

Risultati di Fisica del Modello Standard e Ricerca del/i Bosone/i di Higgs a LHC

Stefano Giagu

Sapienza Università di Roma e
INFN Sezione di Roma

SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA



Fisica alla scala del TeV

Priorità del programma di fisica dei collider di ultima generazione:

- chiarire definitivamente il settore di Higgs (EWSB)

$$\mathcal{L}_{SM} = \mathcal{L}_{symm} + \mathcal{L}_{Higgs}$$

sperimentalmente ancora tutta da scoprire

verificata con precisione a LEP/SLC/Tevatron/Bfactory/...

- cercare segnali di nuova fisica alla scala del TeV (Gerarchia)

Altrettanto importanti:

- fisica del sapore di alta precisione (Tevatron/LHCb/Bfactory/superB (+ qualche contributo da parte di ATLAS/CMS))
- diagrammi di fase di QCD (Alice)

Come si cerca l'Higgs e/o effetti di Nuova Fisica

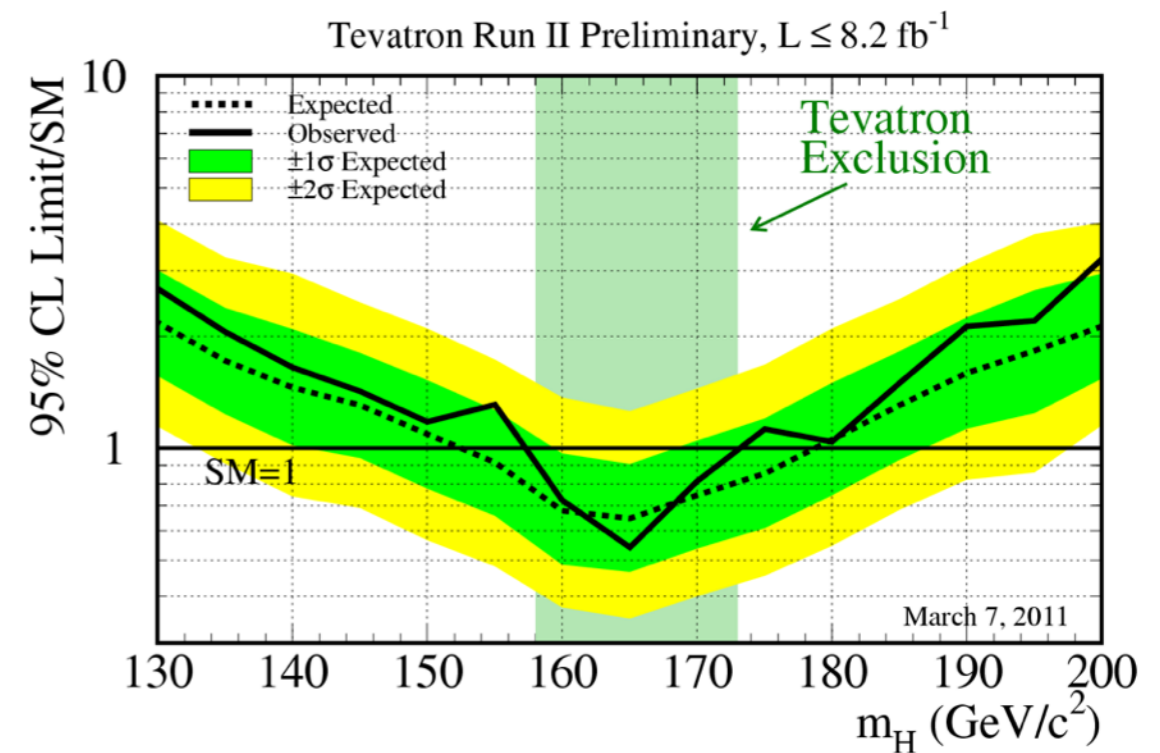
Due strategie complementari:

- ricerca di effetti diretti:
 - chiara interpretazione, misura delle proprietà del processo osservato
 - non si può osservare ciò che non si può produrre direttamente ...
 - ricerche guidate dalle previsioni teoriche ... minore sensibilità ad effetti inaspettati
- ricerca di effetti indiretti su processi del Modello Standard misurati con alta precisione:
 - effetti virtuali → sensibilità a più alte scale di energia
 - interpretazione fisica dell'osservazione ambigua, necessità di una successiva verifica diretta
 - by product:
 - comprensione dei processi SM
 - ottimizzazione delle prestazioni dei rivelatori

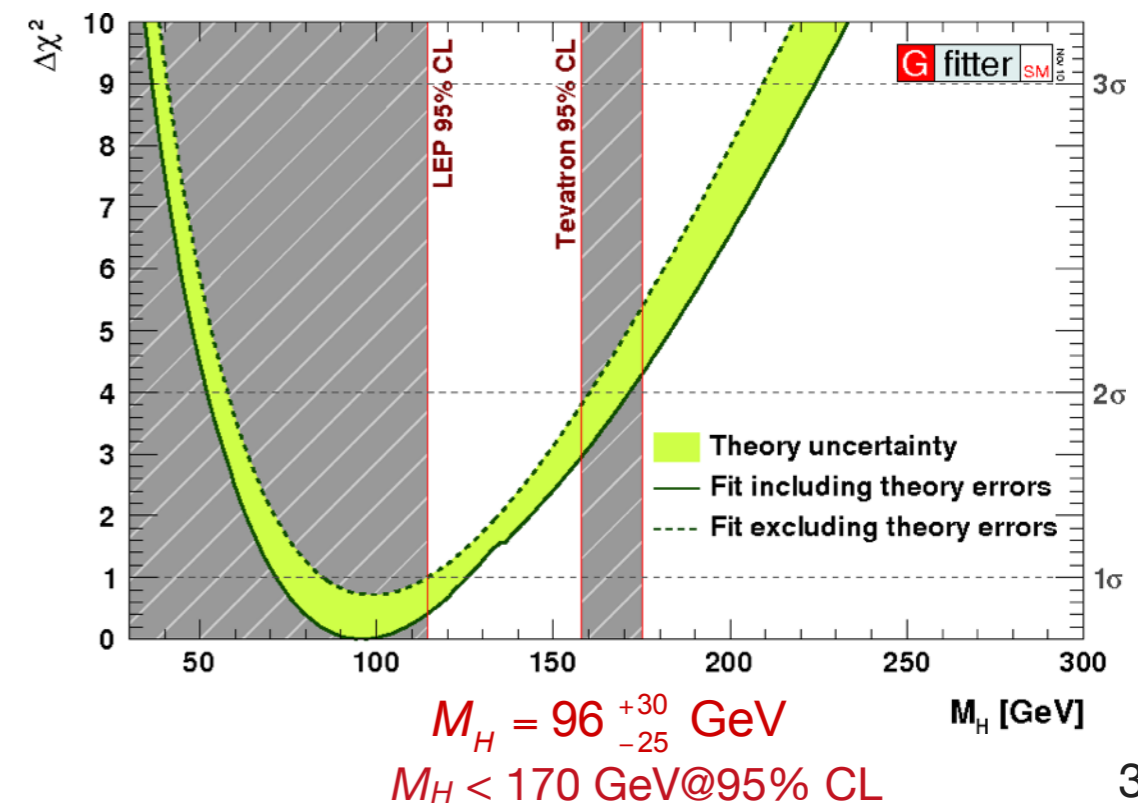
prerequisiti fondamentali per le ricerche dirette

Limiti diretti Higgs Modello Standard:

- LEP: $M_H > 114.4 \text{ GeV}/c^2$ @95% CL
- Tevatron: $M_H \notin [158, 173] \text{ GeV}/c^2$ @95% CL



Limiti Higgs SM dal fit alle misure di precisione

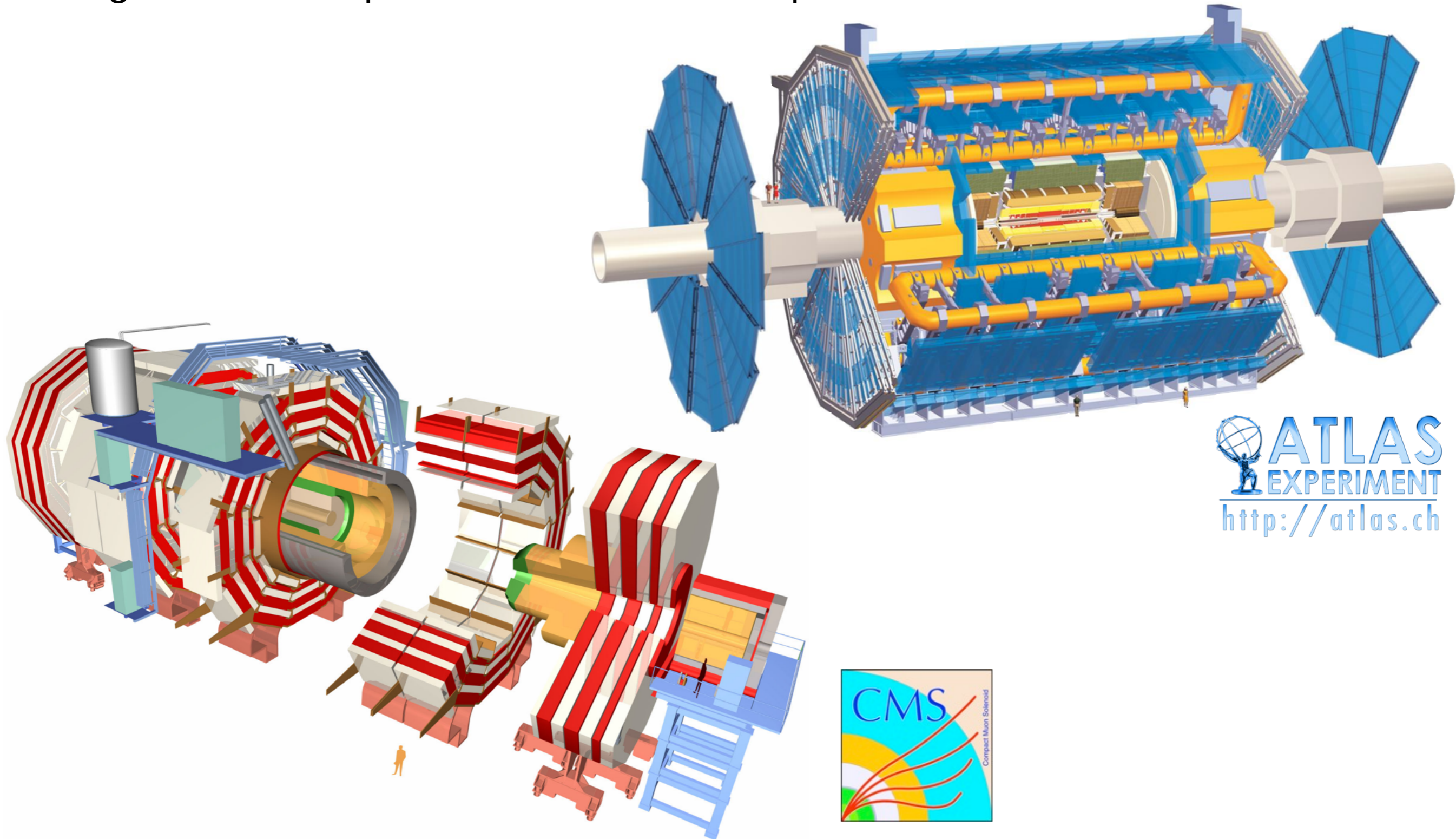


- Alcune misure di fisica del Modello Standard a LHC
(nell'ottica della ricerca del bosone di Higgs ...)
 - fisica dei Jet
 - fotoni
 - fisica del W e dello Z

- La ricerca diretta dell'Higgs
 - produzione e decadimento: SM (e BSM)
 - primi risultati delle ricerche effettuate a LHC
 - prospettive a breve termine ..

I “tool” sperimentali

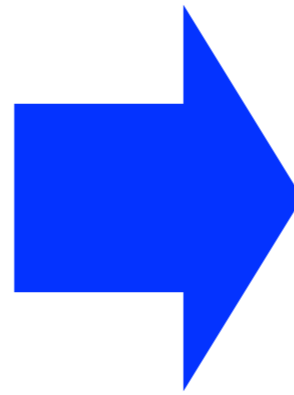
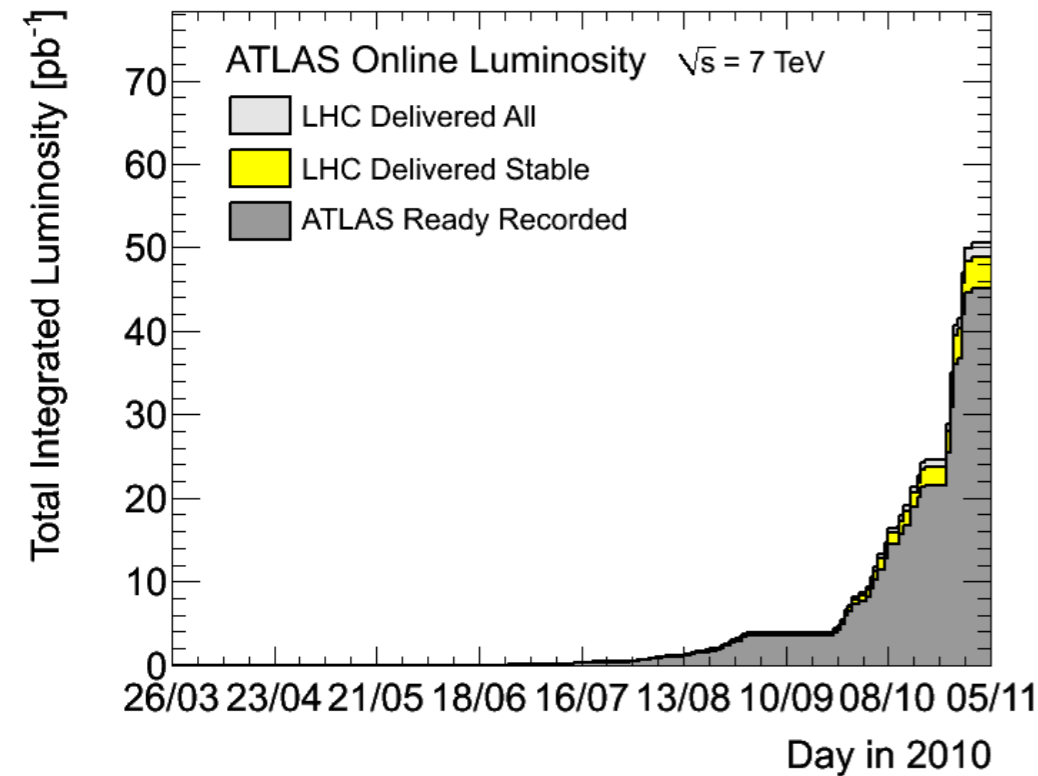
- rivelatori general purpose
- design ottimizzato per le dure condizioni imposte da LHC



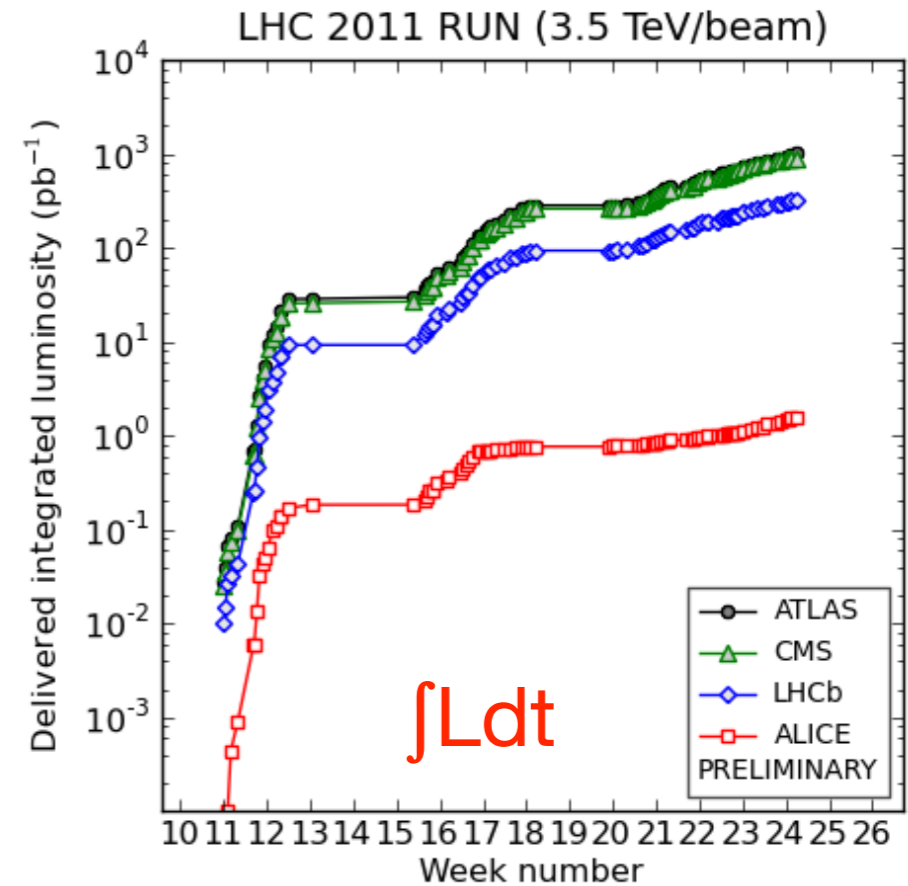
i dettagli nella presentazione di Marcella ...

Il campione di dati

2010



2011



(generated 2011-06-15 01:11 including fill 1868)

2010 / 2011 (ieri) @ $\sqrt{s} = 7$ TeV

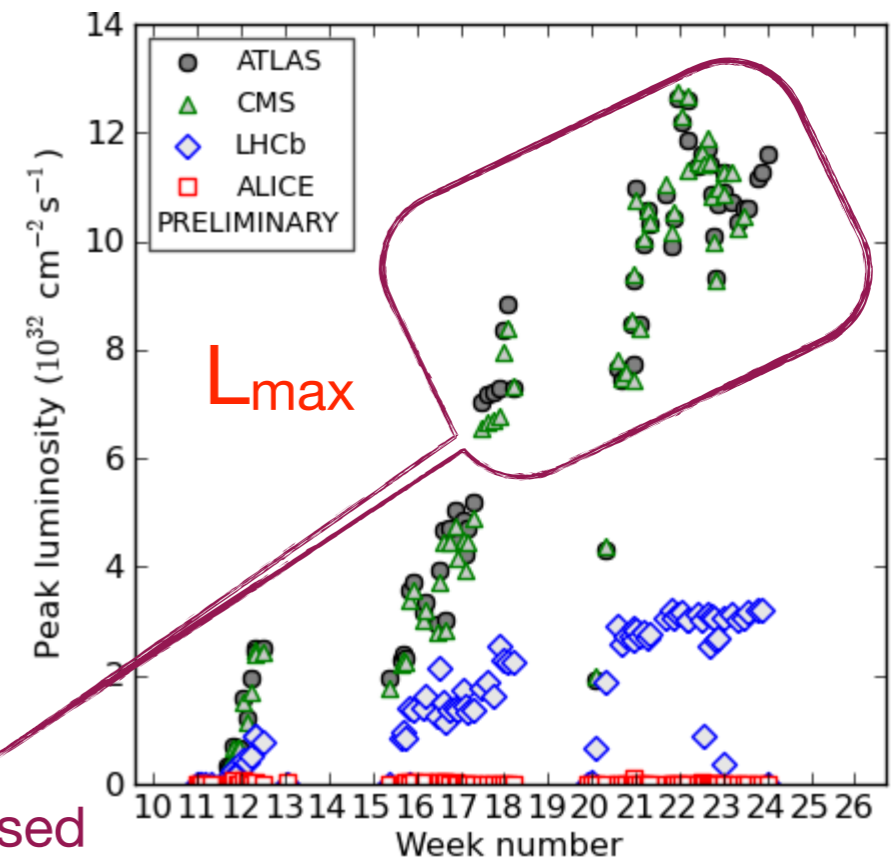
$\int L dt$ ~45 / >1000 pb^{-1}
 L ~2 / ~13 $10^{32} \text{cm}^{-2}\text{s}^{-1}$



~60 Higgs/ora (SM, 150 GeV) in ATLAS/CMS

proiezioni:

O(2÷3) fb^{-1} 2011
 O(5÷10) fb^{-1} 2012



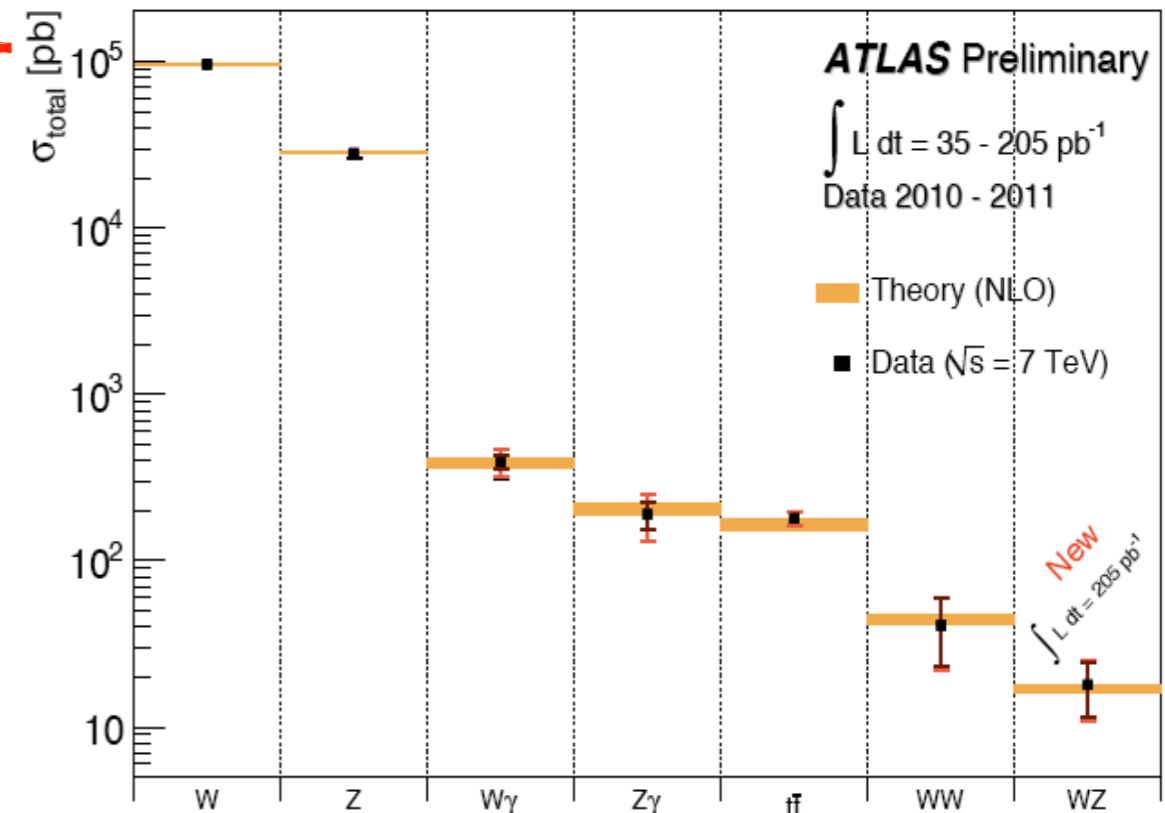
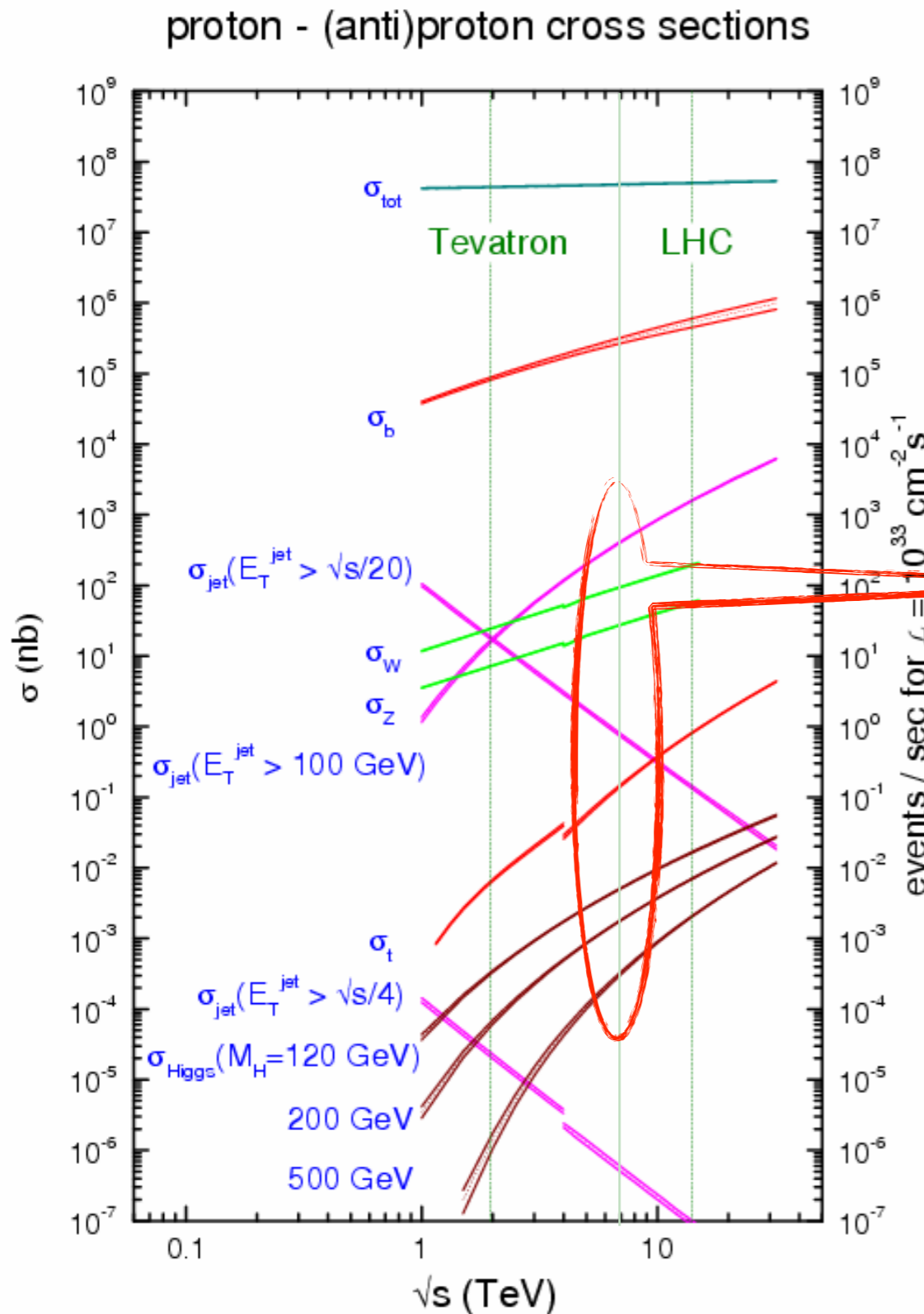
World record, Tevatron ($4.1 \cdot 10^{32}$) surpassed

