

*Esperimento ATLAS - Physics Results  
Attività del gruppo di Napoli*

*Francesco Conventi  
Riunione Grl Napoli 21-12-2011*

# Esperimento ATLAS - Physics Results

## Attività del gruppo di Napoli

**Tesisti triennali:** Noemi Calace, Claudio Savarese

**Higgs->ZZ**

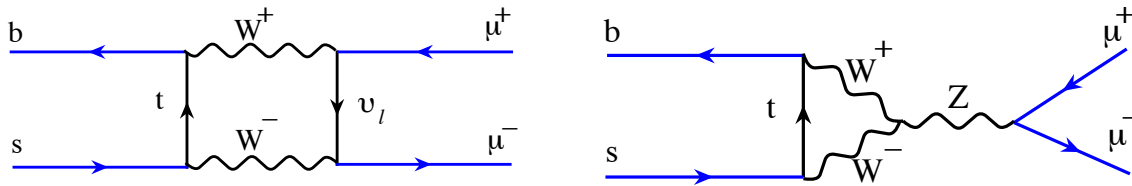
Mirko Casolino (*laureando*), Francesco Conventi,  
Camilla Di Donato, Arturo Sanchez (*dottorando*)

**$B_s \rightarrow \mu\mu$**

Mimmo Della Volpe, Paolo Iengo, Elisa Musto

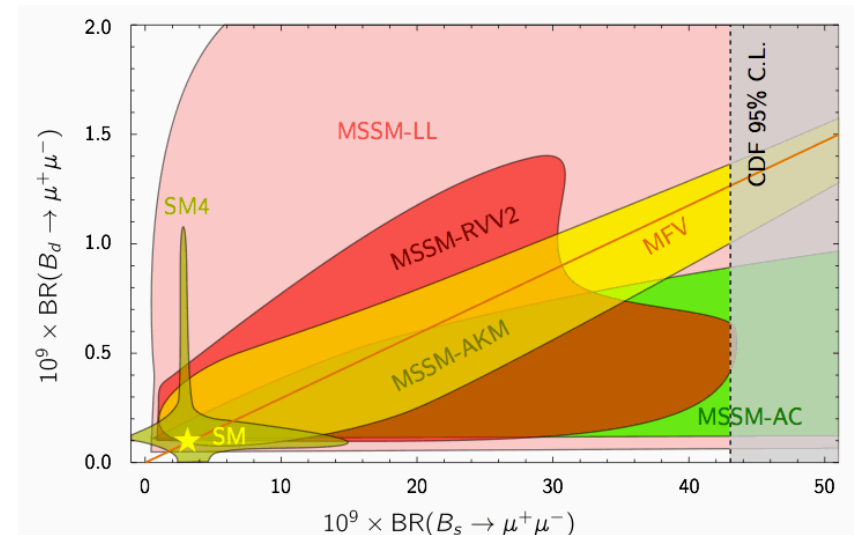
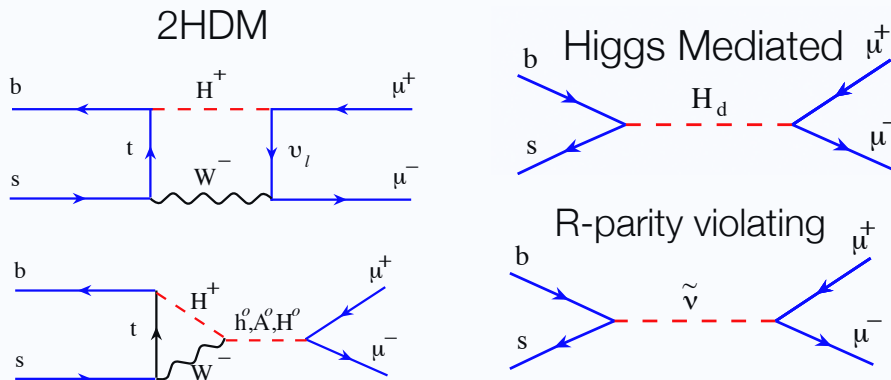
# Il decadimento raro $B_s \rightarrow \mu\mu$

Misure relative ai decadimenti rari dei mesoni B possono fornire indicazioni indirette di fisica oltre il Modello Standard (MS). Il decadimento  $B_s \rightarrow \mu^+\mu^-$  è soppresso nel MS. Il BR atteso è dato da:  $\text{Br}(B_s \rightarrow \mu^+\mu^-) = (3.2 \pm 0.2) \times 10^{-9}$



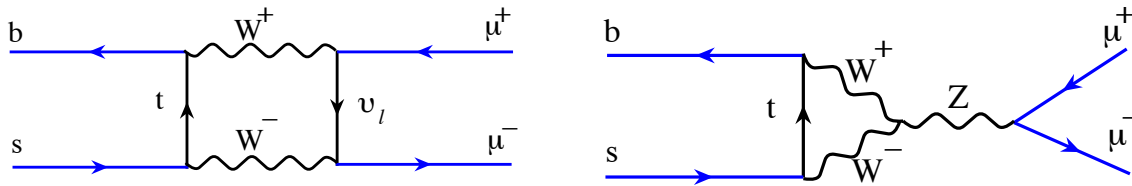
**MS**

*Processi di fisica oltre il MS possono implicare un aumento di tale BR!!*



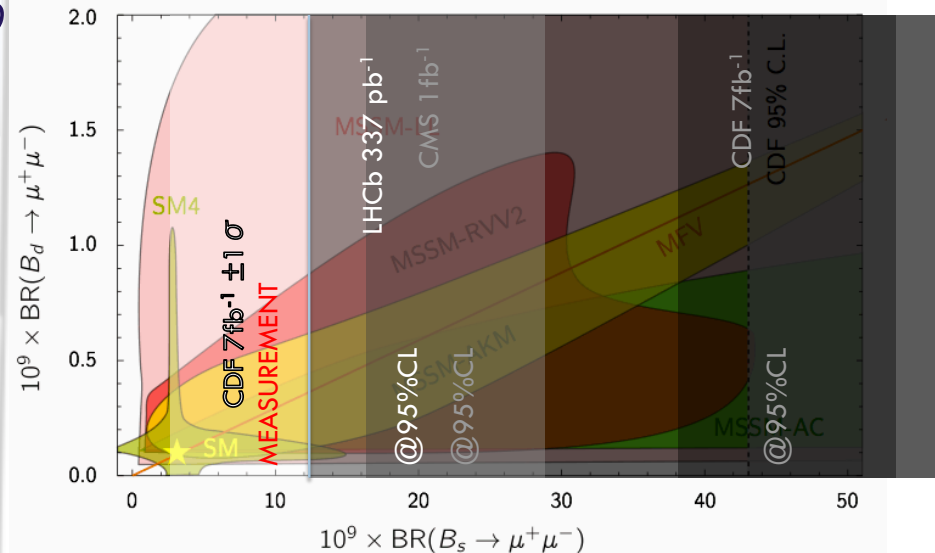
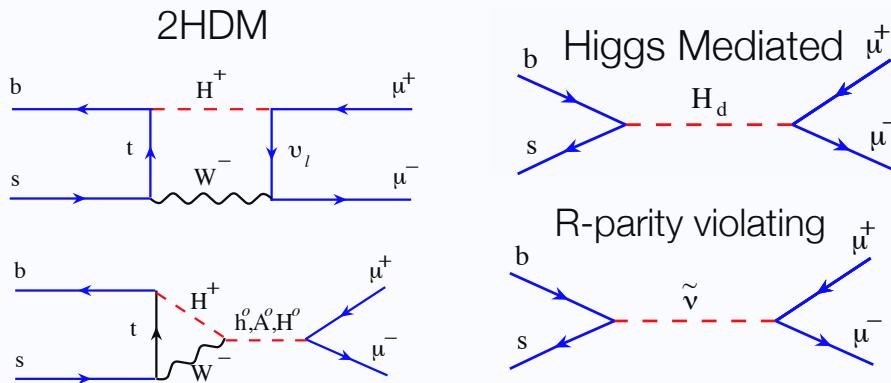
# Il decadimento raro $B_s \rightarrow \mu\mu$

Misure relative ai decadimenti rari dei mesoni B possono fornire indicazioni indirette di fisica oltre il Modello Standard (MS). Il decadimento  $B_s \rightarrow \mu^+\mu^-$  è soppresso nel MS. Il BR atteso è dato da:  $\text{Br}(B_s \rightarrow \mu^+\mu^-) = (3.2 \pm 0.2) \times 10^{-9}$



**MS**

*Processi di fisica oltre il MS possono implicare un aumento di tale BR!!*



# Strategia di analisi

$$BR(B_s \rightarrow \mu\mu) = \frac{N_{B_s}}{\mathcal{L} \cdot f_s \cdot \alpha_{B_s} \cdot \epsilon_{B_s}^{tot}}$$

luminosity (points to  $\mathcal{L}$ )  
 acceptance (points to  $\alpha_{B_s}$ )  
 efficiency (points to  $\epsilon_{B_s}^{tot}$ )

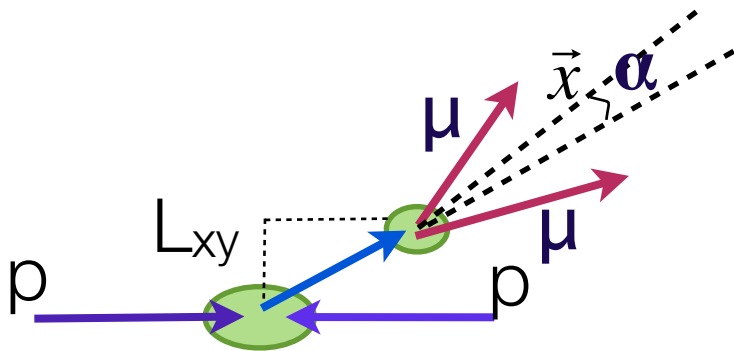
Per la misura del BR si utilizza la seguente relazione:

$$BR(B_s^0 \rightarrow \mu^+ \mu^-) = \frac{N_{B_s}^{obs} \cdot \alpha_{B^+} \epsilon_{B^+}^{total}}{\alpha_{B_s} \epsilon_{B_s}^{total} \cdot N_{B^+}^{obs}} \cdot \frac{f_u}{f_s} \cdot BR(B^+ \rightarrow J/\psi K^+) \cdot BR(J/\psi \rightarrow \mu^+ \mu^-)$$

from MC (points to  $\alpha_{B^+} \epsilon_{B^+}^{total}$ )  
**DATA** (points to  $N_{B^+}^{obs}$ )  
 measured elsewhere (points to  $\frac{f_u}{f_s} \cdot BR(B^+ \rightarrow J/\psi K^+) \cdot BR(J/\psi \rightarrow \mu^+ \mu^-)$ )

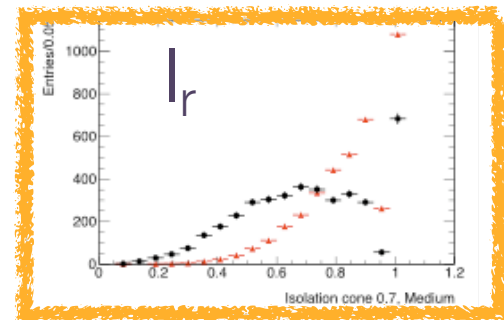
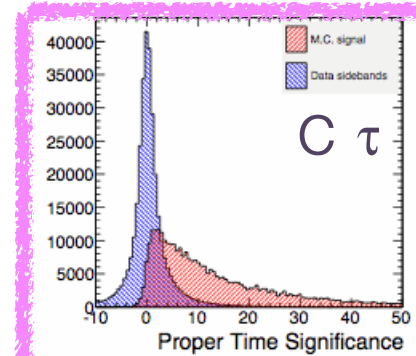
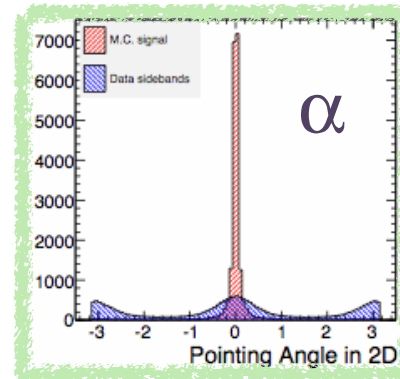
- Utilizzo di un canale di riferimento -> sistematiche si cancellano nel rapporto
- Studio e ripesaggio del MC
- Errore dominato da  $N_{B_s}$  e **blocco rosa** ( $\approx 10\%$ ) !

