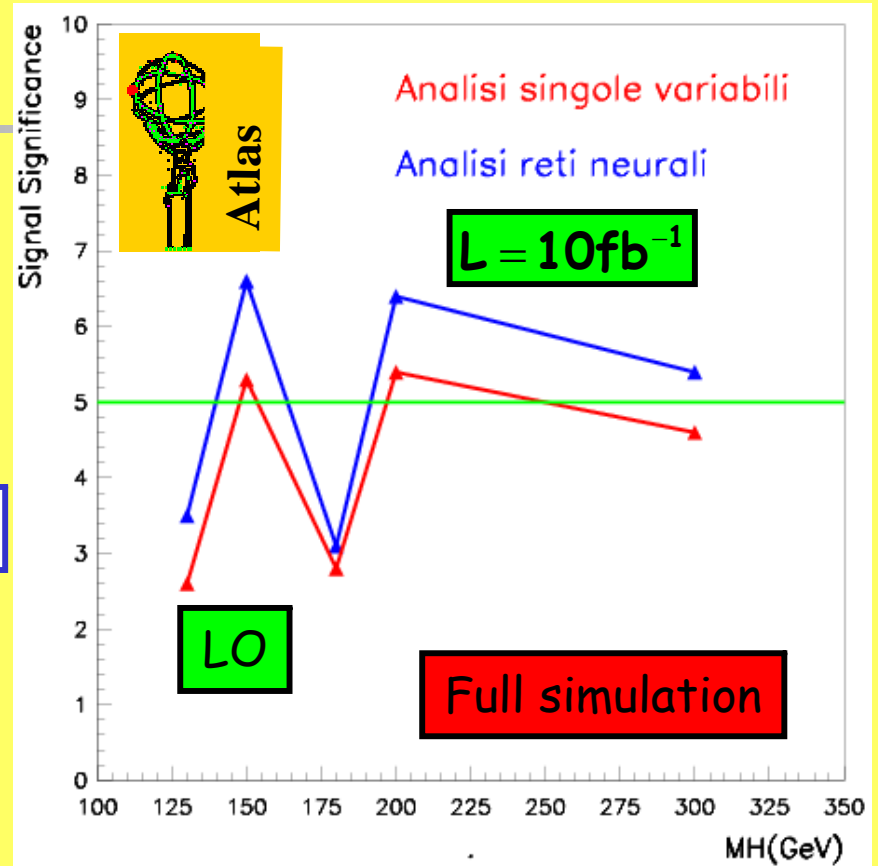


$H \rightarrow ZZ(*) \rightarrow 4l$

I fondi principali sono : $ZZ \rightarrow 4l$, $ZZ \rightarrow \tau\tau ll$, $Zb\bar{b} \rightarrow 4l+X$, $t\bar{t} \rightarrow 4l+X$

Analisi con tagli in cascata su singole variabili (masse delle 2 Z e variabili di isolamento)

Rete neurale con le 2 M_Z e M_H



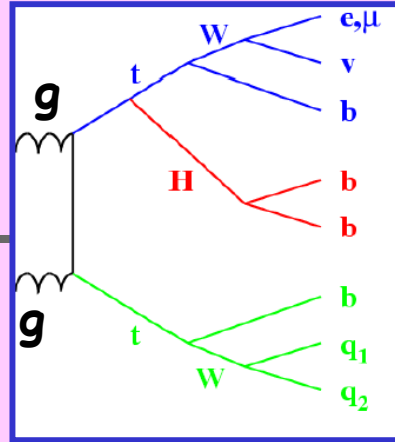
Altri sviluppi :

- 2 Reti neurali (o likelihood): una con le 2 M_Z , PT_H e le variabili angolari (solo se l'Higgs ha spin zero e $CP=+1$), l'altra con le variabili di isolamento

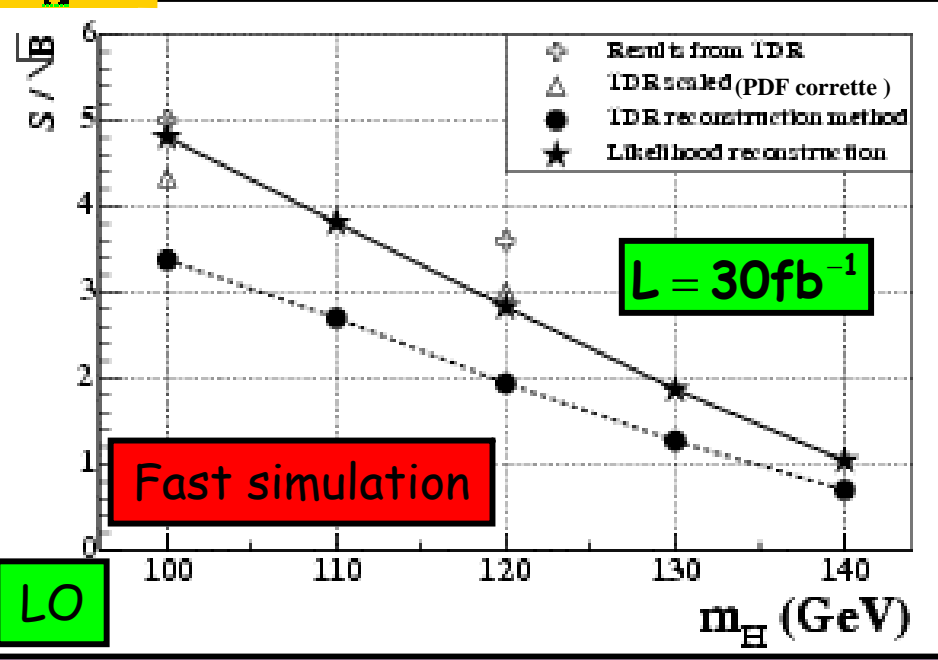
$H \rightarrow bb$ in ttH (1)



Atlas



I fondi principali sono: $ttbb$, $tt+jets$



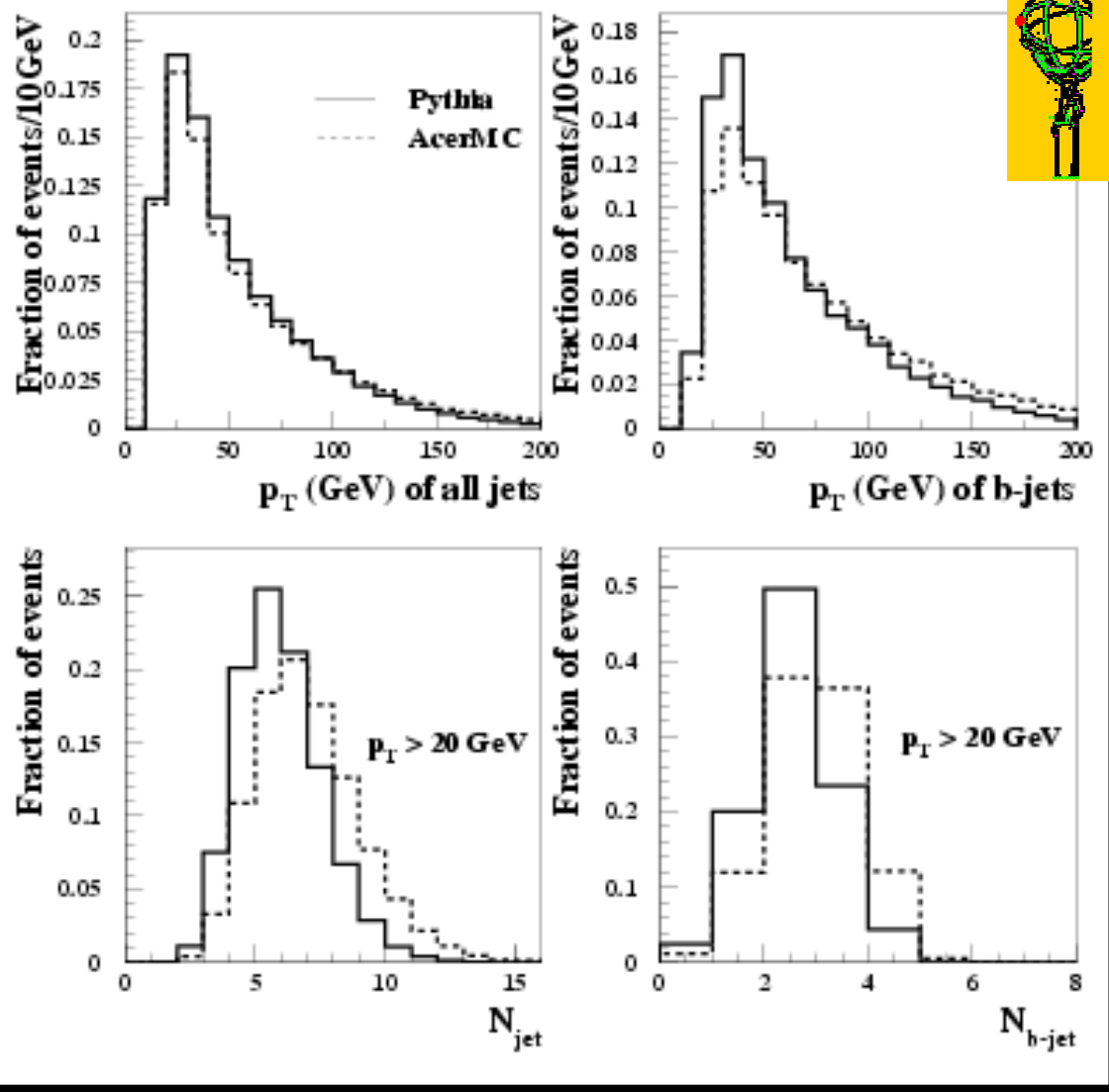
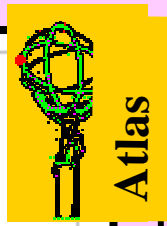
Tagli su singole variabili (come TDR) → Deterioramento medio di ~45% della significanza rispetto al TDR (differenti PDF e **descrizione piu' corretta per il fondo $ttbb$**).

Likelihood (Una per l'accoppiamento dei jet ed un'altra per la rejezione del fondo) → Recupero della significanza dello stesso ordine(43%).

CMS presenta risultati migliori di **ATLAS** ma non tiene conto di tutti i fondi ed usa PDF differenti → riscalando i risultati sono compatibili



Il fondo ttbb: i Monte Carlo(2)



Fondo ttbb generato con:

Pythia (nel TDR)

AcerMC

Generatore specifico per i fondi dei processi SM ad LHC



Anche CMS sta effettuando confronti tra generatori differenti: Pythia, COMPHEP, Alpgen

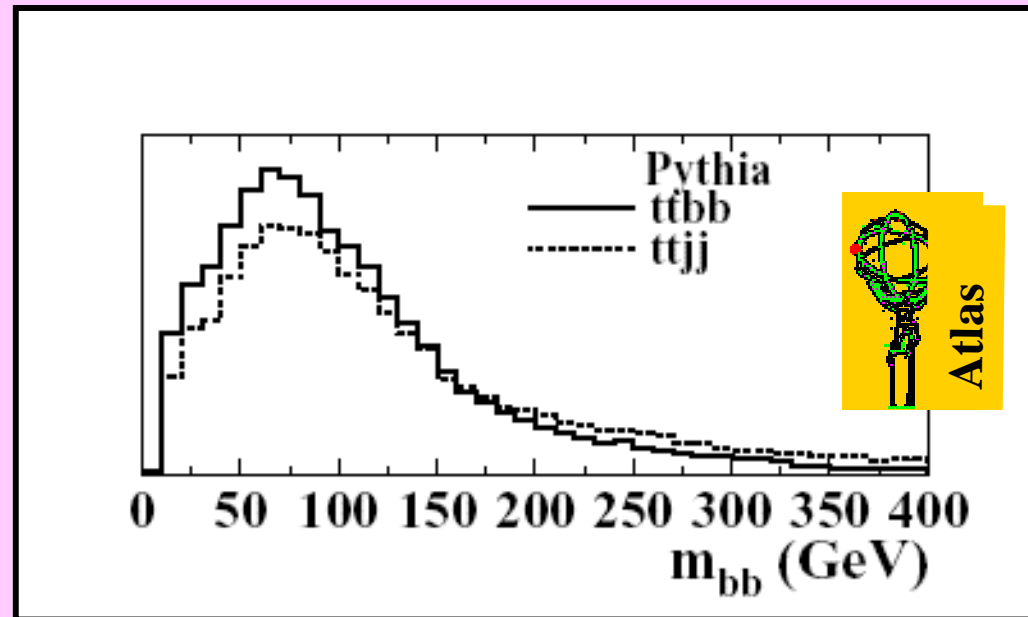
Il fondo $tt+jets$ (3)

Metodo per determinare forma e livello del bkg dai dati:

Si seleziona un control sample dai dati:

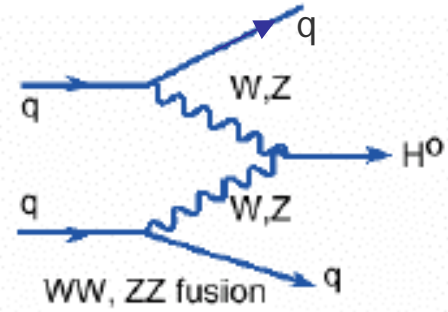
$ttjj \rightarrow l\nu b jjb jj$ e si corregge la forma usando il MC

Il livello si ricava da sidebands della distribuzione m_{bb}

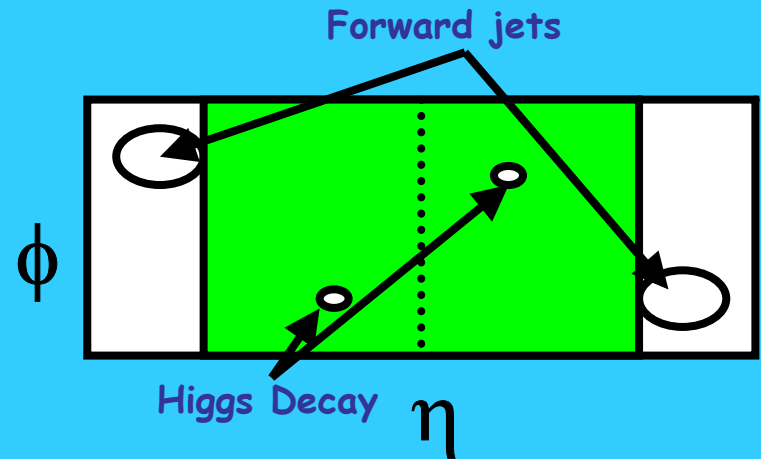


Con tale metodo è attesa un'incertezza sul fondo di $\sim 10\%$ per $L=30\text{fb}^{-1}$

VBF



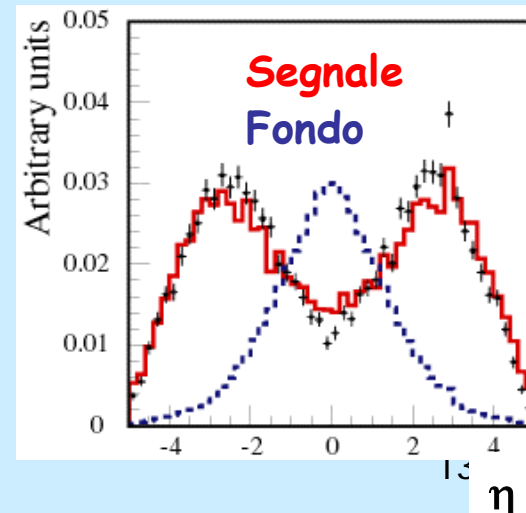
La produzione VBF comporta uno stato finale con segnatura distintiva : i due quark iniziali hanno un piccolo angolo di scattering ne consegue una segnatura ad alti η ed una soppressione dell'attività adronica nella zona centrale dovuta alla mancanza di scambio di colore



Strategia di analisi tipica per un canale VBF:

- 2 jet ad alto p_T con grande separazione in η
- I prodotti di decadimento del Higgs giacciono fra i 2 jet
- Jet veto nella zona centrale
- Cutoff sulla massa invariante dei 2 jet ($M_{jj} > 0.6 - 1 \text{ TeV}$)

rsita' della



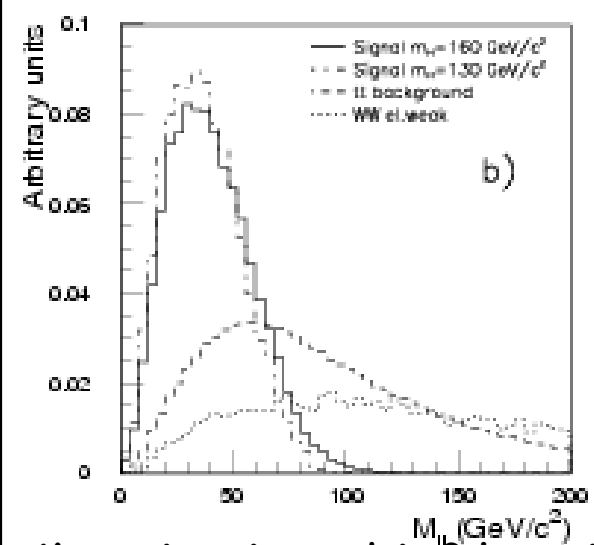
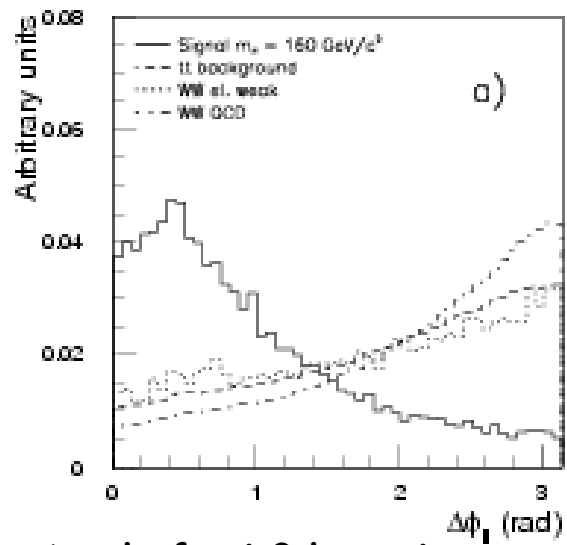
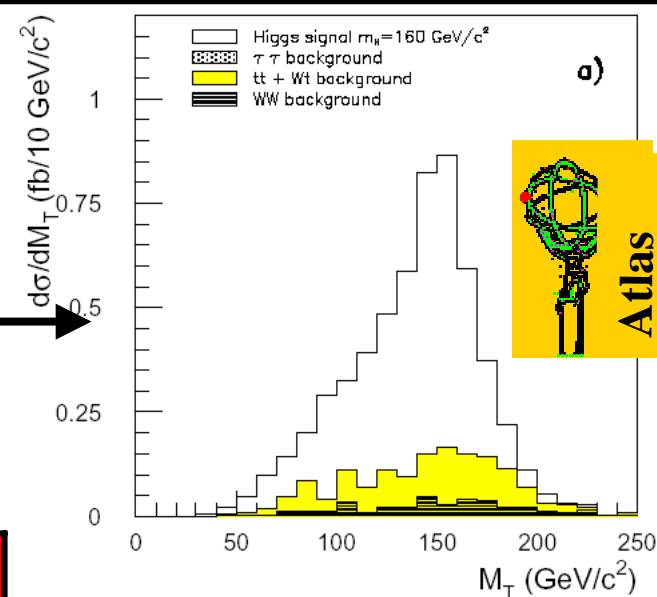
VBF: $H \rightarrow WW^{(*)} \rightarrow \ell\nu \ell\nu$ (1)

I fondi sono $tt, tW, WW+jets, Z/\gamma^*+jets$

Si puo' ricostruire solo la massa trasversa dell'Higgs

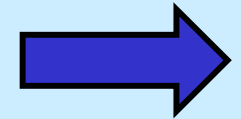
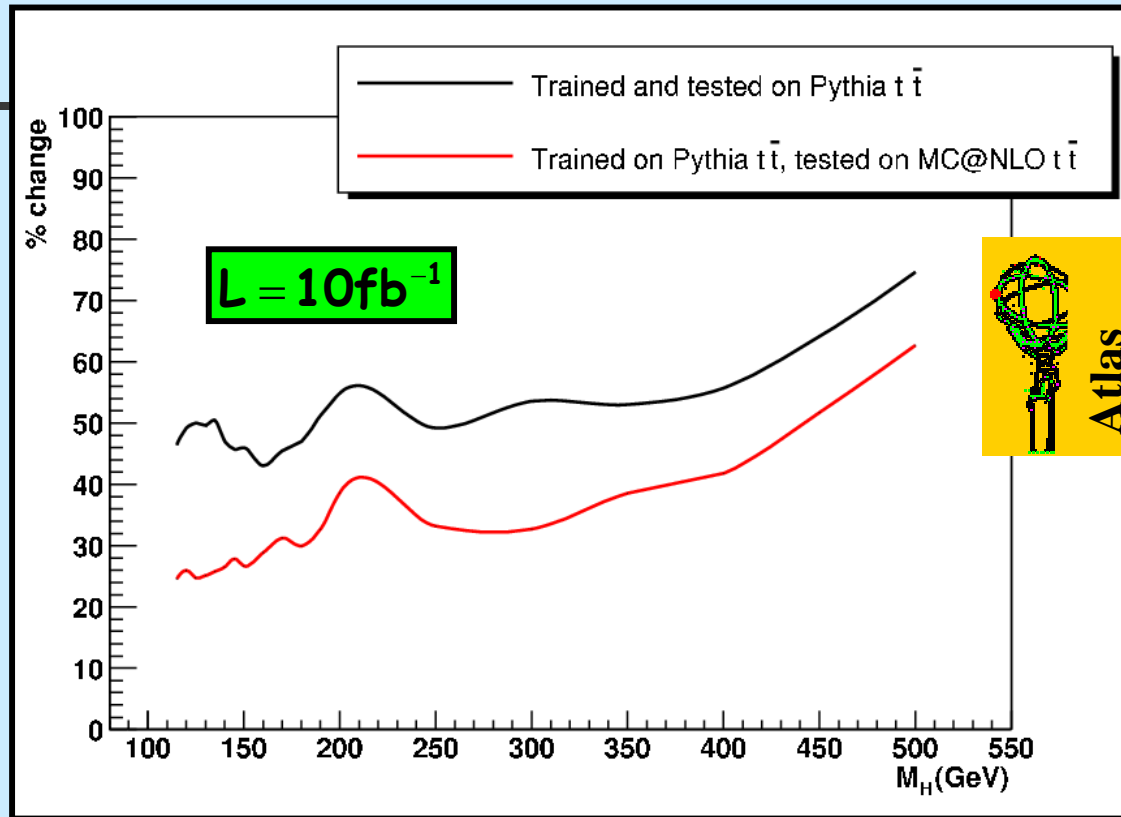
Fast simulation

- Tagli VBF
- b-jet e τ -jet veto
- Taglio su P_T miss
- Tagli sui leptoni



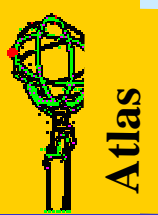
Già ad una $L=10\text{fb}^{-1}$ si ha una significanza $>5\sigma$ per $130 < M_H < 210 \text{ GeV}$ combinando con $H \rightarrow WW^{(*)} \rightarrow \ell\nu jj$

VBF: $H \rightarrow WW^{(*)} \rightarrow \ell\nu \ell\nu$ (2)

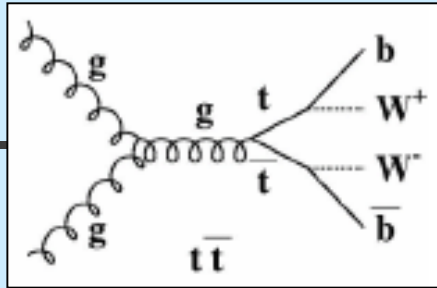


L'utilizzo di tecniche multivariate porta ad un **miglioramento fra il 20% e il 50%** a seconda di M_H rispetto all'analisi precedente

Il fondo ttbar: i Monte Carlo(3)



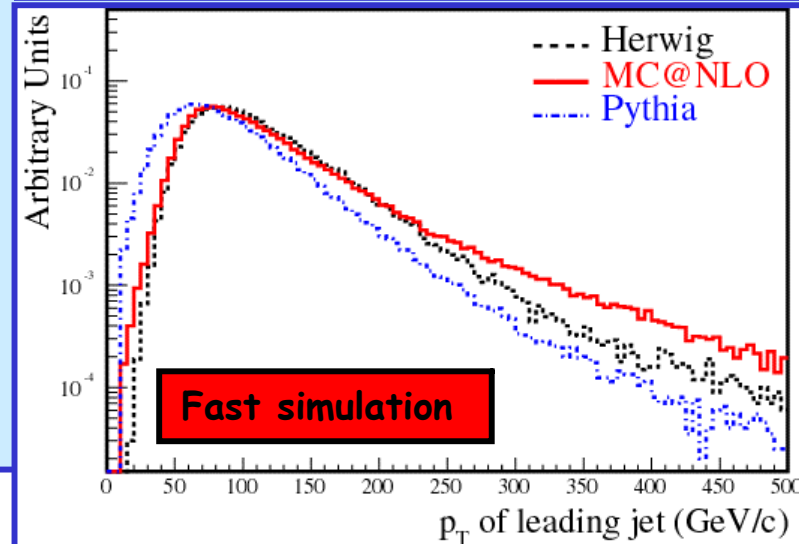
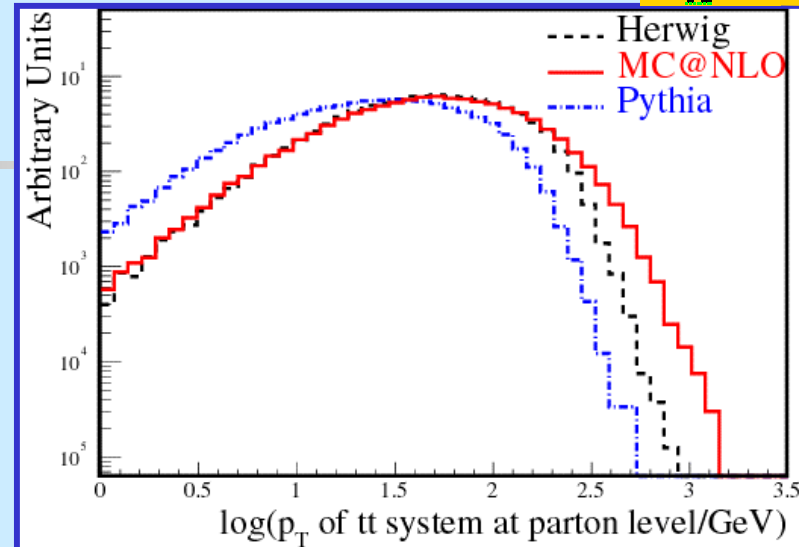
Il fondo principale del canale $H \rightarrow WW^* e'$ e' costituito da $tt\bar{t} + 1jet$



Fondo generato con 3 MC :
Pythia - Herwig - **MC@NLO**

Pythia e Herwig usano il Matrix Element al Leading Order (LO) combinato con un'approssimazione Parton Shower(PS) per gli ordini successivi

MC@NLO combina PS con i calcoli al Next To Leading Order (NLO)



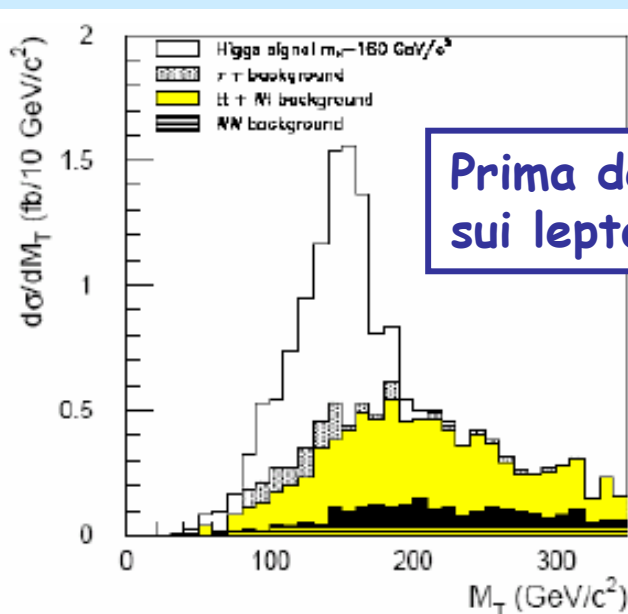
Le distribuzioni in p_T mostrano notevoli differenze, Tuttavia le variazioni della significanza sono contenute (al livello di 10%)

La normalizzazione del fondo (4)

Bisogna normalizzare i MC direttamente dai dati. 2 idee:

1) Control sample: $t\bar{t}$ → $l\nu b j\bar{j}$

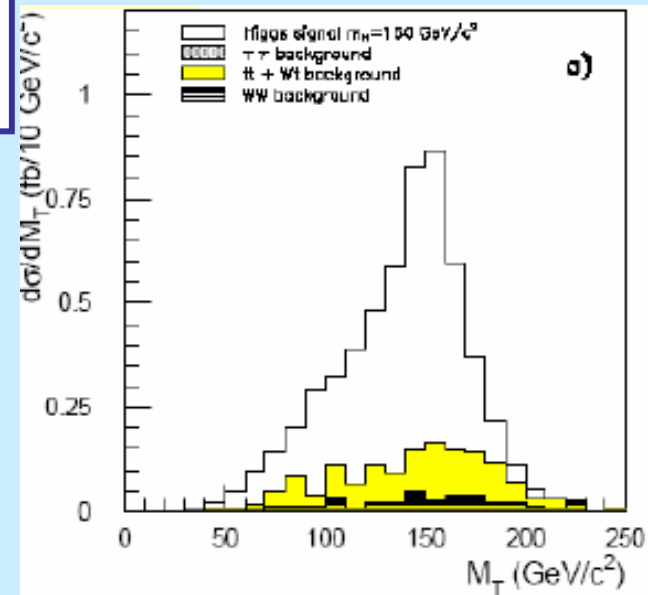
2) Si applicano a segnale e fondi, i tagli precedenti tranne quelli sui leptoni, il livello di bkg si ottiene mediante normalizzazione ad alte masse trasverse, sotto il picco il livello si deduce a partire da un MC che descrive la forma del fondo



Prima dei tagli sui leptoni

Dopo dei tagli sui leptoni

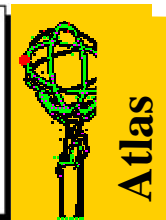
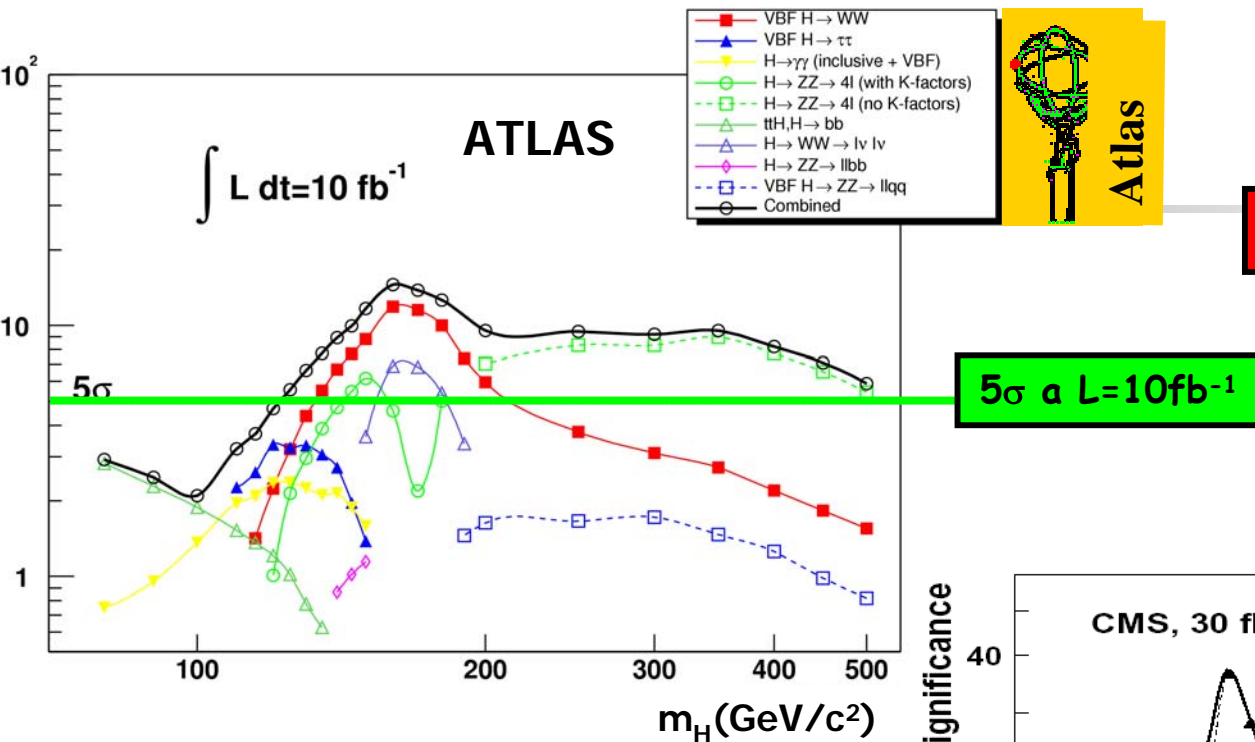
Fast simulation