Il viaggio verso la scoperta dell'Higgs

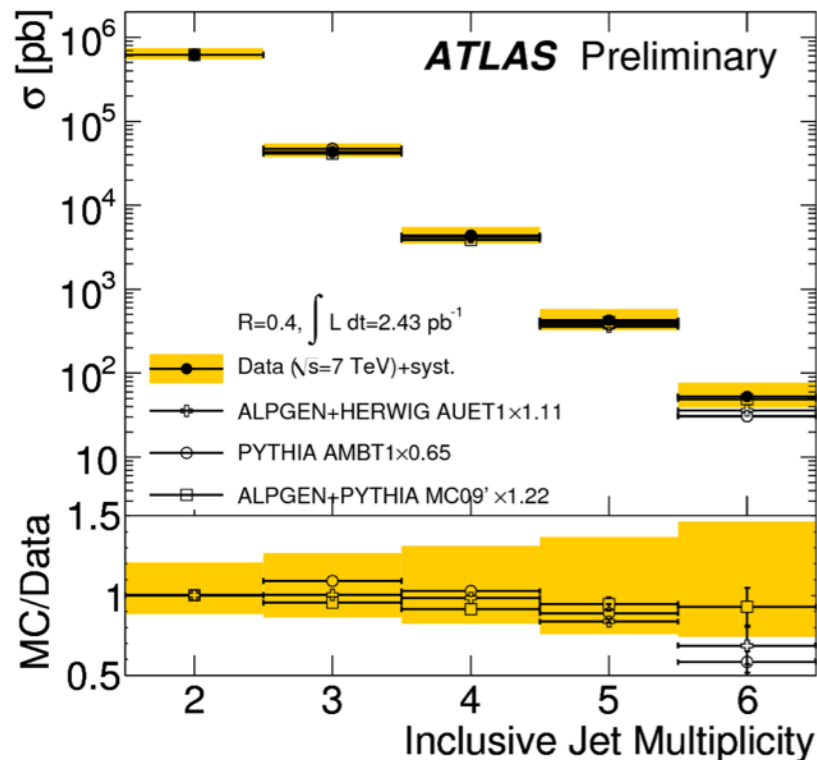
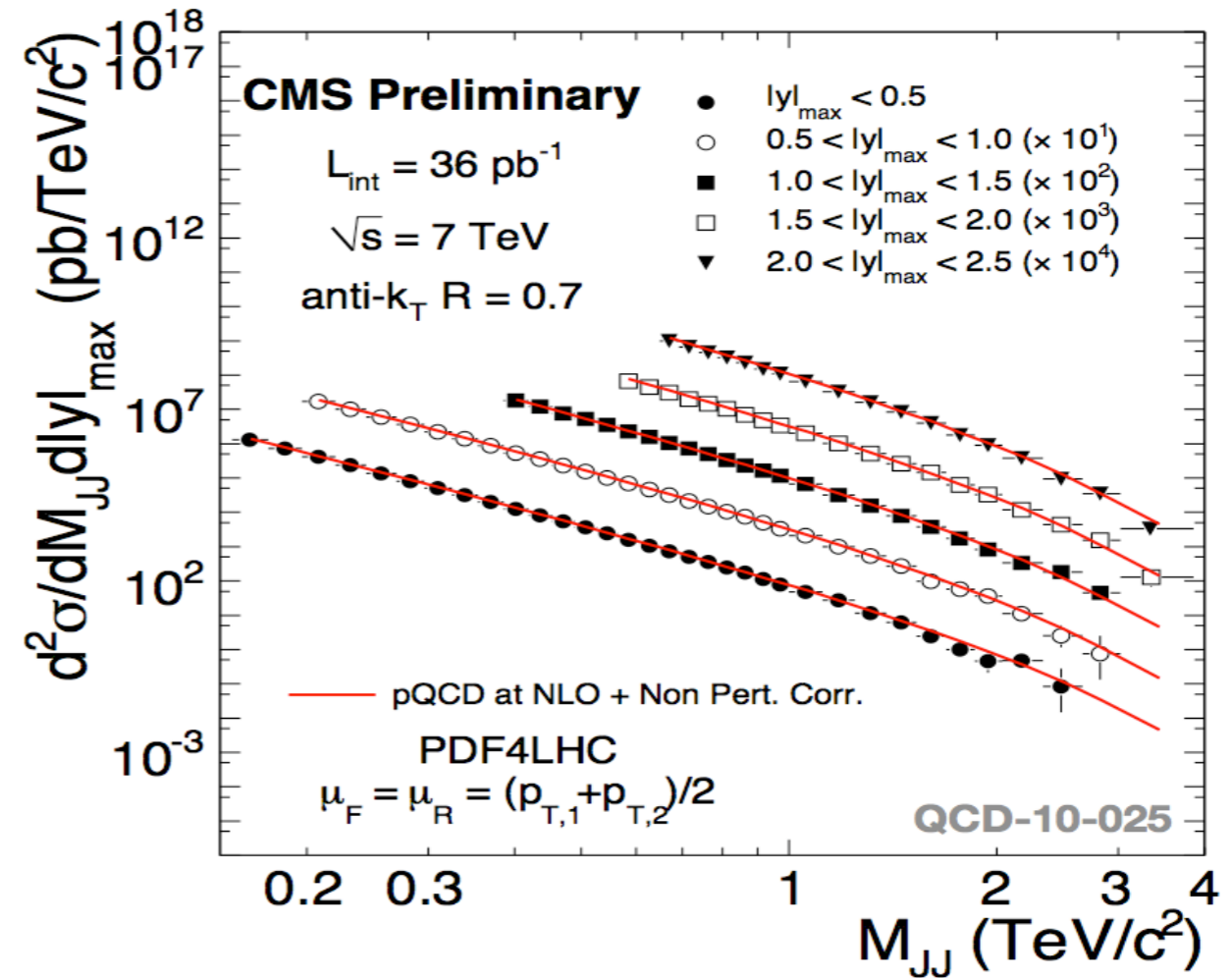
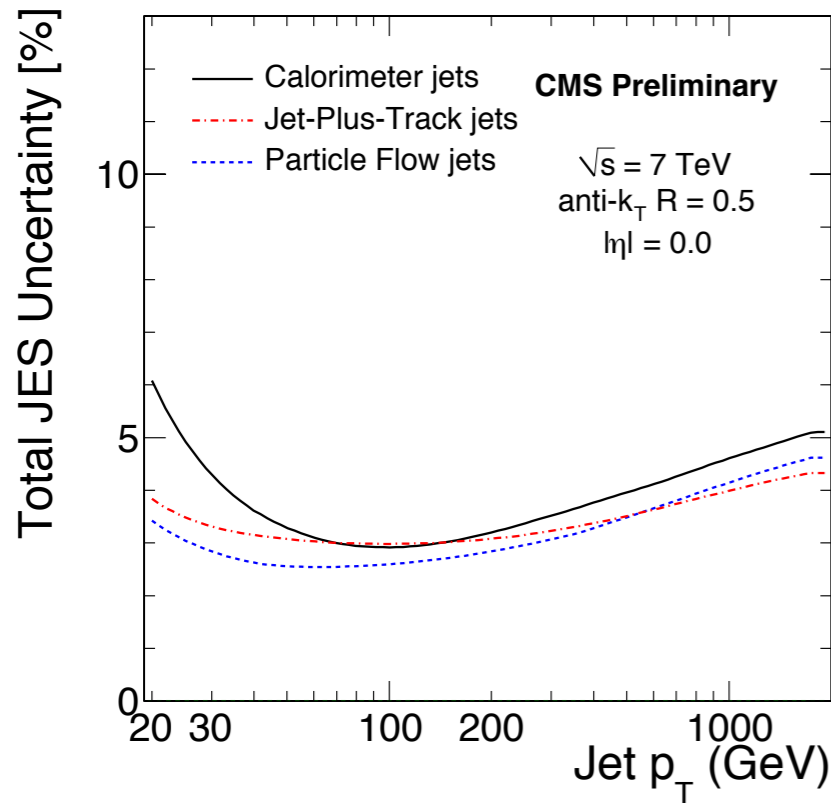
Guidato dalla gerarchia ...

... dai processi più frequenti a quelli più rari

- rate processi del Modello Standard $\sim 10^8 \div 10^4$ rate Higgs
- bisogna dimostrare di saper misurare $pp \rightarrow WW$ prima di poter dire di aver osservato $pp \rightarrow h \rightarrow WW$
- sorgenti di fondo principali per l'higgs \rightarrow vanno misurate con precisione e confrontate con i calcoli teorici per validare questi ultimi



Incerteza sulla scala di energia 3-5% for $p_T > 20$ GeV



Sezione d'urto inclusiva Jet-Jet VS M_{JJ}

- misurata fino a masse invarianti di oltre 3 TeV
- test della pQCD

Multi-jet

- osservati fino a 6 hard jet
- accordo sorprendente sia con i MC ME che PS, e con i calcoli NLO

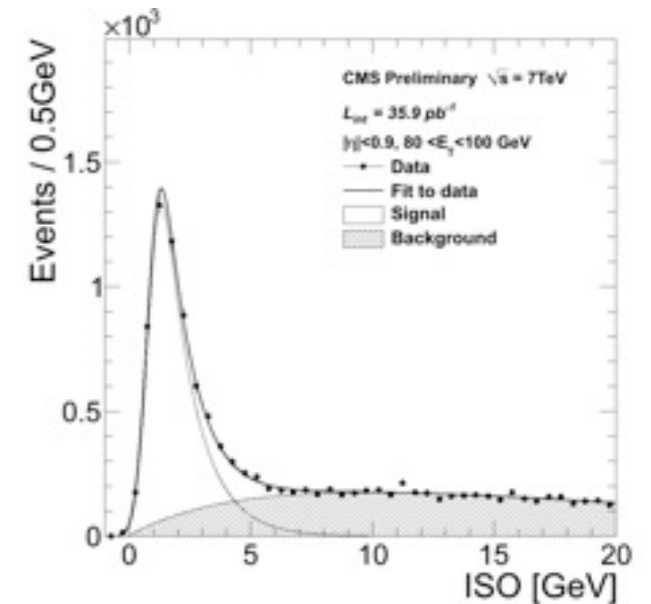
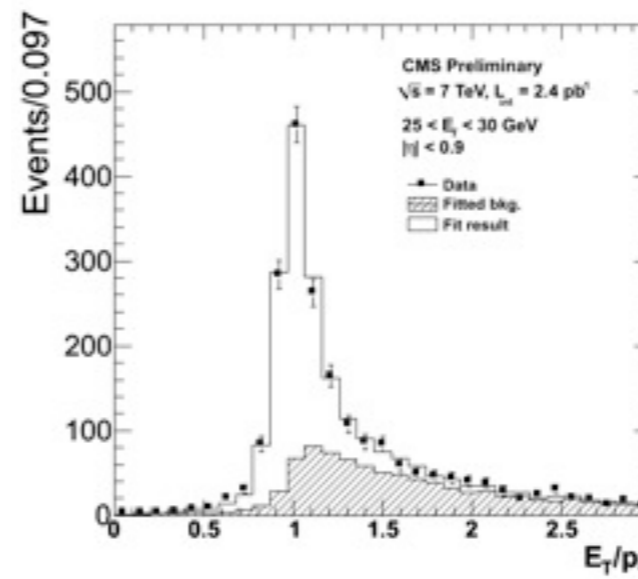
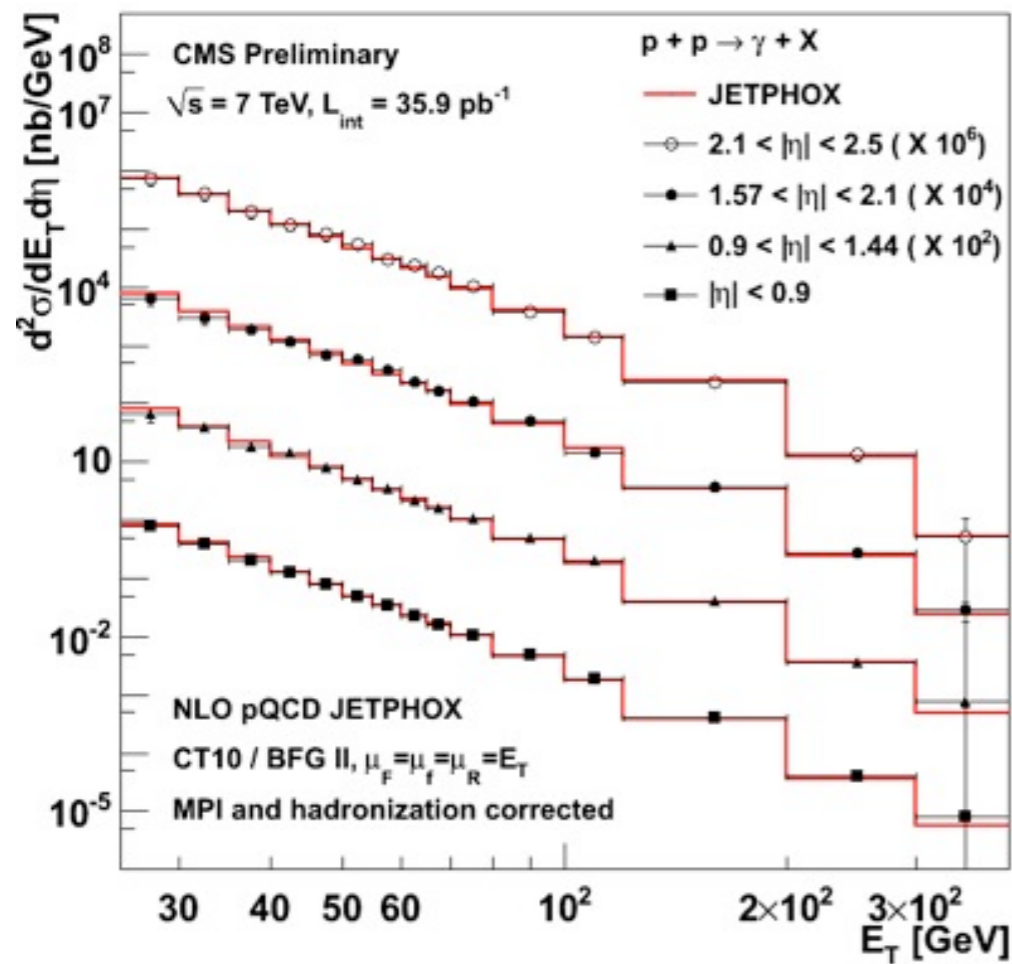
fondi dominanti per molte analisi di nuova fisica (SUSY, ESOTICI)

Fotoni

- produzione inclusiva di fotoni diretti isolati

- uno dei fondi da capire in dettaglio per la ricerca dell'Higgs in 2γ
- potente test della pQCD: misura diretta della PDF gluonica
- messa a punto delle tecniche di ricostruzione/identificazione di fotoni:
 - bassa E_T : ricostruzione fotoni da conversioni
 - alta E_T : isolamento

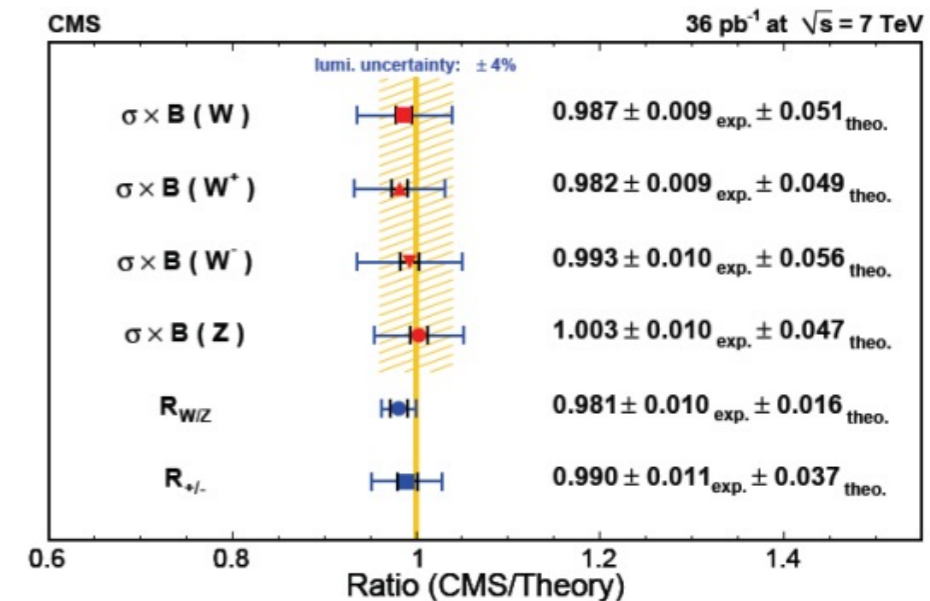
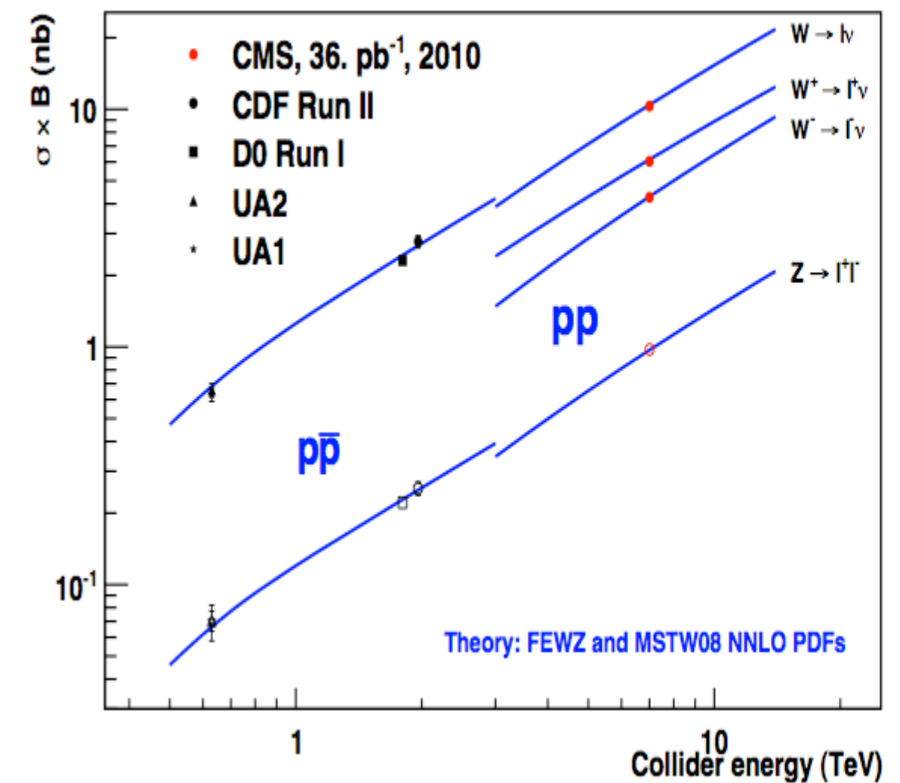
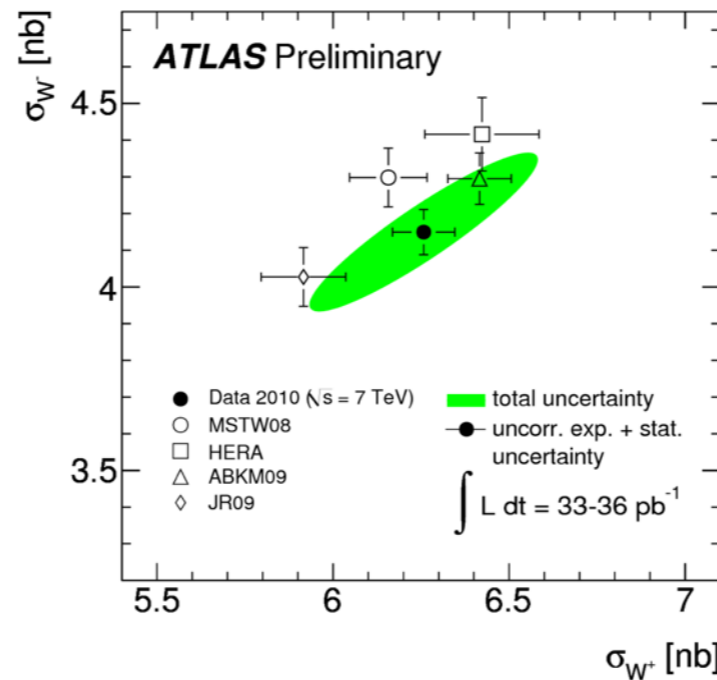
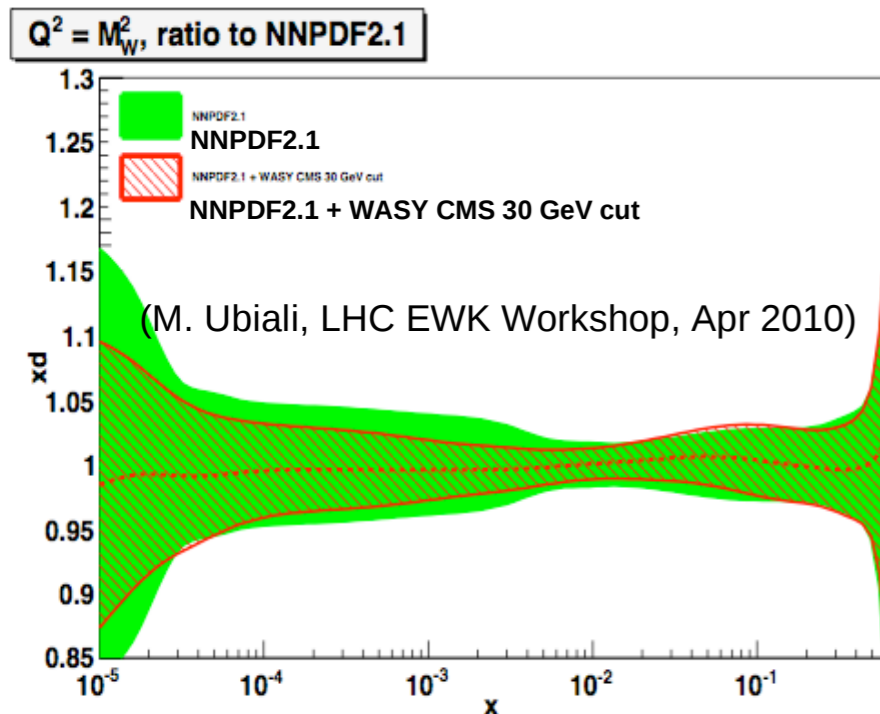
CMS



ottimo accordo tra dati e predizioni teoriche (NLO) per energie trasverse da 30 a 400 GeV e fino ad alte rapidità $0 < |\eta| < 2.5$

Uno strumento fondamentale:

- signature pulite, permettono misure di precisione
- disponibili predizioni teoriche accurate: generatori@NLO (POWHEG, MC@NLO), calcoli@NNLO (FEWZ, RESBOS, DYNNLO)
- distribuzioni differenziali sensibili alle PDF
- permettono di capire e calibrare il rivelatore (Tag&Probe, risoluzioni, scale di energia e impulso)
- costituiscono fondo per la maggior parte delle analisi di ricerca

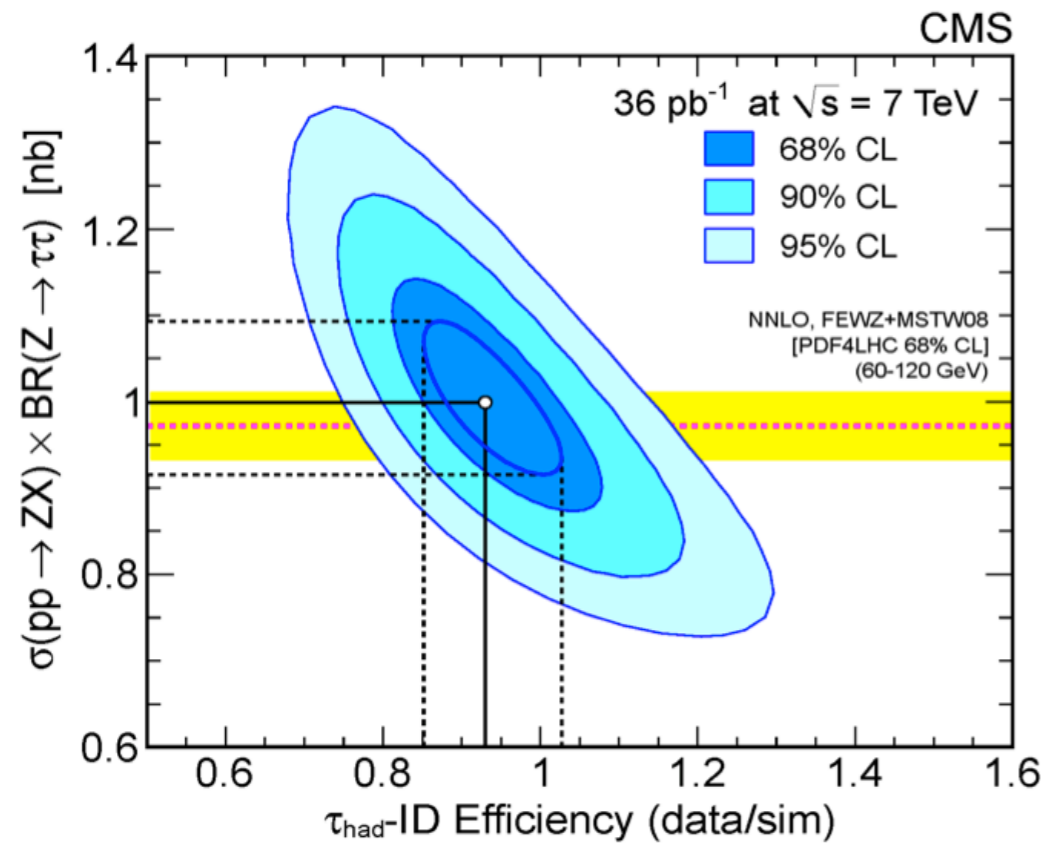
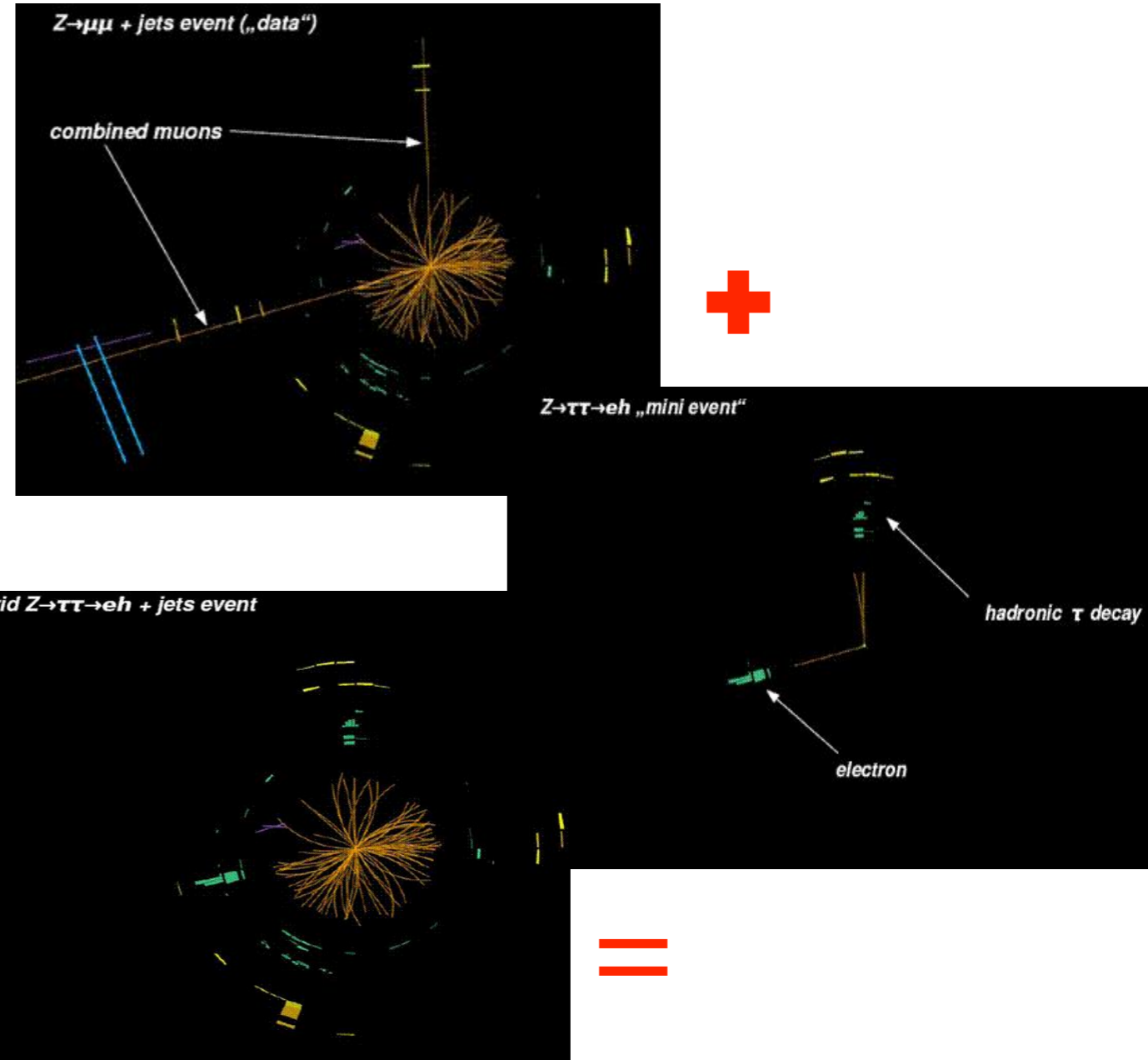
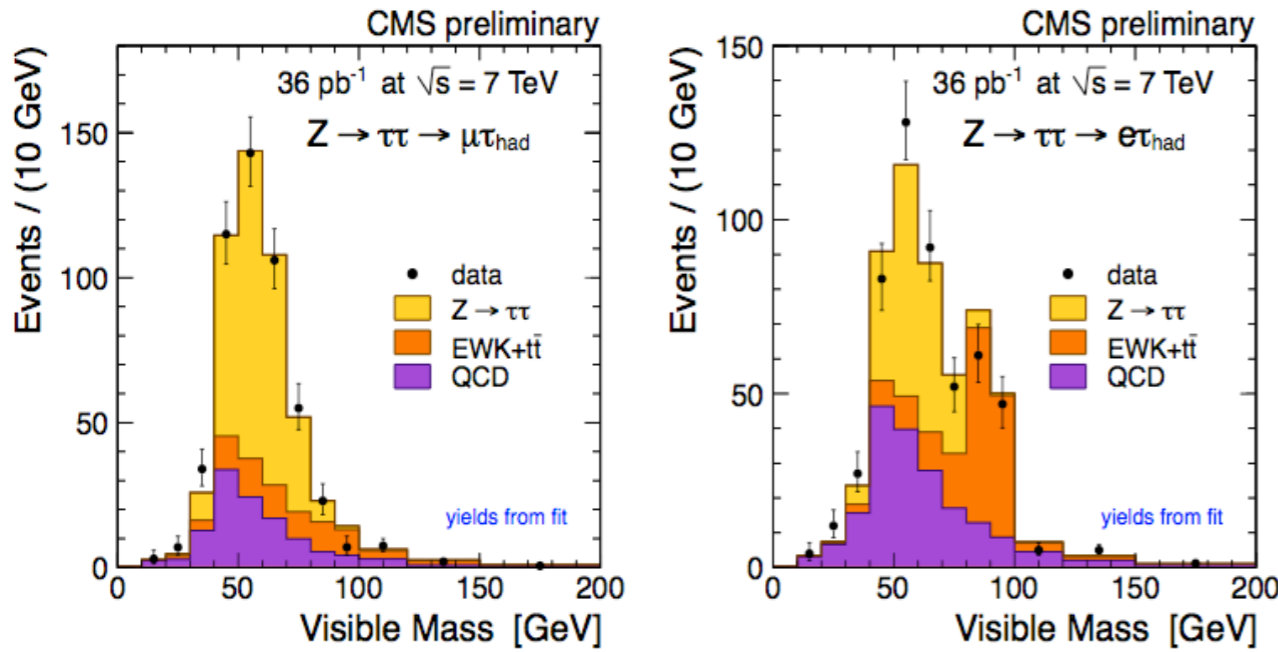