# Caratteristiche del segnale $B_s \rightarrow \mu\mu$ e riduzione del background



$$c\tau = \vec{L}_{xy} \cdot \vec{p}_T / M_{B_s}$$

$$I_r = \frac{p_T}{p_T + \sum_{i=0}^{n_{tracks}} p_T^i}$$



● Angolo  $\alpha$  tra il vettore  $\vec{x}$  e la direzione individuata da  $\vec{p}_B$

● Riconoscimento di vertici secondari:  
**Pseudo-proper-time**

● **Isolamento**: Numero di tracce intorno alla direzione del mesone B

$$\text{BR}(B_s^0 \rightarrow \mu^+ \mu^-) = \frac{N_{B_s}^{\text{obs}}}{\alpha_{B_s} \epsilon_{B_s}^{\text{total}}} \cdot \frac{\alpha_{B^+} \epsilon_{B^+}^{\text{total}}}{N_{B^+}^{\text{obs}}} \cdot \frac{f_u}{f_s} \cdot \text{BR}(B^+ \rightarrow J/\psi K^+) \cdot \text{BR}(J/\psi \rightarrow \mu^+ \mu^-)$$

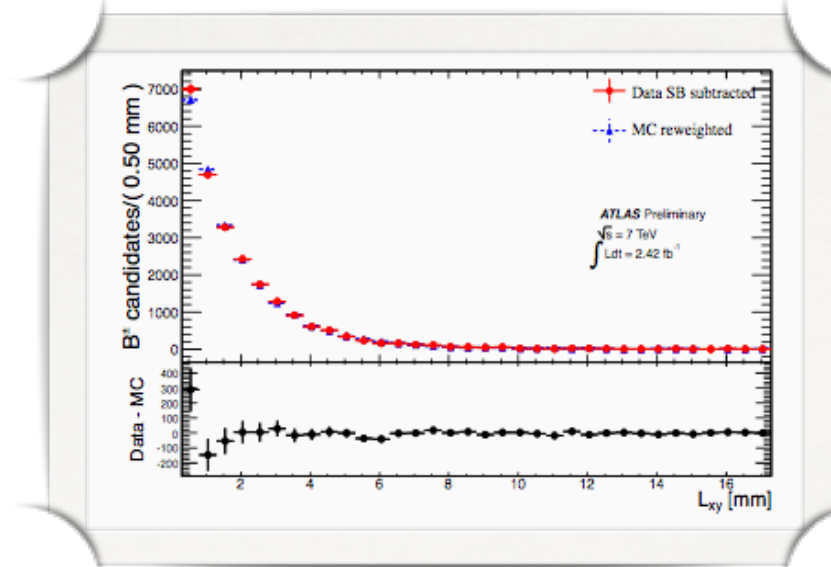
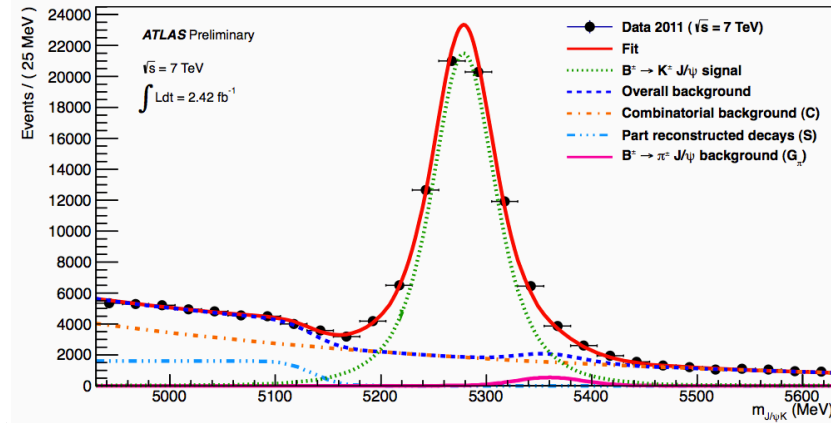
from MC

Canale di riferimento:  $B^+ \rightarrow J/\psi(\mu\mu)K^+$

	Yields	Stat.	Sist.
Dati 2011	7073	1.28%	2.2%

Controllo e ripesaggio del MC

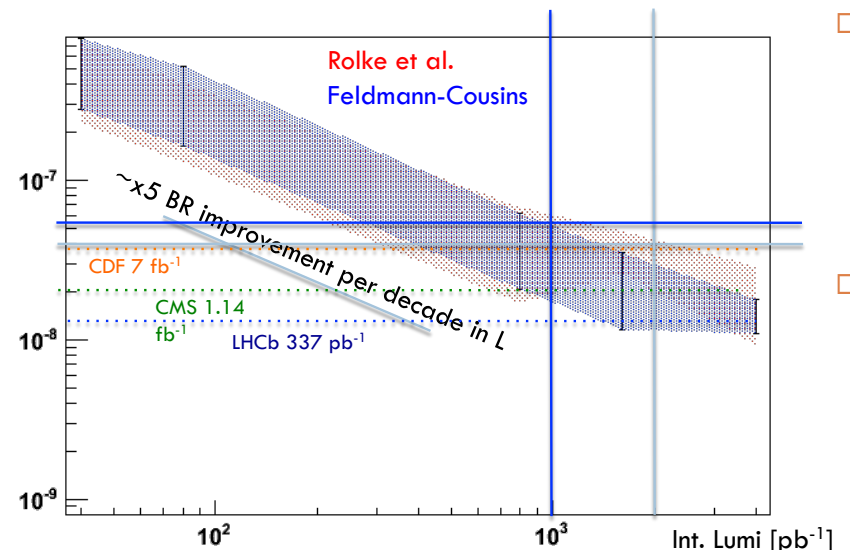
- applicato al Generator-Level ( $B^+$ ) per correggere il bias che deriva dalla selezione iniziale sui  $\mu$  che richiede  $p_T > 2.5$   $|\eta| > 2.5$  e sui parametri cinematici del K
- usando i dati relativi al decadimento  $B^+ \rightarrow J/\psi k^+$  per correggere la cinematica del decadimento (principalmente  $p_T$  ed  $\eta$ )



# Ottimizzazione della selezione

- **Analisi “blind”** (viene esclusa dalle ntuple la regione in massa invariante compresa tra 5066-5666 MeV/c) e **“cut based”** per i dati del 2010, introduzione di metodi multivariati (TMVA, 14 variabili) nel 2011 (analisi cut-based usata come controllo)
- Ottimizzazione effettuata su metà campione delle sidebands per non introdurre bias e condotta nel 2010 in uno spazio di variabili 4D (Pointing Angle, Isolamento, PseudoPropertime, mass range)
- Il criterio è dato dal massimizzare lo stimatore di Punzi ([arXiv:physics/0308063v2](https://arxiv.org/abs/physics/0308063v2)) dato da  $P = \epsilon_{\text{signal}} / (1 + \sqrt{N_{\text{bkg}}})$

	$\alpha$	CT	ISOL	mass	Eff	bkg
max	0.03	0.364	0.79	$\pm 0.105$	0	6.2





## Limiti sul BR ( $B_s \rightarrow \mu\mu$ )

$$\text{BR}(B_s^0 \rightarrow \mu^+ \mu^-) = \frac{N_{B_s}^{\text{obs}}}{\alpha_{B_s} \epsilon_{B_s}^{\text{total}}} \cdot \frac{\alpha_{B^+} \epsilon_{B^+}^{\text{total}}}{N_{B^+}^{\text{obs}}} \cdot \frac{f_u}{f_s} \cdot \text{BR}(B^+ \rightarrow J/\psi K^+) \cdot \text{BR}(J/\psi \rightarrow \mu^+ \mu^-)$$

Al termine della selezione si ottiene:

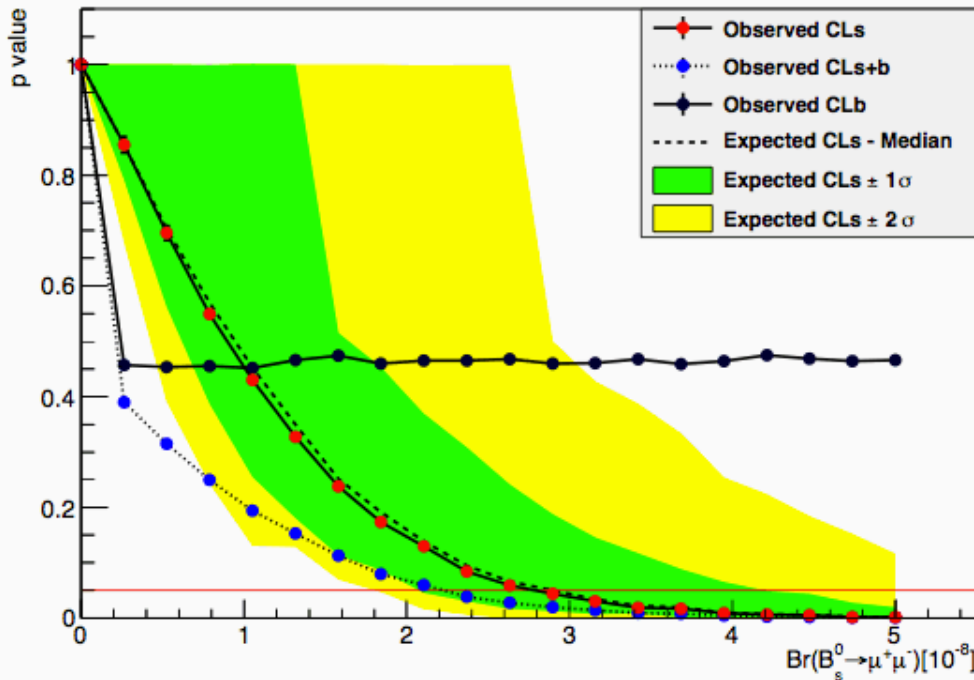
- ✓  $N_{\text{obs}}$  : Numero di eventi osservati nella regione di segnale
- ✓  $N_{\text{bck}}^{\text{obs}}$ : Numero di eventi di fondo attesi nelle sidebands
- ✓  $\epsilon$  = Efficienza = 1/Single Event Sensitivity (SES)
- ✓ Fattore di scala  $\tau$  che consente il passaggio da i conteggi nelle sidebands al numero atteso di eventi di fondo nella regione di segnale.