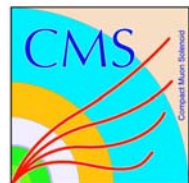
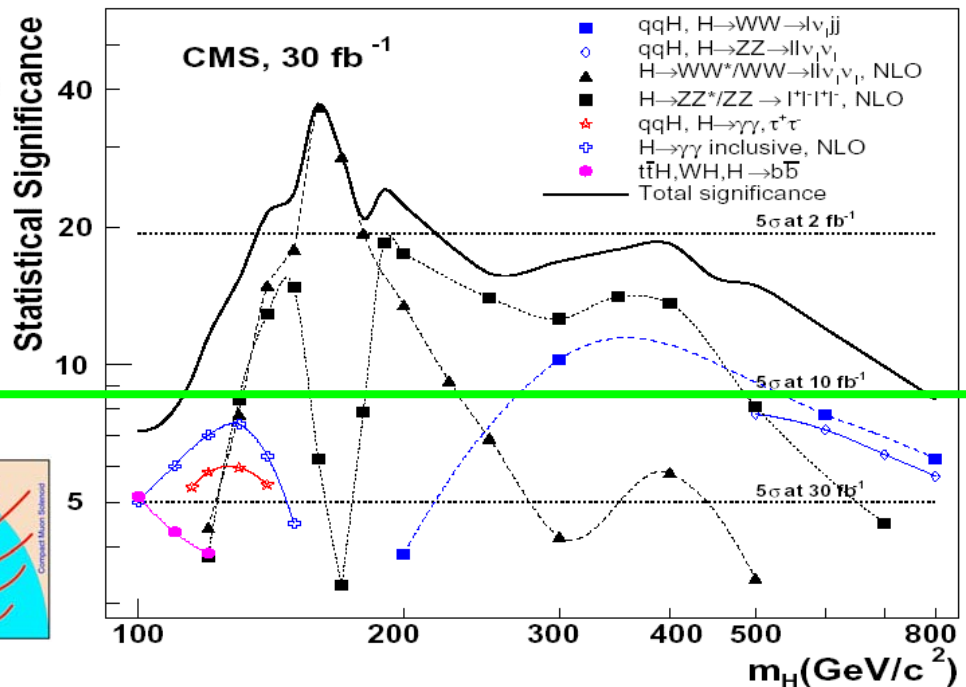
a)

Ad una luminosità integrata di 10fb^{-1} si puo' ottenere una incertezza statistica sulla normalizzazione del fondo di circa il 10%

Il potenziale di scoperta

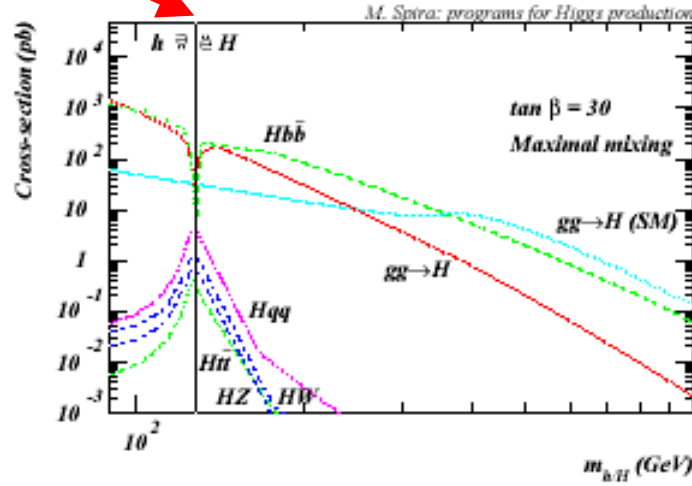
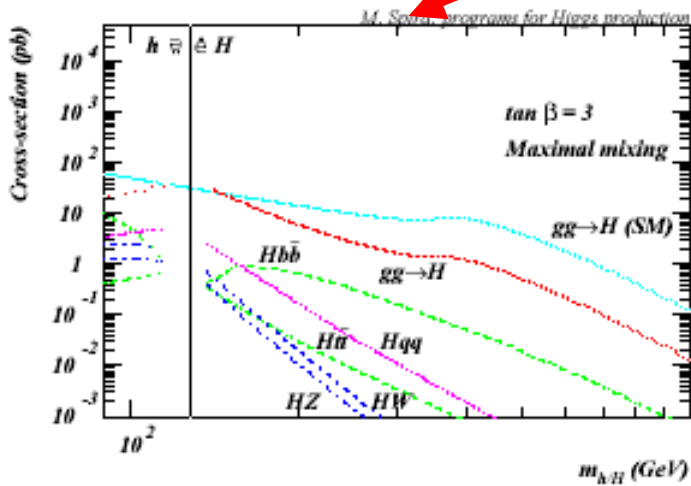


Fast simulation



Produzione degli MSSM Higgs (h^0, H^0, A, H^\pm)

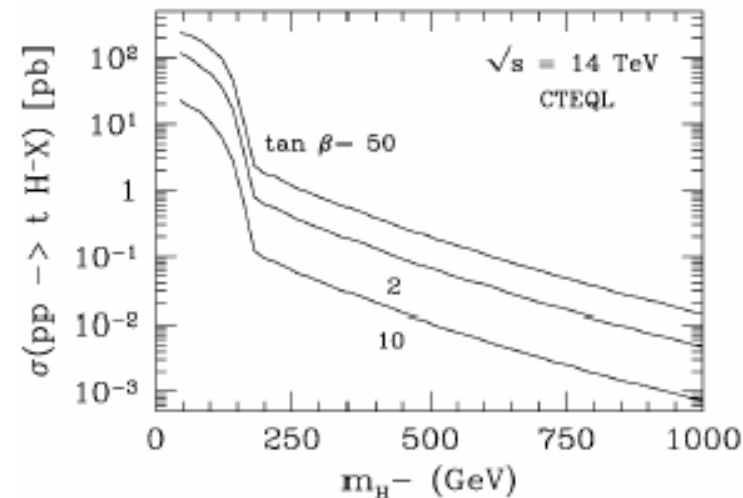
Produzione h e H



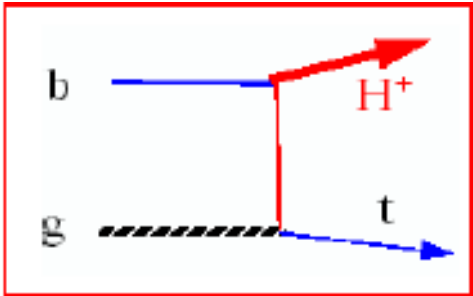
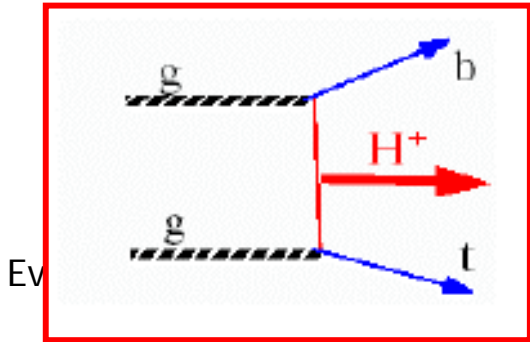
Per bassi $\tan \beta$
domina $gg \rightarrow h/H$
Per alti $\tan \beta$
 h/Hbb e' importante
La VBF e' bassa
per alti $\tan \beta$

Analogo a h/H
A pero' non si
accoppia con $W/Z \rightarrow$
Non e' possibile la
produzione VBF

Produzione H^\pm



I principali meccanismi di produzione sono:
 $gg, qq \rightarrow tbH^\pm$ e $gb \rightarrow H^\pm$



I canali di decadimento piu' promettenti

$h \rightarrow \gamma\gamma$ (inclusivo, Wh, tth e VBF)

$h \rightarrow bb$ (Wh e tth)

$bbh \rightarrow bb\mu\mu$

$h \rightarrow \tau\tau$ (VBF)

$h \rightarrow ZZ \rightarrow 4l$

$H/A \rightarrow \tau\tau \rightarrow l\nu l\nu, l\nu + \text{jet}, \text{jet-jet}$
(inclusivo o in bbH)

$H/A \rightarrow \mu\mu$ (inclusivo o in bbH)

$H \rightarrow ZZ \rightarrow 4l$

$A \rightarrow Zh$ con $h \rightarrow bb$

$H/A \rightarrow \tilde{\chi}_i^0 \tilde{\chi}_i^0, \tilde{\chi}_i^\pm \tilde{\chi}_i^\pm$

(se le particelle supersimm. sono accessibili)

$H^\pm \rightarrow tb$

$H^\pm \rightarrow \tau\nu$

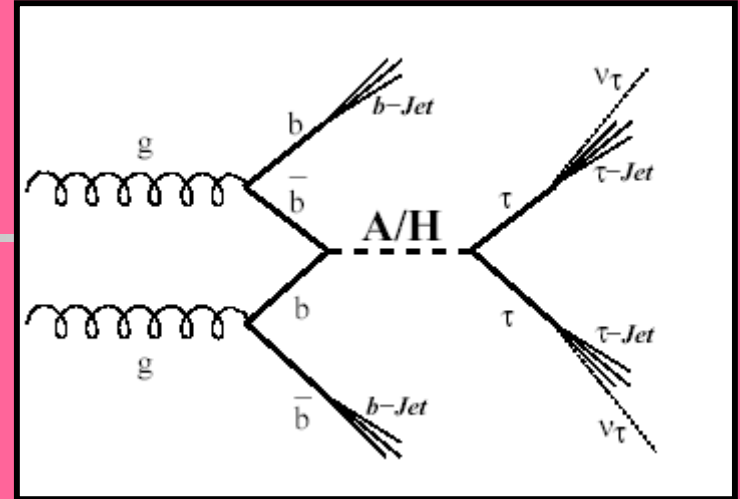
$H^\pm \rightarrow Wh$ (piccoli $\tan\beta$)

$H^\pm \rightarrow \tilde{\chi}_i^\pm \tilde{\chi}_i^0$ (se le particelle supersimm. sono accessibili)

H/A \rightarrow $\tau\tau$

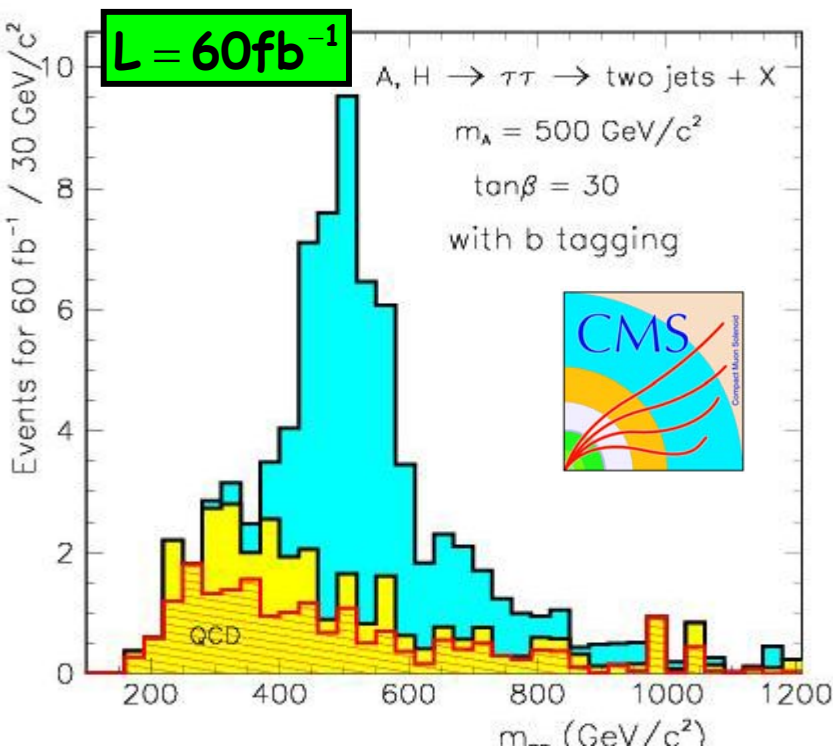
Stati finali:
 $lvv+lvv, lvv+had, had+had$

Fondi principali per had+had:
 $W+jet, tt, Z+jet, QCD jet$

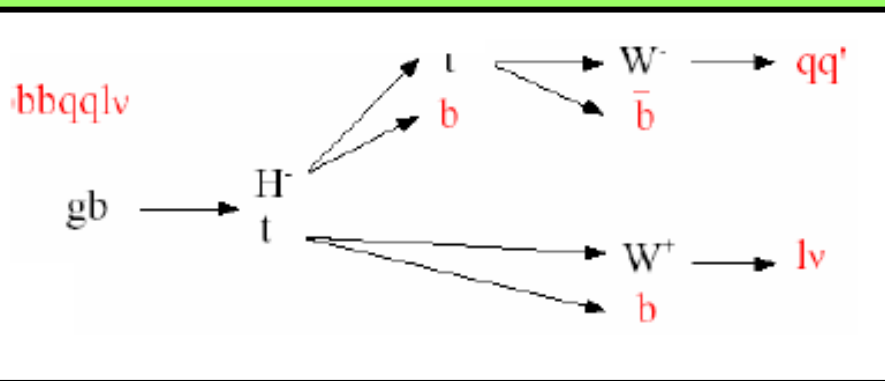


Studi approfonditi sulle strategie di trigger per rigettare la QCD: combinazione calorimetria+ tracker
 (Full Simulation)

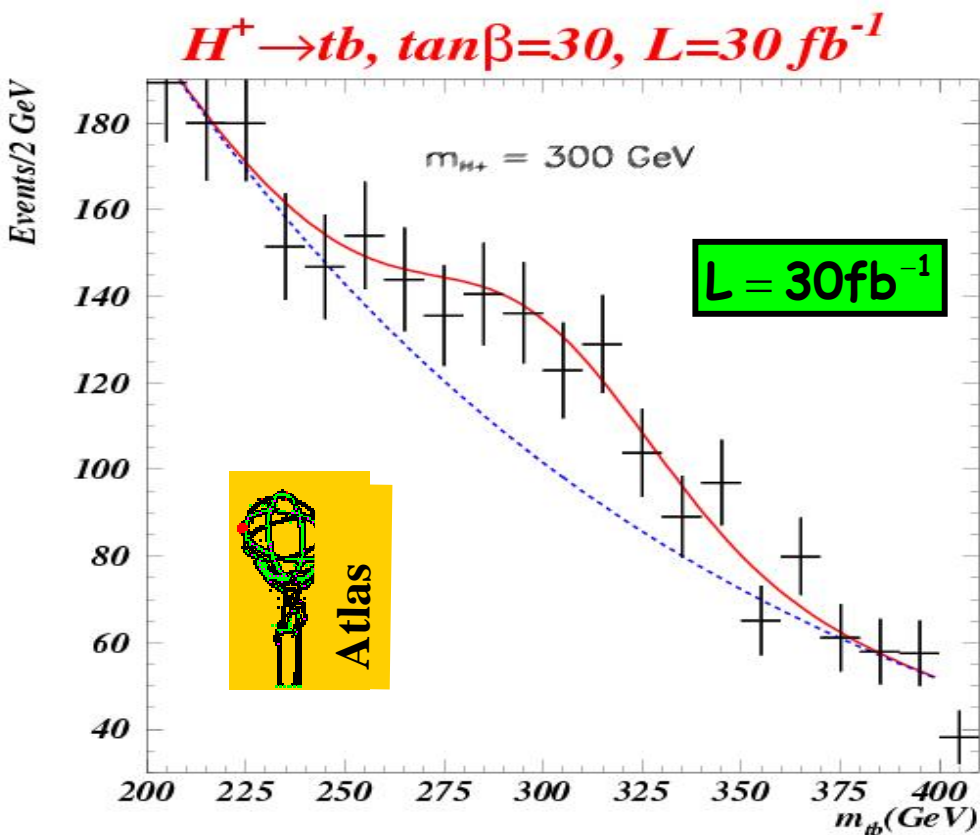
Selezione: 2 τ -jet taggati ben separati angularmente ed 1 b-jet taggato