usando le misure di CMS e ATLAS di W^+/W^-
 constraint sulle PDF d,u,s con miglioramento
 delle incertezze >40% nel range $10^{-3} < x < 10^{-2}$

- incertezze dominate dalla luminosità
- si cancella nei rapporti W/Z e W^+/W^-

Z → ττ come benchmark per h → ττ, H⁺ → τν

- Incertezze sistematiche principali:
 - efficienza identificazione del tau nei decadimenti adronici
 - forma dello spettro in massa visibile
 - **necessario stimarle con tecniche data-driven**

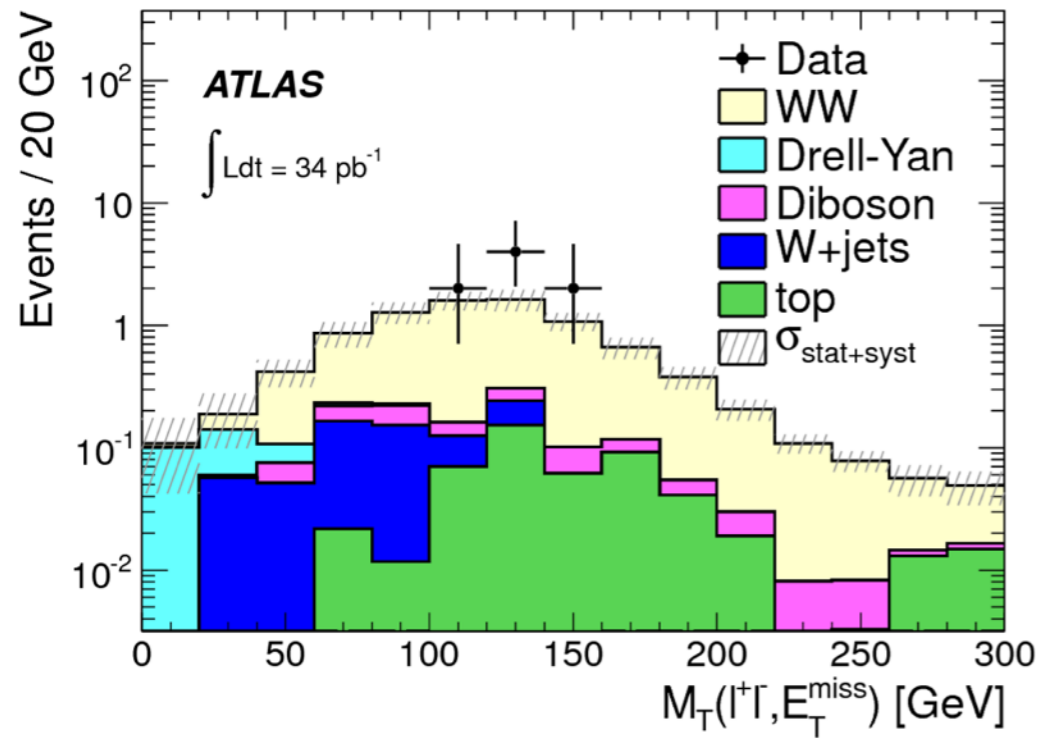


CMS: fit simultaneo alla sezione d'urto misurata nei diversi canali e efficienza di identificazione del tau per migliorare la risoluzione

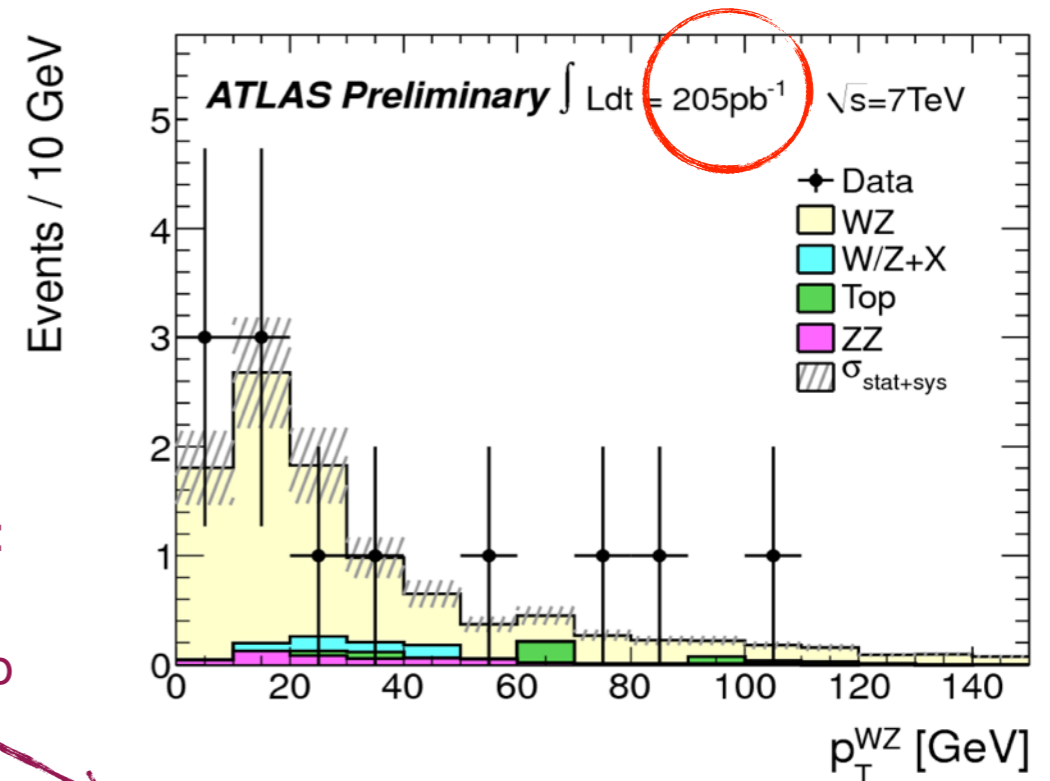
ATLAS: forma dello spettro in massa invariante usando tecniche di MC embedding: tau inseriti all'interno di eventi reali Z → μμ (alta statistica)

W e Z + altro: WW/WZ/Wγ/Zγ

$pp \rightarrow WW/WZ \rightarrow l\nu l\nu/3l\nu$: il fondo di $h \rightarrow WW$

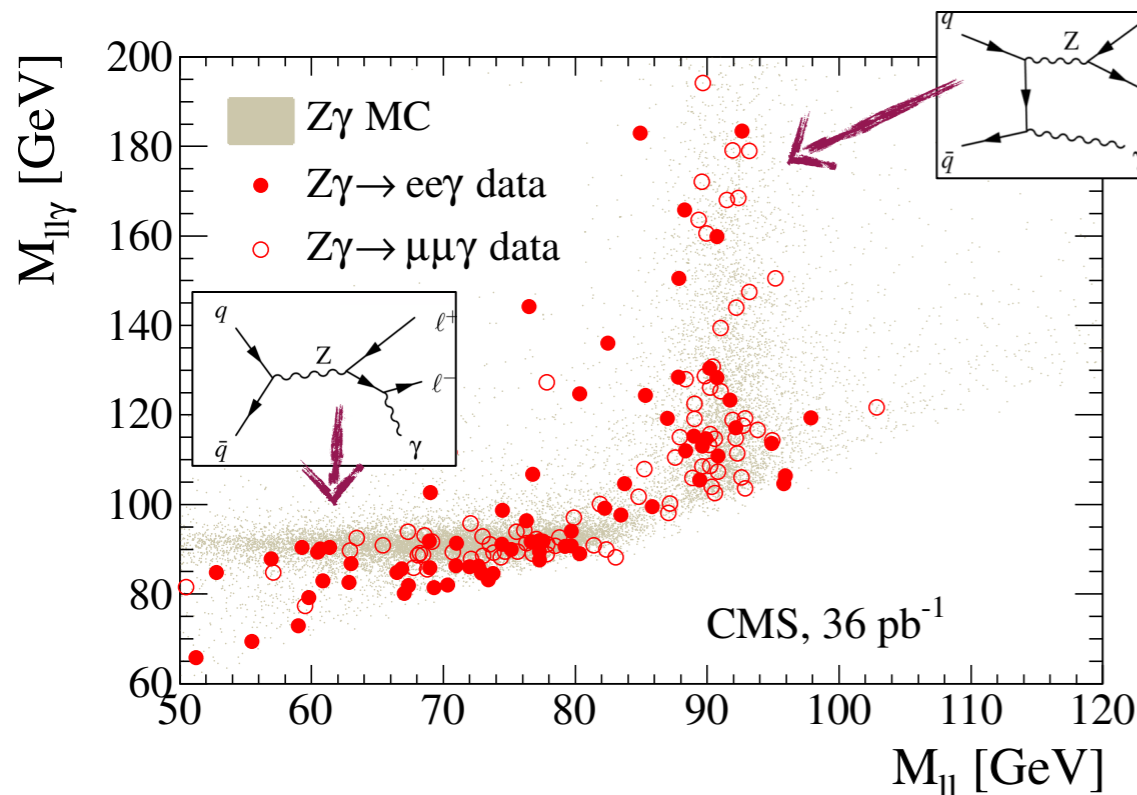


$$\sigma_{WW} = 40_{-16}^{+20}(\text{stat}) \pm 7(\text{syst}) \text{ pb}$$



predizioni NLO:
 $44.9 \pm 2.2 \text{ pb}$
 $16.9 \pm 1.2 \text{ pb}$

$$\sigma_{WZ}^{\text{tot}} = 18_{-6}^{+7}(\text{stat}) \pm 3(\text{syst}) \pm 1(\text{lumi}) \text{ pb}$$



W/Z + γ :

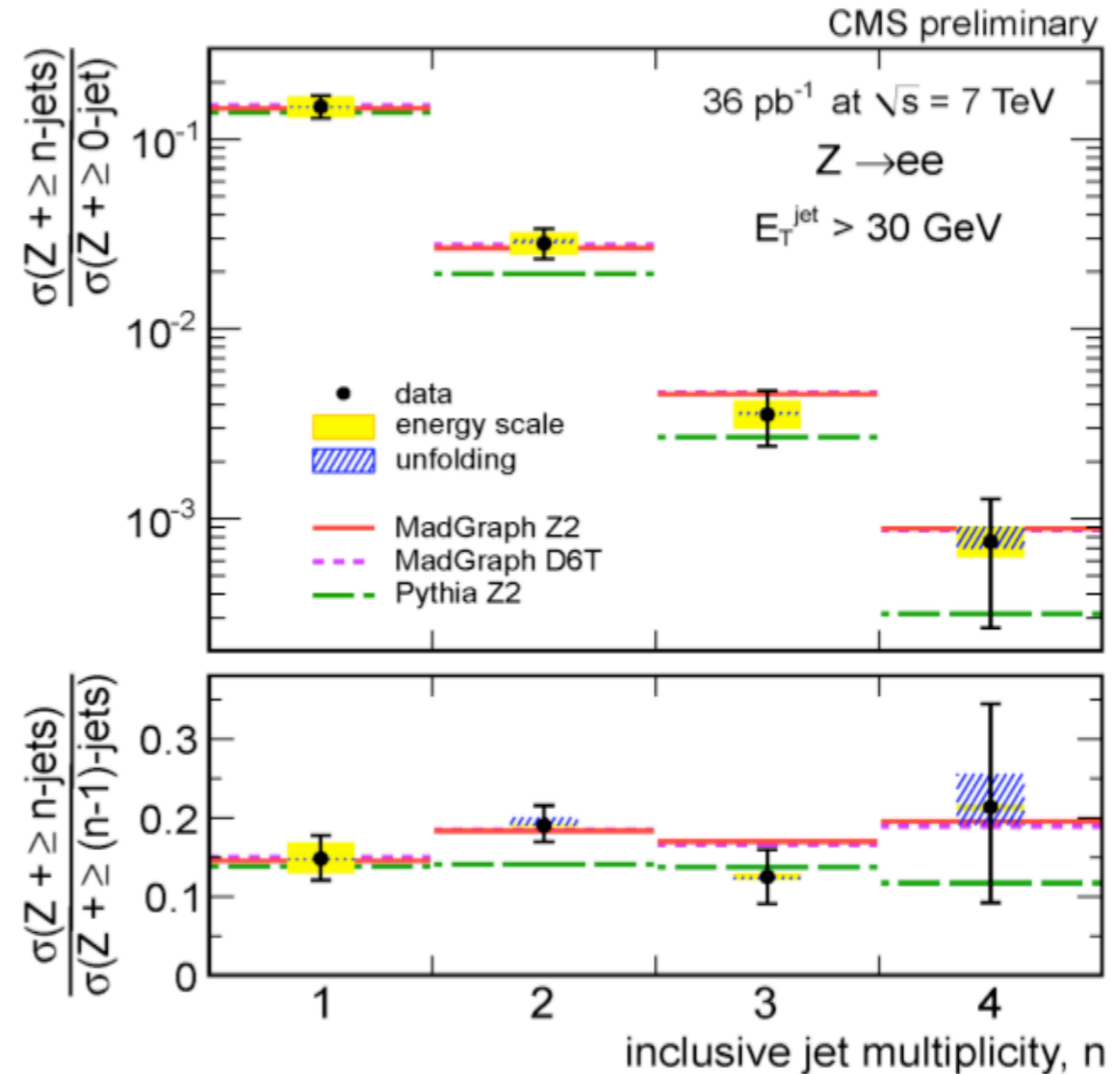
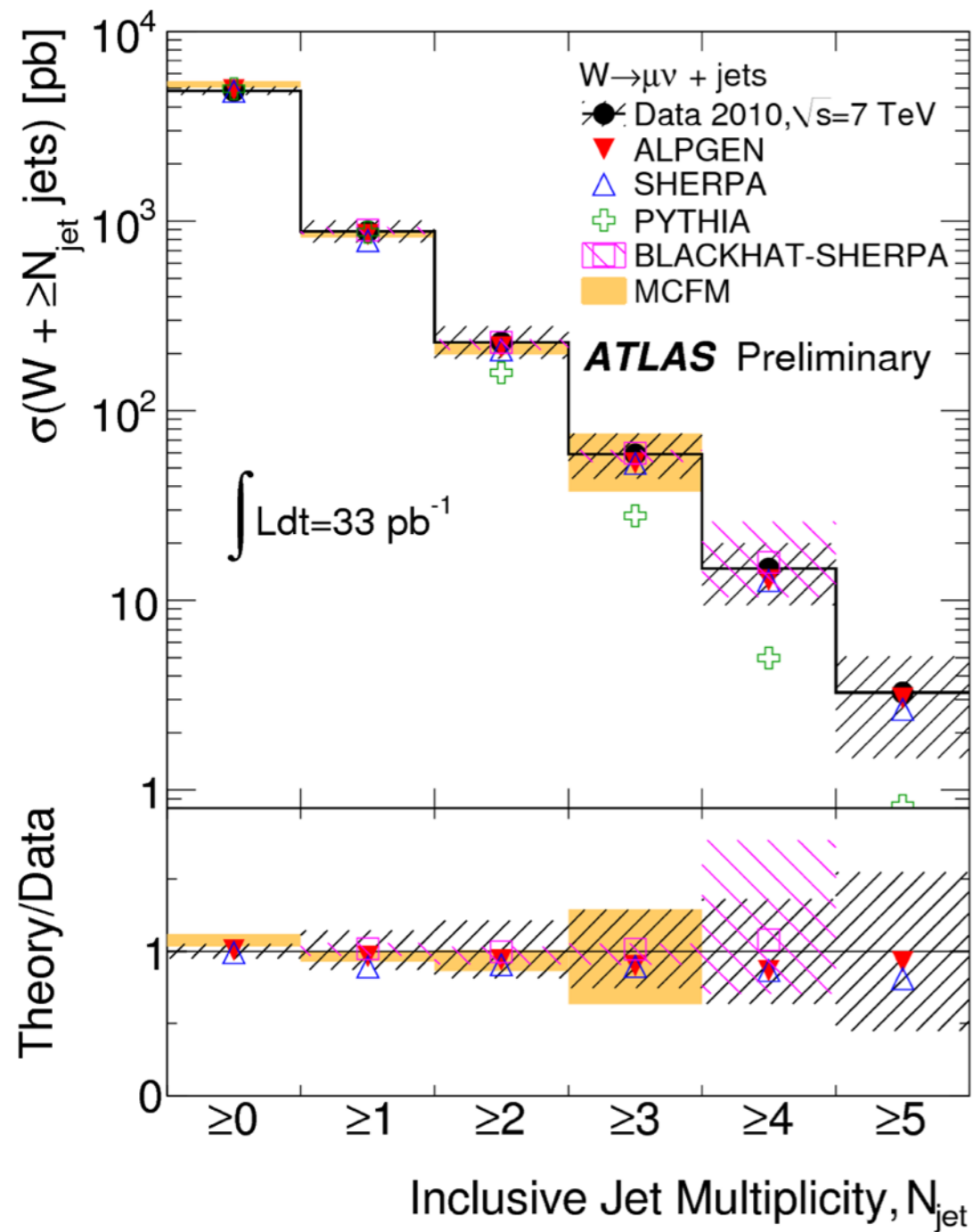
- test del MS: sensibili agli accoppiamenti trilineari di gauge
- test delle tecniche di stima della contaminazione da fotoni fake da processi W/Z+jets

$$\sigma(pp \rightarrow W\gamma + X) \times \mathcal{B}(W \rightarrow l\nu) = 56.3 \pm 5.0(\text{stat.}) \pm 5.0(\text{syst.}) \pm 2.3(\text{lumi.}) \text{ pb}$$

$$\sigma(pp \rightarrow Z\gamma + X) \times \mathcal{B}(Z \rightarrow \ell\ell) = 9.4 \pm 1.0(\text{stat.}) \pm 0.6(\text{syst.}) \pm 0.4(\text{lumi.}) \text{ pb}$$

anche qui ottimo accordo con le predizioni NLO

W e Z + altro: W/Z+jets

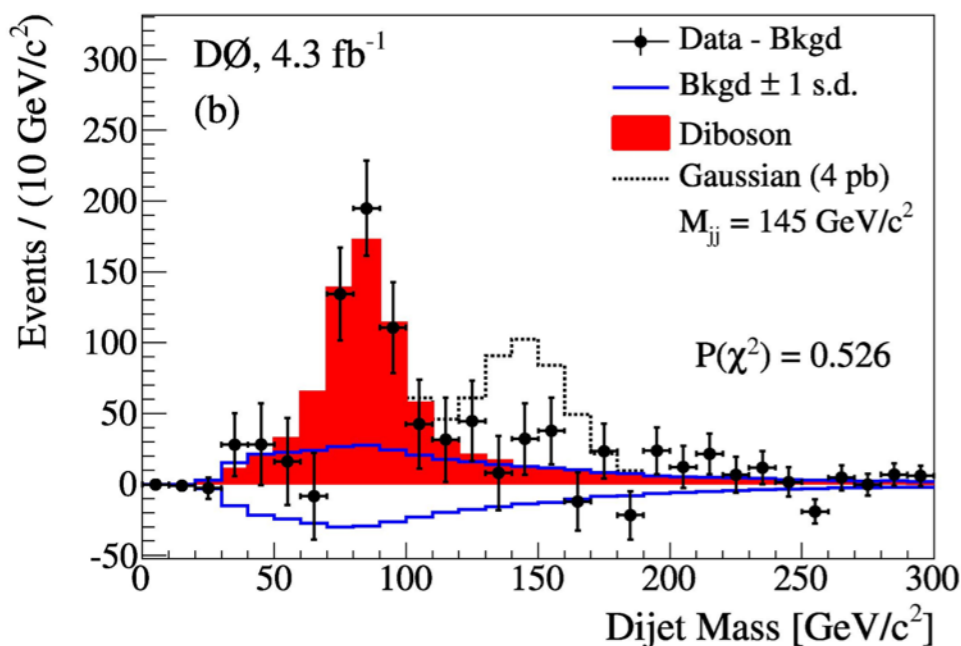
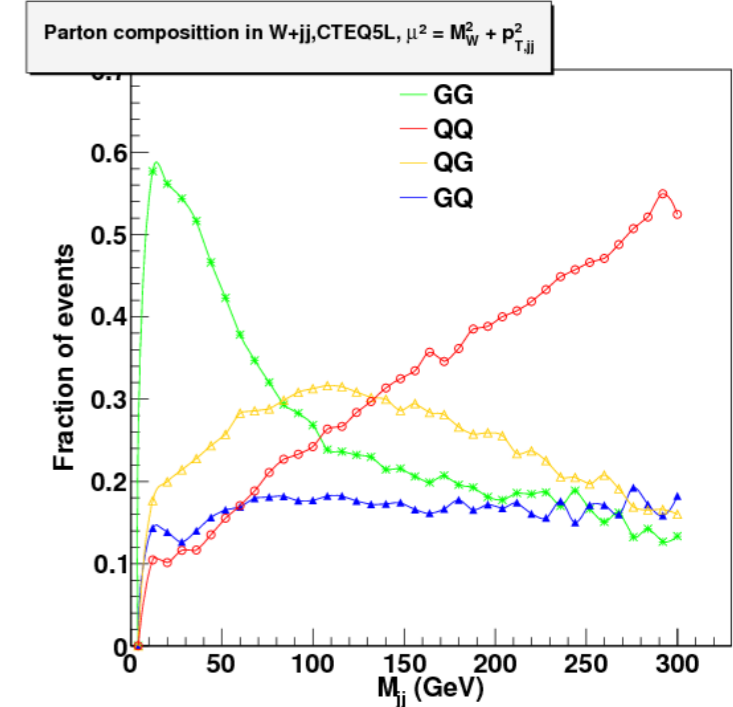
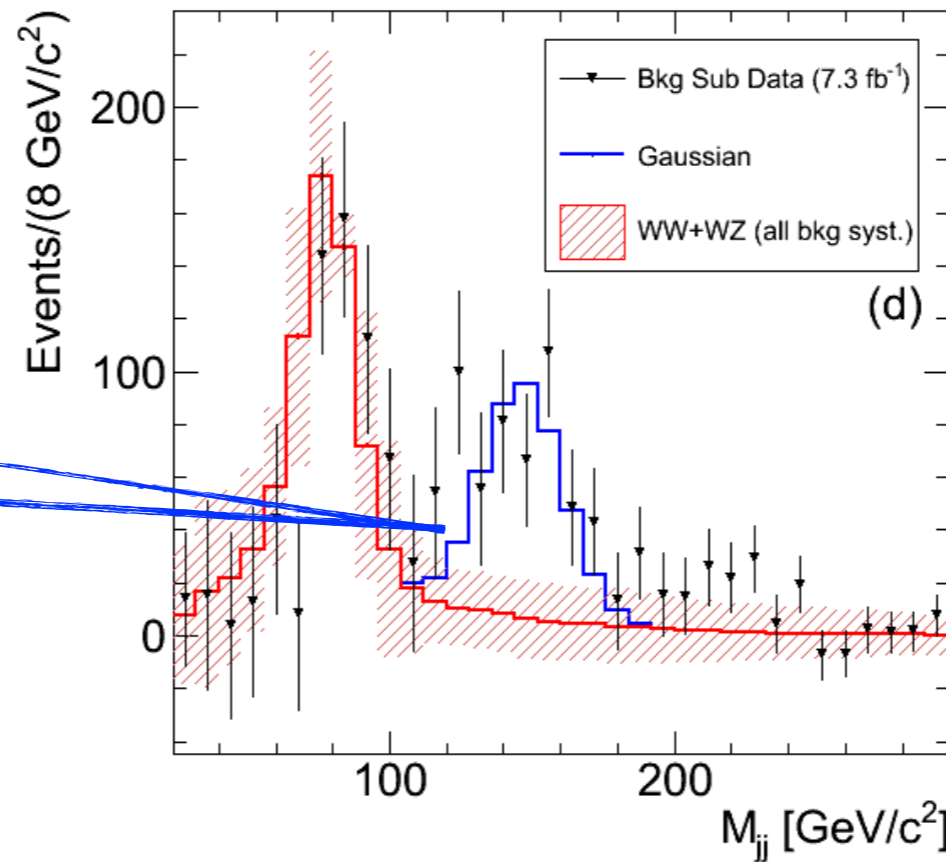
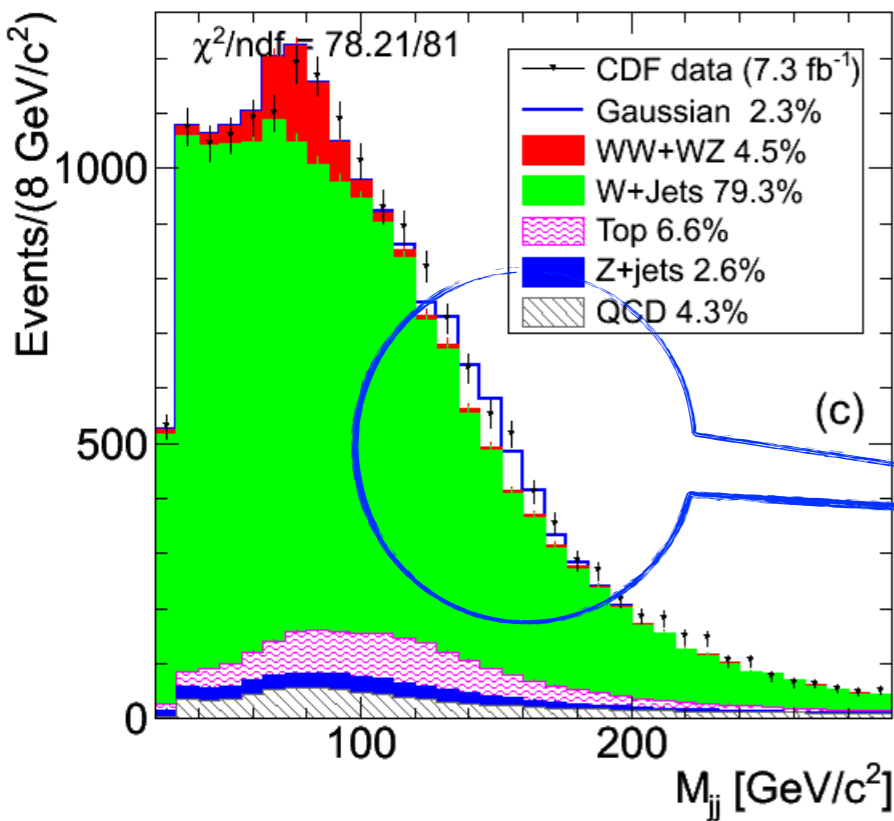