Da questi elementi si estrae il CL sul BR utilizzando come test statistico il rapporto delle funzioni di verosimiglianza  $L$  (likelihood ratio, ATLAS)

$$\mathcal{L} = \text{Poisson}(N_{\text{obs}} | \epsilon\mu + \tau N_{\text{bck}}) \times \text{Poisson}(N_{\text{bck}}^{\text{obs}} | N_{\text{bck}}) \times \text{Gauss}(\epsilon_{\text{obs}} | \epsilon, \sigma_\epsilon) \times \text{Gauss}(\tau_{\text{obs}} | \tau, \sigma_\tau)$$

$$\lambda(\mu) = \frac{L(\mu, \hat{\vartheta})}{L(\hat{\mu}, \hat{\theta})}$$

# CL nel caso $N_{\text{obs}} = N_{\text{bck}}(\text{obs})$



Analisi ultimata per il 2011 ed in fase di approvazione ATLAS.  
 Regione del segnale è pertanto ancora "blind"

Valore atteso per il CL@95% è  $2.4E-08$  con  $2.4 \text{ fb}^{-1}$  dati 2011

I risultati più recenti pongono limite  $3.4 \times MS$

Experiment	Integrated Luminosity ( $\text{fb}^{-1}$ )	Upper Limit at 95% CL
LHCb	0.337	$1.5 \times 10^{-8}$
CMS	1.14	$1.9 \times 10^{-8}$
CDF	7	$4 \times 10^{-8}$

→ *esperimento "dedicato"*

Higgs@Atlas

# Sommario

---

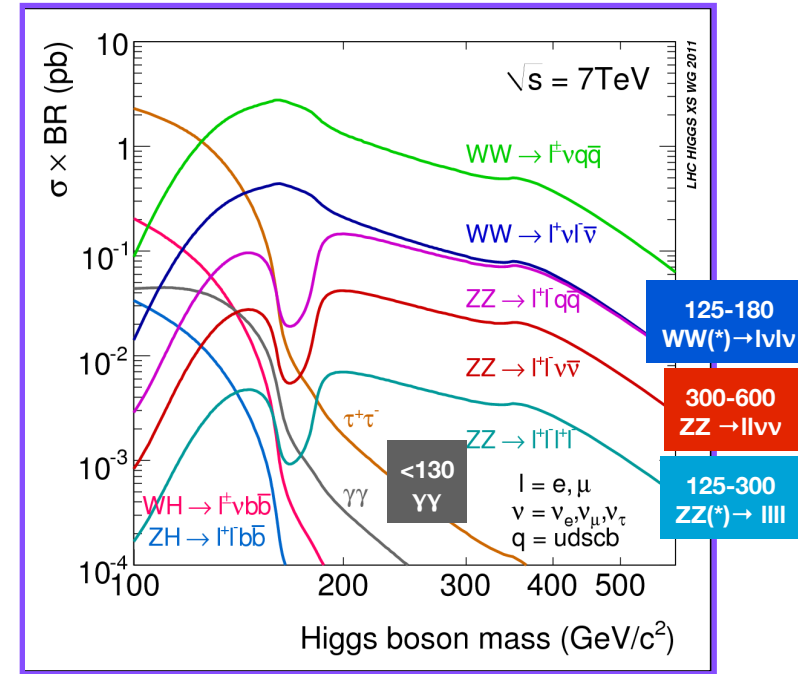
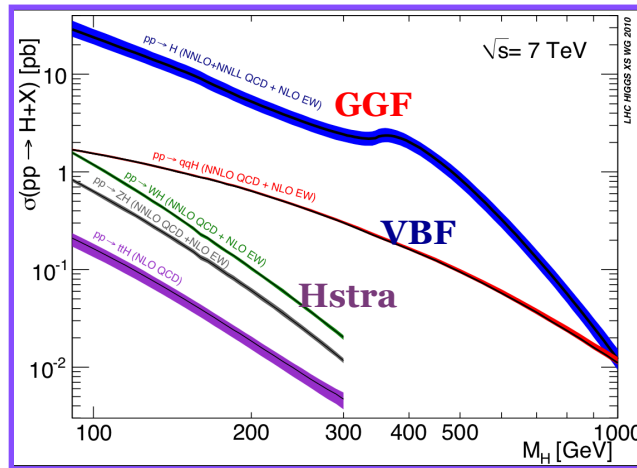
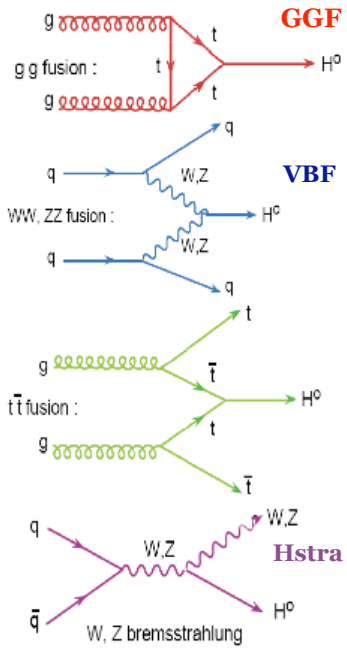
## ● Stato attuale delle analisi sulla ricerca del bosone di Higgs per l'esperimento ATLAS:

- $H \rightarrow WW^{(*)} \rightarrow l\nu l\nu$
- $H \rightarrow \gamma\gamma$
- $H \rightarrow ZZ^{(*)} \rightarrow 4l$

## ● Contributo del gruppo di Napoli:

- $H \rightarrow ZZ^{(*)} \rightarrow 4l$
- $H \rightarrow ZZ^{(*)} \rightarrow llqq$

# Higgs: Sezioni d'urto di produzione e Branching Ratio



sezioni d'urto calcolate al NNLO  
 incertezze teoriche < 20%

Enormi progressi nella descrizione e predizione dei fondi

# Micro-sommario dello stato attuale della ricerca dell'Higgs in ATLAS

Channel	$m_H$ range (GeV)	Int. lumi $\text{fb}^{-1}$	Main backgrounds	Number of signal events after cuts	S/B after cuts	Expected $\sigma/\sigma_{\text{SM}}$ sensitivity
$H \rightarrow \gamma\gamma$	110-150	4.9	$\gamma\gamma, \gamma j, jj$	$\sim 70$	$\sim 0.02$	1.6-2
$H \rightarrow \tau\tau \rightarrow \ell\ell + \nu$	110-140	1.1	$Z \rightarrow \tau\tau, \text{top}$	$\sim 0.8$	$\sim 0.02$	30-60
$H \rightarrow \tau\tau \rightarrow \ell\tau_{\text{had}}$	100-150	1.1	$Z \rightarrow \tau\tau$	$\sim 10$	$\sim 5 \cdot 10^{-3}$	10-25
$W/ZH \rightarrow b\bar{b}(\ell)$	110-130	1.1	$W/Z + \text{jets}, \text{top}$	$\sim 6$	$\sim 5 \cdot 10^{-3}$	15-25
$H \rightarrow WW^{(*)} \rightarrow \ell\nu\ell\nu$	110-300	2.1	$WW, \text{top}, Z + \text{jet}$	$\sim 20$ (130 GeV)	$\sim 0.3$	0.3-8
$H \rightarrow ZZ^{(*)} \rightarrow 4\ell$	110-600	4.8	$ZZ^*, \text{top}, Zb\bar{b}$	$\sim 2.5$ (130 GeV)	$\sim 1.5$	0.7-10
$H \rightarrow ZZ \rightarrow \ell\ell \nu\nu$	200-600	2.1	$ZZ, \text{top}, Z + \text{jets}$	$\sim 20$ (400 GeV)	$\sim 0.3$	0.8-4
$H \rightarrow ZZ \rightarrow \ell\ell qq$	200-600	2.1	$Z + \text{jets}, \text{top}$	2-20 (400 GeV)	0.05-0.5	2-6
$H \rightarrow WW \rightarrow \ell\nu qq$	240-600	1.1	$W + \text{jets}, \text{top}, \text{jets}$	$\sim 45$ (400 GeV)	$10^{-3}$	5-10

Basata su una selezione conservativa cut-based  
 Fondi grandi e talvolta non ben noti; stimati principalmente con  
 metodi data-driven usando delle regioni di controllo prive di segnale

# H → WW(\*) → lνlν (eνeν, μνμν, eνμν)

110 < m<sub>H</sub> < 300 GeV

Canale più sensibile tra ~125-180 GeV (σ ~ 200 fb)

caratterizzato dalla presenza di due neutrini:

- 2 Leptoni isolati di carica opposta e una grande energia mancante (E<sub>T</sub><sup>miss</sup>)

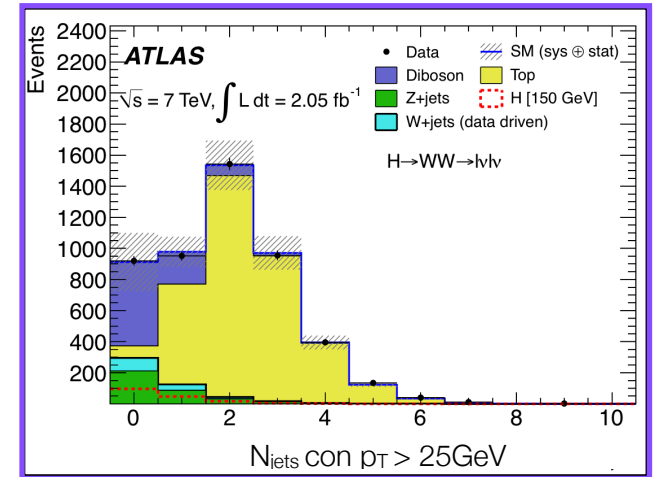
**Fondi principali:** WW, top, Z+jets, W+jets

- m<sub>ll</sub> ≠ m<sub>Z</sub>, b-jet veto, ...
- Tagli topologici per ridurre il fondo irriducibile WW: p<sub>Tll</sub>, m<sub>ll</sub>, Δφ<sub>ll</sub> (piccolo per un Higgs scalare), m<sub>T</sub>(ll, E<sub>T</sub><sup>miss</sup>)

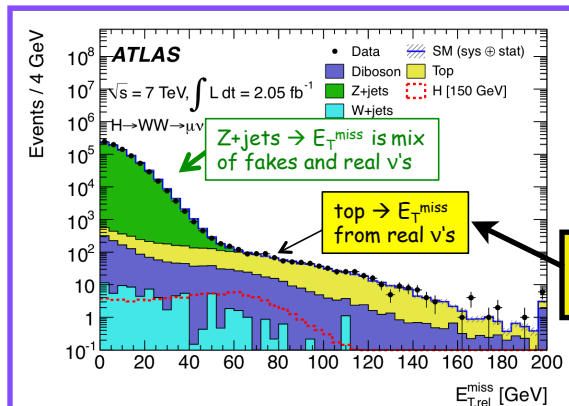
**Aspetti cruciali:**

- Comprensione dell'E<sub>T</sub><sup>miss</sup> (eventi "veri" e fake)
- Eccellente comprensione del fondo nella regione del segnale mediante un'analisi data-driven in regioni di controllo prive di segnale