$H^\pm \rightarrow tb$

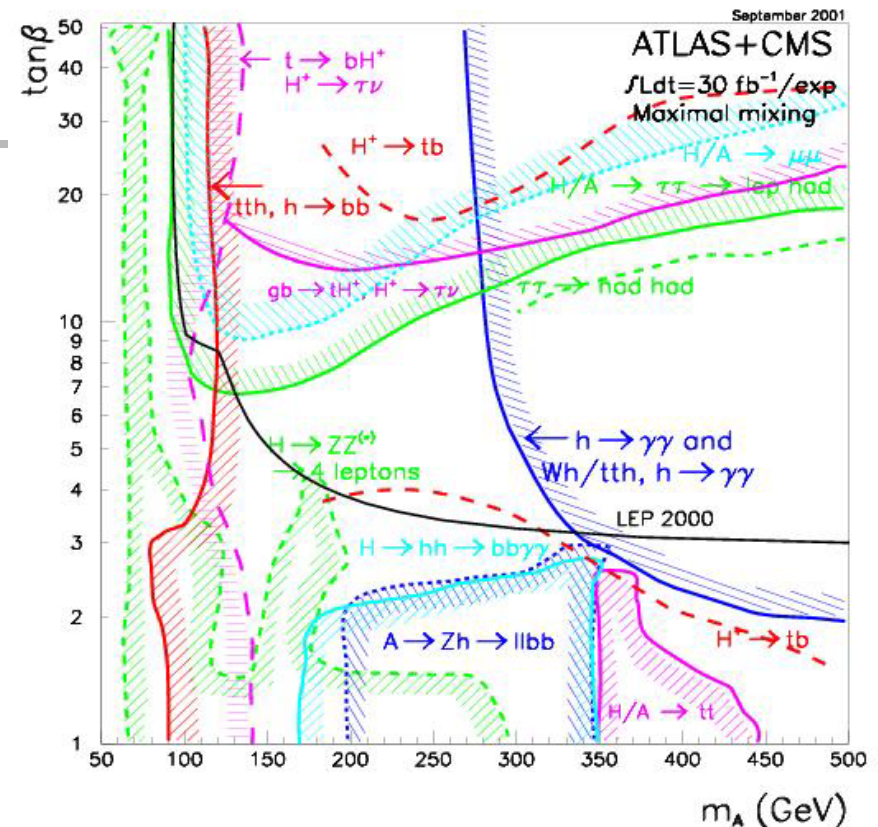
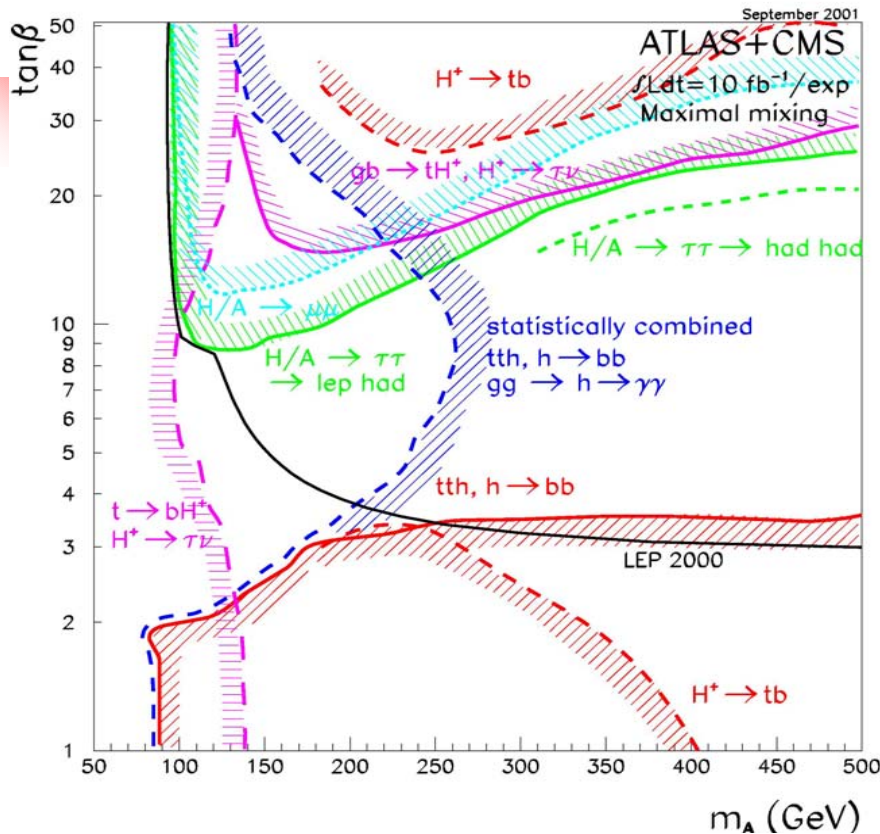


I fondi principali sono: $t\bar{t}b$, $t\bar{t}q$



- Il trigger e' fornito dal decadimento semileptonico del t
- 3 jet b e 2 jet no b
- Ricostruzione dei W
- Ricostruzione dei 2 t

Il piano ($m_A - \tan\beta$) a 5σ

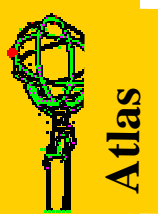


Già a $L=10\text{fb}^{-1}$ gran parte del piano 5σ è coperta. A $L=30\text{fb}^{-1}$ la copertura è totale. Regione più difficile per valori medi di $\tan\beta$ e M_A , per una larga parte di piano solo h rivelabile

Il primo periodo di data taking

Calibrazioni e controlli	Campione	Eventi su nastro a $L=10\text{fb}^{-1}$
Performance ID (Scala dell'impulso, calibrazione intermodulo, E/p)	$Z \rightarrow ee$	10^7
	$Z \rightarrow \mu\mu$	10^7
Performance calorimetro ECAL (Scala di energia dell' ECAL, E/p)	$Z \rightarrow ee$	10^7
	$W \rightarrow e\nu$	10^8
Performance calorimetro HCAL (Scale di energia dei jet)	$W \rightarrow jj$ ($t \bar{t} \rightarrow Wb \ Wb \rightarrow l\nu \ jj \ b$)	10^6
Performance spettrometro (Scala di momento dei μ)	$Z \rightarrow \mu\mu$	10^7
	$W \rightarrow \mu\nu$	10^8
Altri item: separazione e/jet e γ /jet, τ -tag ,b-tag ,calibrazione E_T mancante, MC tuning ecc		

Un esempio : $H \rightarrow \gamma\gamma$



Per poter osservare il picco di segnale sul fondo è necessaria una risoluzione in massa dell' 1%

E' necessario che il termine costante della risoluzione in energia del calorimetro EM sia $C_{TOT} < 0.7\%$

$$C_{TOT} = C_L \oplus C_{LR}$$

dove $C_L = 0.5\%$ è legato alla risoluzione dei singoli moduli (misura di testbeam)

C_{LR} è legato alla risoluzione su lungo range (variazioni da modulo a modulo, differenti materiali a monte)

Per correggere le disuniformità su larga scala si calibra il calorimetro EM con eventi $Z \rightarrow ee$. In modo tale che $C_{LR} < 0.4\%$ (necessari 250e per regione)

Nell' ipotesi PESSIMISTICA di disuniformità dei singoli moduli e mancata calibrazione, si ha : $C_L = 1.3\%$ e $C_{LR} = 1.5\%$ ovvero $C_{TOT} = 2\%$

Si ha una degradazione della significanza per $H \rightarrow \gamma\gamma$ di $\sim 25\%$ per $m_H = 115 \text{ GeV}$, ovvero è necessaria un aumento di luminosità integrata di $\sim 50\%$

Impatto dello staging dei detector sul Higgs

Parte del detector mancante	Impatto principale durante il primo run su	Effetto
Uno dei 3 pixel layer, non quello b (ID)	$ttH \rightarrow ttbb$	~8% di perdita in significanza
Gap scintillators (Calorimetro EM)	$H \rightarrow 4e$	~8% di perdita in significanza
MDT EES/EEL (Spettrometro)	$A/H \rightarrow 2\mu$	~5% di perdita in significanza per $M_H \sim 300\text{GeV}$



Atlas

Per compensare tali effetti sarà necessario un **aumento della luminosità integrata di circa 10-15%**

Evelin Meoni, Università della

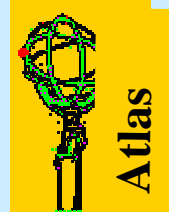
Conclusioni

- Con 10 fb^{-1} integrati (ATLAS + CMS) si puo' pensare di scoprire un **SM Higgs nel range di massa tra ~ 115 e $\sim 700 \text{ GeV}$**
 - A patto che gli apparati siano calibrati e allineati
- LHC sarà in grado di esplorare il settore degli Higgs del MSSM per una **regione molto ampia nello piano $M_A - \tan\beta$** già nel primo anno di presa dati
- La scoperta dell'Higgs deve essere "robusta" rispetto alle **sistematiche indotte dalla conoscenza dei fondi** (fondamentali: analisi con MC "realistici", tuning degli MC dai dati)
- L'utilizzo di **tecniche multivariate** (Likelihood e Reti Neurali) migliora il potenziale di scoperta rispetto ad analisi con tagli su singole variabili
- ATLAS e CMS stanno cominciando a valutare **l'impatto delle calibrazioni iniziali e dello "staging" del rivelatore** sulle scoperta dell'Higgs

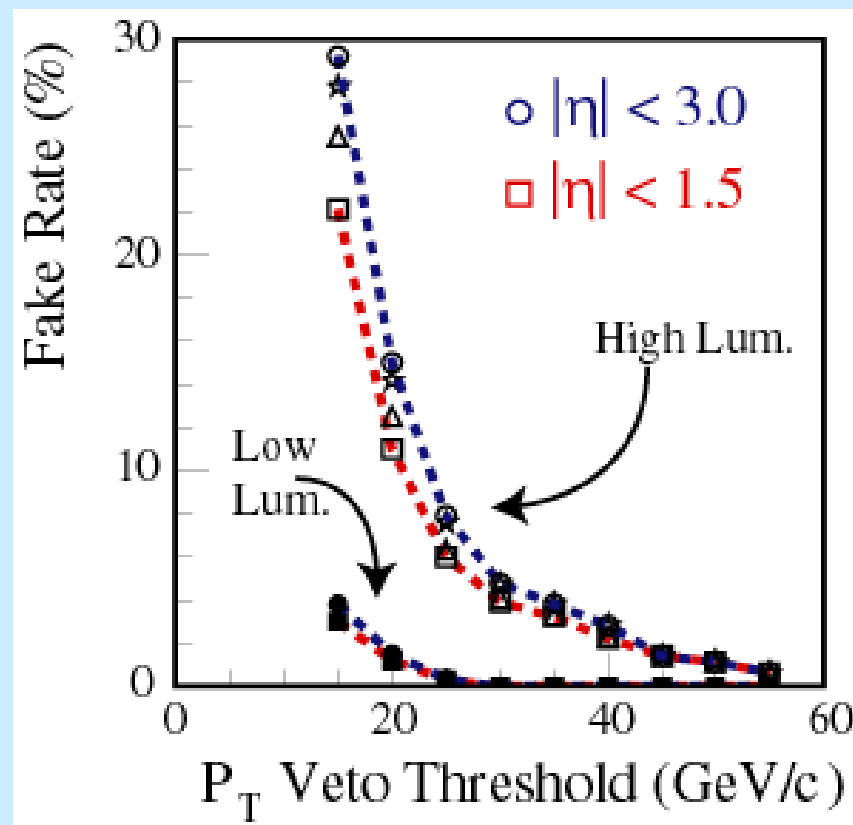
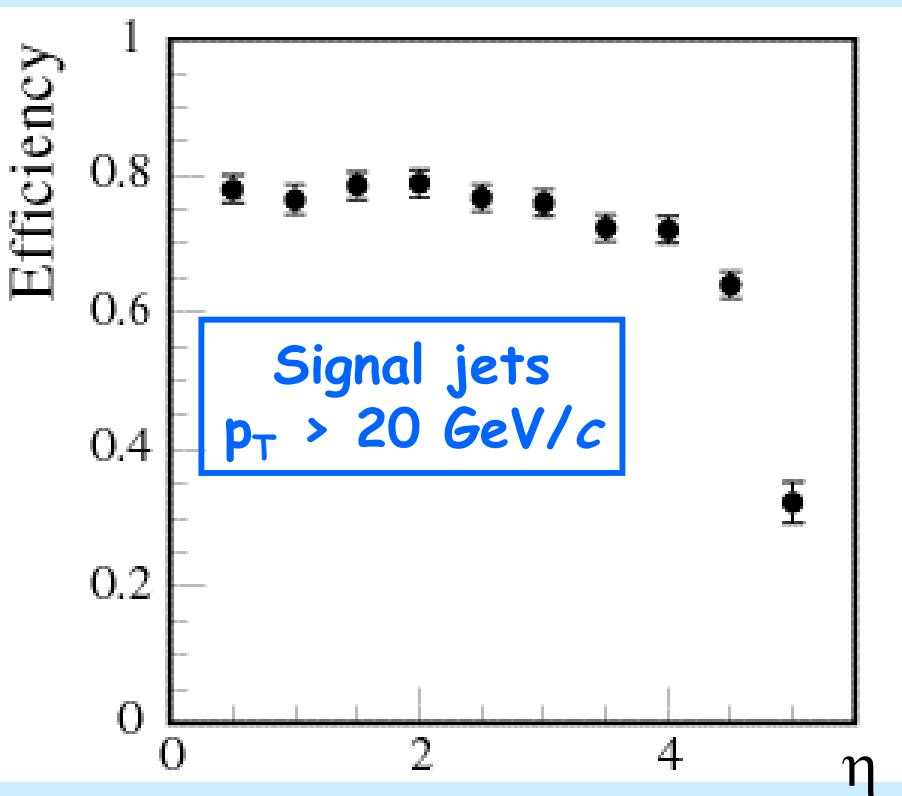


DISCUSSIONE

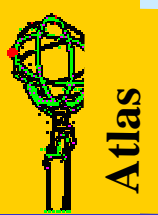
VBF: le performance del detector



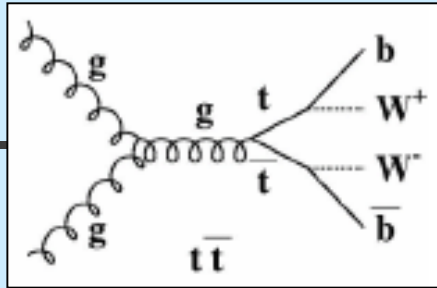
E' fondamentale ai fini dello studio dei canali di decadimento attraverso VBF una buona efficienza di ricostruzione dei jets ed una buona reiezione da jet di pile-up nella zona centrale e nelle zone forward



Il fondo ttbar: i Monte Carlo(3)



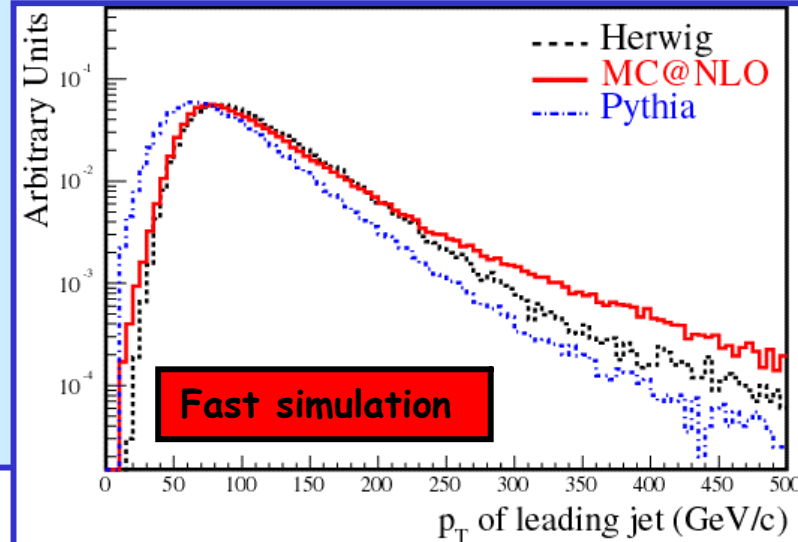
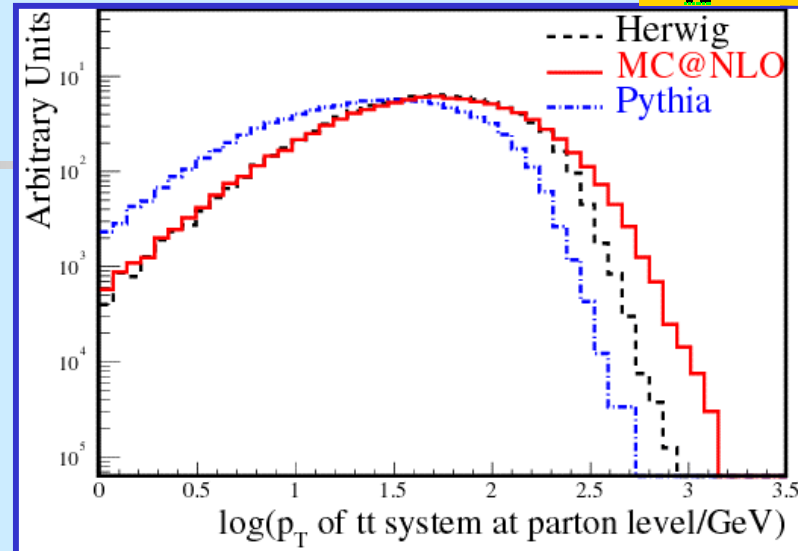
Il fondo principale del canale $H \rightarrow WW^* e'$ e' costituito da $tt\bar{b} + 1jet$



Fondo generato con 3 MC :
Pythia - Herwig - **MC@NLO**

Pythia e Herwig usano il Matrix Element al Leading Order (LO) combinato con un'approssimazione Parton Shower(PS) per gli ordini successivi