- Background difficili e presenti in quasi tutte le analisi: top, higgs, SUSY, esotici
- challenge: comprensione del fondo
- risultati in eccellente accordo con MC basati su ME e con le predizioni NLO
- come aspettato cattivo accordo con Pythia per ≥ 1 Jet

W+jets e spettro in massa invariante jet-jet

Recente risultato di CDF:

- anomalia nello spettro di massa invariante dei 2 jet in eventi W+jets
- confermato a più alta statistica (significanza $> 4\sigma$), **non confermato da D0**

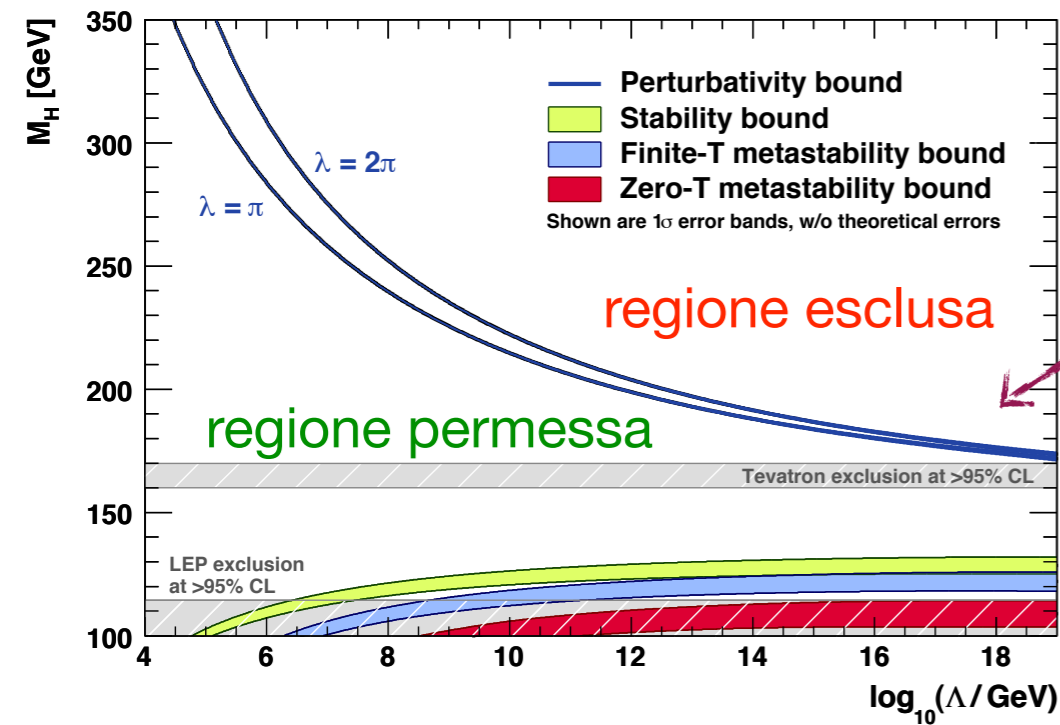


Una possibile spiegazione:

- mismodeling del fondo a causa di differenze tra jet da gluoni rispetto a jet da quark ($\epsilon(q\text{-jet}) > \epsilon(g\text{-jet})$ per $M_{jj} > 100$ GeV/c²)
 - diversa risposta del rivelatore nel MC rispetto ai dati reali
 - diversa frazione relativa nel MC rispetto ai dati reali
- un indicazione chiara di quanto sia complicato e delicato descrivere questo tipo di processi!

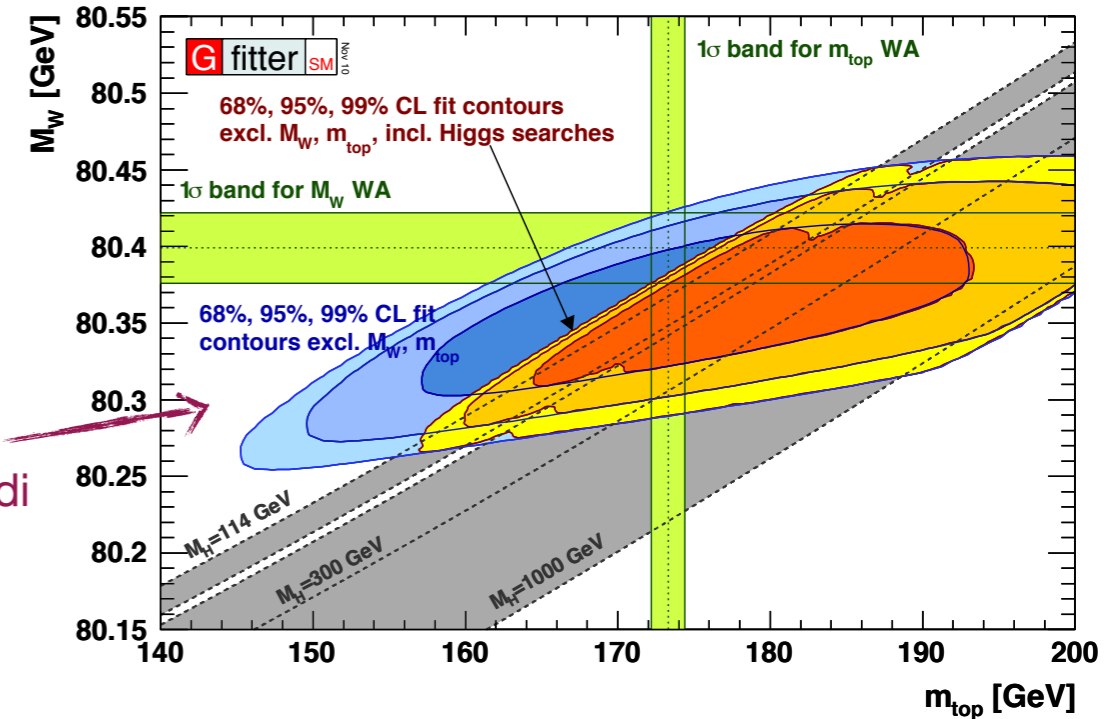
Ricerca del Bosone di Higgs

Il Modello Standard vuole un Higgs leggero
 ATLAS e CMS possono verificare tale predizione nell'immediato futuro



limiti teorici in funzione del cutoff del MS

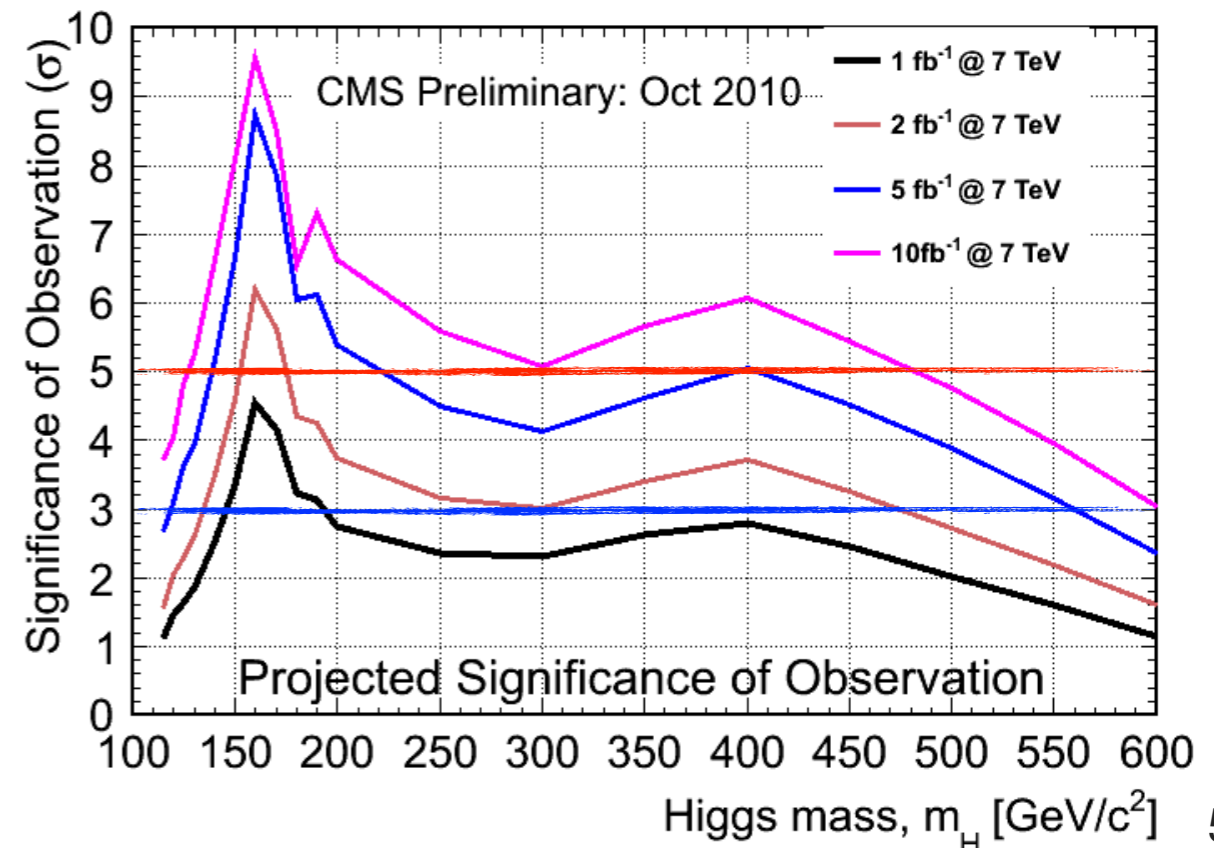
consistenza delle corr. radiative nel MS con le misure di precisione



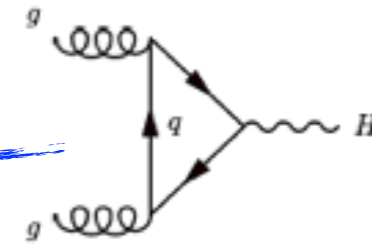
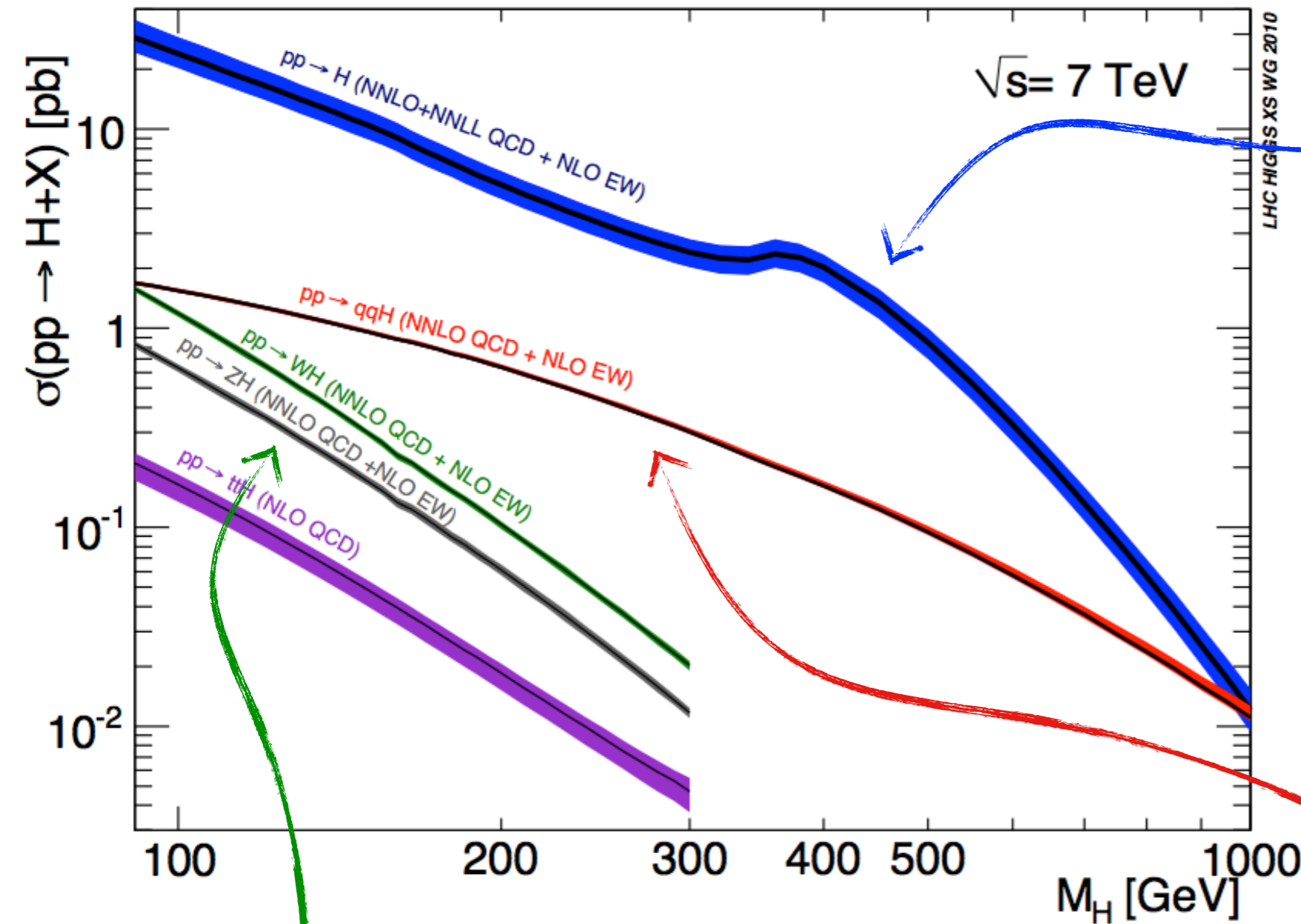
Statistica raccolta fino ad ora quasi sufficiente per osservare l'Higgs nella regione di massa intermedia
 Con 10 fb^{-1} (2012) sensibilità per coprire ~l'intero intervallo

statistica richiesta

- Higgs di massa intermedia
- Higgs di alta massa
- Higgs di bassa massa



Produzione dell'Higgs @LHC



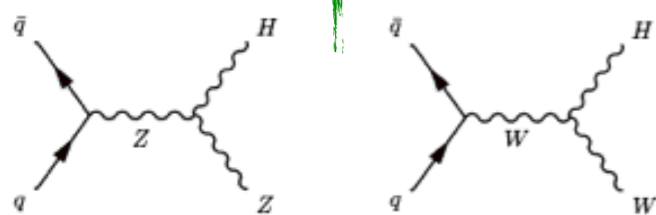
Gluon Fusion:

- nota a NNLO
- dominante specie a LHC, ma incertezze teoriche grandi $\sim O(15\%)$ a causa delle correzioni legate a processi iniziati da gluoni



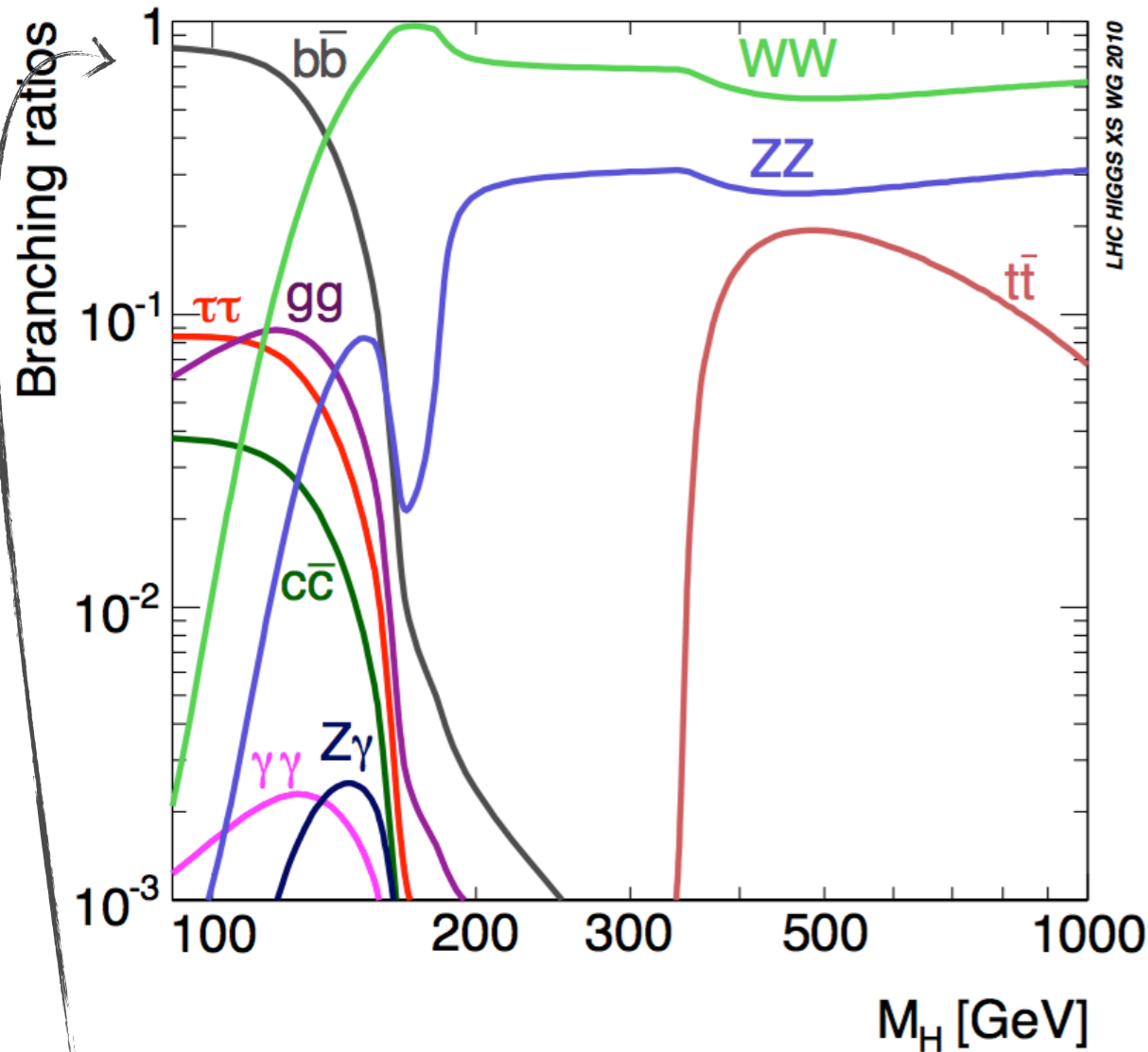
Vector Boson Fusion:

- nota a NLO, incertezza TH $O(5\%)$
- segnatura sperimentale distintiva: 2 jet in avanti con un gap di rapidità



Produzione associata: sezione d'urto piccola, usata al Tevatron, e recentemente tornata interessante anche a LHC nel contesto di jet ad alto boost

Modi di decadimento dell'Higgs



Alta massa:

- $h \rightarrow ZZ$ e WW : tutti i canali di decadimento per W/Z

Massa Intermedia

- $WW \rightarrow 2l + MET$: molto sensibile, meno preciso
- $ZZ \rightarrow 4l$: molto preciso, meno sensibile

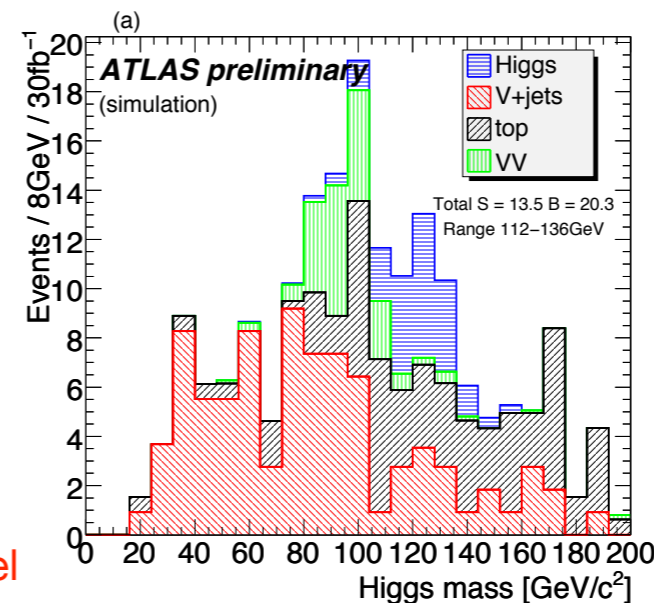
Da bassa massa a massa intermedia:

- $\gamma\gamma$: molto pulito, piccolo BR, canale più sensibile
- $\tau\tau$: richiede l'utilizzo di caratteristiche peculiari nella produzione (ex. VBF) per ridurre il fondo
- WW, ZZ

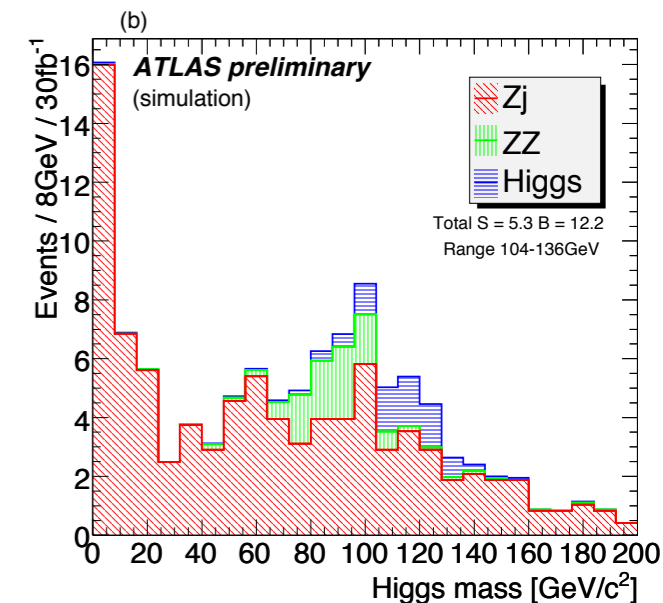
- bb : fondo da QCD enorme, fino a poco tempo fa non utilizzabile a LHC, recente revival di interesse nel contesto dei boosted jets:

- analisi ristretta a produzione associata con bosoni di alto p_T e back-to-back
- solo una piccola frazione della sezione d'urto totale (5% per $p_T > 200$ GeV), ma background altamente ridotto e accettazione cinematica massima
- ricostruzione jet e b-tag ottimizzati per jet veloci e vicini spazialmente
- per un higgs di 120 GeV con 10 fb⁻¹ sensibilità simile a quella del canale $h \rightarrow \gamma\gamma$

canale $l\nu bb$



canale $llbb$



BSM Higgs

Fisica oltre il Modello Standard può avere effetti sostanziali nei pattern di produzione e decadimento dell'Higgs → importante esplorare tutte le possibilità in termini di stati finali e masse, indipendentemente da ciò che il MS preferisce ...