Numero di jets dopo i tagli sui leptoni, m<sub>Z</sub> and E<sub>T</sub><sup>miss</sup>

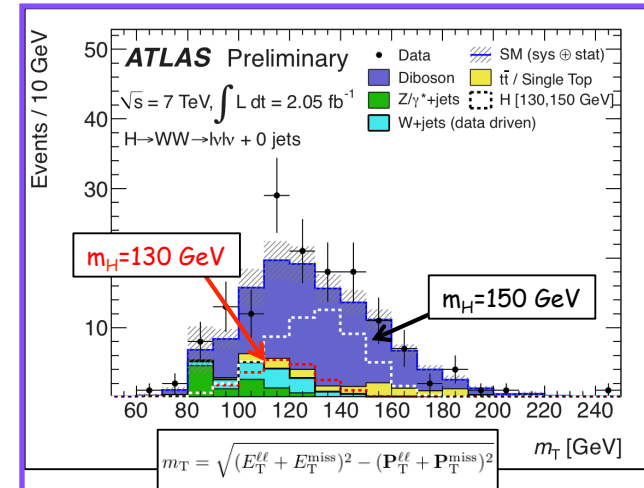


variabile finale: **spettro di massa trasversa**



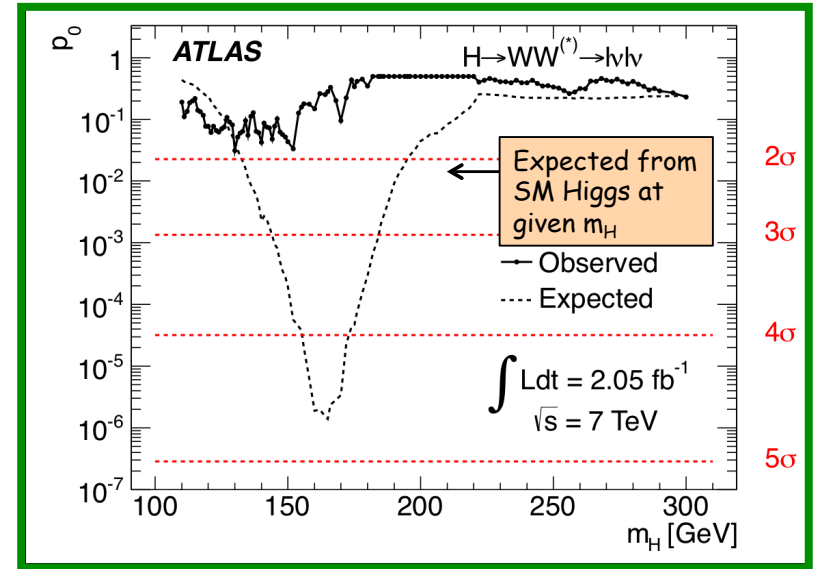
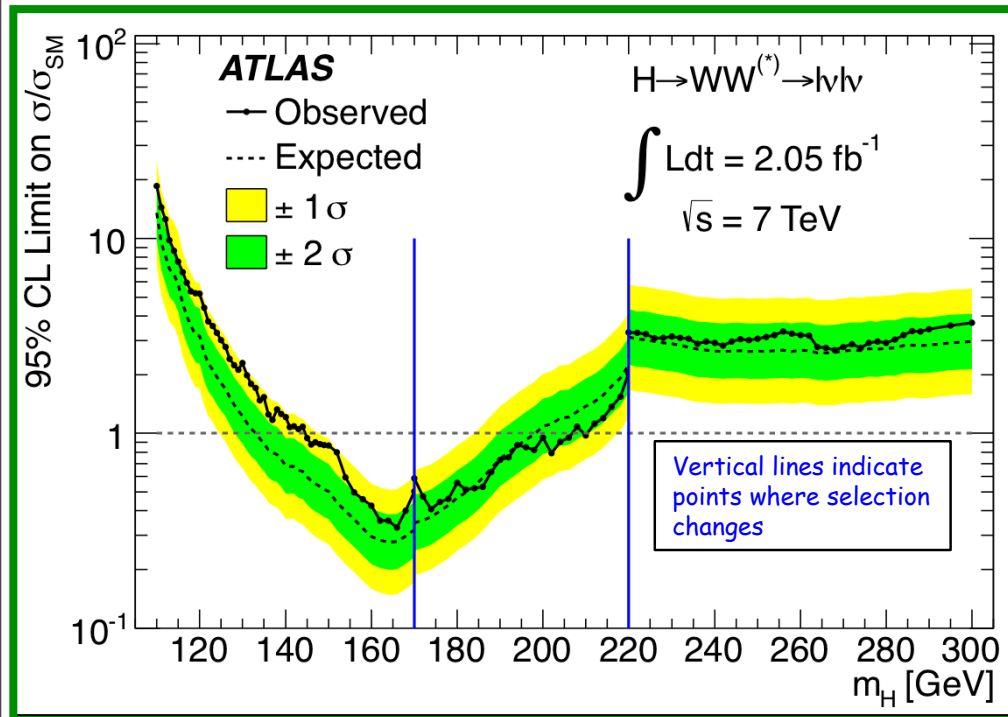
spettro di E<sub>T</sub><sup>miss</sup> per eventi con coppie μ<sup>+</sup>μ<sup>-</sup>

da ~ 50 GeV in poi spettro dominato dalla E<sub>T</sub><sup>miss</sup> da neutrini



# H → WW(\*) → lνlν: Limiti su m<sub>H</sub>

Consistenza dei dati con le attese MC



Eventi osservati/attesi dopo tutti i tagli per la selezione di m <sub>H</sub> = 130 GeV	
Eventi osservati ei dati	94 10 ee, 42 eμ, 42 μμ
Fondo atteso	76 ± 11
Segnale atteso per m <sub>H</sub> = 130 GeV	19 ± 4

**Regione esclusa (95% CL): 145 < m<sub>H</sub> < 206 GeV**

**Regione attesa: 134 < m<sub>H</sub> < 200 GeV**

**Limite osservato entro 2σ da quello atteso: deviazione massima 1.9 σ for m<sub>H</sub> ~ 130 GeV**



$$H \rightarrow \gamma\gamma$$

$$110 \leq m_H \leq 150 \text{ GeV}$$

Piccola sezione d'urto:  $\sigma \sim 40 \text{ fb}$

Stato finale semplice: 2 fotoni isolati con alto  $p_T$  e  $E_T$  ( $\gamma_1, \gamma_2$ )  $> 40, 25 \text{ GeV}$

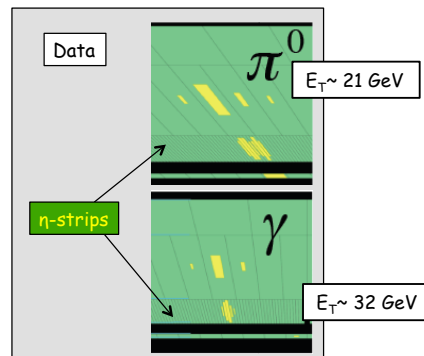
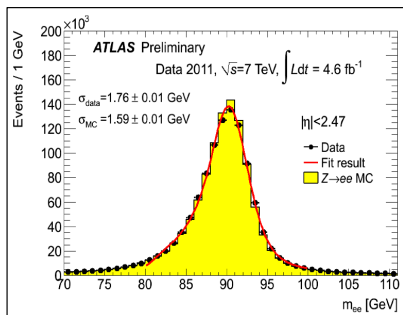
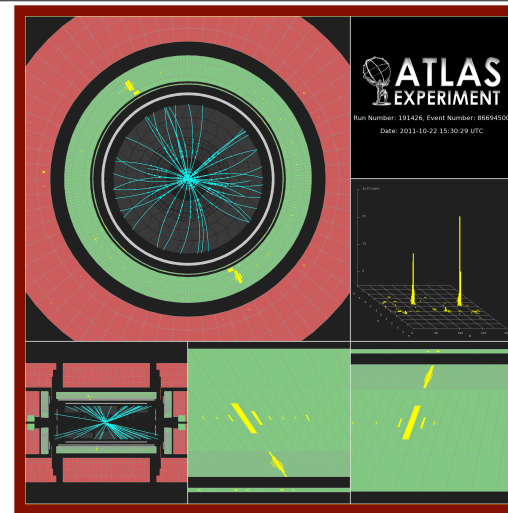
**Fondi principali:**  $\gamma\gamma$  continuum (irriducibile, ..)

Gli eventi sono divisi in 9 categorie basate sulla pseudorapidità del fotone, convertito/ non convertito,  $p_T^{\gamma\gamma}$  perpendicolare all'asse  $\gamma\gamma$  "thrust"

Attesi  $\sim 70$  eventi di segnale dopo le selezioni per un Higgs con massa 125 GeV e per una luminosità di  $4.9 \text{ fb}^{-1}$   
 Attesi  $\sim 3000$  eventi di fondo nella finestra di massa del segnale  $\rightarrow S/B \sim 0.02$

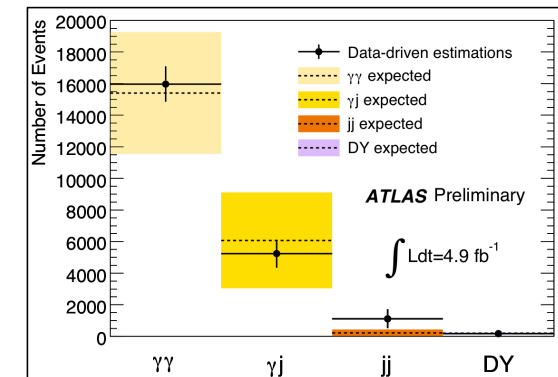
**Aspetti cruciali:**

- eccellente risoluzione in massa per  $\gamma\gamma$  per poter osservare un picco di segnale molto stretto su un fondo irriducibile
- ottima separazione  $\gamma$ /jet per sopprimere il fondo da  $\gamma j$  e  $jj$  con i  $\pi^0$  da jet ricostruiti come  $\gamma$



**Efficienza di identificazione dei fotoni  $85 \pm 5\%$  dal MC e confermata dai dati ( $Z \rightarrow ee, Z \rightarrow ee\gamma, \mu\mu\gamma$ )**