MC@NLO combina PS con i calcoli al Next To Leading Order (NLO)

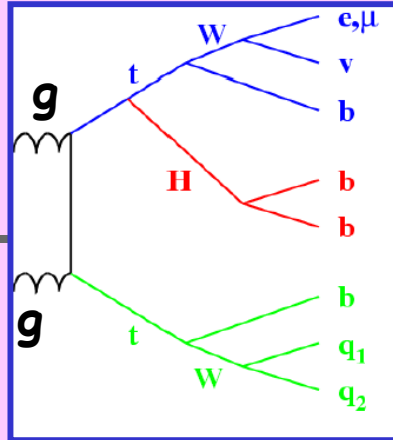


Le distribuzioni in p_T mostrano notevoli differenze, Tuttavia le variazioni della significanza sono contenute (al livello di 10%)

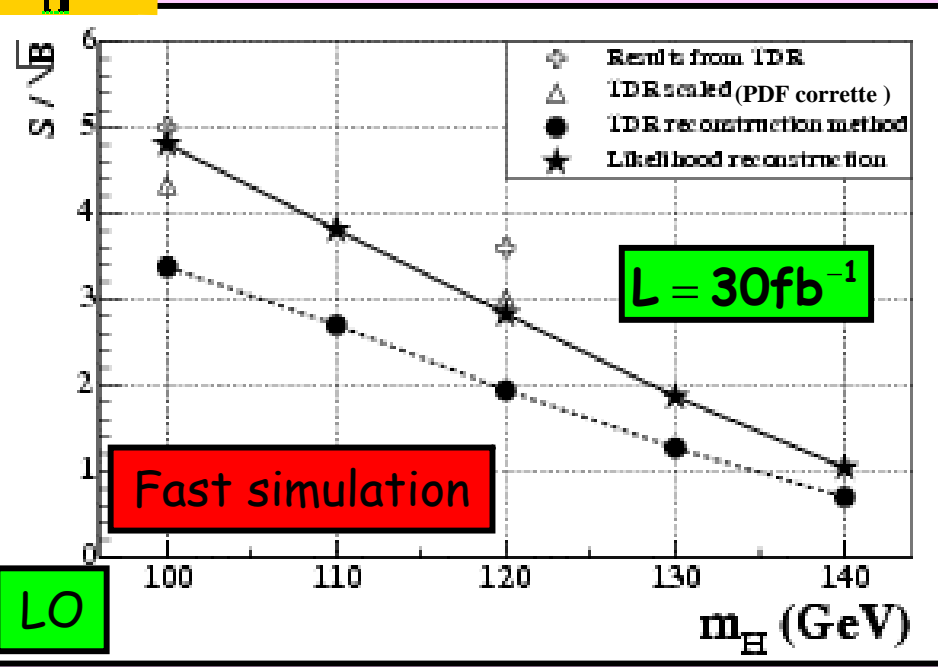
$H \rightarrow bb$ in ttH (1)



Atlas



I fondi principali sono: $ttbb$, $tt+jets$

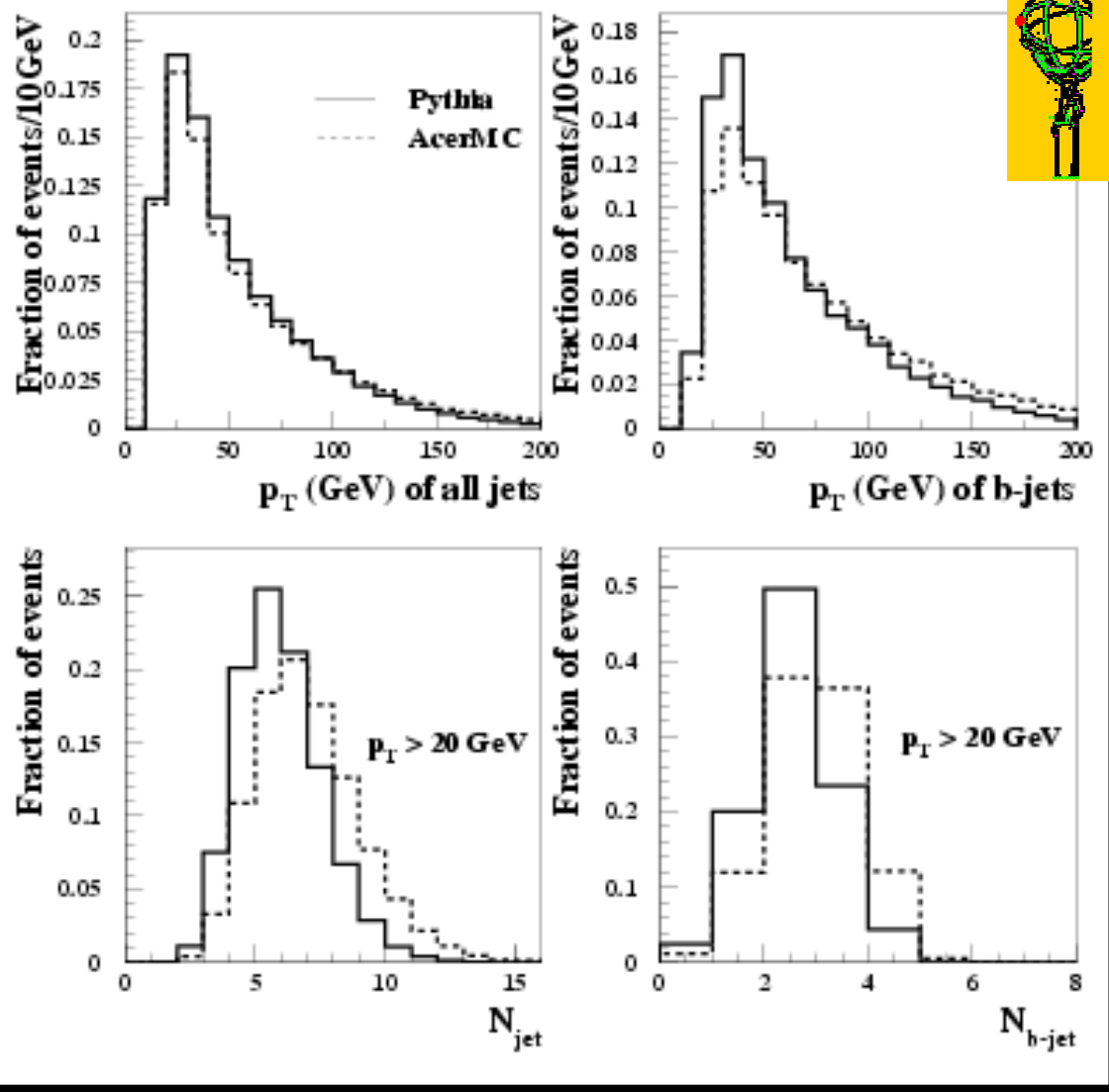
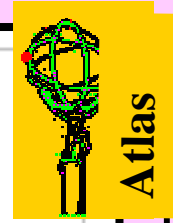
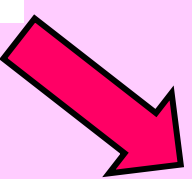


Tagli su singole variabili (come TDR) \rightarrow Deterioramento medio di $\sim 45\%$ della significanza rispetto al TDR (differenti PDF e **descrizione piu' corretta per il fondo $ttbb$**).

Likelihood (Una per l'accoppiamento dei jet ed un'altra per la rejezione del fondo) \rightarrow Recupero della significanza dello stesso ordine (43%).

CMS presenta risultati migliori di **ATLAS** ma non tiene conto di tutti i fondi ed usa PDF differenti \rightarrow riscalando i risultati sono compatibili

Il fondo ttbb: i Monte Carlo(2)



Fondo ttbb generato con:

Pythia (nel TDR)

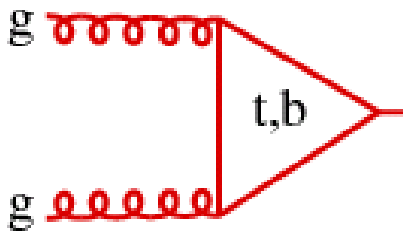
AcerMC

Generatore specifico per i fondi dei processi SM ad LHC



Anche CMS sta effettuando confronti tra generatori differenti:
Pythia, COMPHE, Alpgen

$H \rightarrow \tau\tau$ con un jet associato

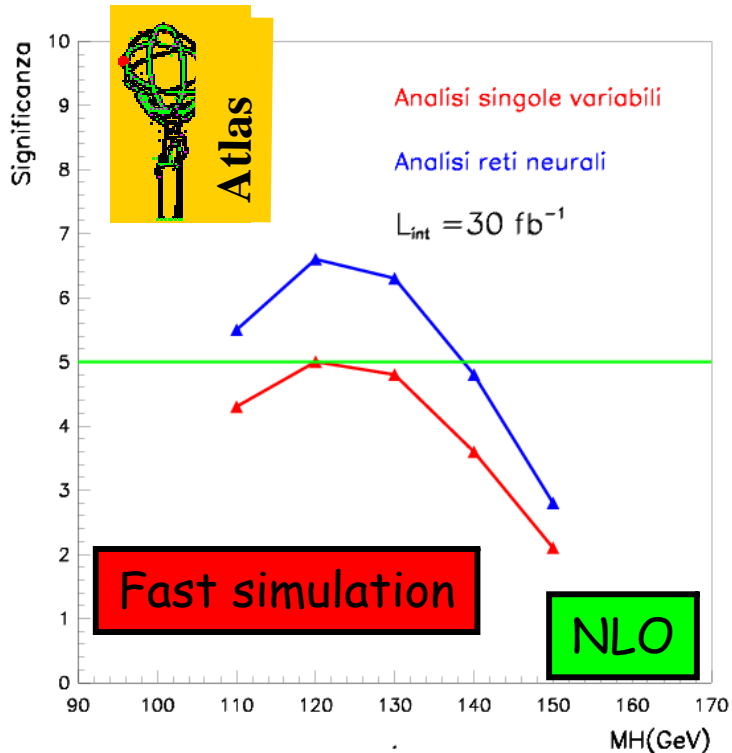


t, b \rightarrow $H + 1$ jet ad alto p_T emesso dal gluone o dal top

Con $H \rightarrow \tau\tau \rightarrow l\nu\nu l\nu\nu$

Se Higgs e' prodotto con alto $p_T \rightarrow$ Higgs e jet back to back

I fondi principali sono : $t\bar{t} + X - Z/\gamma^* + X$



Analisi piu' facile rispetto al canale VBF: richieste meno stringenti sul jet tag nella regione forward - Tagli piu' stringenti invece sul veto di jet centrali e sul p_T dei jet

Il p_T del Higgs è una delle variabili discriminanti

Tabella riassuntiva

Canale	Fondo principale	S/B	Sistematiche sul fondo per 5σ	Tecniche proposte e commenti
H- $\rightarrow\gamma\gamma$	Irreduc. $\gamma\gamma$ Riducibile γj	2-3%	0.4%	Side-bands stat Err $\sim 0.5\%$ per 30-100 fb $^{-1}$
ttH H- $\rightarrow bb$	ttjj	30%	6%	Mass side-bands Anti b-tagged ttjj ev. (in studio)
H- $\rightarrow ZZ^* \rightarrow 4 lep$	ZZ- $\rightarrow 4l$ e $\tau\tau ll$ Riducib. tt, Zbb	300-600%	60%	Mass side-bands Stat Err $< 30\%$ 30fb $^{-1}$
H- $\rightarrow WW^* \rightarrow ll\nu\nu$	WW*, tW	30-50%	6%	Non c'e' picco di massa (da studiare)
VBF channels In general	QCD/EW	Studio di forward jet e veto sui jet centrali		EW ZZ e WW leptónico (da studiare)
VFB H- $\rightarrow WW$	tt, WW, Wt	50-200%	10%	Studi su Z,W,WW e tt + jet con variabili discriminanti (in studio)
VBF H- $\rightarrow\tau\tau$	Zjj, $\tau\tau$	50-400%	10%	Calibrazione di Et mancante (da studiare)
MSSM (bb)H/A- $\rightarrow\tau\tau$	Z- $\rightarrow\tau\tau$, Wj	25% tgb=15 MA=300	5%	Mass side-bands Stat Err $\sim 5\%$ 30fb $^{-1}$
MSSM (bb)H/A - $\rightarrow\mu\mu$	Z/ γ^* - $\rightarrow\mu\mu$	12% tgb=15 MA=150	$\sim 2\%$	Mass side-bands Stat Err $\sim 2\%$ 30fb $^{-1}$

Impatto dello staging dei detector sul Higgs

Parte del detector mancante	Impatto principale durante il primo run su	Effetto
Uno dei 3 pixel layer, non quello b (ID)	$ttH \rightarrow ttbb$	~8% di perdita in significanza
Gap scintillators (Calorimetro EM)	$H \rightarrow 4e$	~8% di perdita in significanza
MDT EES/EEL (Spettrometro)	$A/H \rightarrow 2\mu$	~5% di perdita in significanza per $M_H \sim 300\text{GeV}$

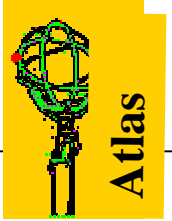


Atlas

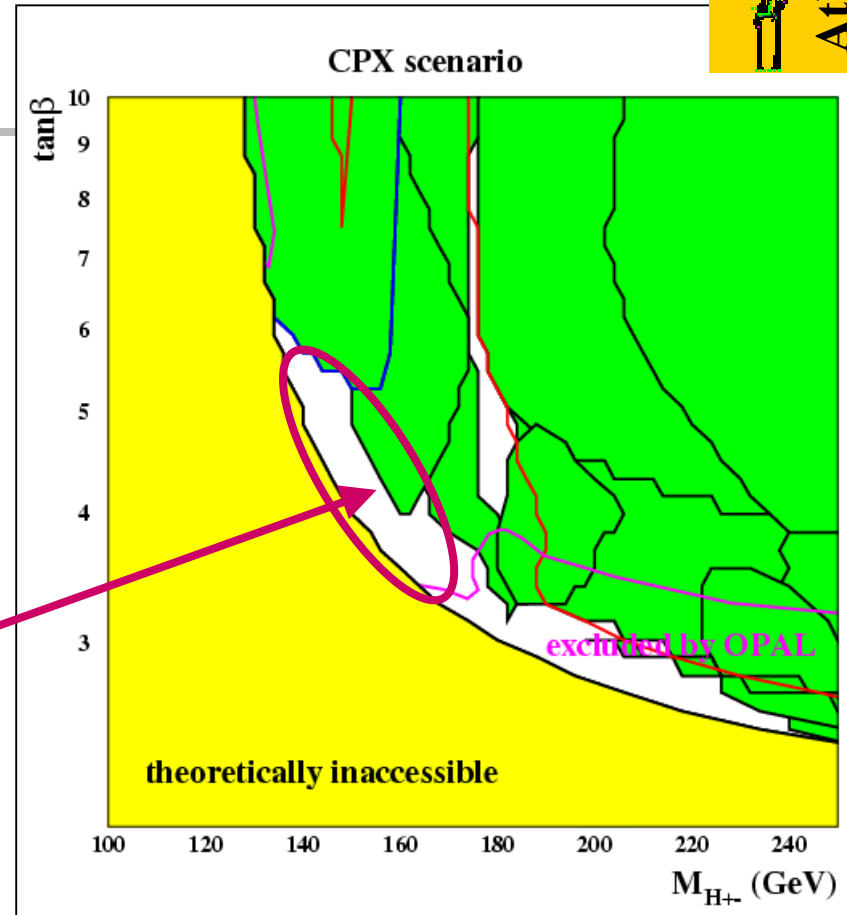
Per compensare tali effetti sarà necessario un **aumento della luminosità integrata di circa 10-15%**

Evelin Meoni, Università della

~~CP~~ SUSY Higgs



- Nuovo scenario con **violazione** degli accoppiamenti di **CP** particolarmente **complesso** suggerito dai teorici (Carena et al)
- Un H_1 molto leggero potrebbe essere sfuggito alle ricerche del LEP
- La maggior parte dello spazio dei parametri e' coperto dalle ricerche esistenti
- Alcuni **buchi** sono presenti per **basse M_{H_1}** : sotto studio (potrebbero essere richieste togologie specifiche come $H^+ \rightarrow WH_1$)