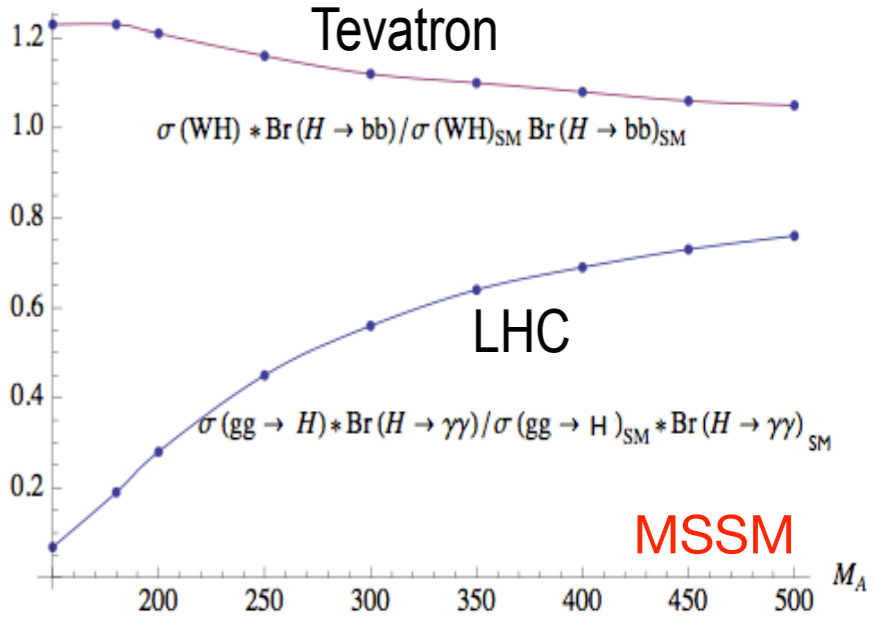
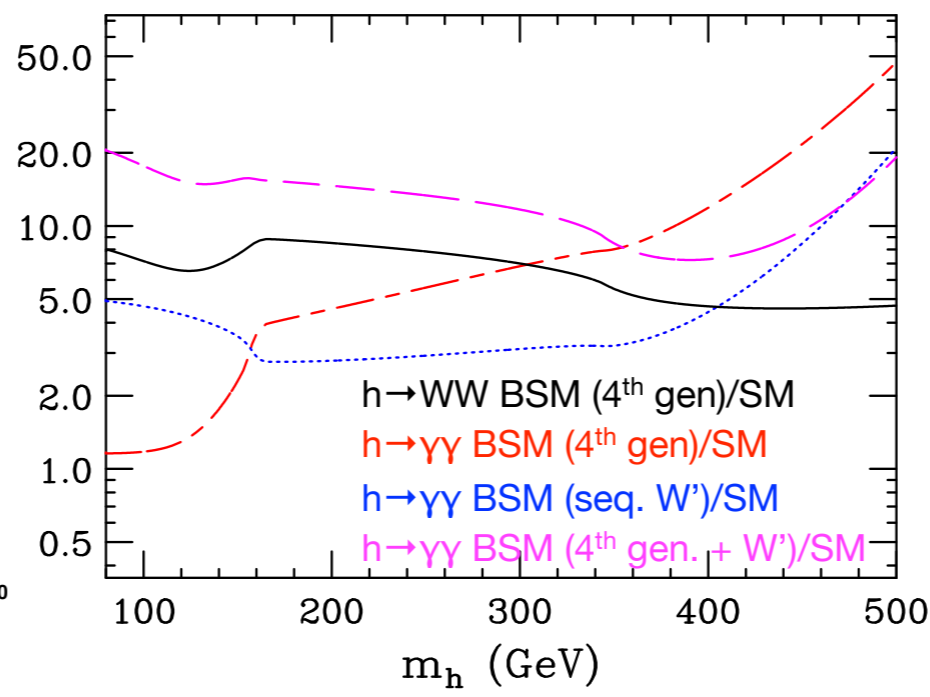
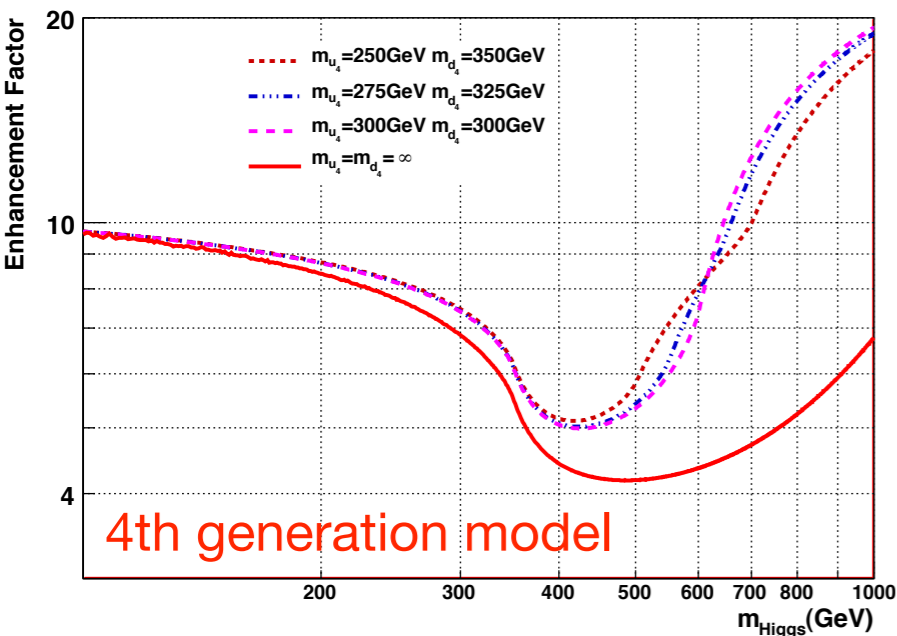
Esempio 1: produzione e decadimento di Higgs BSM nei canali tipici dell'higgs SM

- SM con 4th generazione di quark pesanti
- MSSM, 2HDM ...
- effetti su Produzione e/o Decadimenti

$\sigma(gg \rightarrow h)$ BSM/SM

BR BSM/SM

BR $\times\sigma$ BSM/SM

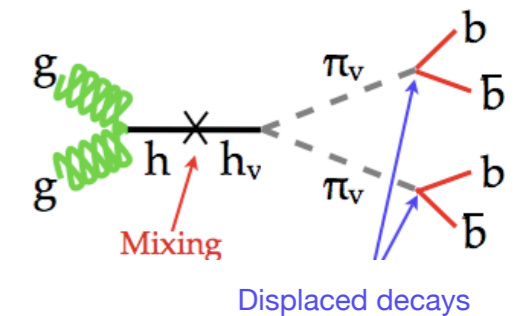


Esempio 2: produzione e decadimento di stati Higgs BSM non presenti nello SM

- H^+ in decadimenti del top
- $H^{++} \rightarrow |++$

Esempio 3: decadimenti esotici di bosoni di Higgs tipo SM

- Stati Hidden Valley



... potrebbe anche essere qualche cosa che sembra un Higgs ma non c'entra nulla con l'Higgs

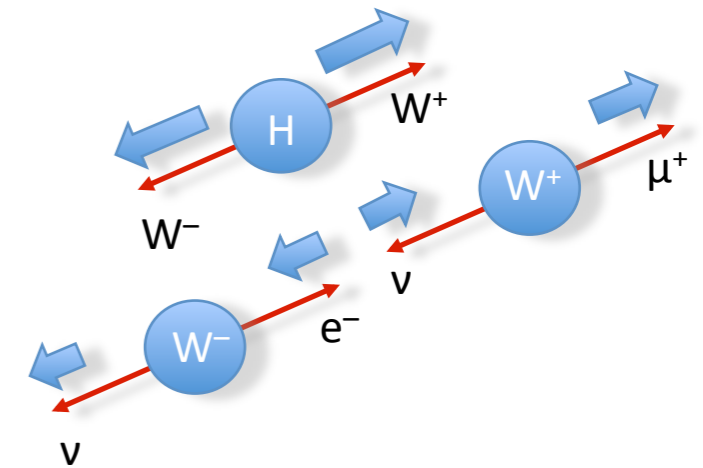
Higgs con massa intermedia: $h \rightarrow WW^{(*)} \rightarrow l\nu l\nu$

- **Counting experiment**

- La perdita della risoluzione in massa invariante dell'Higgs compensata dalla alta rate di eventi
- È il canale di ricerca più sensibile nell'intervallo di massa dell'Higgs di $\sim 130-190 \text{ GeV}/c^2$
- Fondi principali: WW, di-boson ($WZ/ZZ/W\gamma$), W/Z+Jets, DY, top, QCD

- Tipica preselezione:

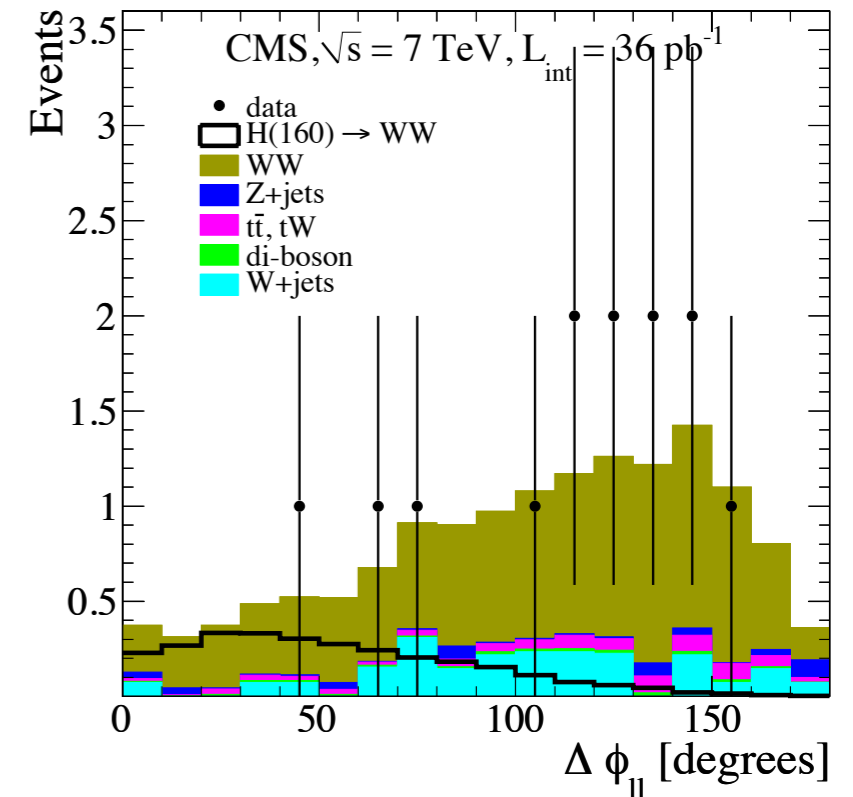
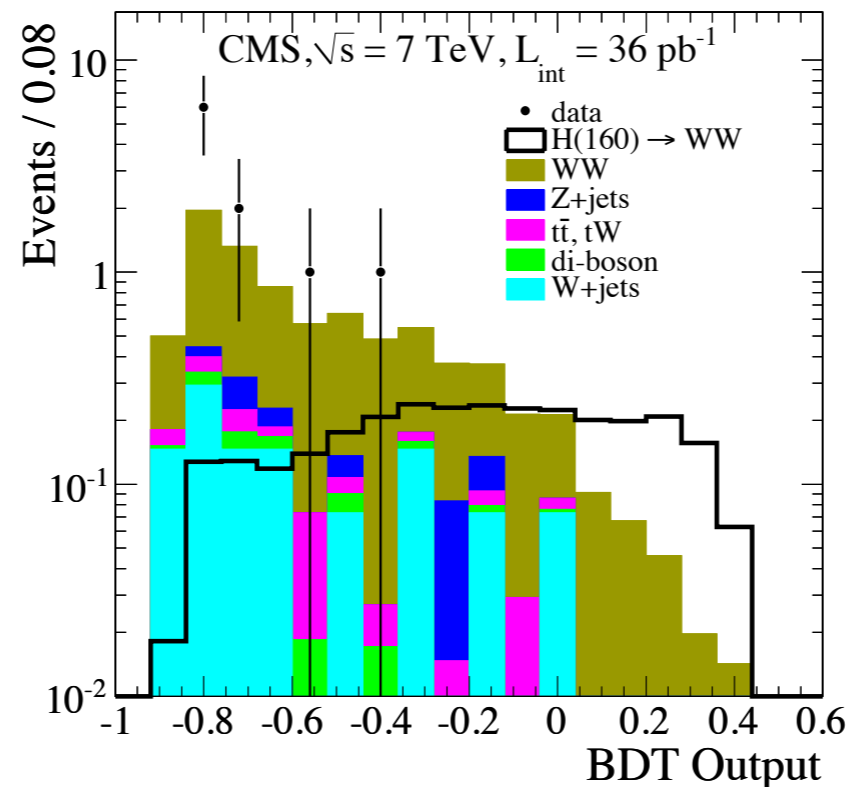
- 2 leptoni isolati di alto p_T [QCD, W+Jets]
- veto in eventi con bassa M_{ll} per sopprimere risonanze a bassa massa invariante
- Z veto ($|M_{ll}-M_Z| > 10 \text{ GeV}$) [DY]
- alta energia trasversa mancante (MET) [DY]
- piccola apertura angolare tra i due leptoni ($\Delta\phi_{ll}$) [WW]



- Ottimizzazione:

CMS:
analisi multivariata (BDT) +
analisi cut-based di controllo

ATLAS: analisi esclusiva in bin
di molteplicità dei jet



0/1-jet: massima purezza (no top BG), ottimizzazione basata su gluon-fusion

2-jet: BG da top dominante, ottimizzazione basata su VBF (tag jet in emisferi opposti, rapidity gap)

$h \rightarrow WW \rightarrow l\nu l\nu$: Stima dei Fondi

Cruciale in tutte le analisi ad un collider adronico: ogni fondo stimato o almeno controllato con tecniche data-driven

- fondi principali stimati in regioni di controllo (dove non si aspetta segnale), e poi estrapolate nella regione del segnale
- contaminazioni incrociate dei differenti fondi e/o possibili leakage del segnale nelle varie regioni di controllo tenuti in conto

Esempio ATLAS:

- Fondo WW dalle side-band in M_{ll} :

Higgs di bassa massa \rightarrow alta M_{ll} dominata dal fondo WW

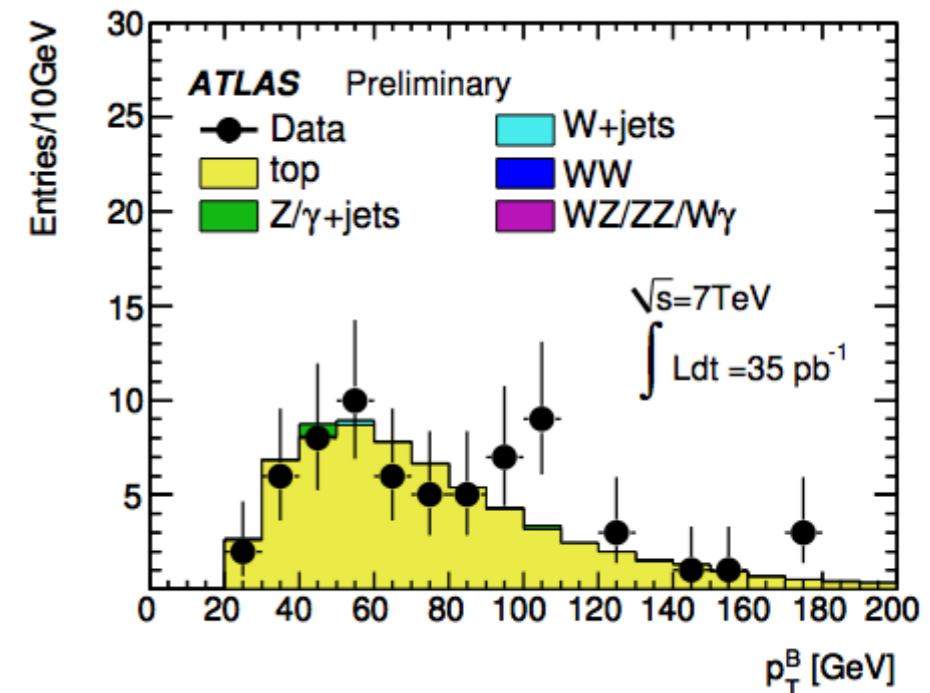
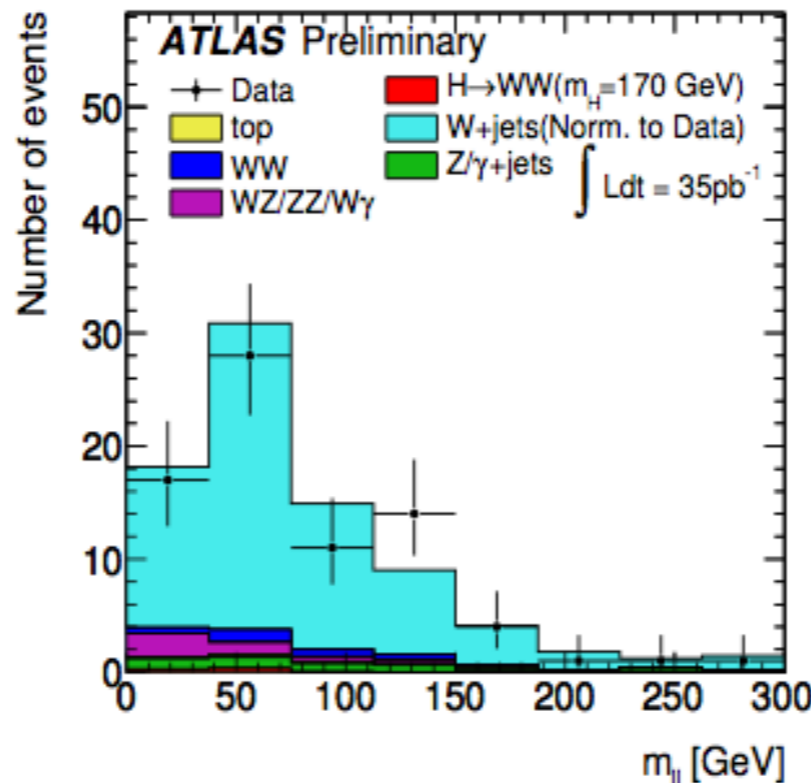
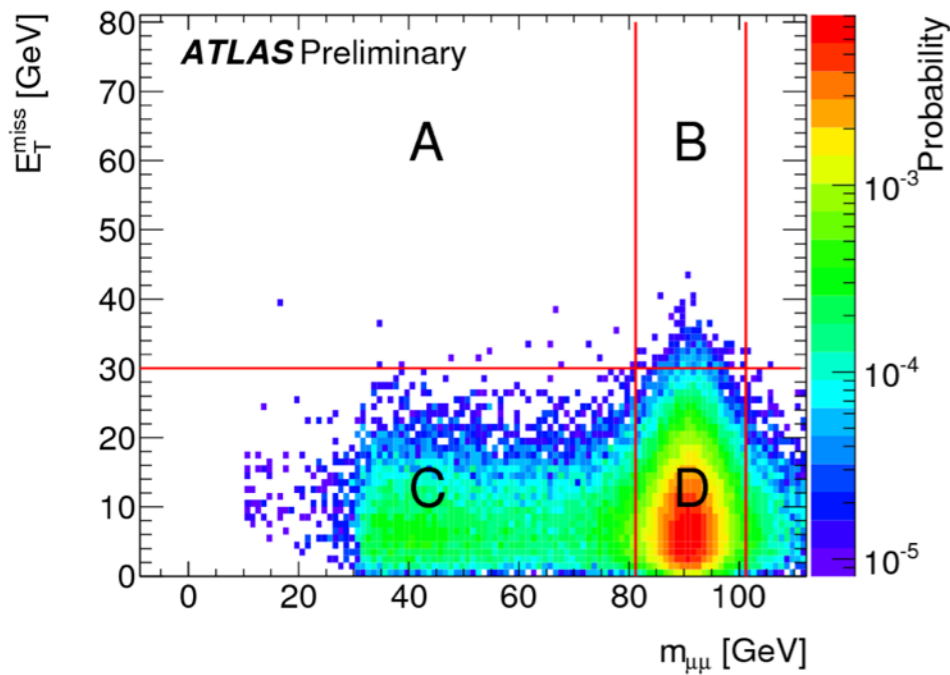
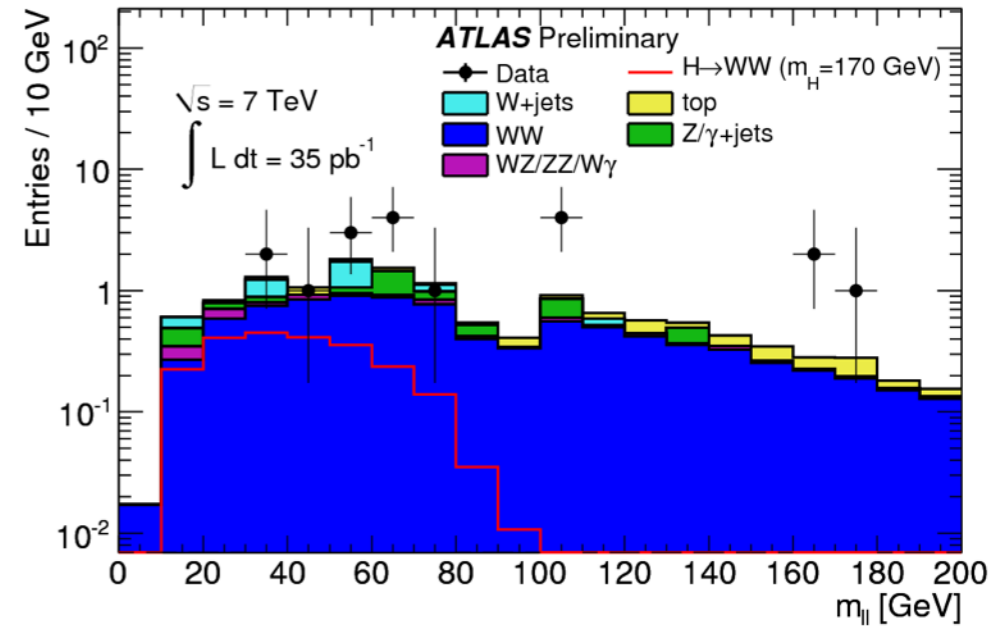
Higgs di alta massa \rightarrow bassa M_{ll} dominata dal fondo WW

- Top: campioni arricchiti in top tramite b-tagging per stima efficienza criteri di veto su jet

- W+jets:

cinematica controllata su campioni arricchiti di fondo tramite tagli loose su lepton-ID
 probabilità di riscotruire un leptone fake da campioni ortogonali nel trigger di jet

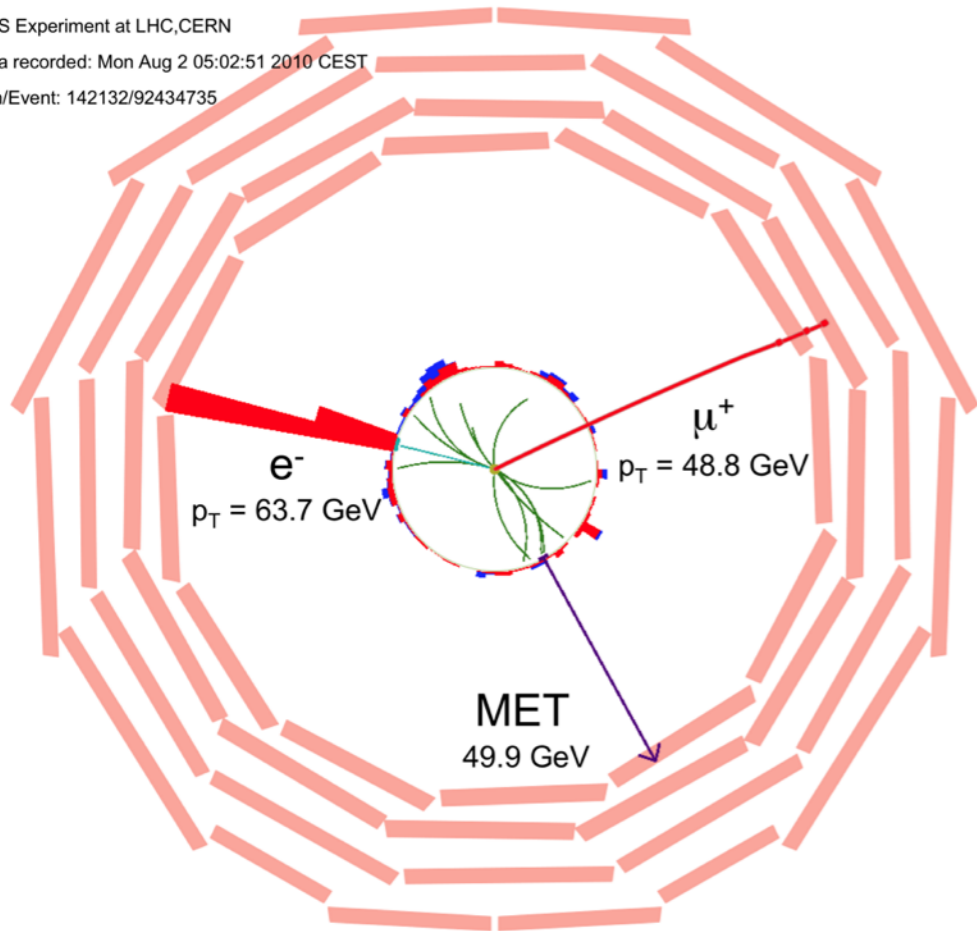
- Z+jets: fondo stimato usando il metodo ABCD nel piano $M_{ll} - MET$



$h \rightarrow WW \rightarrow l\nu l\nu$: primi risultati a LHC

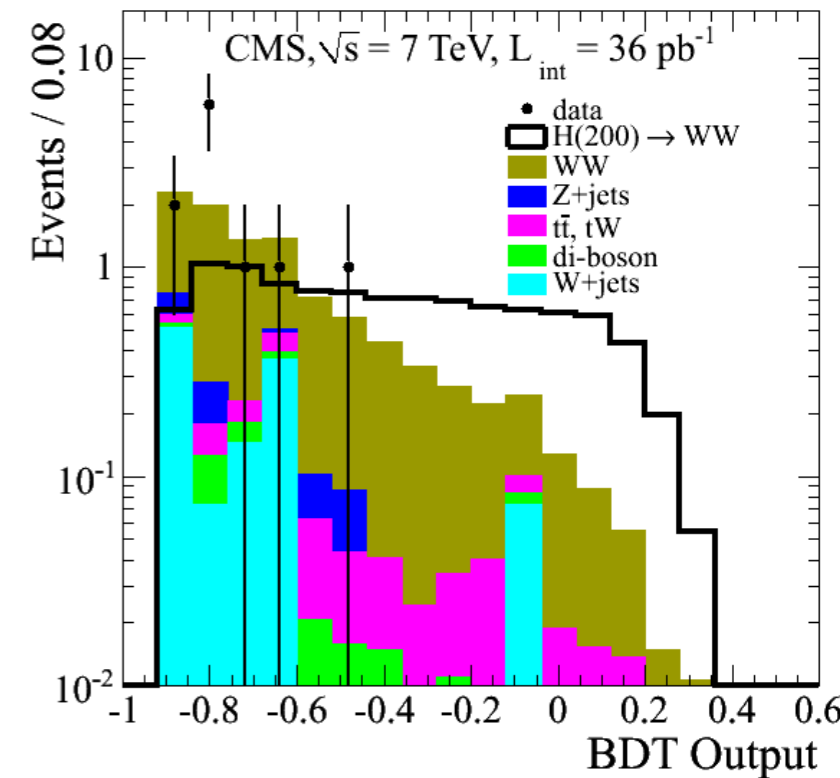
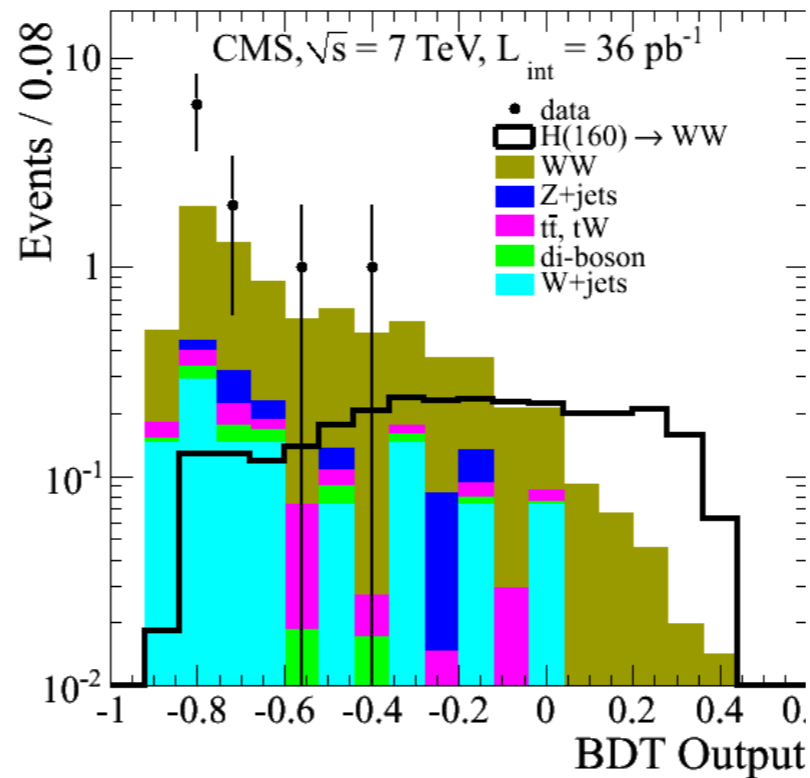
- discriminante globale: ATLAS massa trasversa ($m_T = \sqrt{(E_T^{\ell\ell} + E_T^{\text{miss}})^2 - (\mathbf{P}_T^{\ell\ell} + \mathbf{P}_T^{\text{miss}})^2}$), CMS BDT output