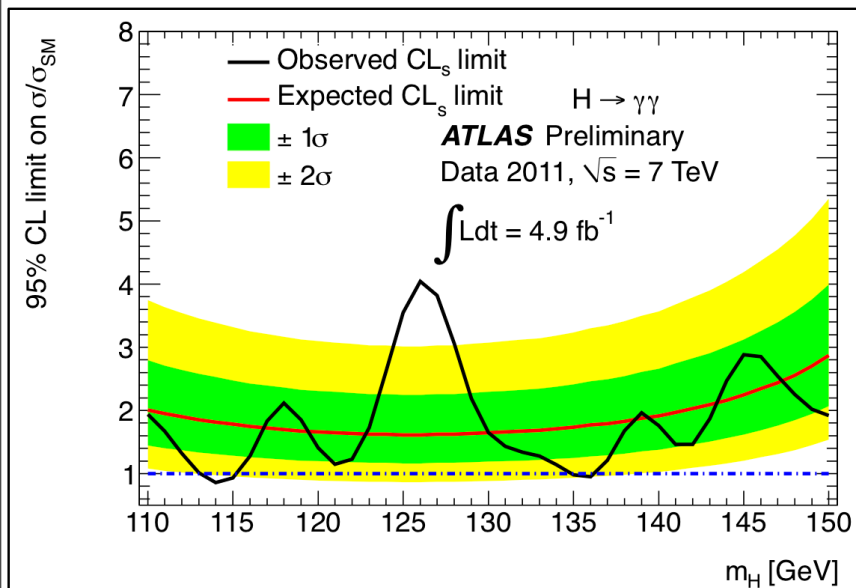
**$\gamma j + jj \ll \gamma\gamma$  irriducibile (purezza  $\sim 70\%$ )**



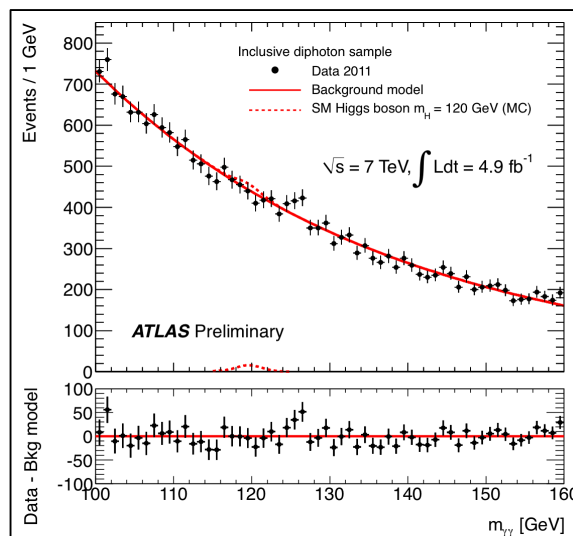
# H → γγ: limiti su m<sub>H</sub>

Eventi con 100 < m<sub>γγ</sub> < 160 GeV osservati: 22489  
 Efficienza di segnale attesa: ~ 35% per m<sub>H</sub>=125 GeV

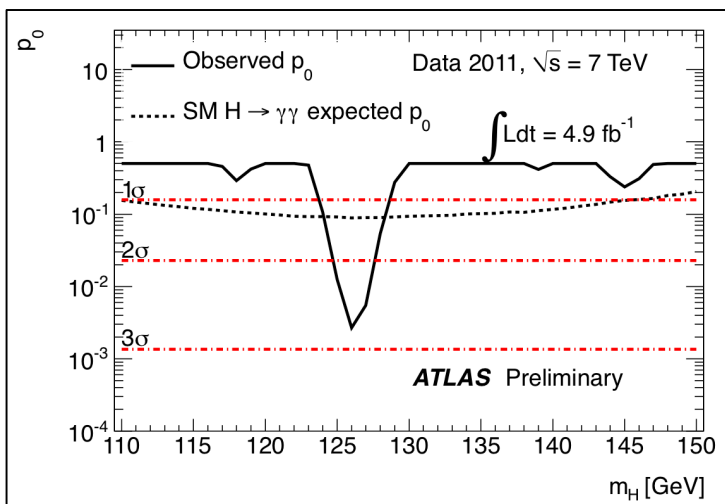
**Regioni escluse (95% CL):**  
**114 ≤ m<sub>H</sub> ≤ 115 GeV, 135 ≤ m<sub>H</sub> ≤ 136 GeV**



Spettro m<sub>γγ</sub>



Consistenza dei dati con l'ipotesi di solo fondo

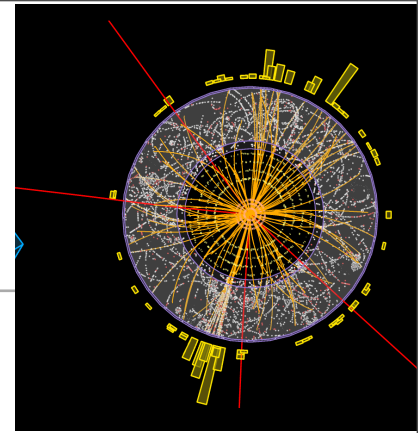


**Deviazione massima dall'ipotesi di solo fondo osservata per m<sub>H</sub> ~ 126 GeV:**

- ◆ valore p<sub>0</sub> locale: 0.27% o 2.8σ
- ◆ atteso per un Higgs SM: ~ 1.4σ locale
- ◆ valore p<sub>0</sub> globale: include la probabilità di avere questo eccesso altrove nel range di massa investigato 110-150 GeV ("Look-Elsewhere-Effect"): ~7% (1.5σ)

# The golden channel: $H \rightarrow ZZ(*) \rightarrow 4l$ (4e, 4 $\mu$ , 2e2 $\mu$ )

$$100 \leq m_H \leq 600 \text{ GeV}$$



Sezione d'urto:  $\sigma \sim 2\text{-}5 \text{ fb}$

Chiara segnatura:

- la massa può essere completamente ricostruita  $\rightarrow$  gli eventi si distribuiscono in un picco stretto
- S/B  $\sim 1$

Selezione: 4 leptoni con  $p_{T1,2,3,4} > 20, 20, 7, 7 \text{ GeV}$ ;  $m_{12} = m_Z \pm 15 \text{ GeV}$ ;  $m_{34} > 15\text{-}60 \text{ GeV}$  (a seconda della massa dell'Higgs)

## Fondi principali:

- $ZZ(*)$  (irreducibile)
- $m_H < 2m_Z$  :  $Zbb$ ,  $Z$ +jets,  $tt$  con due leptoni da  $b/q$ -jets  $\rightarrow$  Suppressi con tagli di isolamento e parametro d'impatto sui due leptoni con  $p_T$  minore.

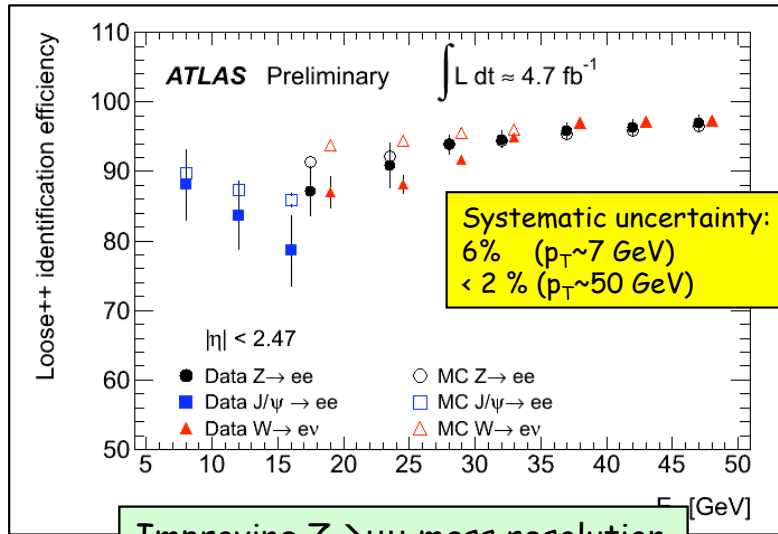
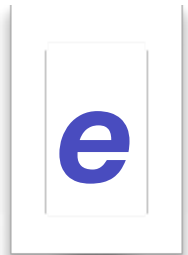
Accettanza x Efficienza per il segnale:  $\sim 15 \%$  for  $m_H \sim 125 \text{ GeV}$

## Aspetti cruciali:

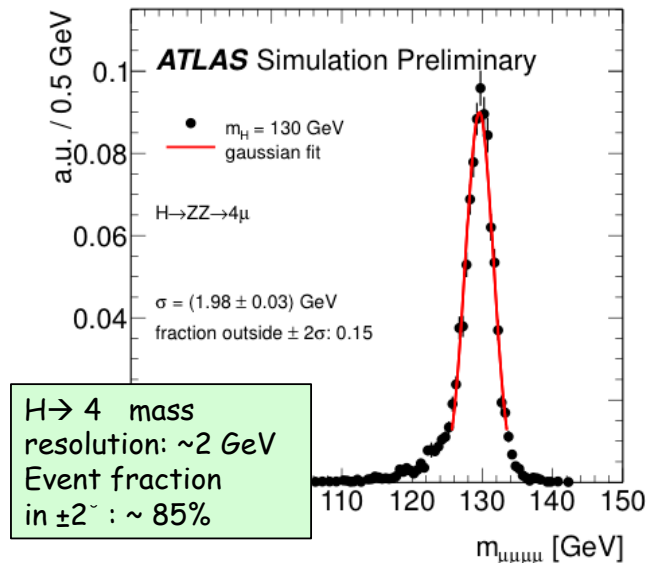
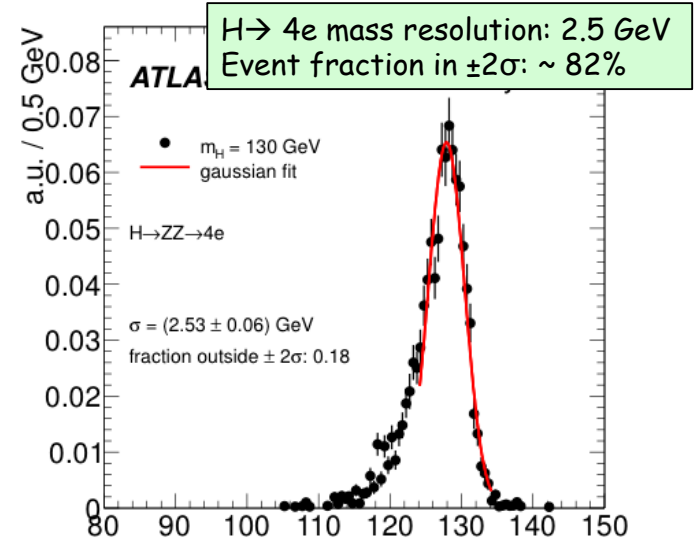
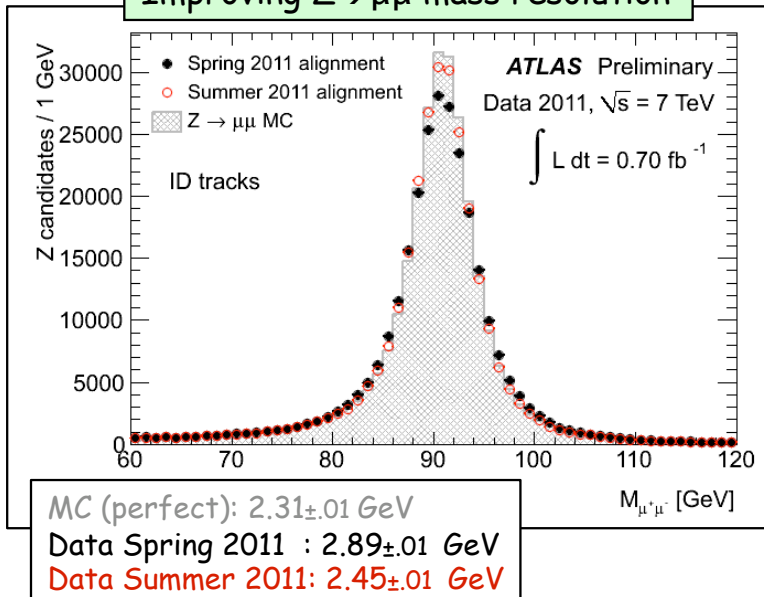
- Leptoni: Alta efficienza di identificazione e ricostruzione dei leptoni fino a bassi  $p_T$  e buona risoluzione in energia/momento
- Fondo: buon controllo dei fondi riducibili ( $Zbb$ ,  $Z$ +jets,  $tt$ ) nelle regioni di bassa massa:
  - non ci si può fidare del solo MC (incertezze teoriche, modelli per  $b/q$ -jet  $\rightarrow l$ , ...)
  - necessario il confronto del MC mediante i dati in regioni di controllo ricche di fondo

In questa fase sono stati usati tagli stringenti ma conservativi sul  $p_T$  e sulla massa dei due dileptoni.