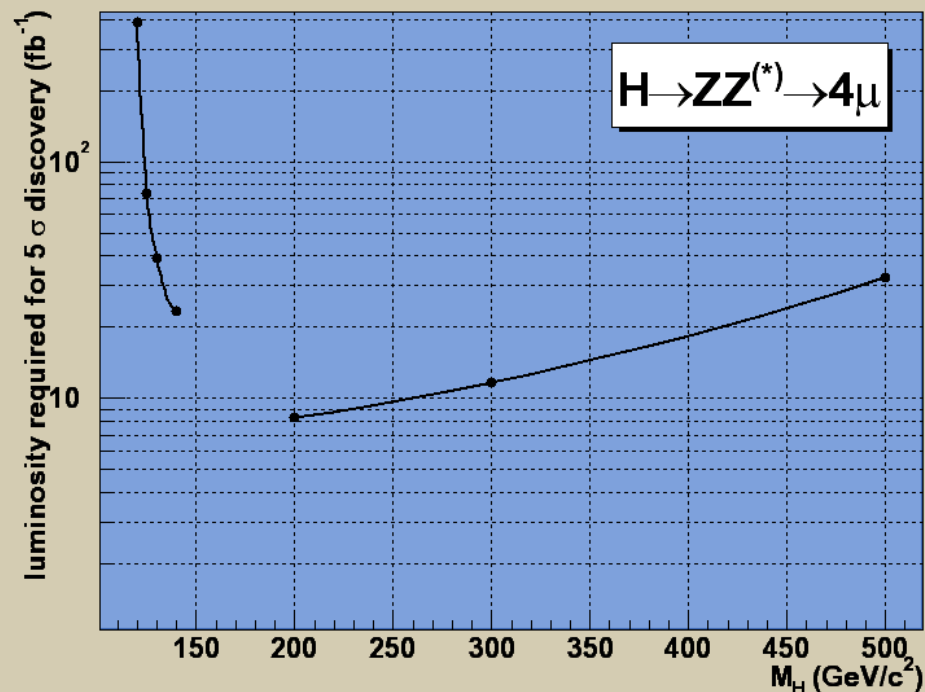


M.Schumacher

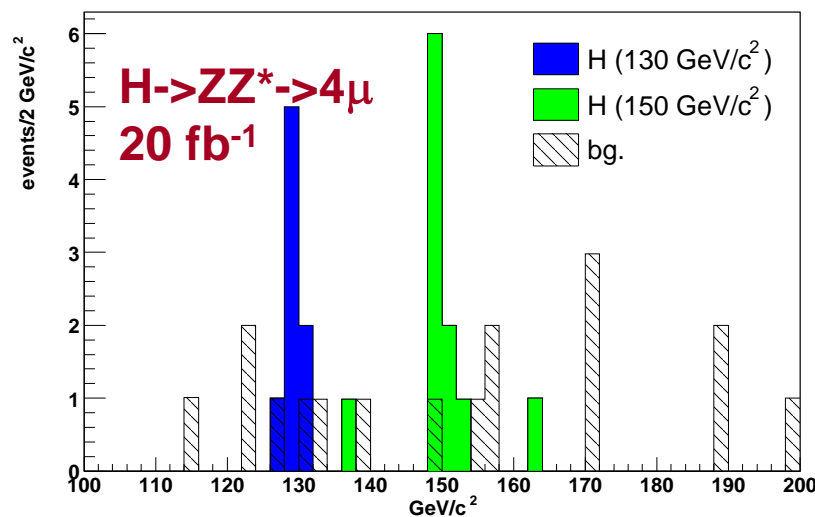


RISERVA

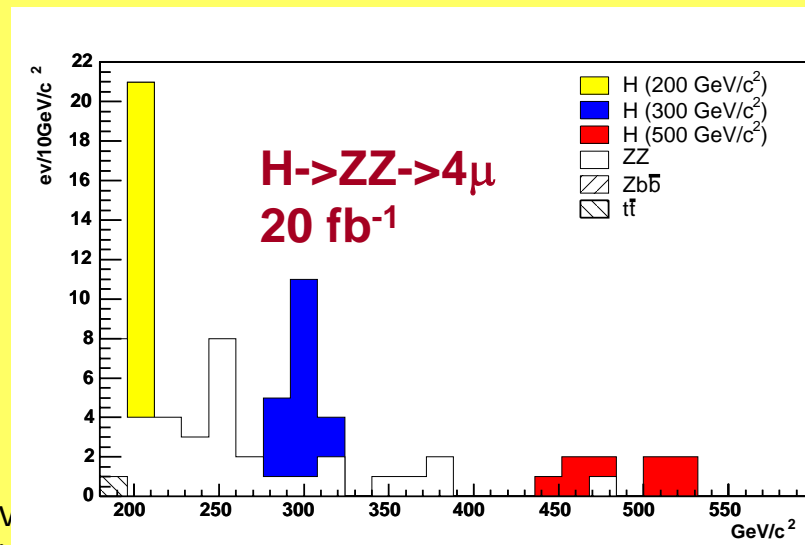
$H \rightarrow ZZ^* \rightarrow 4\mu$



Higgs Mass



Per $H \rightarrow 4\mu$ si ottiene una significanza $\sim 5\sigma$ gia' a $L=10\text{fb}^{-1}$ per 130 GeV



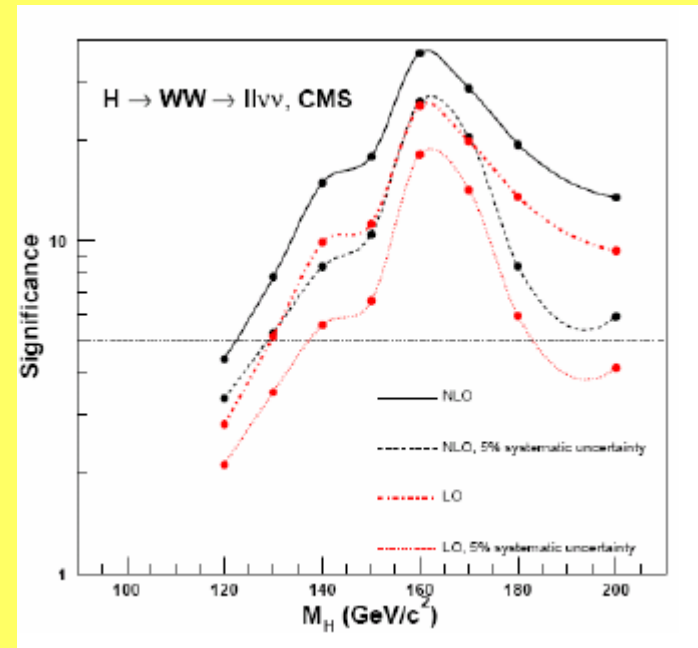
$$H \rightarrow WW^{(*)} \rightarrow \ell\ell \nu\nu$$



I fondi principali sono WW^* e tW

Strategia dell'analisi (tagli su singole variabili)

- Ricostruzione di leptoni isolati con tagli in p_T
 - ET mancante
 - Correlazioni fra i leptoni (variabili angolari, p_T massimo)
- Veto sui jet centrali

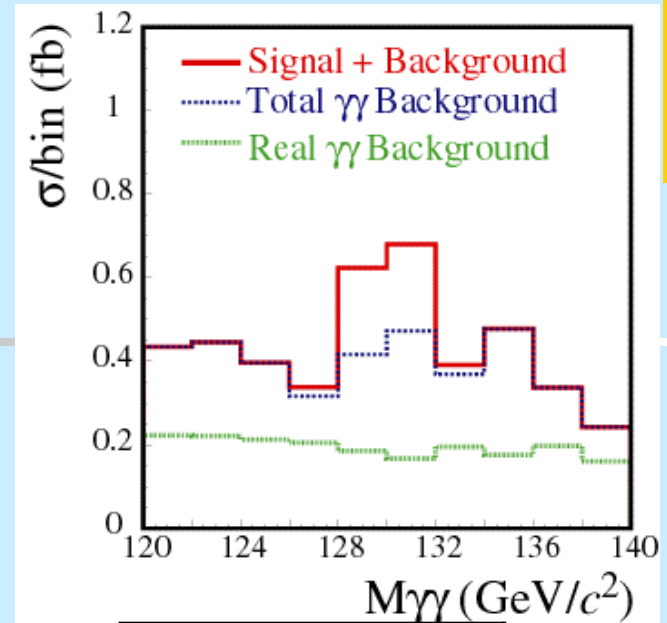


$H \rightarrow \gamma\gamma$ VBF

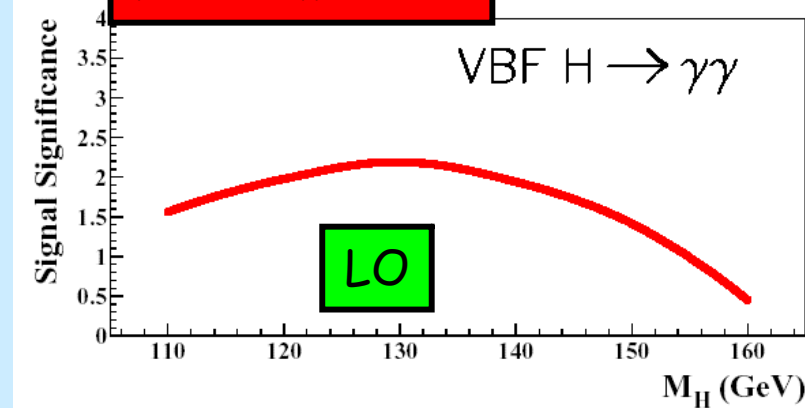


Strategia dell'analisi (tagli su singole variabili)

- identificazione di fotoni isolati e tagli in p_T ed η
- tagli tipici su un canale VBF



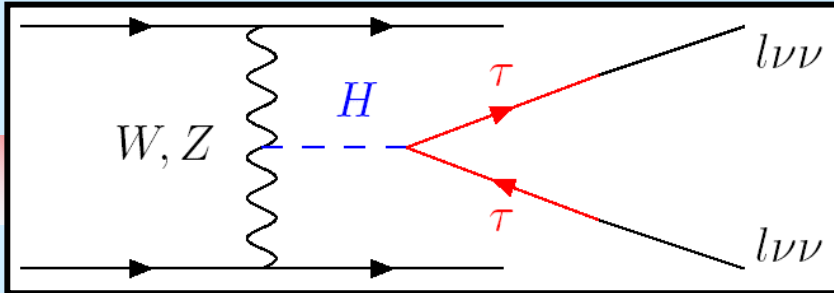
Fast simulation



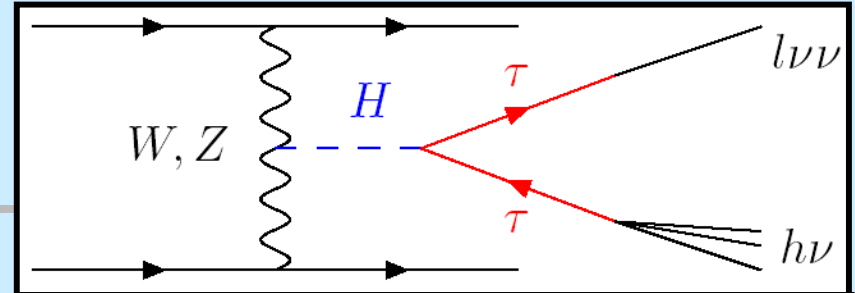
Si ha una significanza di $\sim 2\sigma$ per $L=30\text{fb}^{-1}$

Si ha $S/\sqrt{B} \approx 6$ (inclusivo) $S/\sqrt{B} \approx 7.5$ (combinando i vari canali)

VBF: $H \rightarrow \tau\tau$

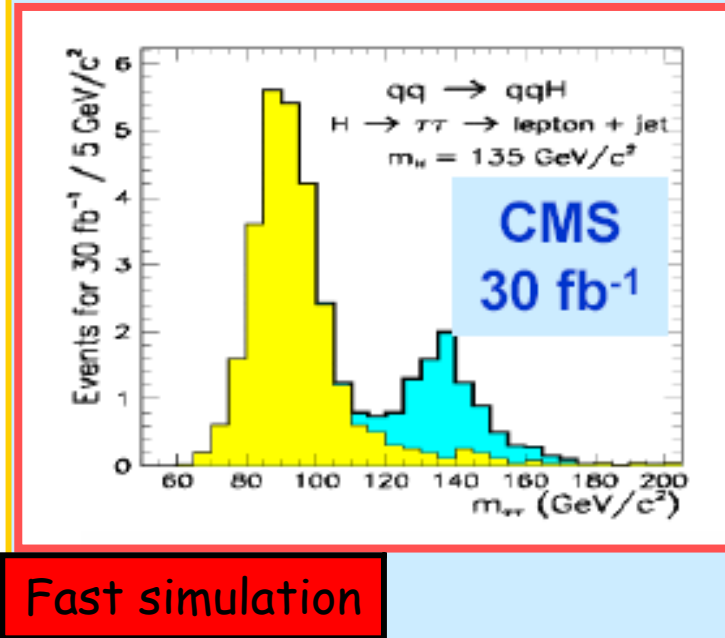
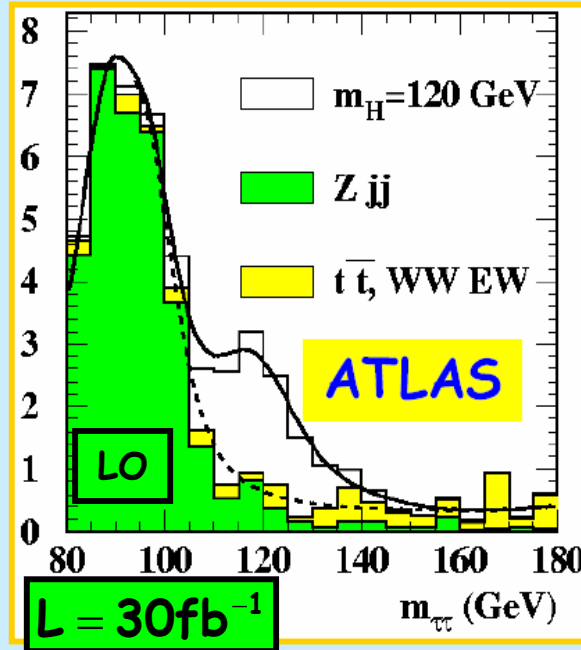
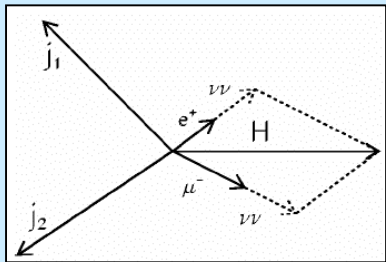


I fondi sono **Z/γ+jet**, tt+jet, WW+jet



I fondi sono Z/γ+jet , tt , W+jet

- Ricostruzione del tau: approssimazione di collinearita' fra leptone e neutrino

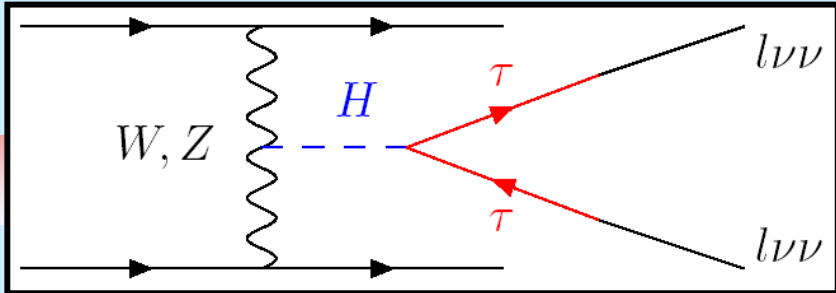


- Ricostruzione del Higgs:

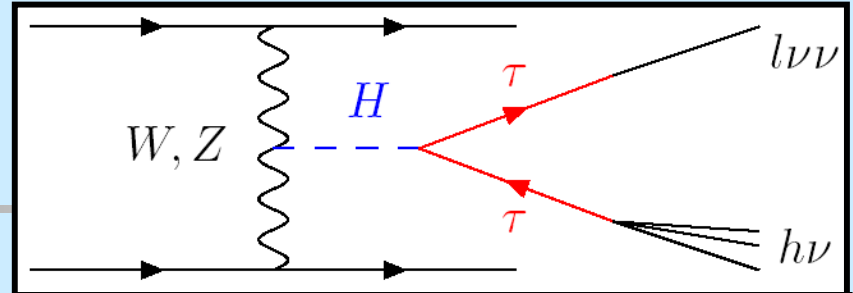
$$m_{\tau\tau} = m_{ll} / \sqrt{x_{\tau 1} x_{\tau 2}}$$

Combinando i vari canali ($H \rightarrow \tau\tau$) si ottiene una significanza $\sim 5\sigma$ a $L=30 \text{ fb}^{-1}$ nel range 115-140 GeV

VBF: $H \rightarrow \tau\tau$ (1)