CMS Experiment at LHC, CERN
Data recorded: Mon Aug 2 05:02:51 2010 CEST
Run/Event: 142132/92434735



CMS

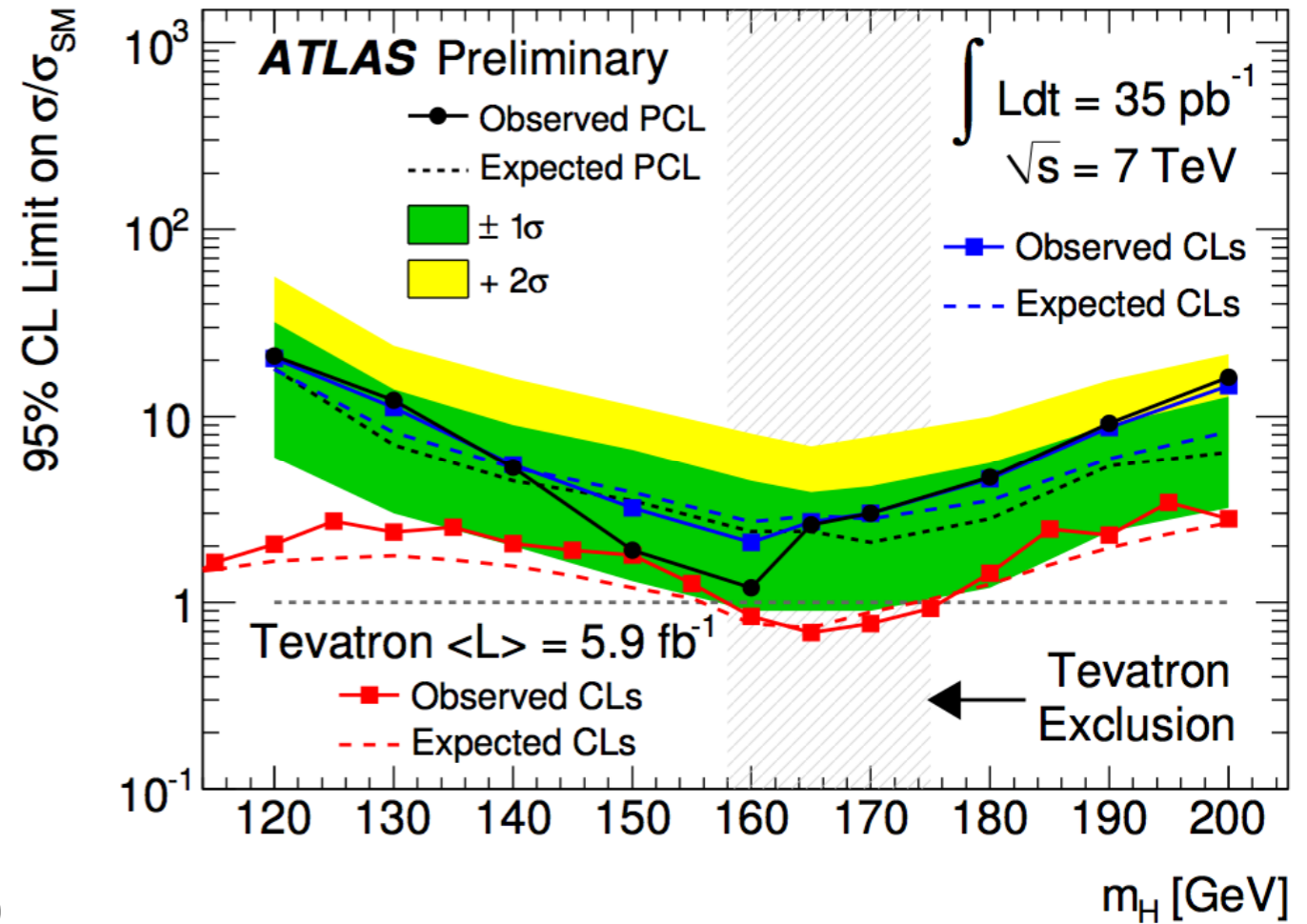
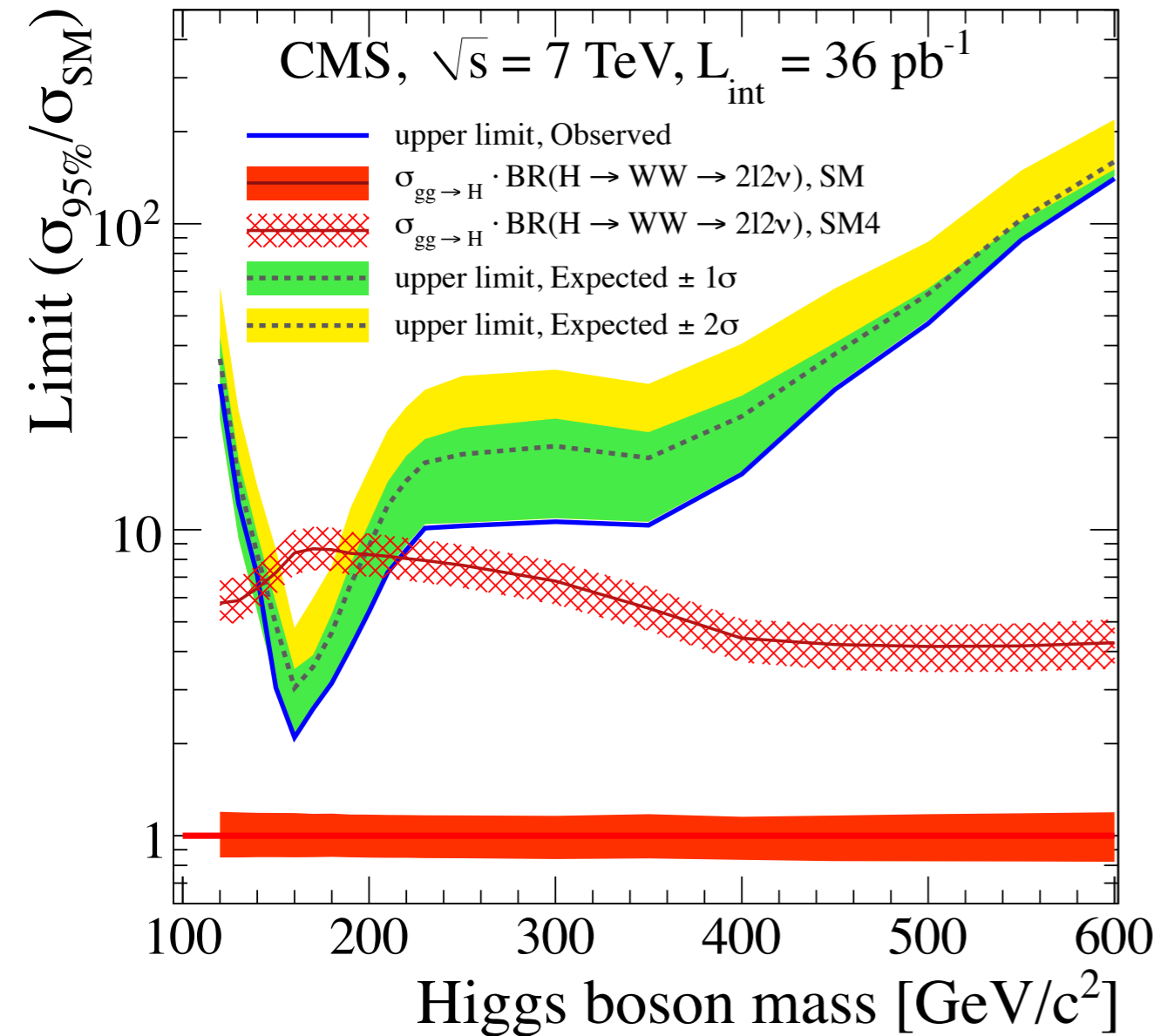
m_H (GeV/ c^2)	data	SM $H \rightarrow W^+W^-$	SM with 4th gen. $H \rightarrow W^+W^-$	all bkg.
130	1	0.34 ± 0.01	1.98 ± 0.04	1.32 ± 0.18
160	0	1.47 ± 0.02	12.31 ± 0.17	0.92 ± 0.10
200	0	0.57 ± 0.01	4.76 ± 0.07	1.47 ± 0.07
210	0	0.42 ± 0.01	3.47 ± 0.07	1.44 ± 0.07
400	0	0.20 ± 0.01	0.90 ± 0.01	1.09 ± 0.07



170 GeV	0-Jets	1-Jet	2-Jets
Data	3	1	0
BG	1.8 ± 0.1	1.2 ± 0.1	0.02 ± 0.01
Higgs	1.26 ± 0.02	0.6 ± 0.01	0.6 ± 0.01

ATLAS

$h \rightarrow WW \rightarrow \ell\nu\ell\nu$: Primi risultati a LHC



Con $\sim 35 \text{ pb}^{-1}$: a $160 \text{ GeV}/c^2$ ATLAS e CMS sono a circa un fattore 2 dal Modello Standard

Un eventuale bosone di Higgs in uno scenario di 4th generazione, è escluso al 95% CL nell'intervallo di massa tra ~ 140 e $\sim 210 \text{ GeV}/c^2$

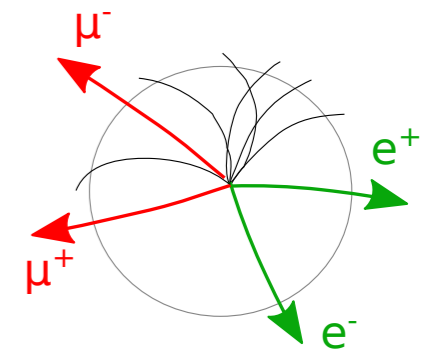
$h \rightarrow ZZ^* \rightarrow 4 \text{ leptoni}$

- Canale golden plated: segnatura pulitissima, fondo quasi trascurabile, robusto verso il pileup
- ma ... il ridotto BR leptonic dello Z penalizza fortemente la rate di eventi \rightarrow necessita di statistica

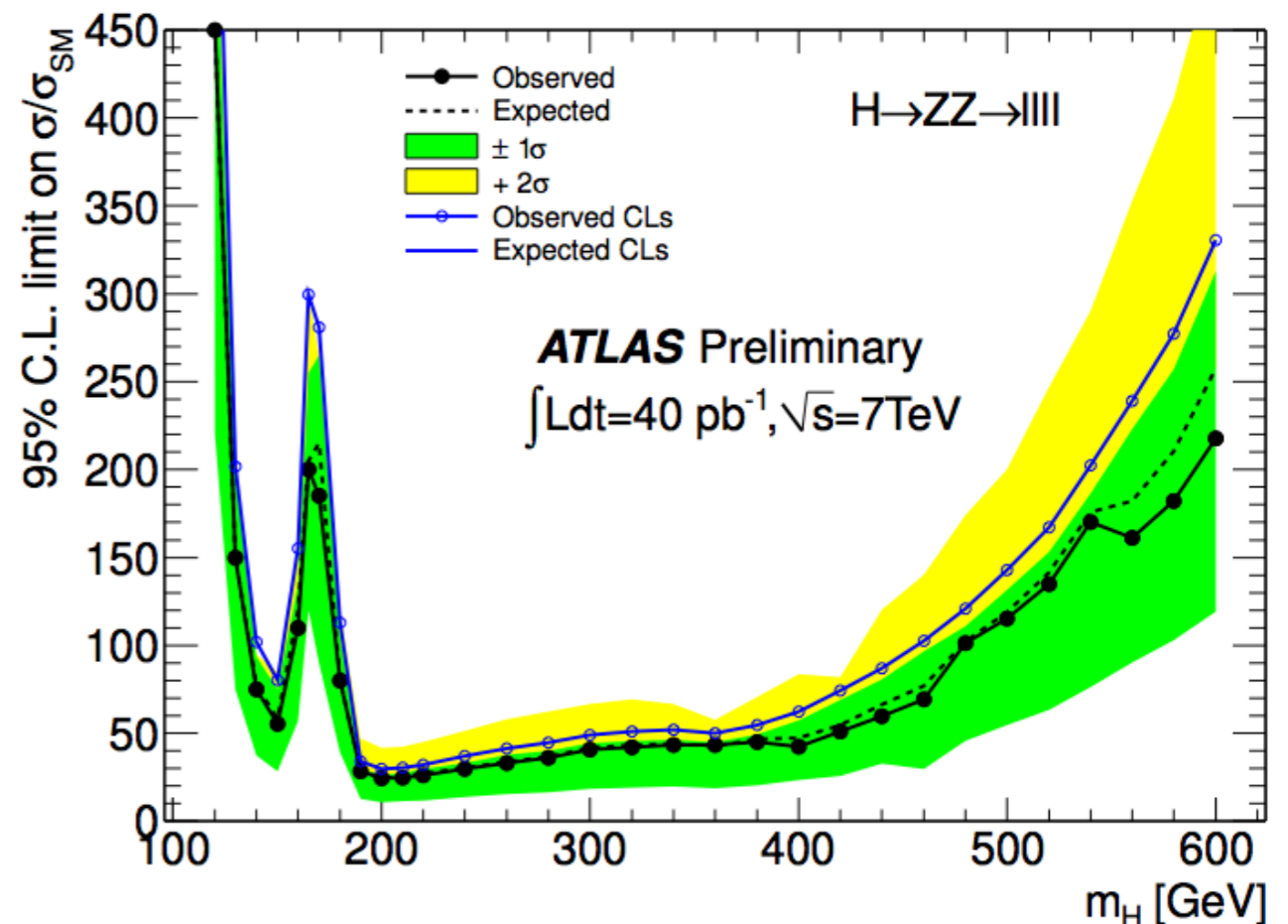
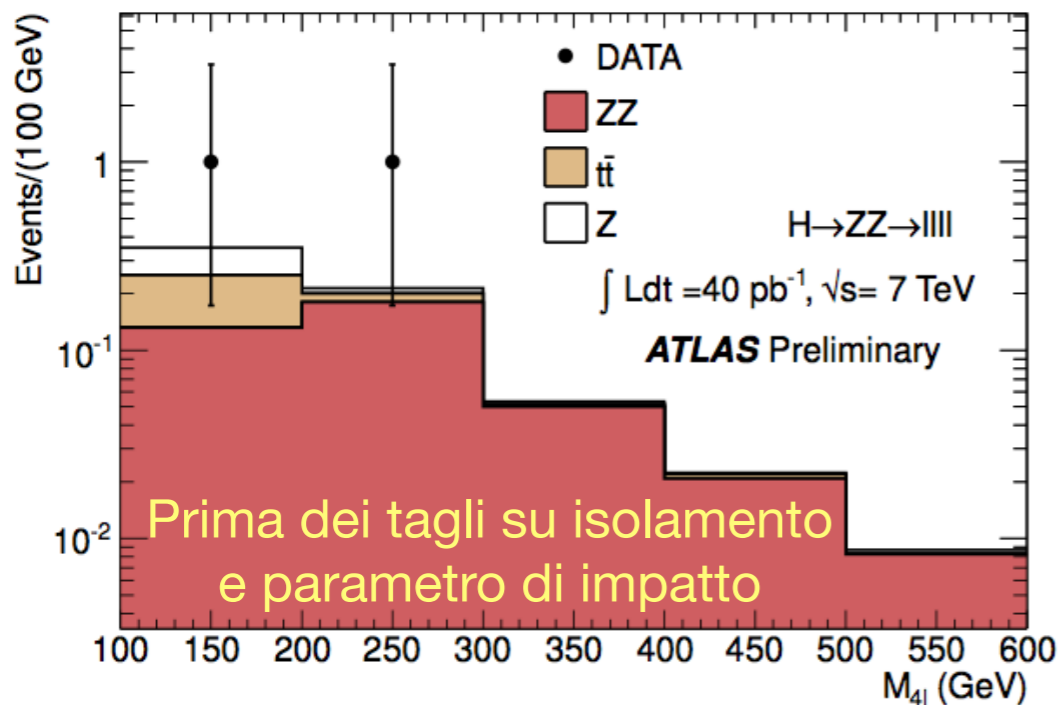
- Fondo: principale $ZZ \rightarrow 4l$, altri fondi ($Z + \text{bjets/top}$) soppressi dalle richieste di isolamento leptonic

- Selezione:

- due coppie di leptoni di carica opposta e stesso sapore con alto impulso trasverso ($p_T > 20 \text{ GeV}$)
- consistenti con l'essere prodotte da decadimenti del bosone Z
- leptoni isolato e con parametro di impatto rispetto al vertice primario consistente con zero



Variabile discriminante M_{4l}



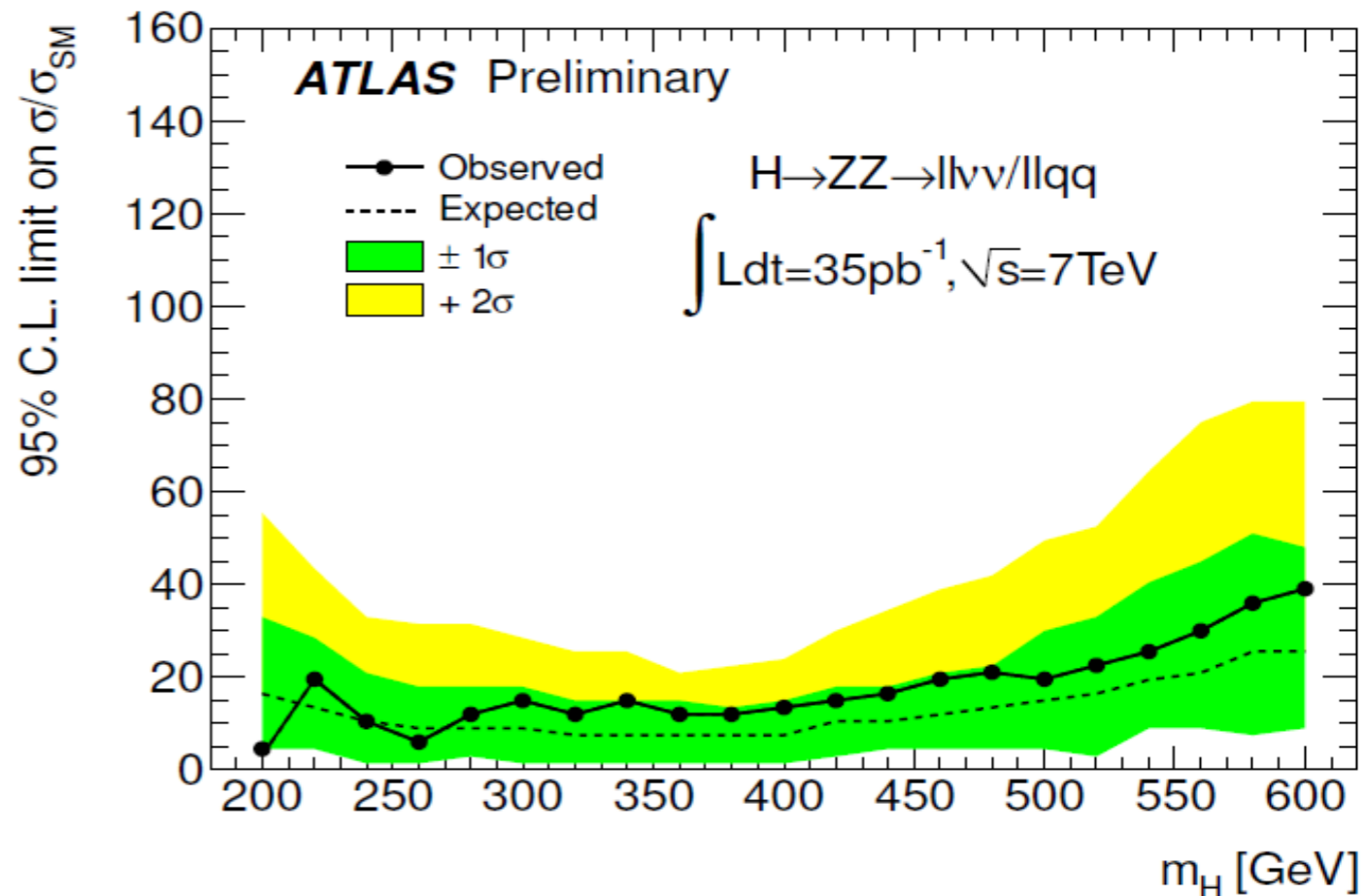
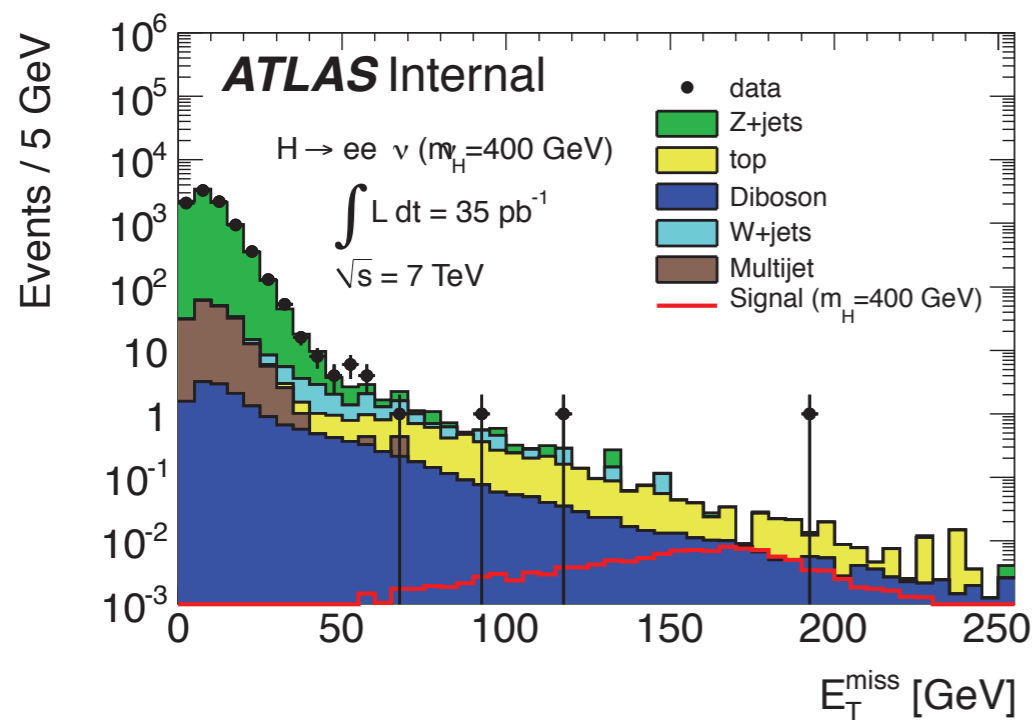
- sensibilità per $M_H \sim 200 \text{ GeV}$ confrontabile con quella di altri canali grazie alla segnatura pulita
- background \sim free \rightarrow per un pò il limite migliorerà come $\sim 1/L_{int}$

Higgs con alta massa: $h \rightarrow ZZ \rightarrow ll(qq/vv)$

- Topologie molto meno pulite rispetto al canale $4l$, ma un fattore ~ 27 di guadagno nel BR
- Maggiore sensibilità ad alte masse quando il fondo dominante da W/Z +jets diventa piccolo

- Fondi:

- Z+jets, $t\bar{t}$ and W +jets: distribuzioni da MC e normalizzazioni da regioni di controllo nei dati
- Fondo da QCD multi-jet trascurabile (controllato con tecniche data-driven, relaxed lepton-ID)
- Fondi da di-bosoni ($ZZ/WW/WZ$) stimato dal MC



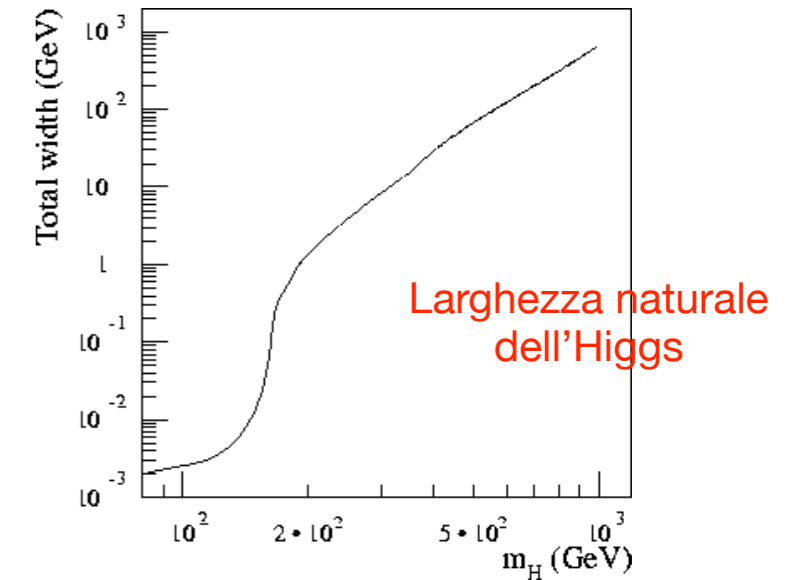
	$llqq$ $M_H < 360 \text{ GeV}$	$llqq$ $M_H \geq 360 \text{ GeV}$	$ll\nu\nu$ $M_H < 280 \text{ GeV}$	$ll\nu\nu$ $M_H \geq 280 \text{ GeV}$
Data	216	11	5	5
BG	226 ± 28	9.88 ± 1.75	5.76 ± 1.38	3.45 ± 0.86
Higgs	0.60 ± 0.12 ($M_H = 200 \text{ GeV}$)	0.24 ± 0.05 ($M_H = 400 \text{ GeV}$)	0.19 ± 0.04 ($M_H = 200 \text{ GeV}$)	0.30 ± 0.06 ($M_H = 400 \text{ GeV}$)

nessun eccesso osservato

Combinazione dei due canali limita la sezione d'urto a $\sim 10 \times \sigma_{SM}$

anche: $h \rightarrow WW \rightarrow l\nu qq$

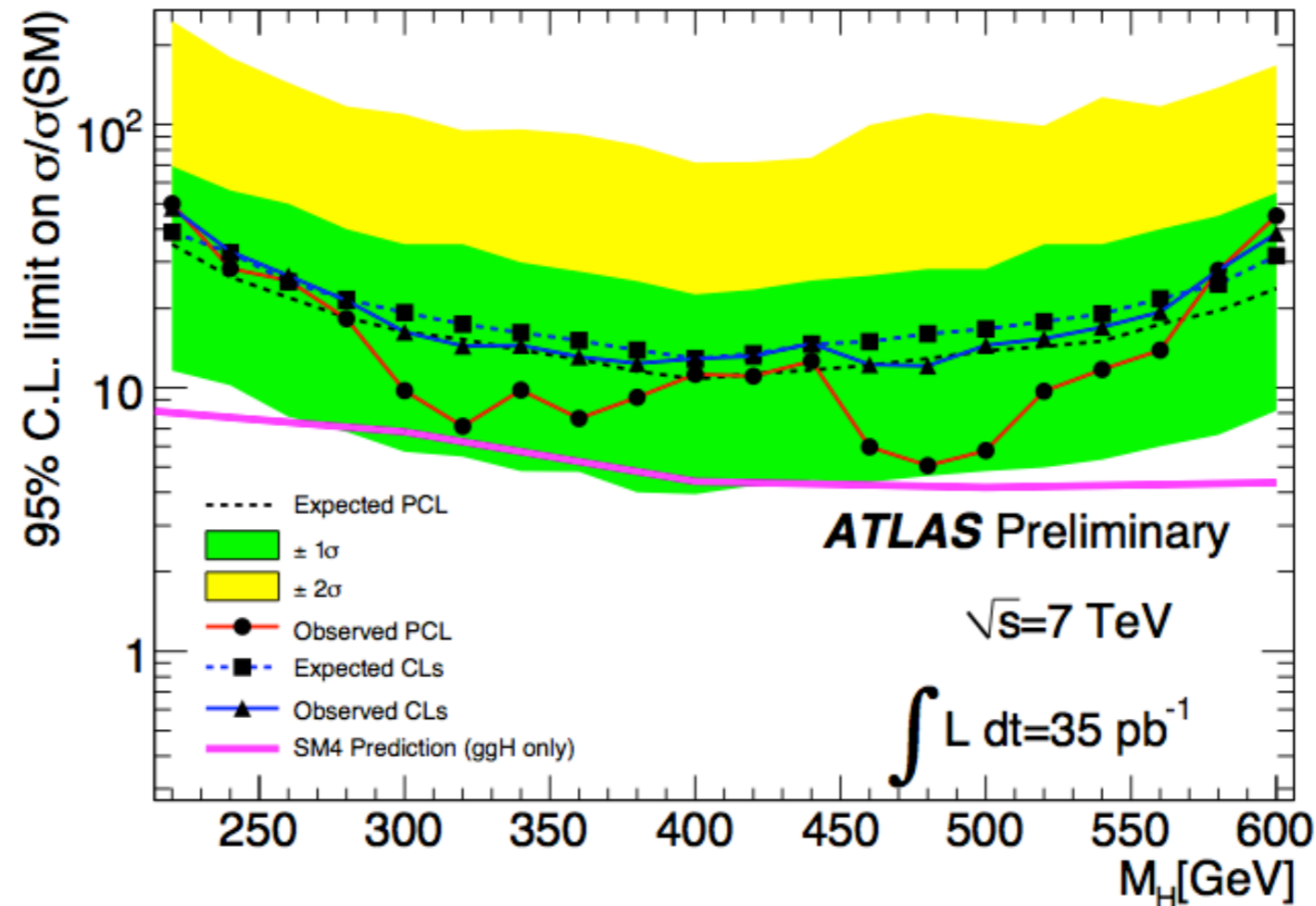
- Complementa $h \rightarrow WW \rightarrow ll + MET$ nella regione di alta massa dove il fondo da $W + jets$ è ridotto
- Canale con migliore sensibilità per $M_h > 500-600 \text{ GeV}/c^2$, quando la larghezza naturale dell'Higgs rende influente l'impatto della risoluzione in massa invariante