# Performance per e/ $\mu$ : aspetti rilevanti per i 4 l



Improving  $Z \rightarrow \mu\mu$  mass resolution



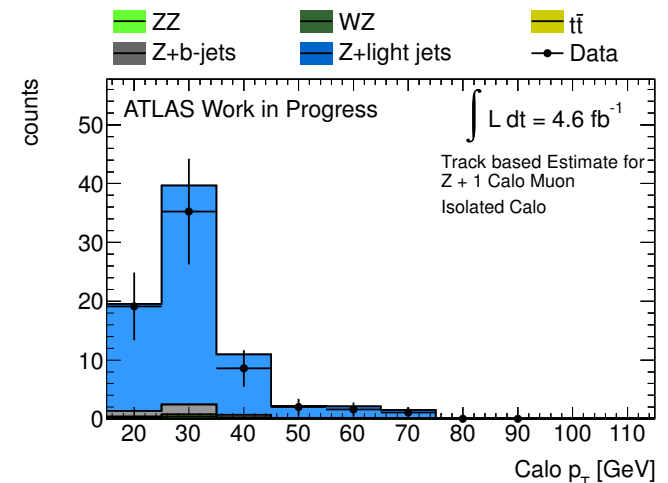
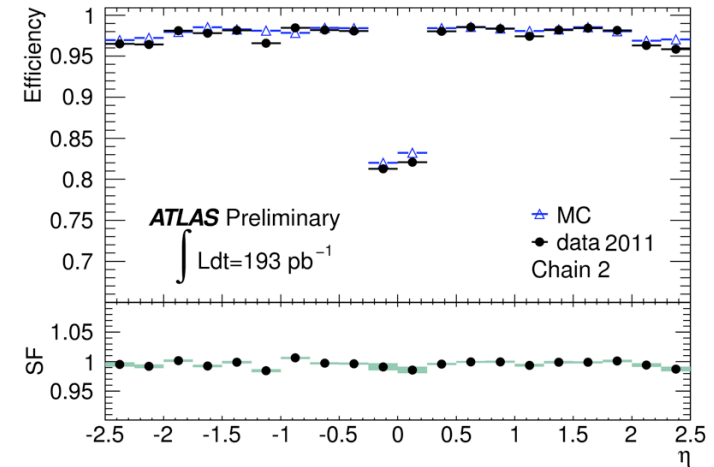
# CaloMuons per $H \rightarrow ZZ \rightarrow 4l$

CaloMuons: Ricostruzione dei muoni “complementare” rispetto alla ricostruzione standard in Atlas

Possibilità di recuperare accettazione nella regione  $|\eta| < 0.2$  non sufficientemente coperta dallo spettrometro muonico

Aumento accettazione atteso  $\approx 5\%$

Muoni da decadimenti secondari di  $\pi/k$  possono rappresentare un fondo aggiuntivo non trascurabile!!



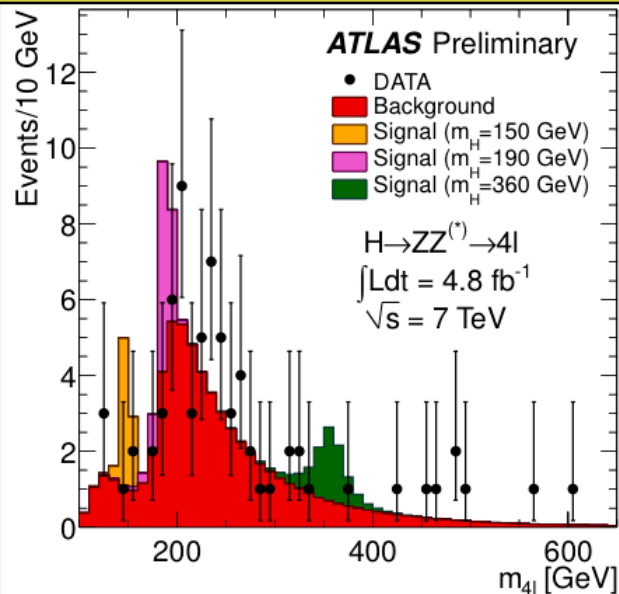
(b) Z + isolated Calomuon

After all selections: kinematic cuts, isolation, impact parameter

Full mass range

Observed: 71 events: 24  $4\mu$  + 30  $2e2\mu$  + 17  $4e$

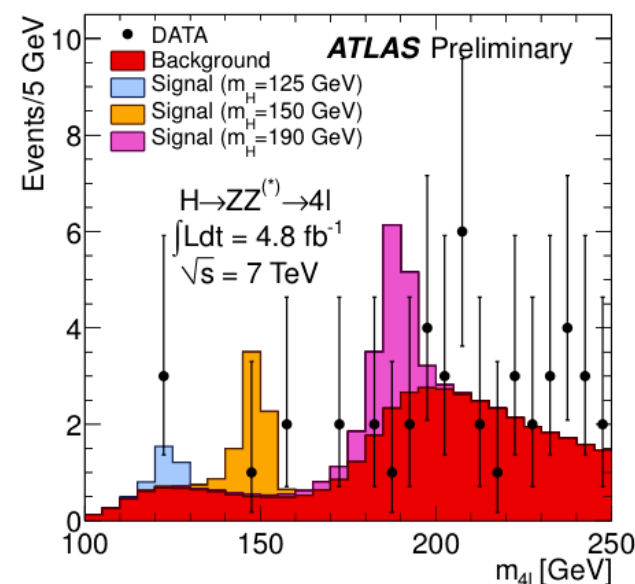
Expected from background:  $62 \pm 9$



$m(4l) < 180 \text{ GeV}$

Observed: 8 events: 3  $4\mu$  + 3  $2e2\mu$  + 2  $4e$

Expected from background:  $9.3 \pm 1.5$



In the region  $m_H < 141 \text{ GeV}$  (not already excluded at 95% C.L.) 3 events are observed: two  $2e2\mu$  events ( $m=123.6 \text{ GeV}$ ,  $m=124.3 \text{ GeV}$ ) and one  $4\mu$  event ( $m=124.6 \text{ GeV}$ )

In the region  $117 < m_{4l} < 128 \text{ GeV}$   
(containing  $\sim 90\%$  of a  $m_H=125 \text{ GeV}$  signal):

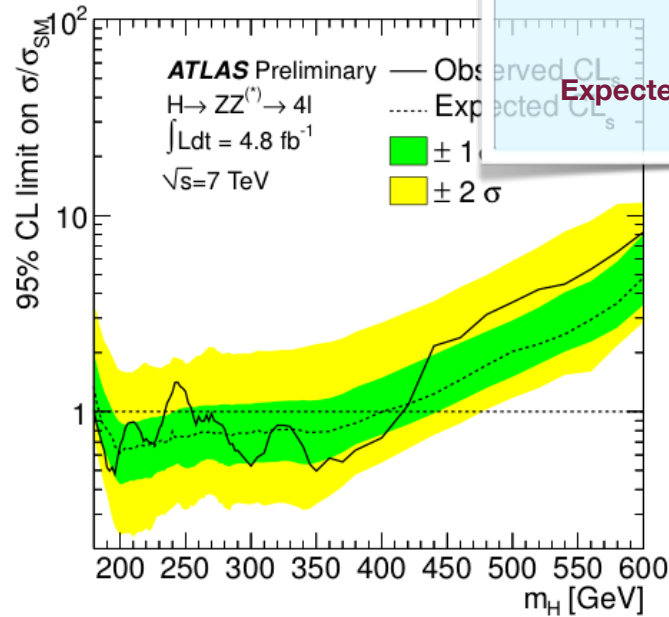
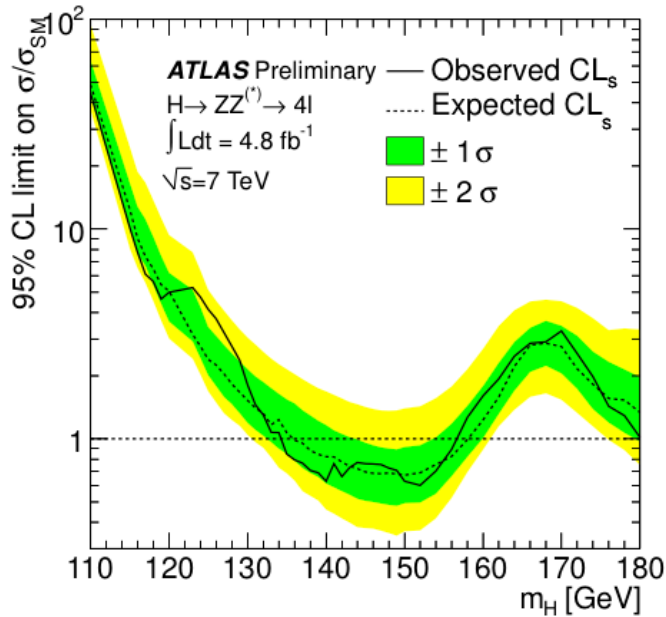
- similar contributions expected from signal and background:  $\sim 1.5$  events each
- $S/B \sim 2$  ( $4\mu$ ),  $\sim 1$  ( $2e2\mu$ ),  $\sim 0.3$  ( $4e$ )
- Background dominated by  $ZZ^*$  ( $4\mu$  and  $2e2\mu$ ),  $ZZ^*$  and  $Z$ +jets ( $4e$ )

Main systematic uncertainties

- Higgs cross-section :  $\sim 15\%$
- Electron efficiency :  $\sim 2-8\%$
- $ZZ^*$  background :  $\sim 15\%$
- $Zbb$ , +jets backgrounds :  $\sim 40\%$

# H $\rightarrow$ ZZ(\*) $\rightarrow$ 4l: limiti su m<sub>H</sub>

From fit of signal and background expectations to 4l mass spectrum



**Excluded (95% CL):** 135 < m<sub>H</sub> < 156 GeV  
 181 < m<sub>H</sub> < 415 GeV  
 (except 234-255 GeV)

**Expected (95% CL):** 137 < m<sub>H</sub> < 158 GeV  
 185 < m<sub>H</sub> < 400 GeV

## Maximum deviations from background-only expectations

Excluded at 95% C.L. by ATLAS+CMS combination

m <sub>H</sub> (GeV)	Local (global) p <sub>0</sub>	Local significance	Expected from SM Higgs
125	1.8% (~50%)	2.1 σ	1.4σ
244	1.1% (~50%)	2.3 σ	3.2σ
500	1.4% (~50%)	2.2 σ	1.5σ