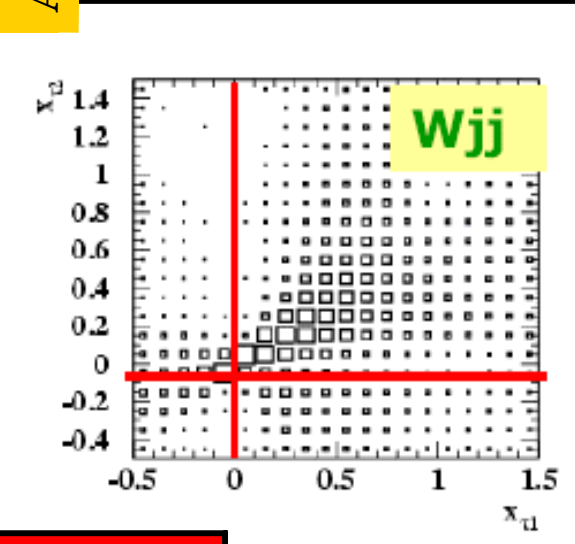
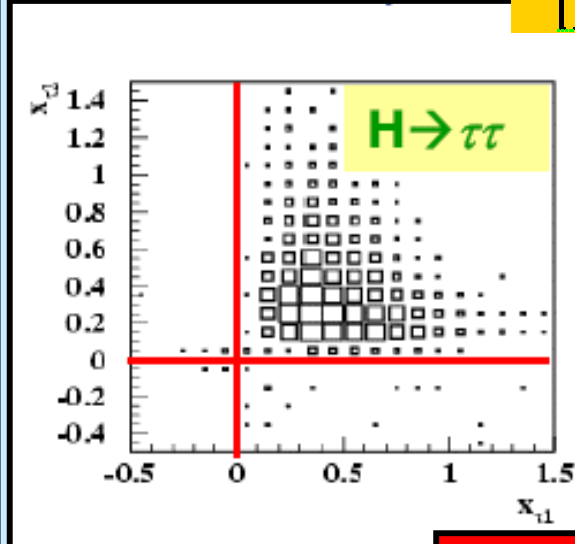
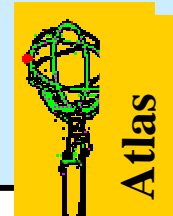
I fondi sono **Z/γ+jet**, tt+jet, WW+jet



I fondi sono Z/γ+jet , tt , W+jet

- Ricostruzione del tau :
 approssimazione di collinearita'
 fra leptone e neutrino

- Ricostruzione del Higgs:

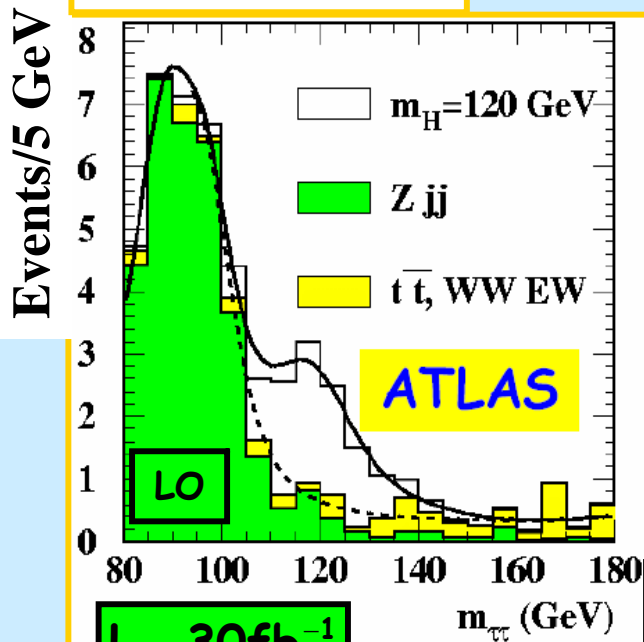
$$m_{\tau\tau} = m_{ll} / \sqrt{x_{\tau 1} x_{\tau 2}}$$


Eventi Monte Carlo
 Calabria

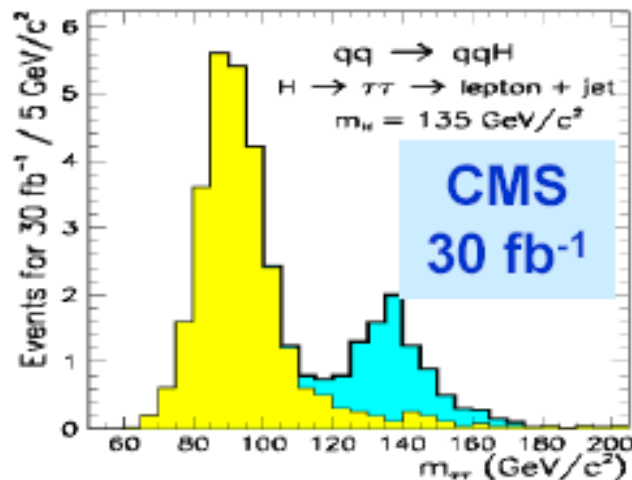
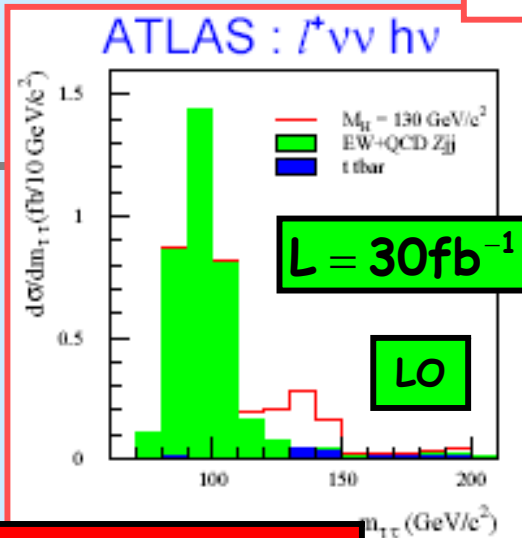
Fast simulation

VBF: $H \rightarrow \tau\tau$ (2)

$H \rightarrow \tau\tau \rightarrow \ell \nu\nu \ell \nu\nu$



$H \rightarrow \tau\tau \rightarrow \ell \nu\nu \text{ had}\nu$



Fast simulation

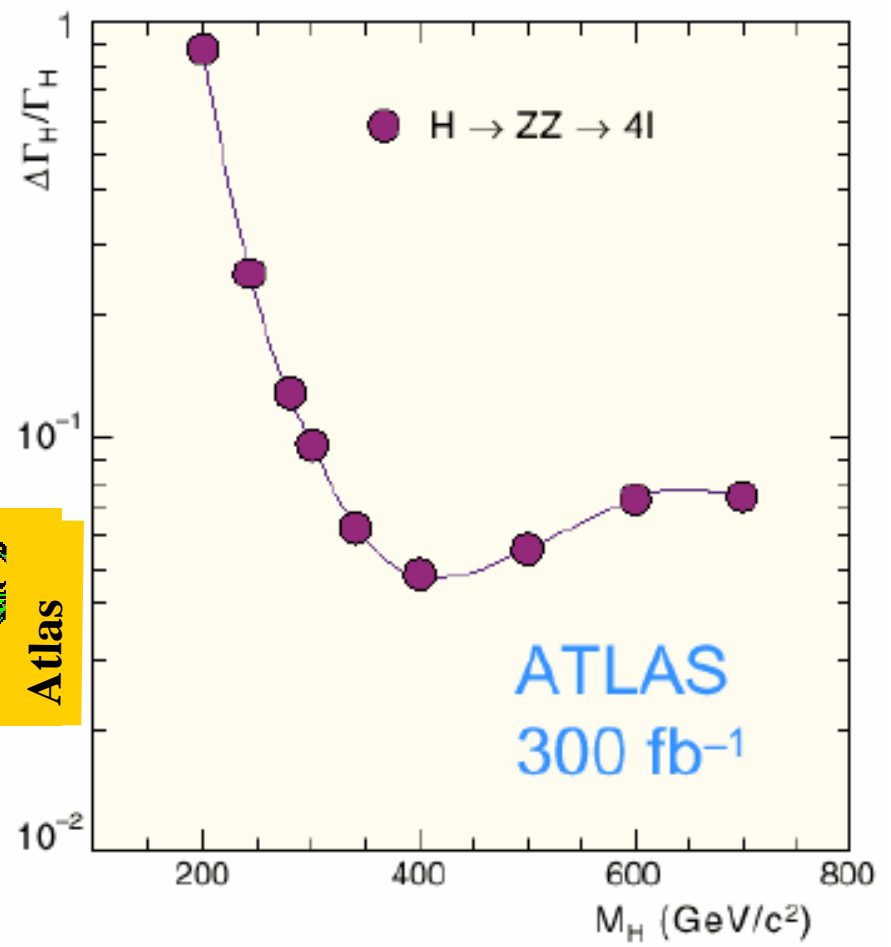
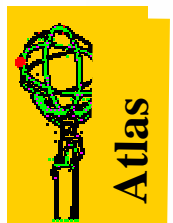
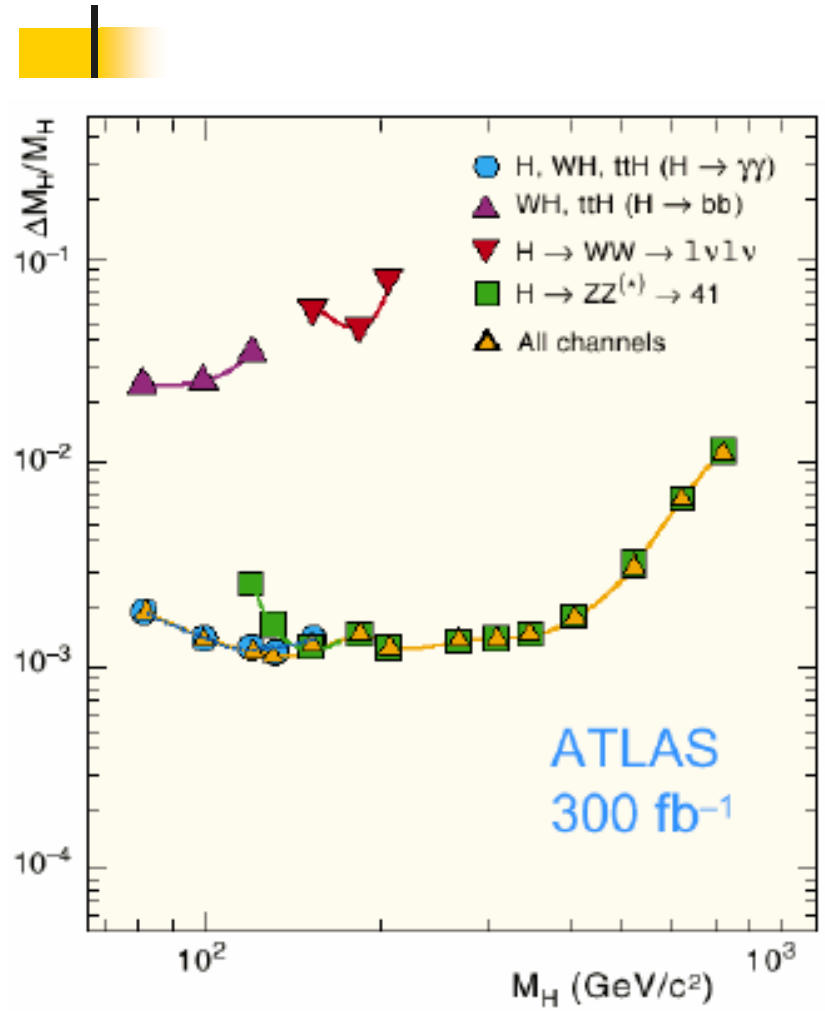
Combinando i vari canali ($H \rightarrow \tau\tau$) si ottiene una significanza $\sim 5\sigma$ a $L=30\text{fb}^{-1}$ nel range 115-140 GeV

Le sistematiche sul fondo per $H \rightarrow \tau\tau$

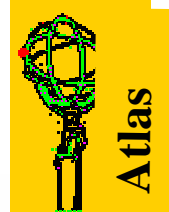
Importante la conoscenza di $Z \rightarrow \tau\tau$: per $M_H < 125$ GeV si usa il picco $Z \rightarrow \tau\tau$, per $M_H > 125$ GeV si usano le sidebands ma contano le code di $Z \rightarrow \tau\tau$ (fondamentale la risoluzione in E_T mancante)

Si stima una incertezza dopo la normalizzazione dell'ordine del 10%

Le proprietà del Higgs (1)

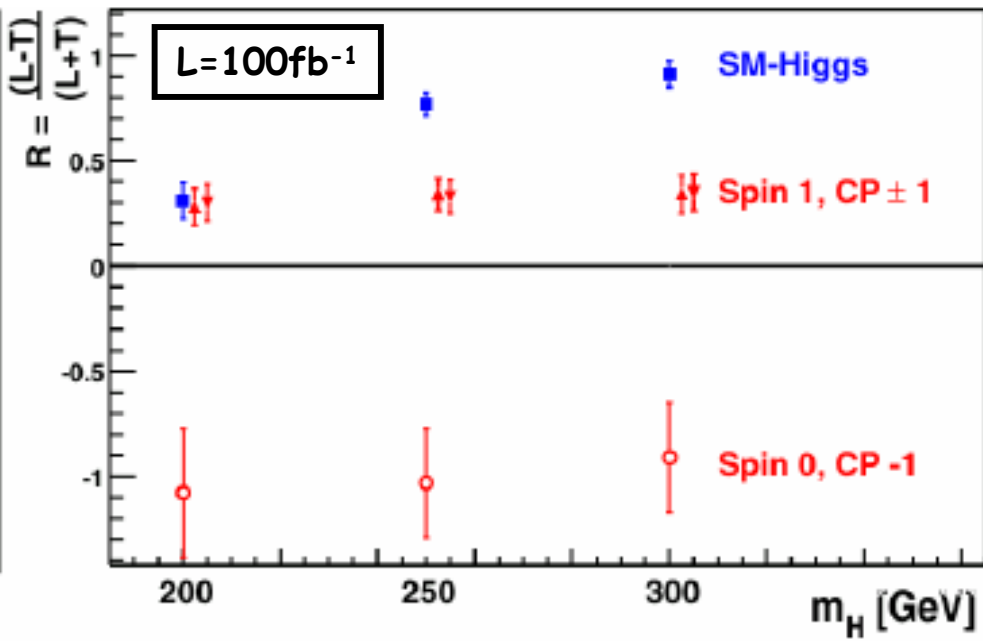
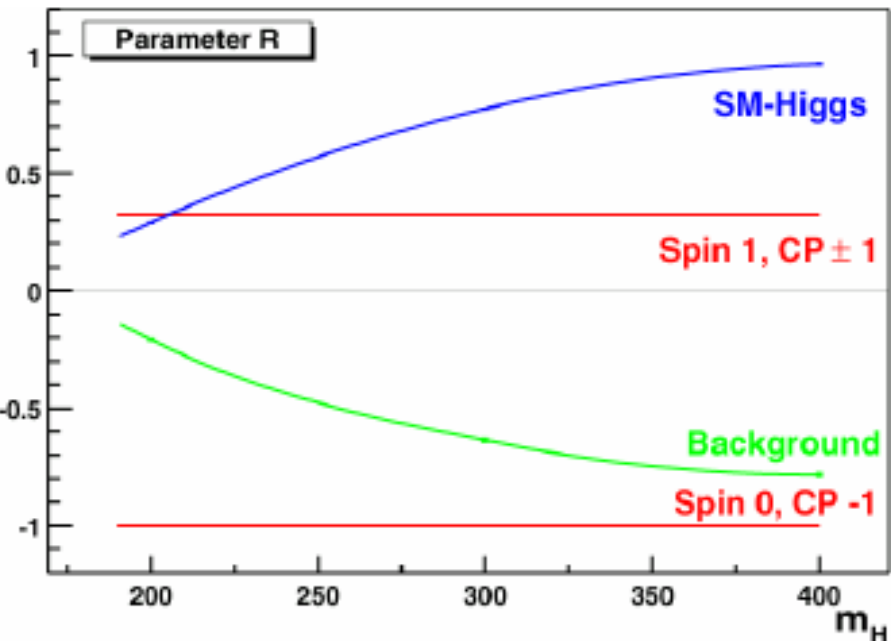
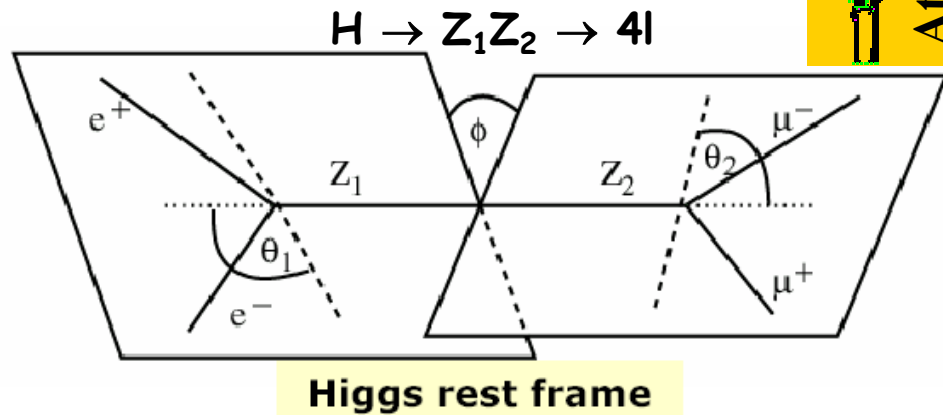