Selezione:

- 1 leptone (e, μ), $p_T > 30 \text{ GeV}$
- MET > 30 GeV
- 2 o 3 jets con $p_T > 30 \text{ GeV}$
- b-tag veto

Data	713
BG	674 ± 46
Higgs	2.1 ± 0.7

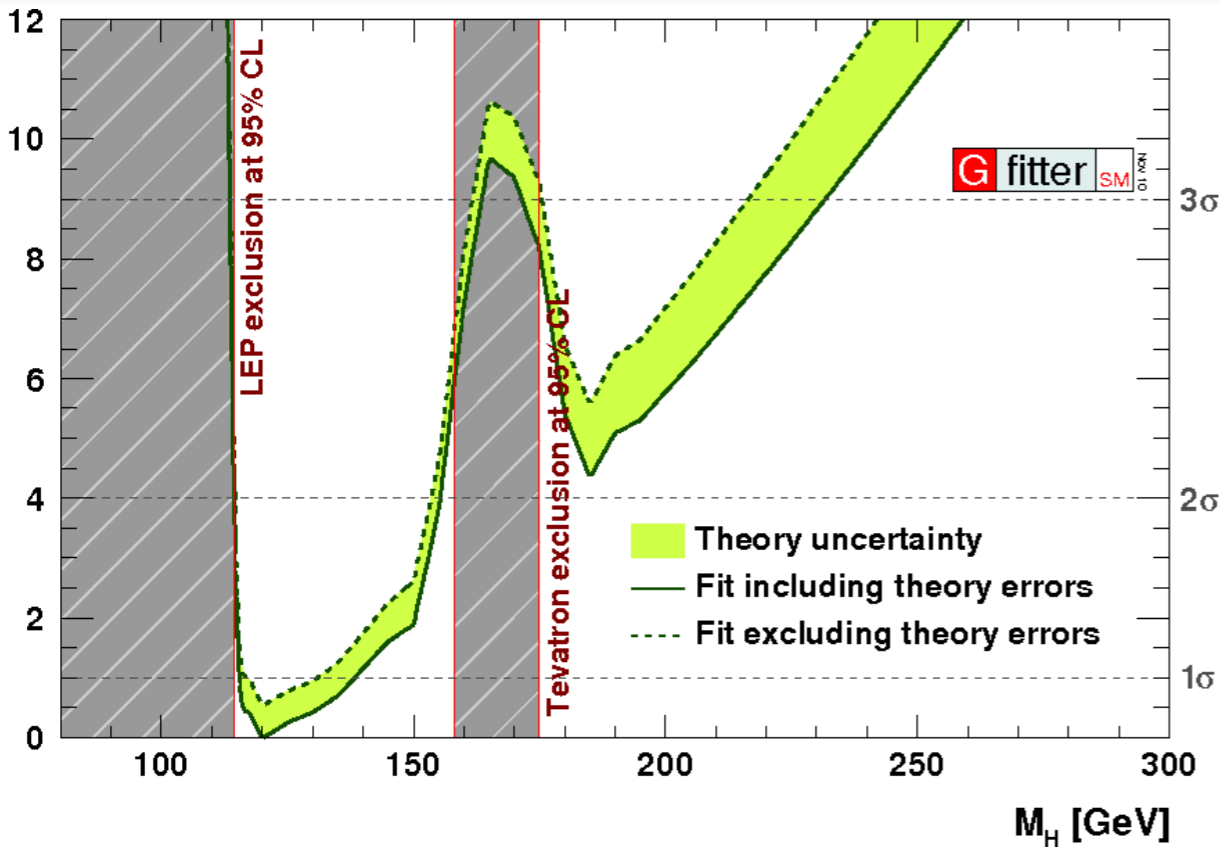


con 35 pb^{-1} limiti sup. sulla sezione d'urto: $\sim 10 \div 20 \times \sigma_{SM}$

Higgs con bassa massa: $h \rightarrow \gamma\gamma$

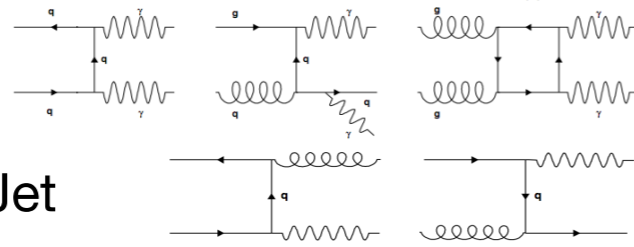
Lo SM lo preferisce leggero ($M_h < 158$ GeV)

- pure se con BR minuscolo ($\sim 0.2\%$) $h \rightarrow \gamma\gamma$ fornisce la maggior rate di eventi a bassa massa M_h
- ex. ATLAS@7 TeV (efficienze di trigger&ricostruzione incluse)
 - $h \rightarrow \gamma\gamma$ @ 120 GeV: aspettati 25 ev/fb $^{-1}$
 - $h \rightarrow WW \rightarrow ll + MET$ @ 170 GeV: aspettati 20 ev/fb $^{-1}$



Fondi:

• irriducibili: $\gamma\gamma$



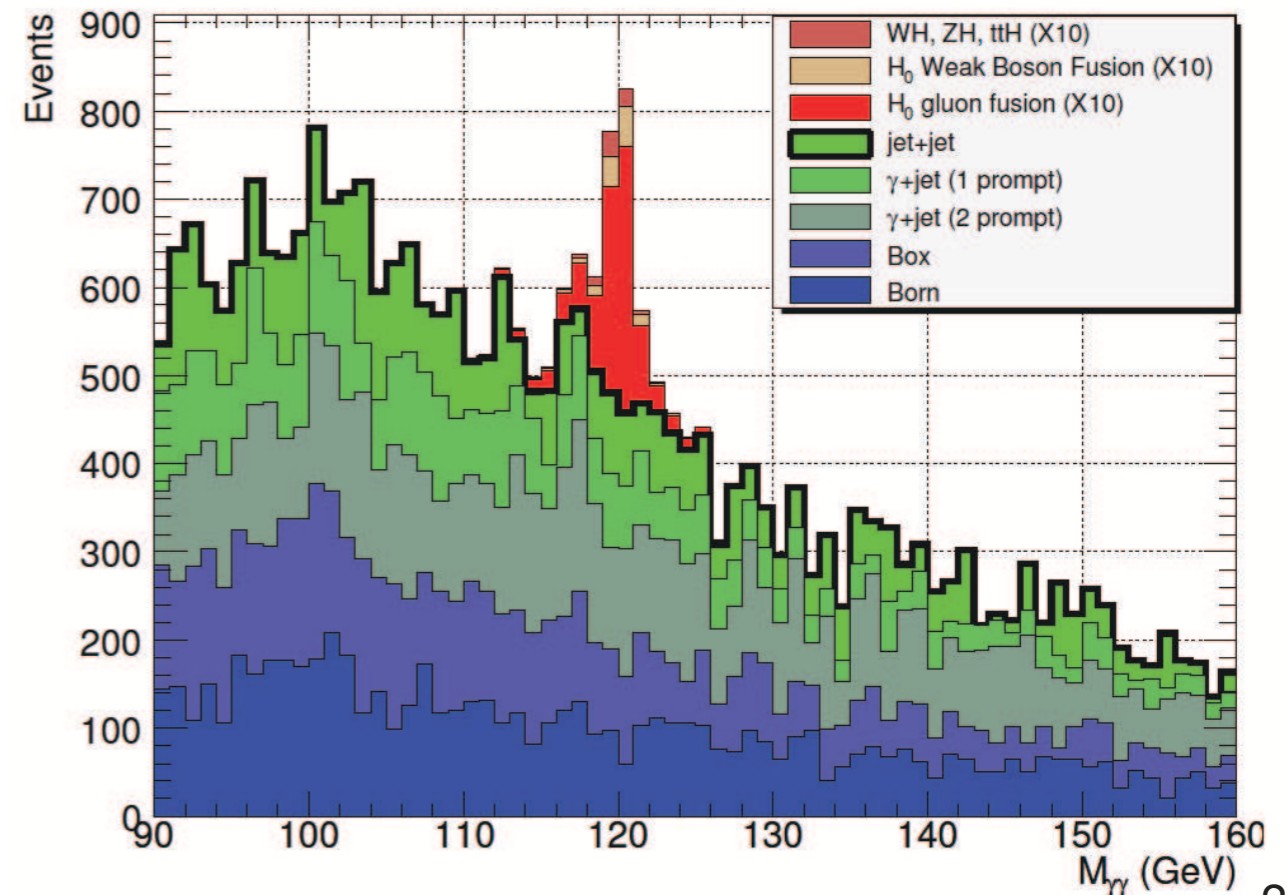
• riducibili: γ -Jet, Jet-Jet

- handles: risoluzione in massa invariante, indentificazione fotoni, isolamento

Richieste sperimentali:

- eccellente risoluzione in massa invariante
- ricostruzione precisa del vertice primario
 - puntamento del fotone, ricostruzione conversioni

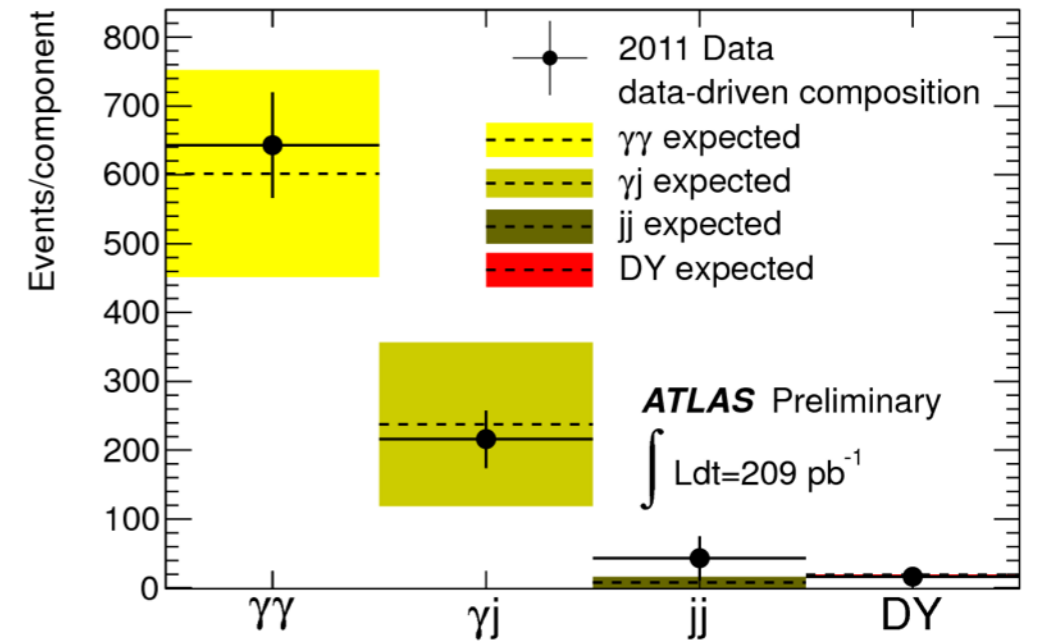
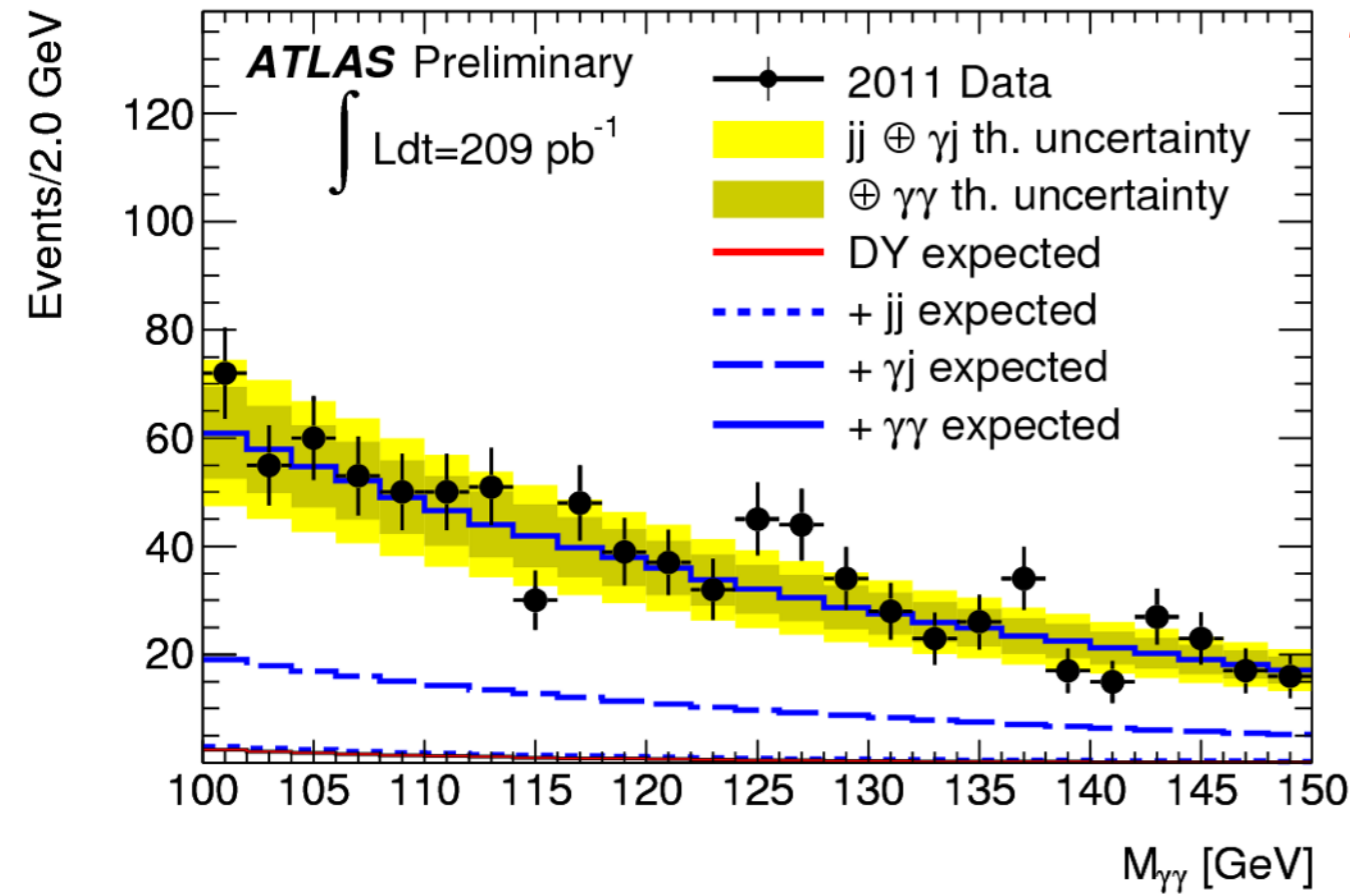
Possible scenario futuro: CMS con ~ 8 fb $^{-1}$



$h \rightarrow \gamma\gamma$: risultati su i primi dati 2011

2011

Fondi stimati con tecniche data-driven

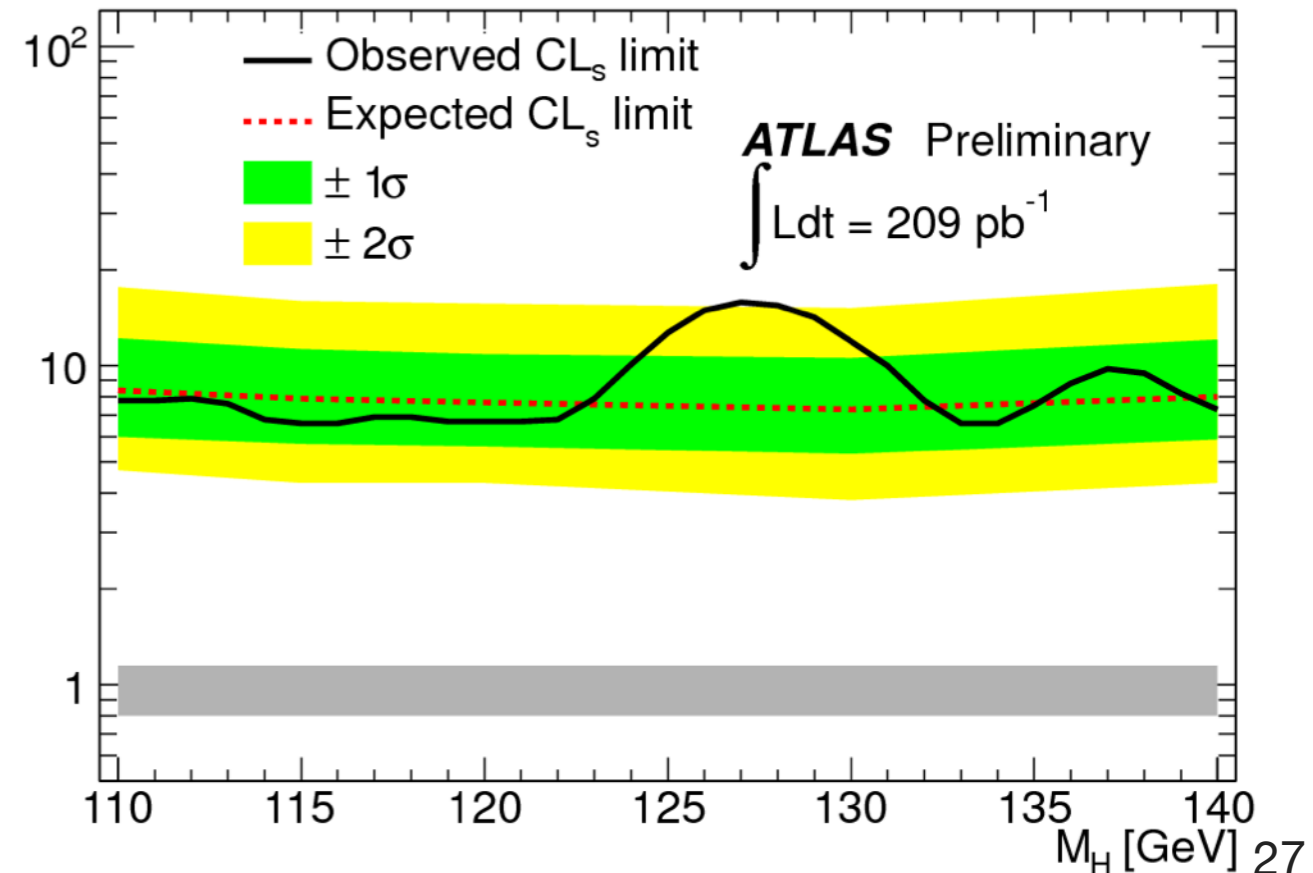


Ancora lontani dallo SM

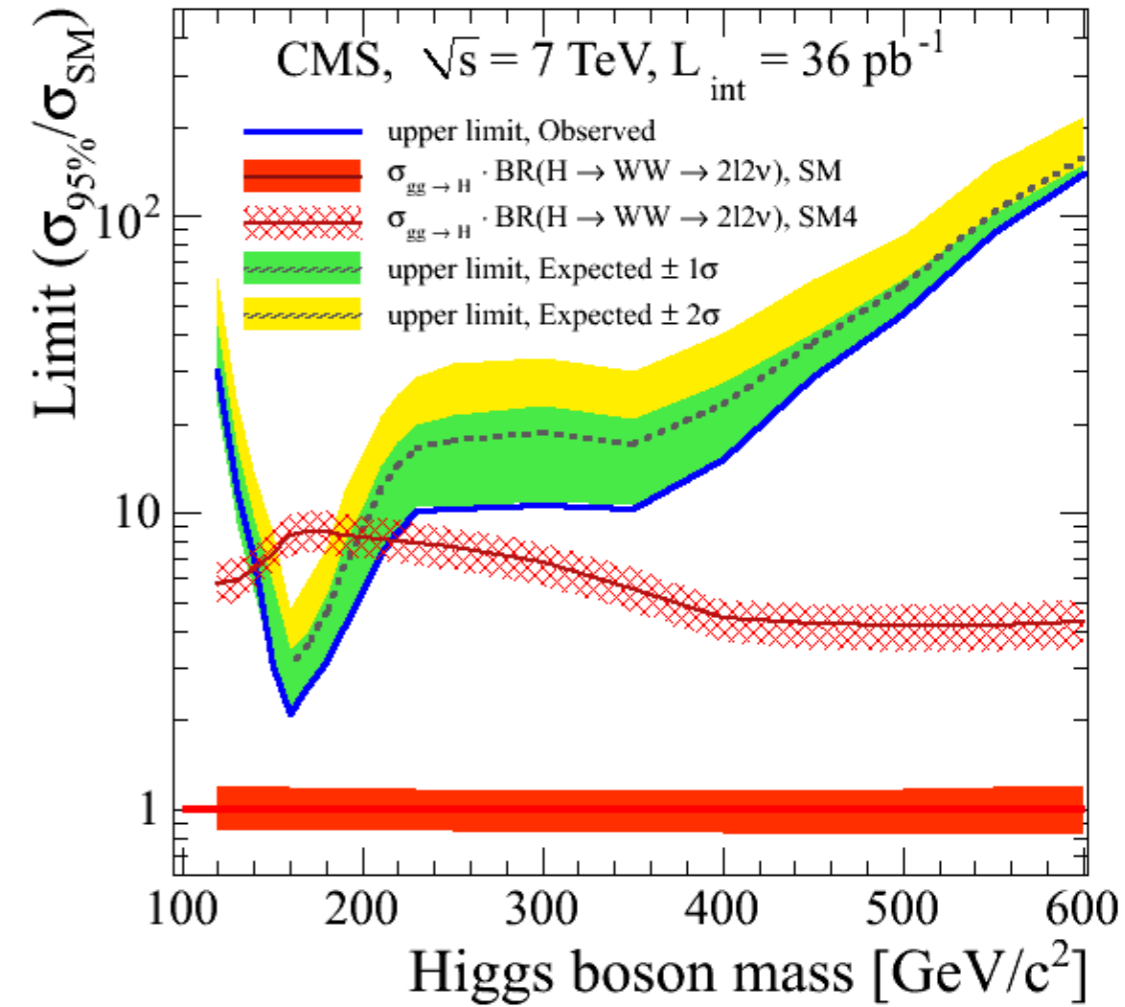
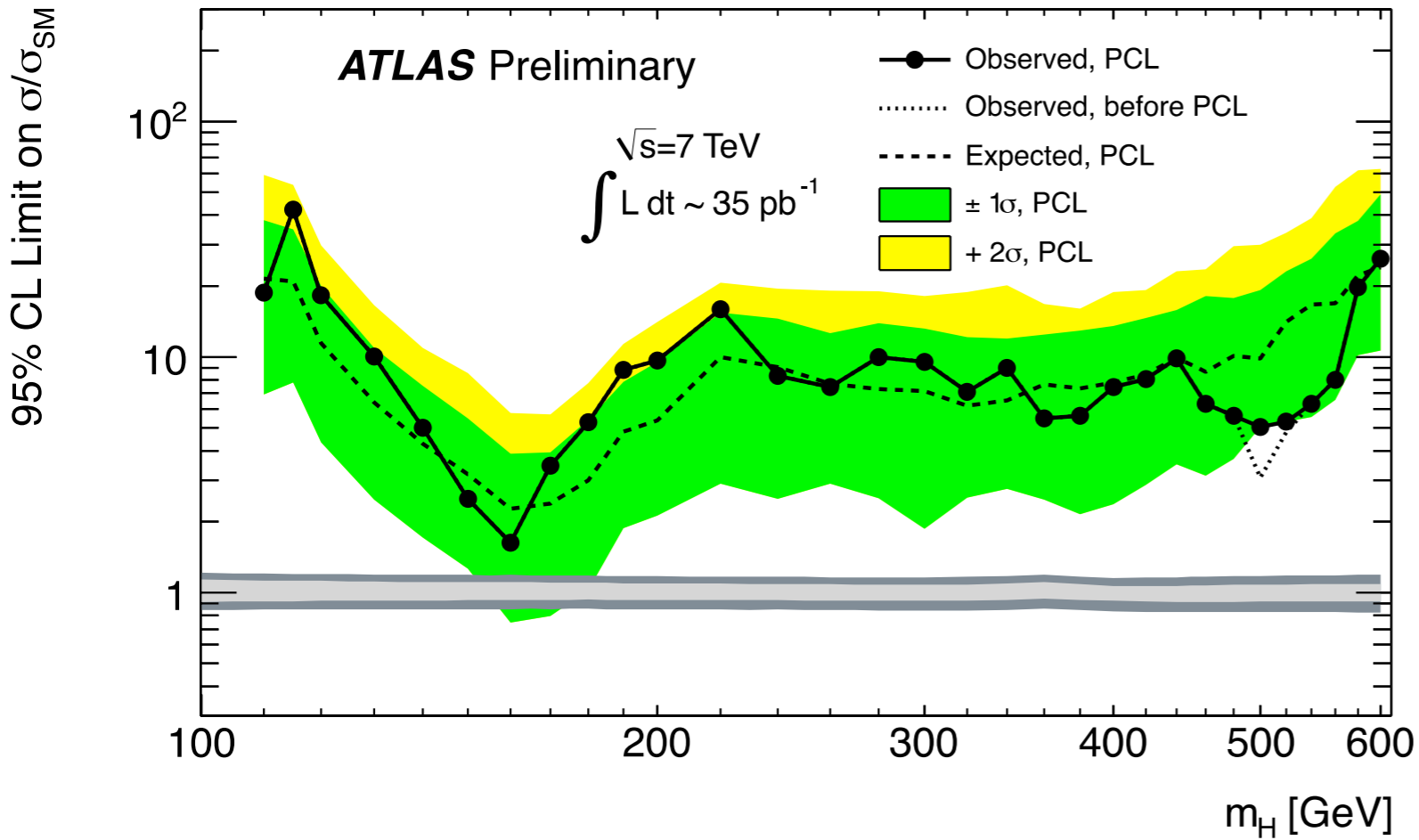
con $\sim 200 \text{ pb}^{-1} \sim 8 \times \sigma_{\text{SM}}$

Ma la sensibilità corrente è già superiore ai limiti di Tevatron per $h \rightarrow \gamma\gamma$

$\sigma \times \text{BR}(H \rightarrow \gamma\gamma) / \text{SM} @ 95\% \text{ CL}$



Mettendo tutto insieme



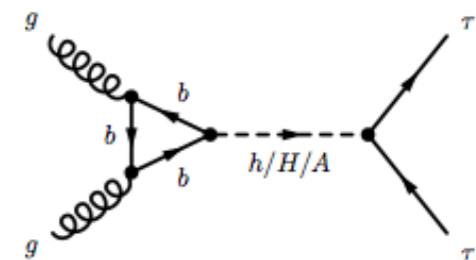
combinazione delle combinazioni
 presto disponibile ...