$H \rightarrow ZZ \rightarrow qq\bar{q}\bar{q}$

Low Mass  
(200-300 GeV)

Tagged (2 btag jets)

Untagged

High Mass  
(>300 GeV)

Tagged (2 btag jets)

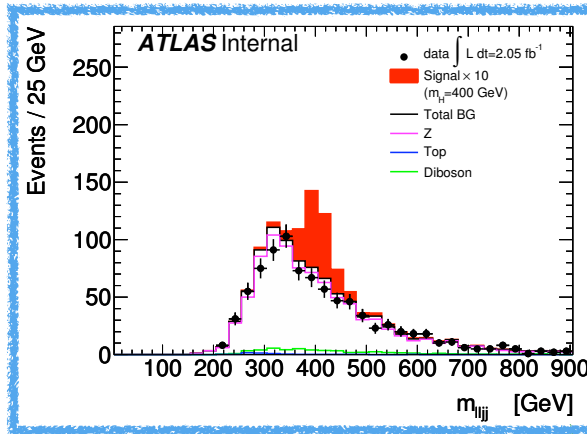
Untagged

- Luminosity  $2.05 \text{ fb}^{-1}$
- $l=e,\mu \quad p_{T1,2}^l > 20, 20$
- Jet  $\text{Anti}K_T \text{ Topo } 0.4$
- Jet  $p_T > 25$  ( $> 45$  for  $m_H > 300$ )  $|\eta| < 2.5$
- $m_H$  range: 200-600 GeV

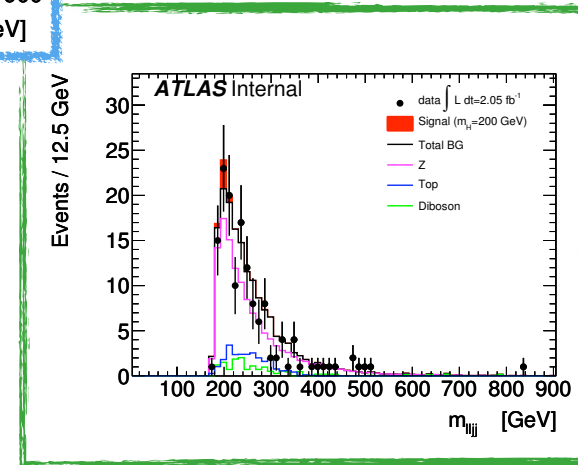
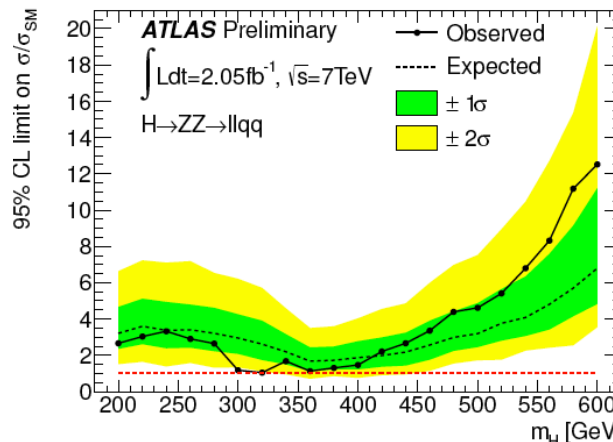
Atlas  $\sigma_H/\sigma_{SM}$

$m_H$	Atlas rescaled
140	5
240	2.3
400	1.3
500	2.0
600	4.5

95% CL



Variable discriminate :  
*lljj invariant mass*



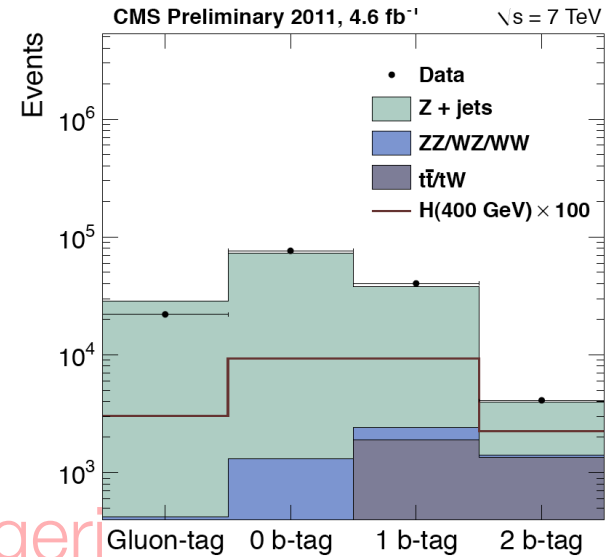


# H → ZZ → qqll : Gluon/quark tagging

Fondo dominante è dato dal processo: Z+jets

Segnale caratterizzato da jets originati dal processo di adronizzazione di quarks provenienti dal decadimento Z

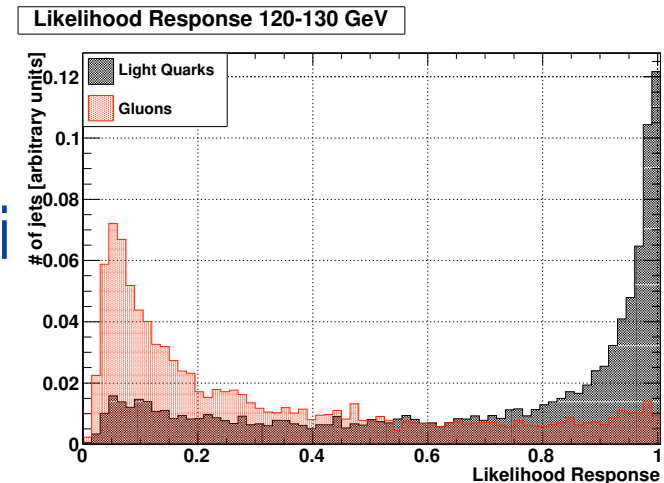
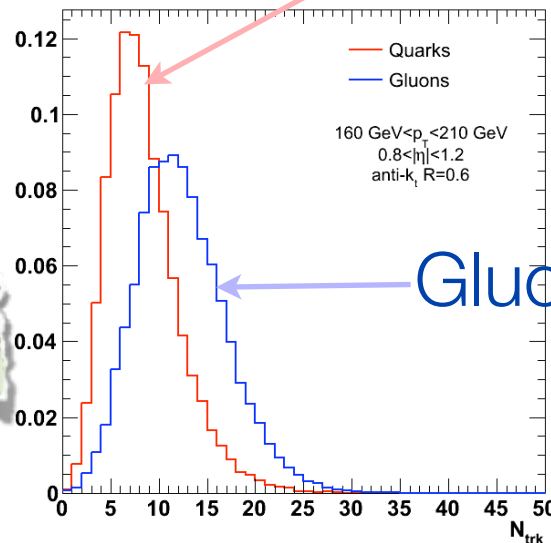
I processi di fondo Z+jets hanno contribuito rilevante da hard-jets originati da gluone



Individuate 2 variabili discriminanti:

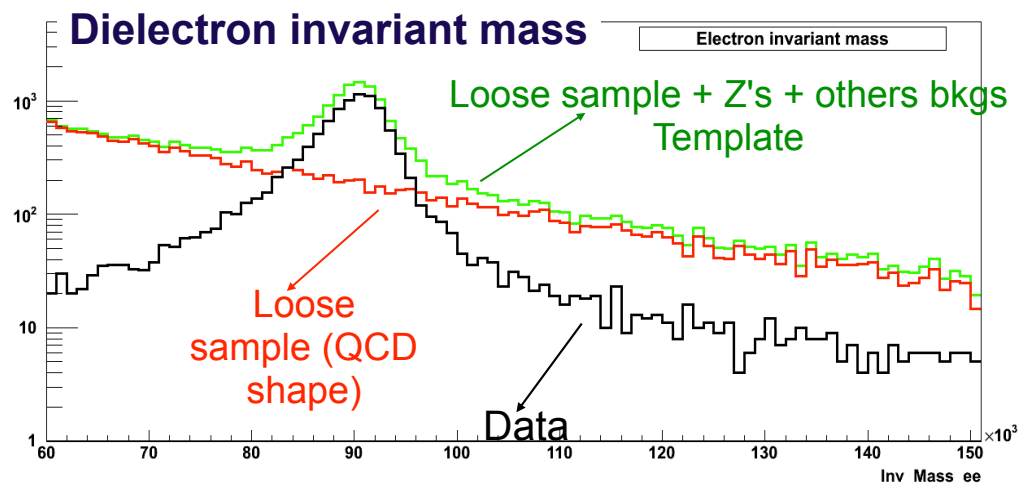
$N_{\text{track}}$  ed Ampiezza del jet

Metodo statistico basato su Likelihood ratio

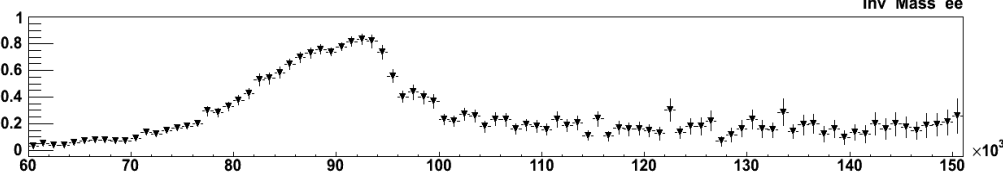


# H $\rightarrow$ ZZ $\rightarrow$ qqll : QCD background estimation

The **QCD Template** is obtained using the standard electron triggers into the analysis with **LOOSE** quality.



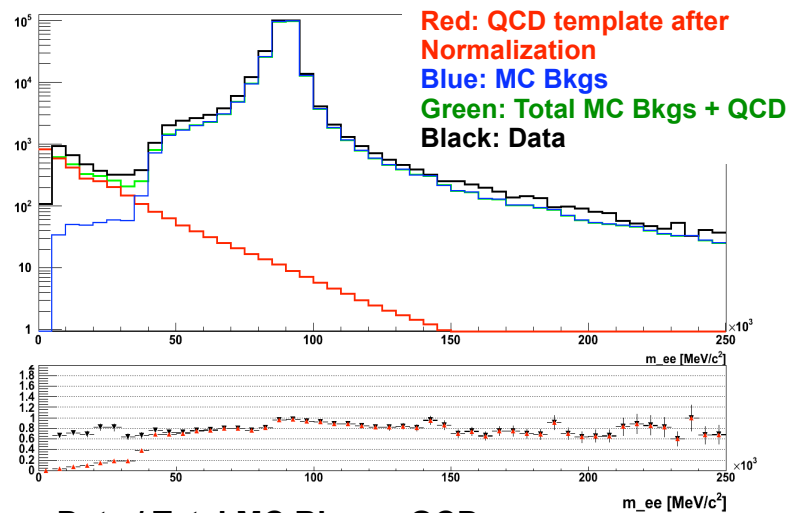
The method has been applied on the invariant mass distribution for inclusive dielectron events. As a consistency check it has also been applied to events that passed the requirement of  $\geq 2$  jets.