Le proprietà del Higgs (2)



Il MS prevede un Higgs con
Spin=0 e CP=+1

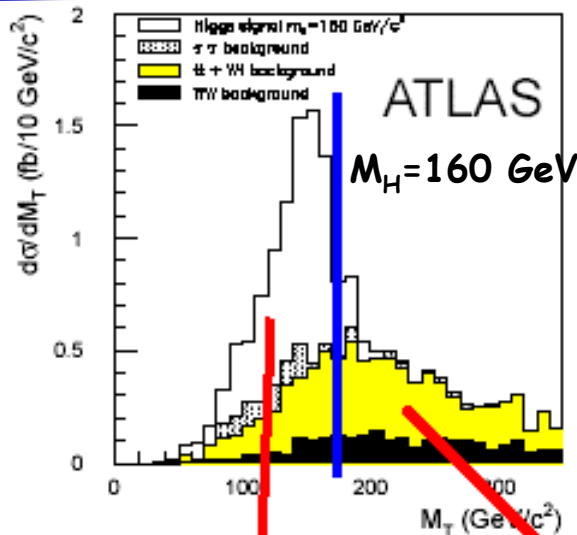
Variabili discriminanti sono ϕ e ϑ



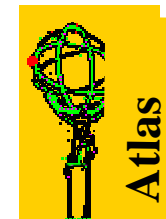
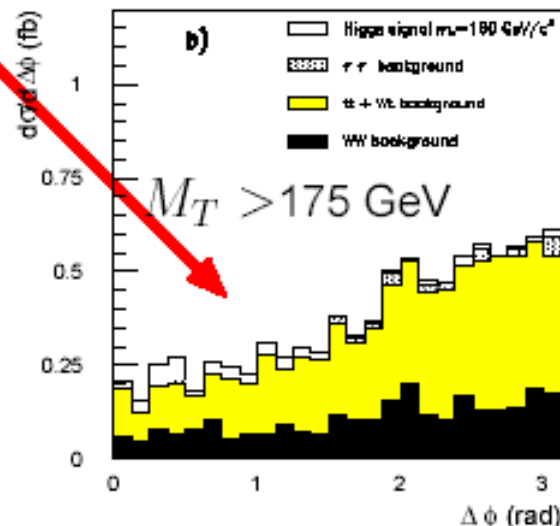
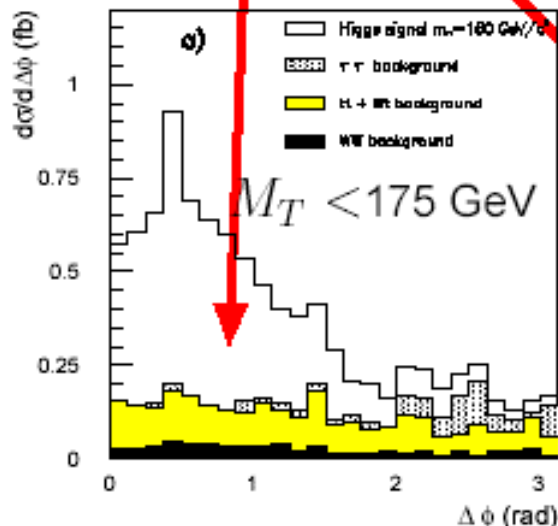
Per $M_H > 250$ GeV si distingue fra Spin 0-1 e CP pari-dispari
Per $M_H < 250$ GeV si distingue solo fra un SM higgs e S=0, CP=-1

Le proprietà del Higgs (3)

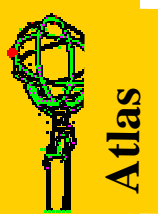
Il MS prevede un Higgs Spin=0 e CP=+1



E' possibile testare l'ipotesi di spin zero da eventi VBF $H \rightarrow WW \rightarrow l\nu l\nu$:
 Se l' Higgs ha spin zero i 2 leptoni tendono ad essere emessi nella stessa direzione, una buona variabile è l'angolo di separazione nel piano trasverso $\Delta\phi$



Le proprietà del Higgs (4)



Likelihood fit per determinare l'accuratezza delle costanti di accoppiamento relative

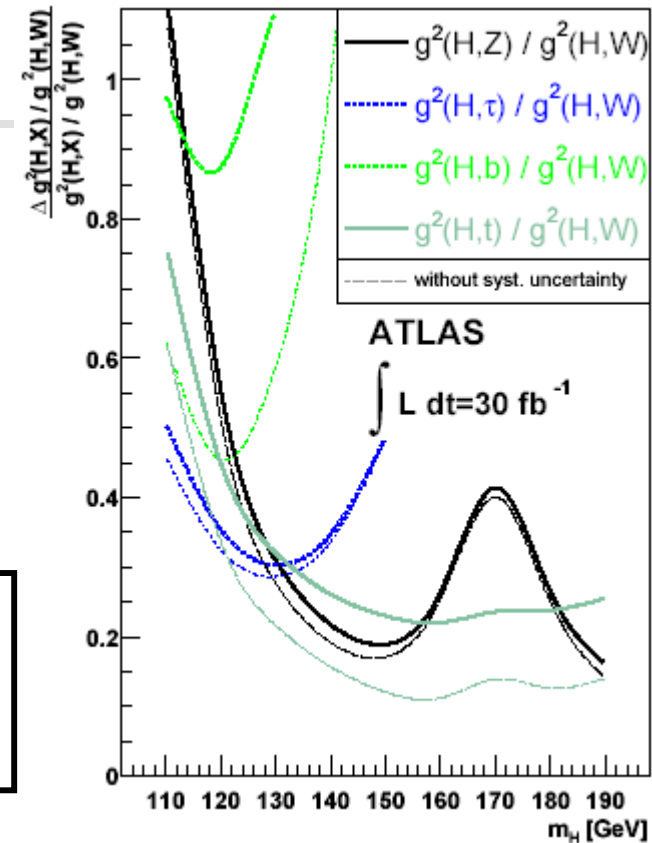
Si assume che:

- L' Higgs e' un oggetto scalare pari
- Che si accoppia solo a particelle MS
- Che non si accoppia con i fermioni leggeri

I processi di produzione e decadimento possono essere espressi in funzione delle costanti di accoppiamento

$\frac{g_Z^2}{g_W^2}, \frac{g_\tau^2}{g_W^2}, \frac{g_t^2}{g_W^2}$ possono essere misurati con una precisione

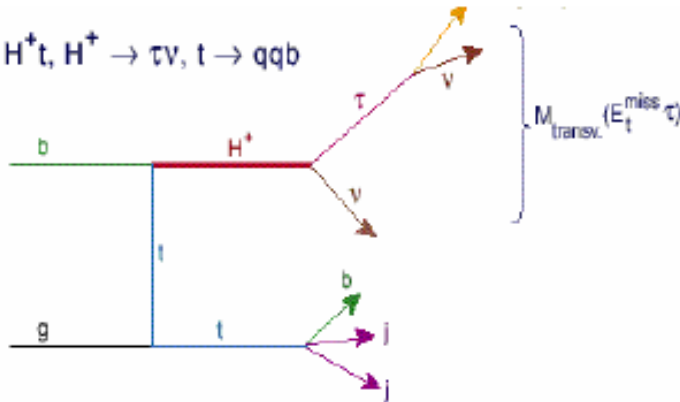
dal 15% al 50% ($M_H > 125 \text{ GeV}, L = 30 \text{ fb}^{-1}$)



della

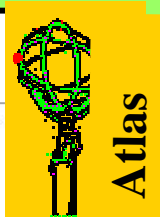
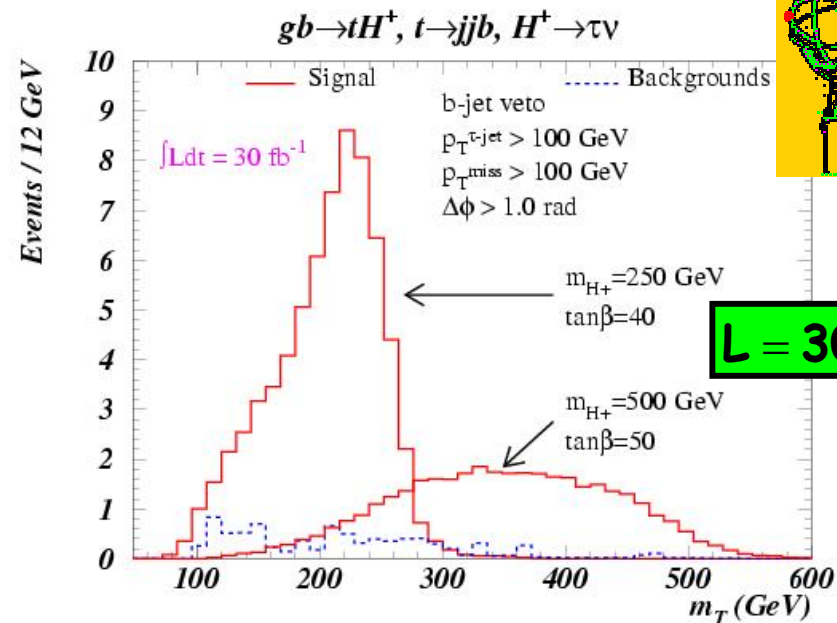
$H^\pm \rightarrow \tau\nu$, $\tau \rightarrow \text{had} + X$

$gb \rightarrow H^+t, H^+ \rightarrow \tau\nu, t \rightarrow qqb$

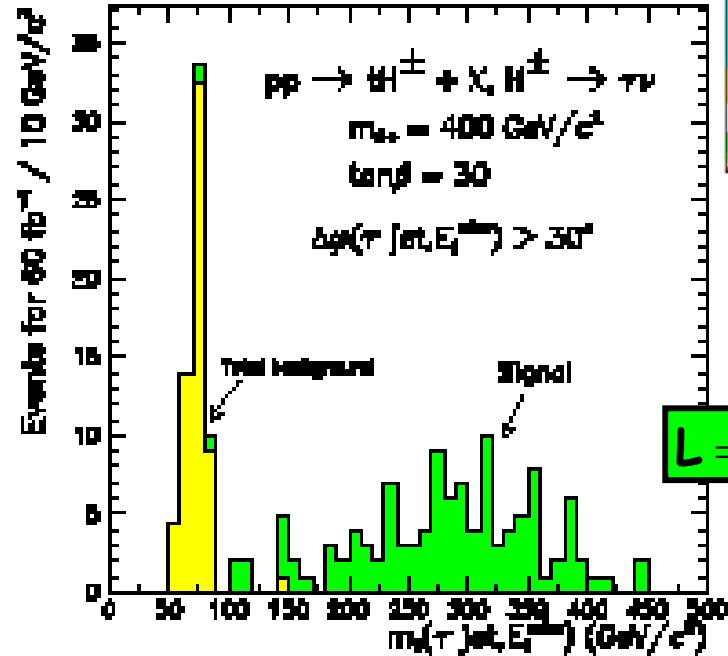


I fondi principali sono: $tt, Wt, W+\text{jets}$

- 1 τ -jet e 3 jet no- τ
(uno b, 2 con M_{jj} compatibile con M_W)
- Ricostruzione t
- Tagli su: $p_T^\pi/E_T^{\tau\text{-jet}}, p_T^{\tau\text{-jet}}, E_T^{\text{miss}}, \Delta\phi(\tau\text{-jet}, E_T^{\text{miss}})$

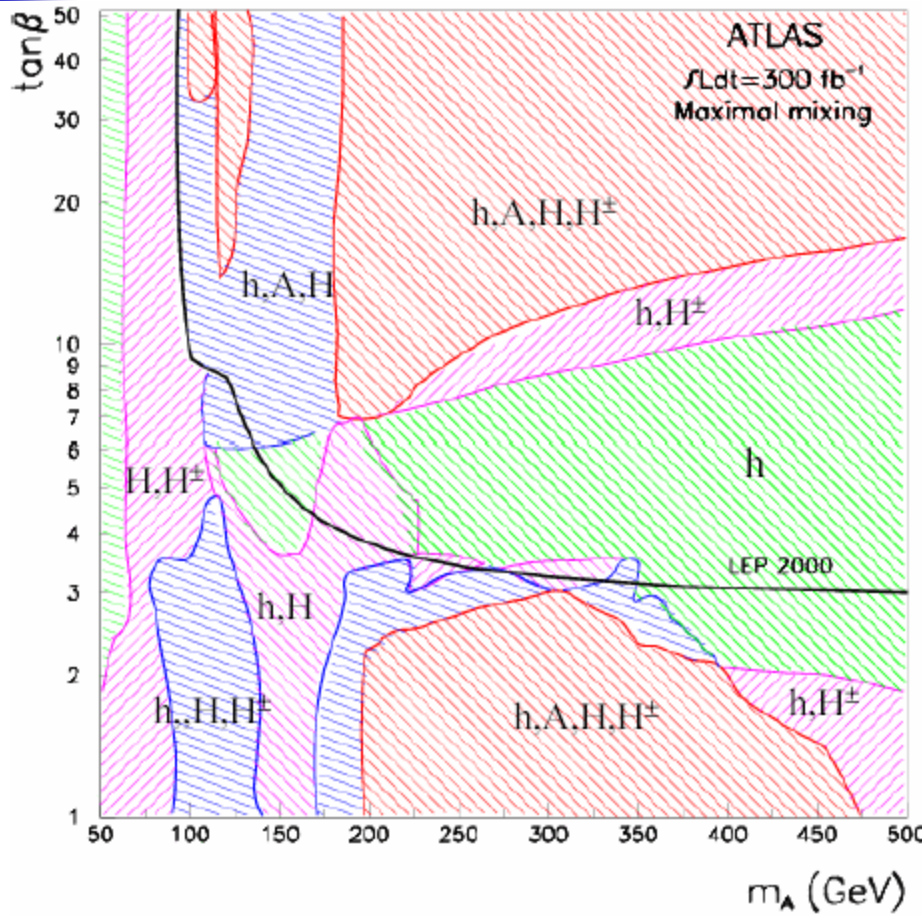


$L = 30 \text{ fb}^{-1}$



$L = 60 \text{ fb}^{-1}$

Quanti Higgs si possono osservare?

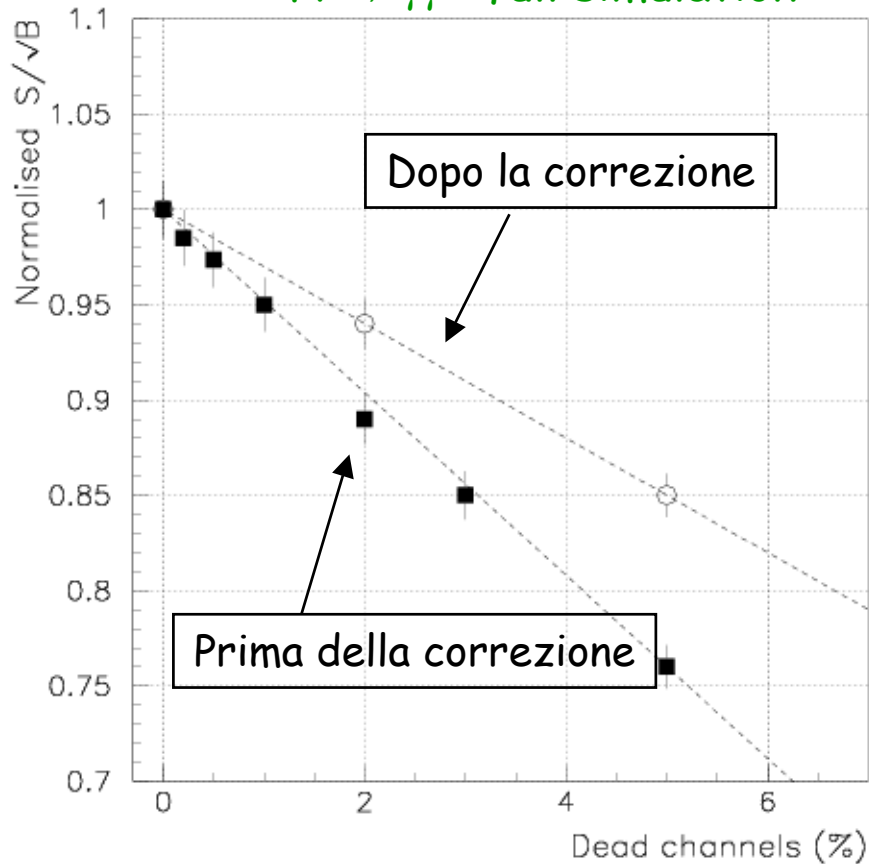


- 4 Higgs osservabili
- 3 Higgs osservabili
- 2 Higgs osservabili
- 1 Higgs osservabile

Assumendo solo decadimenti
 In particelle MS

Un esempio : $H \rightarrow \gamma\gamma$ (2)

$H \rightarrow \gamma\gamma$: full simulation



E' richiesta una percentuale $< 0.3\%$
Di canali morti