SUSY Higgs: MSSM $h/H/A \rightarrow \tau\tau$

- Settore di Higgs nel MSSM: 5 bosoni h, H, A, H^+, H^- , governato da 2 parametri $M_A, \tan\beta$ a livello Born

- Sezione d'urto di produzione $O(\sigma_Z)$ per alti valori di $\tan\beta$

- canale più sensibile: decadimento in tau: $h \rightarrow \tau\tau \rightarrow l_{\text{had}} 3\nu$, buon BR, basso fondo



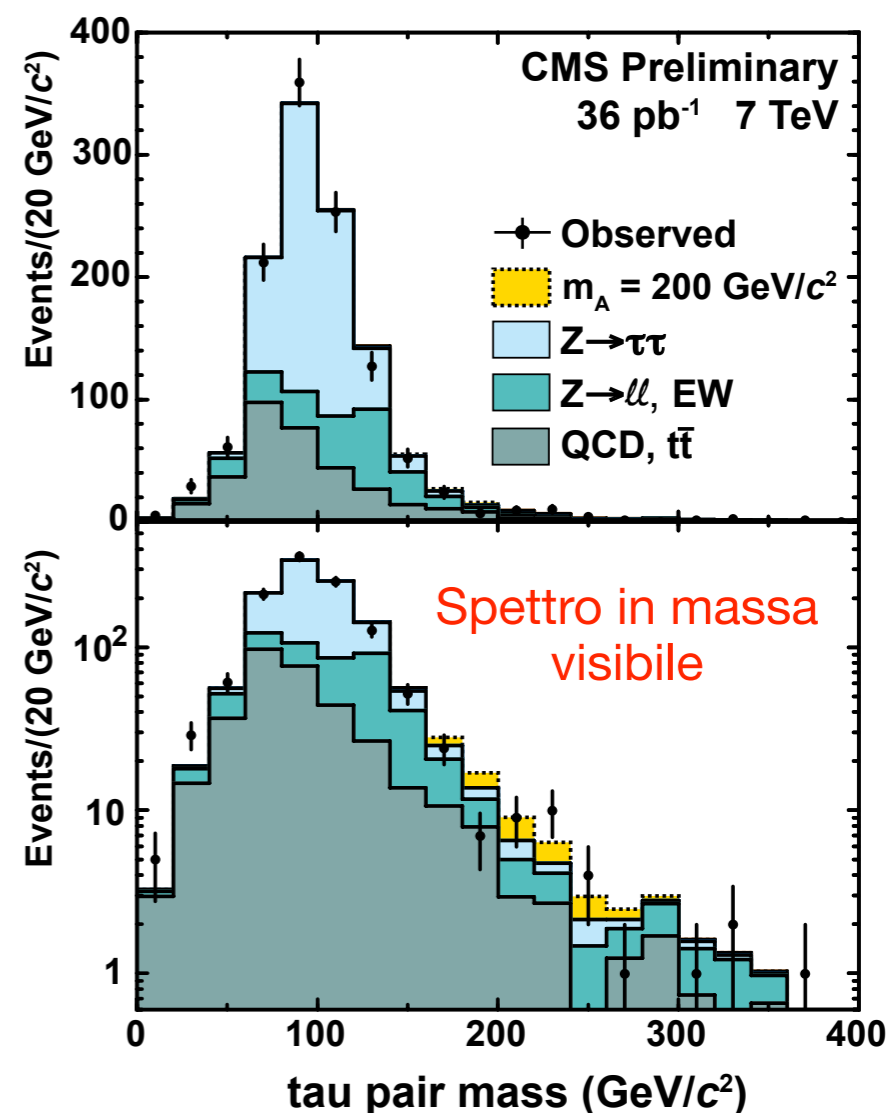
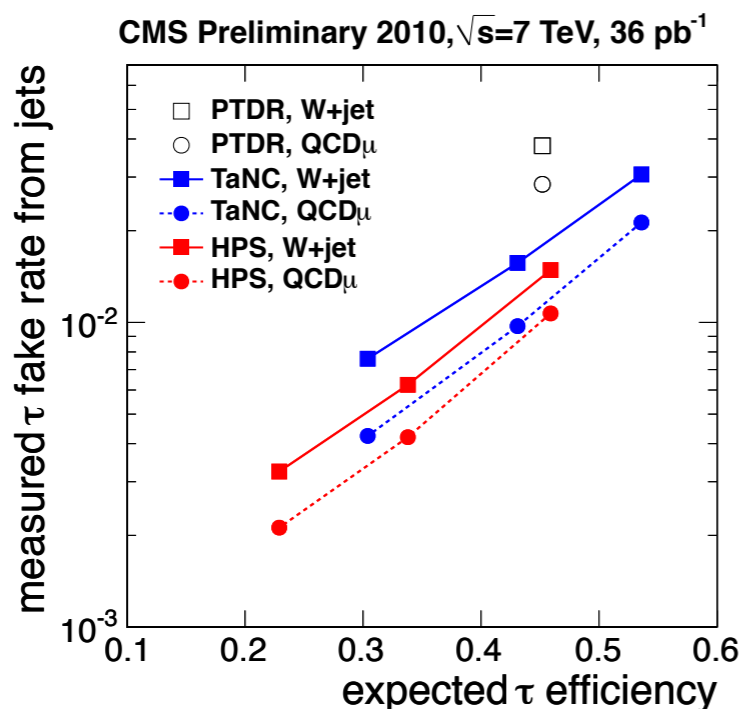
- Fondi: $Z \rightarrow \tau\tau$, top, W+jets, $Z \rightarrow ll$, QCD, multijets

- Richieste sperimentali:

- ricostruzione efficiente e pura di tau adronici (per discriminare il BG di QCD)
- ricostruzione precisa della cinematica dell'evento (per discriminare il BG da $Z \rightarrow \tau\tau$, e per ricostruire con precisione la massa dell'Higgs)

● CMS:

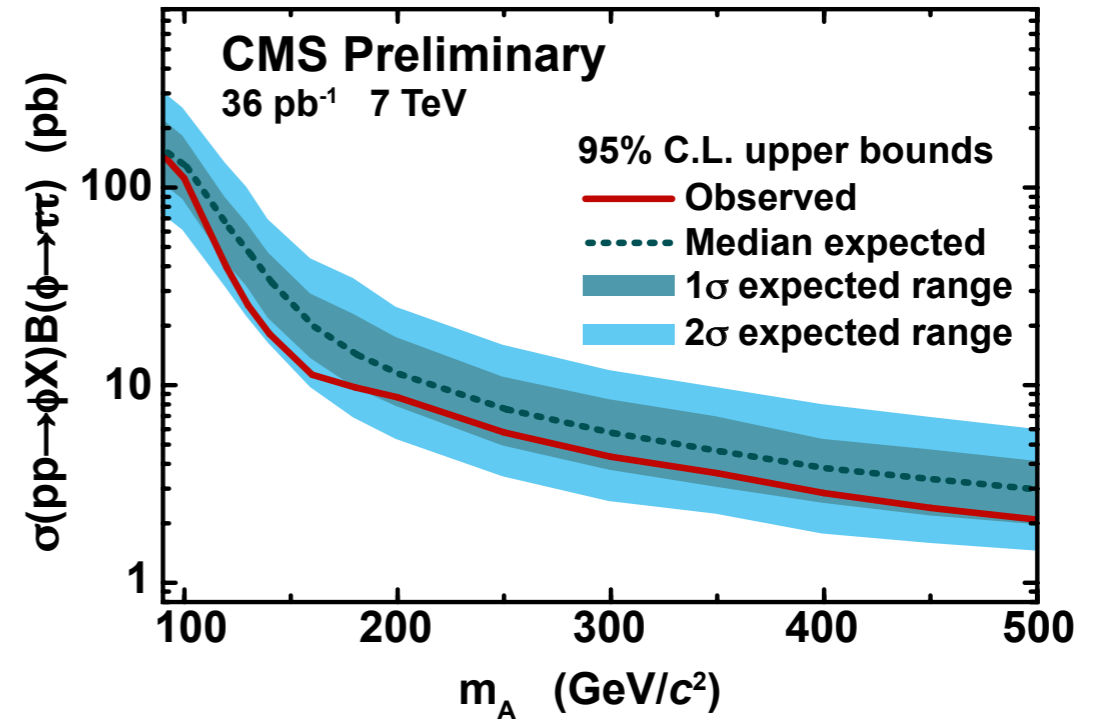
- ricostruzione dettagliata del particle flow dei decadimenti adronici del tau
- fit simultaneo a sezione d'urto $Z \rightarrow \tau\tau$ e efficienza di identificazione del tau per massimizzare la risoluzione



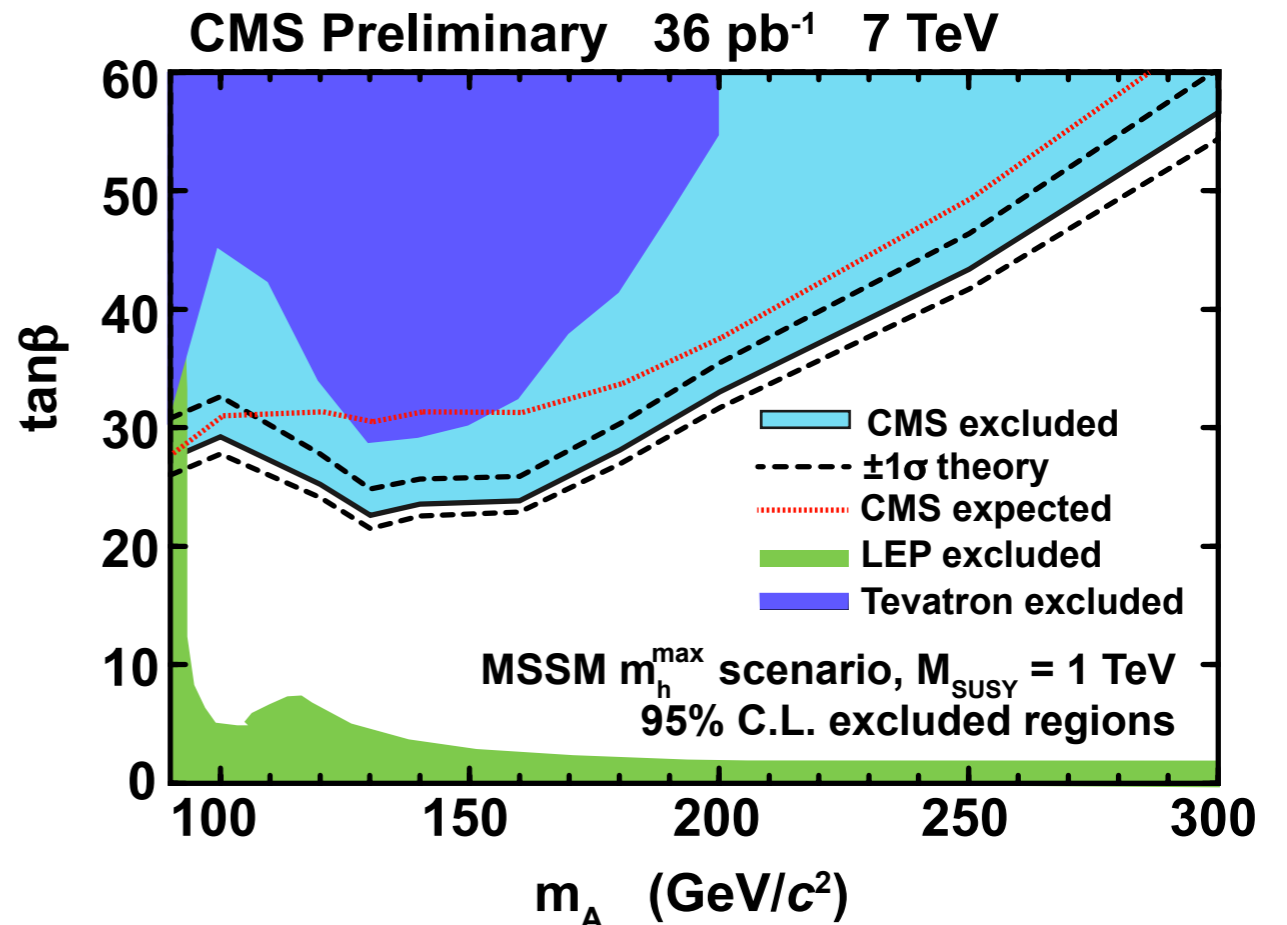
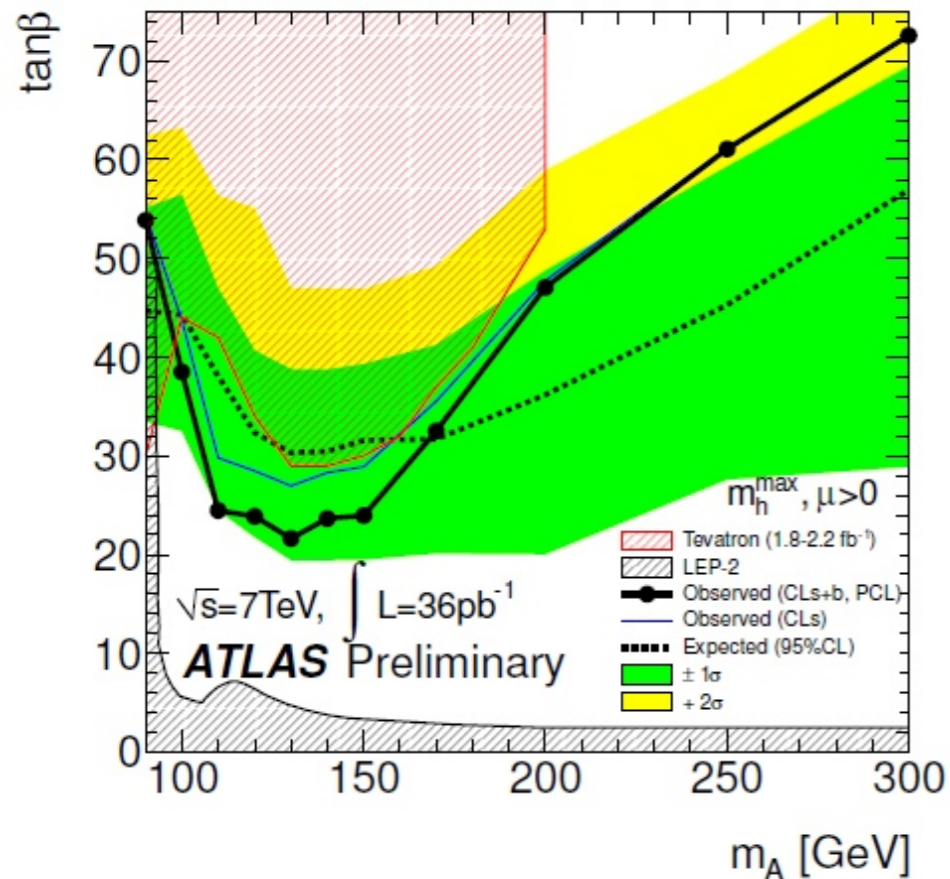
MSSM $h \rightarrow \tau\tau$: Risultati

● CMS

Process	$\mu\tau_h$	$e\tau_h$	$e\mu$
$Z \rightarrow \tau\tau$	329 ± 77	190 ± 44	88 ± 5
$t\bar{t}$	6 ± 3	2.6 ± 1.3	7.1 ± 1.3
$Z \rightarrow ll, jet \rightarrow \tau_h$	6.4 ± 2.4	15 ± 6.2	
$Z \rightarrow ll, l \rightarrow \tau_h$	13.3 ± 3.6	119 ± 28	
$W \rightarrow l\nu$	54.9 ± 4.8	30.6 ± 3.1	
$W \rightarrow \tau_\ell\nu$	14.7 ± 1.3	7.0 ± 0.7	3.9 ± 1.2
QCD	132 ± 14	181 ± 23	
WW/WZ/ZZ	1.6 ± 0.8	0.8 ± 0.4	3.0 ± 0.4
Total	558 ± 79	546 ± 57	102 ± 5
Observed	540	517	101
Signal Efficiency ($m_A = 120 \text{ GeV}/c^2$)	0.0253	0.0156	0.00561

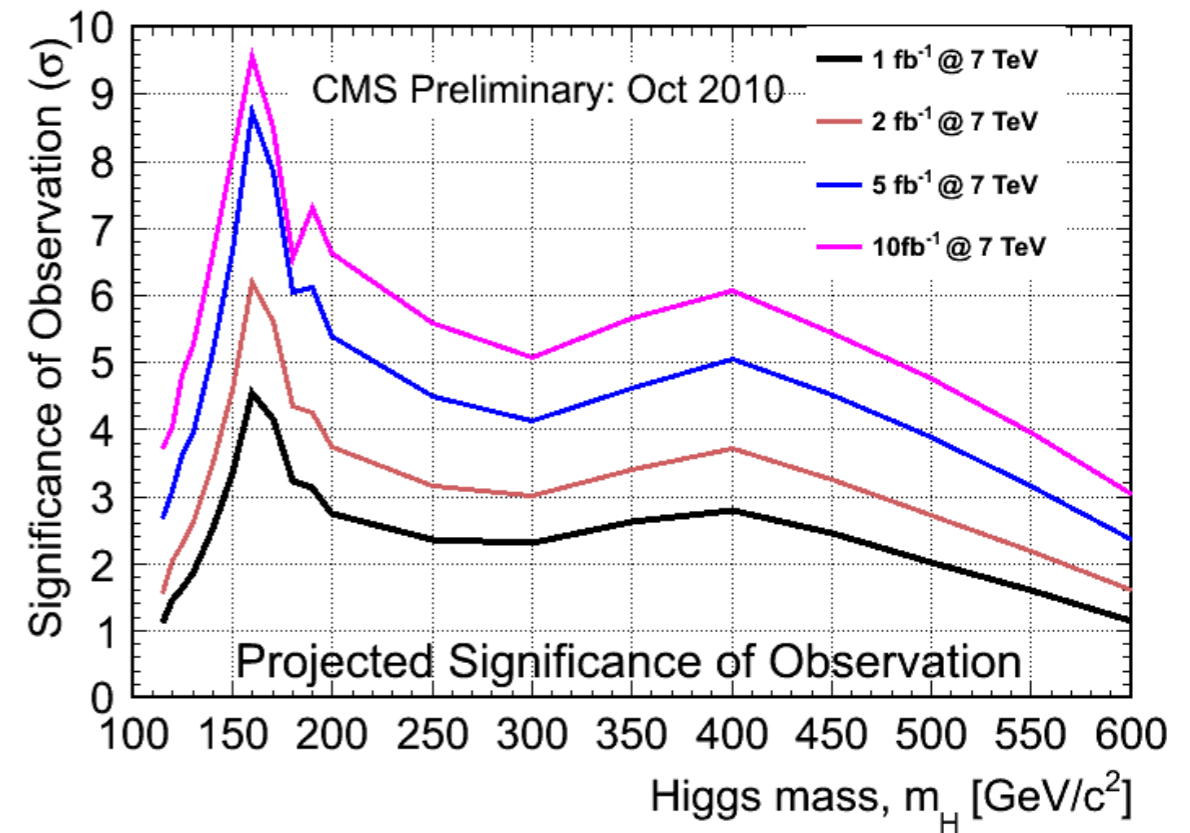
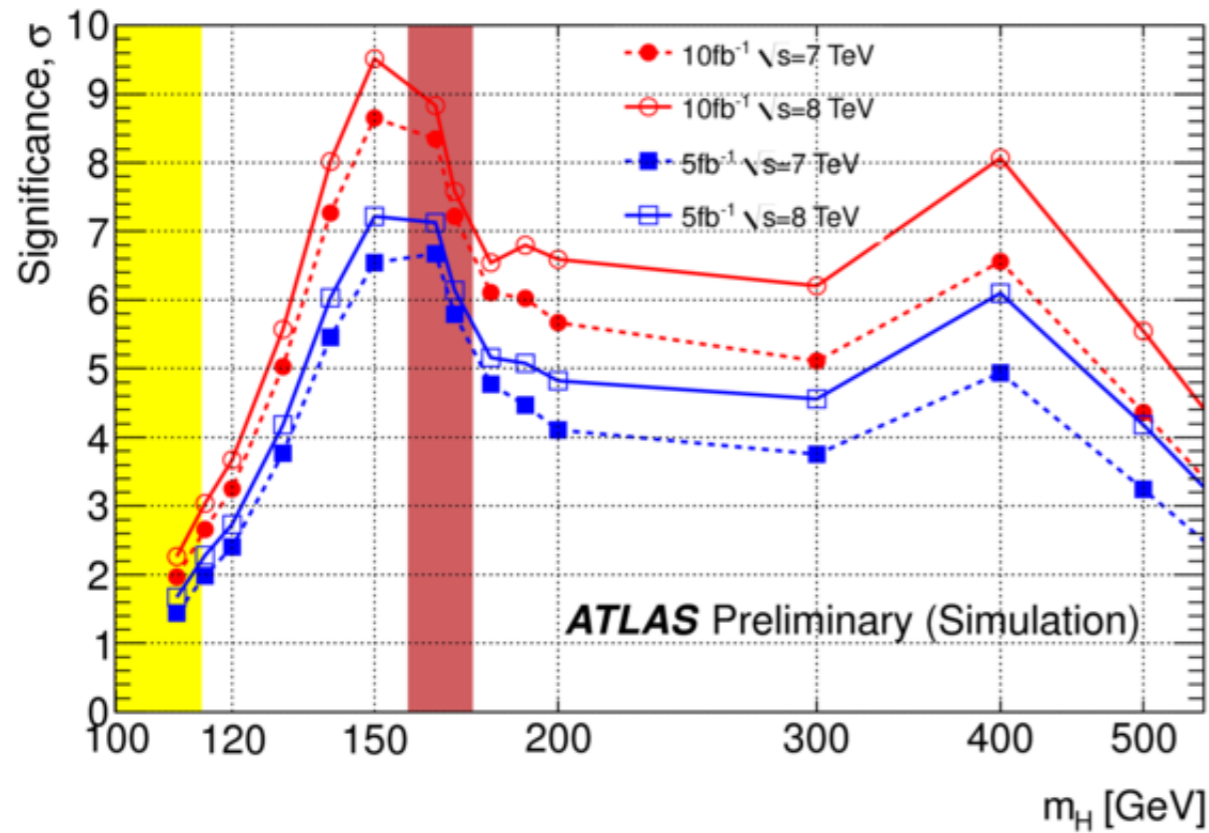


Esclusioni nel piano ($M_A, \tan\beta$)

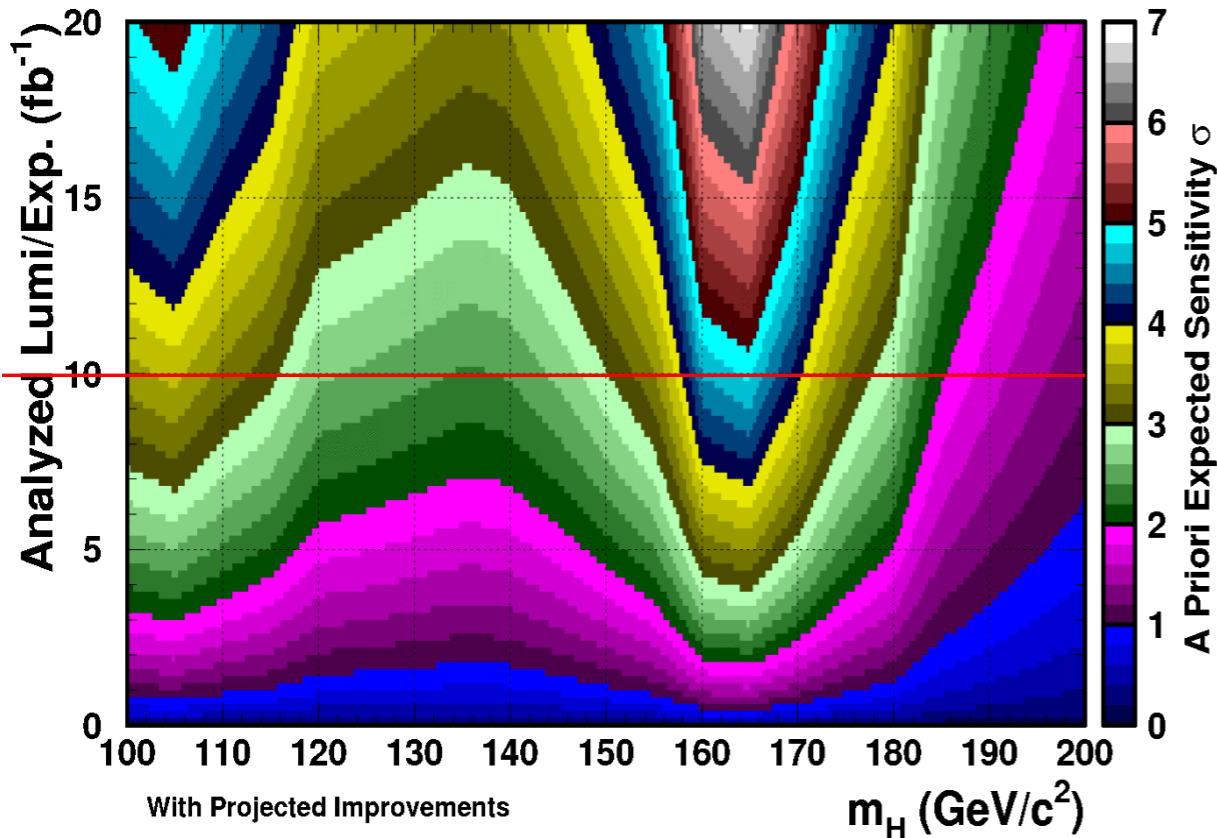


iniziata l'esplorazione di nuove regioni rispetto al Tevatron ...

Conclusioni e Prospettive



2xCDF Preliminary Projection



ATLAS/CMS: $\sim 3 \text{ fb}^{-1}$ 2011, $\sim 10 \text{ fb}^{-1}$ fine 2012

CDF/D0: $\sim 10 \text{ fb}^{-1}$ fine 2011

se c'è non può scappare ...