**TFractionFitter Tool**

The TFractionFitterTool has been used to estimate the normalization factor for the QCD template

## Dielectron invariant mass



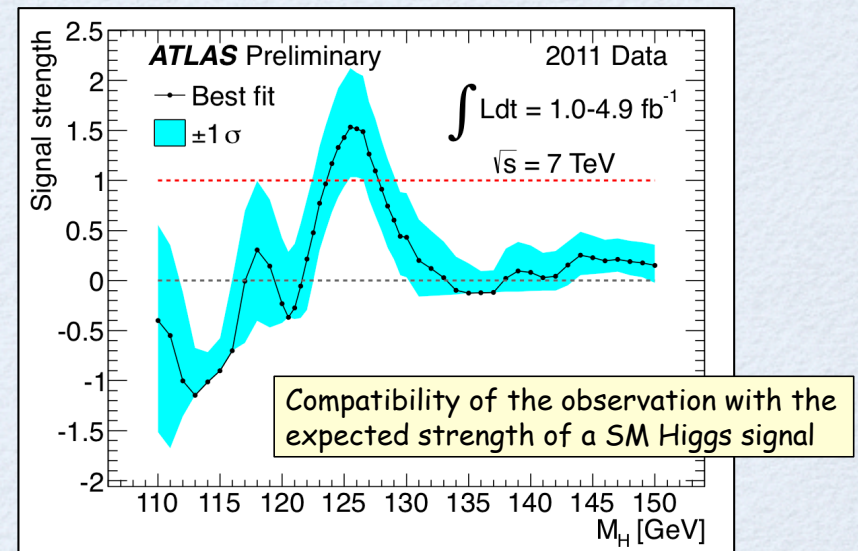
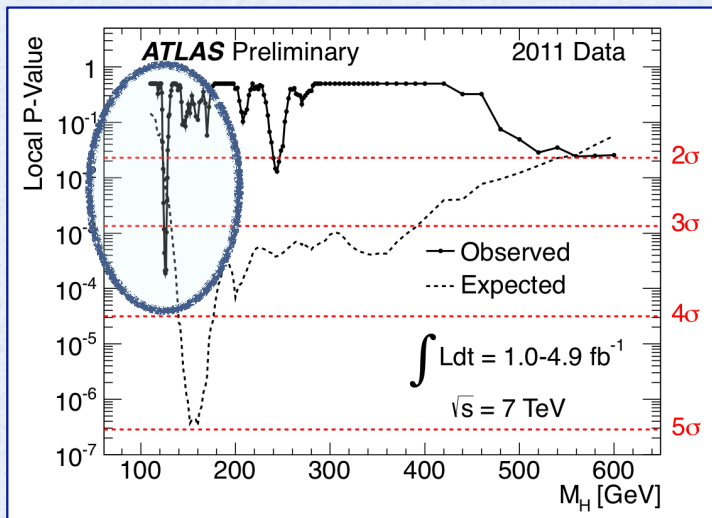
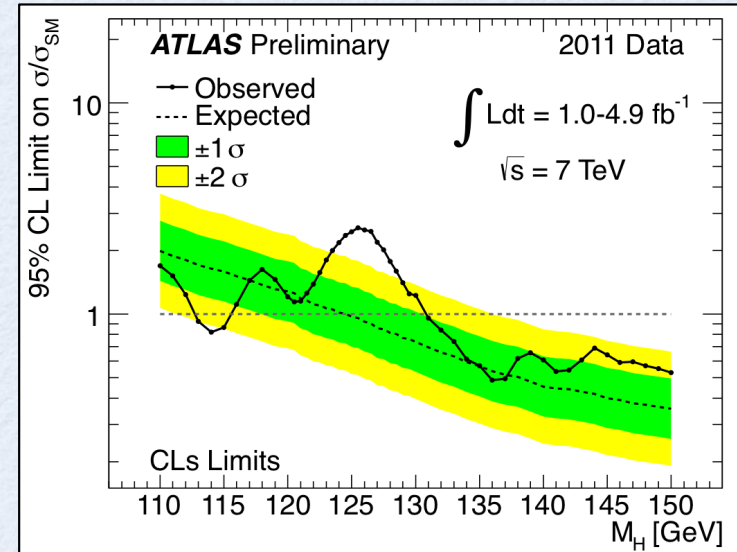
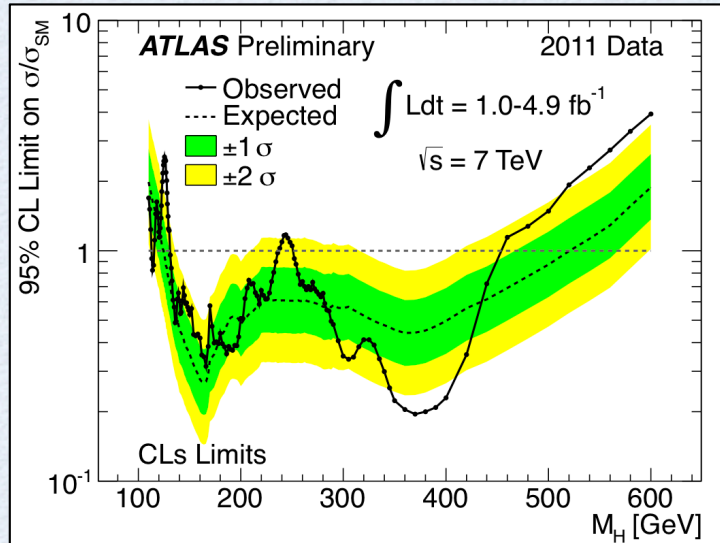
Data / Total MC Bkgs + QCD

Data / QCD template after Normalization

# Tutti i canali insieme..

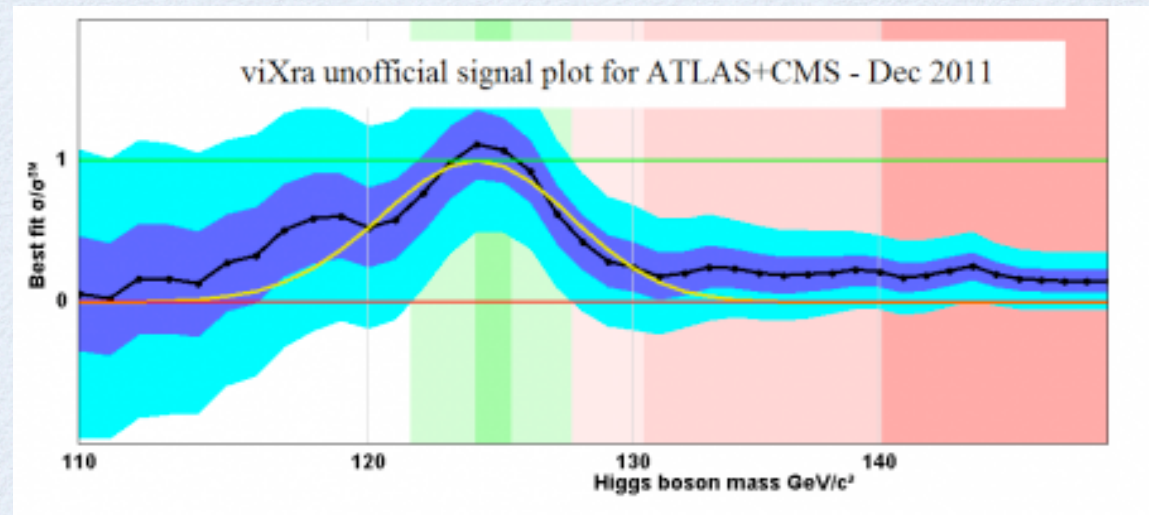
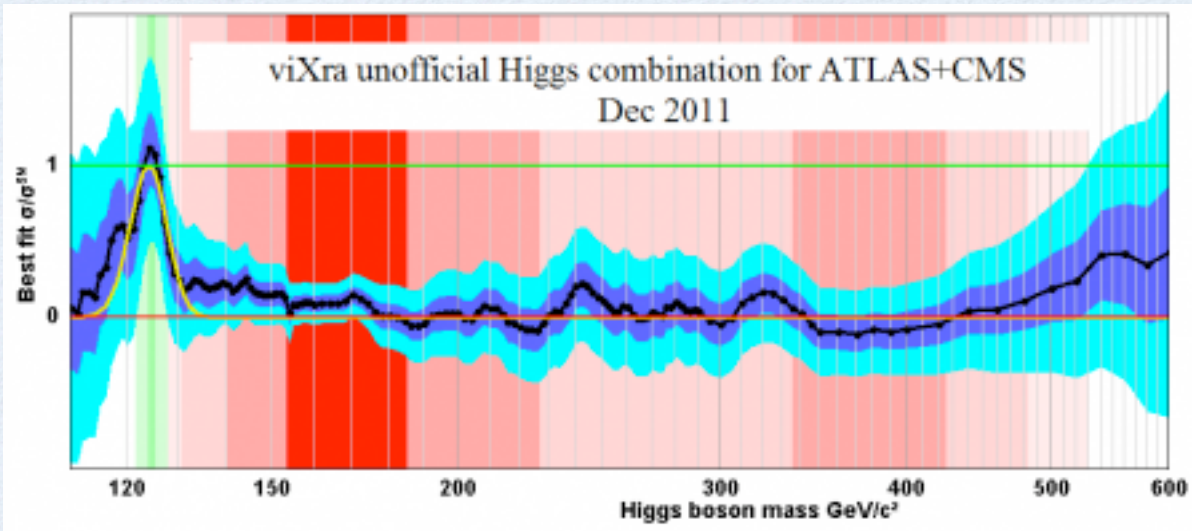
Local  $p_0$ -value:  $1.9 \cdot 10^{-4}$   
 $\rightarrow$  local significance of the excess:  $3.6\sigma$   
 $\sim 2.8\sigma$   $H \rightarrow \gamma\gamma$ ,  $2.1\sigma$   $H \rightarrow 4l$ ,  $1.4\sigma$   $H \rightarrow l\nu l\nu$

$H \rightarrow \nu\nu$ ,  $H \rightarrow \tau\tau$   
 $H \rightarrow WW^{(*)} \rightarrow l\nu l\nu$   
 $H \rightarrow ZZ^{(*)} \rightarrow 4l$ ,  $H \rightarrow ZZ \rightarrow ll\nu\nu$   
 $H \rightarrow ZZ \rightarrow llqq$ ,  $H \rightarrow WW \rightarrow l\nu qq$   
 $W/ZH \rightarrow lbb+X$  non incluso



# ATLAS + CMS: Dicembre 2011 (*unofficial*)

<http://blog.vixra.org/>



4 $\mu$  candidate with  $m_{4\mu} = 124.6$  GeV

$p_T(\mu^-, \mu^+, \mu^+, \mu^-) = 61.2, 33.1, 17.8, 11.6$  GeV  
 $m_{12} = 89.7$  GeV,  $m_{34} = 24.6$  GeV

**ATLAS**  
EXPERIMENT  
<http://atlas.ch>

