Taller práctico: *Masterclass* CMS

Discusión resultados

Jesús Puerta Pelayo

Programa español para profesores – CERN – Junio 2019

GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO DE CIENCIA, INNOVACIÓN Y UNIVERSIDADES

Ciemat

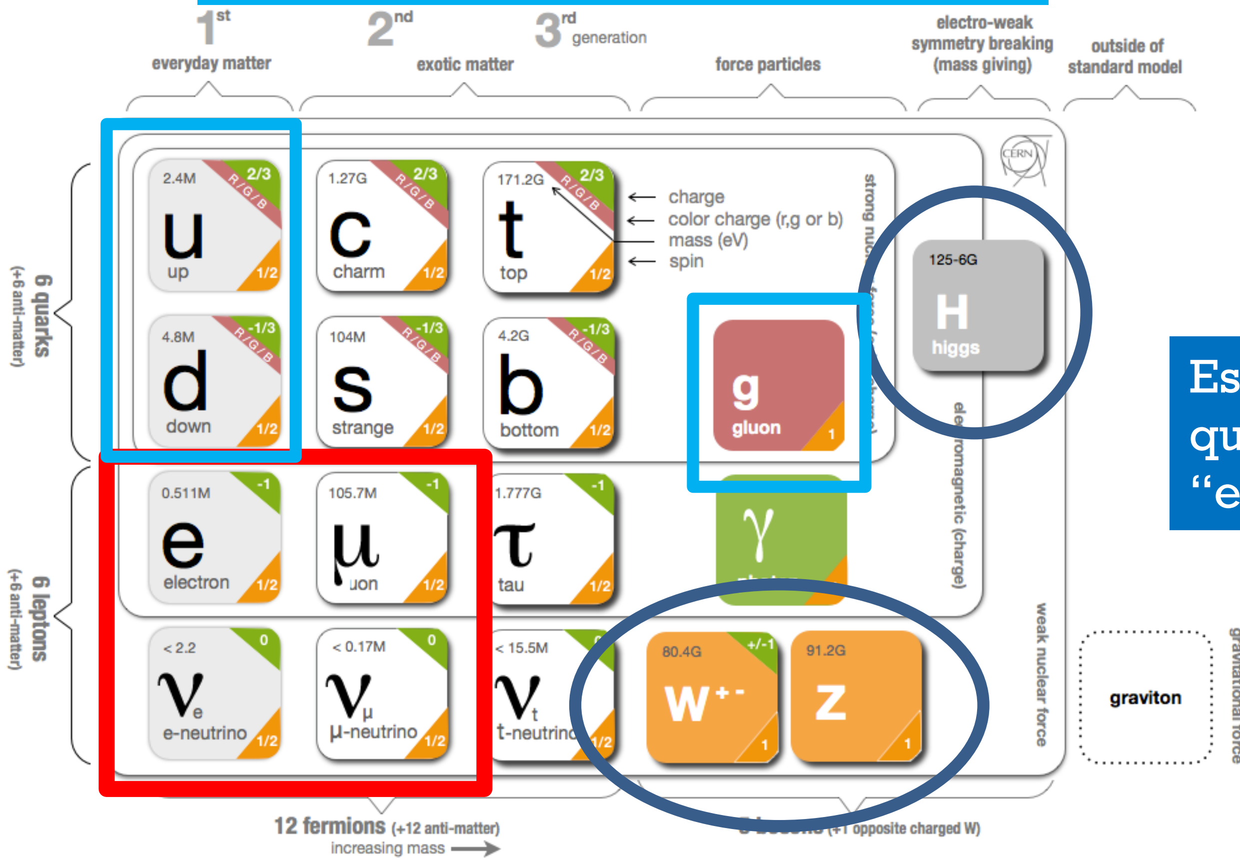
Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas

EXCELENCIA MARÍA DE MAEZTU

cfp CIEMAT física de partículas

El Modelo Estándar (ME)

Estas son las que van a interaccionar



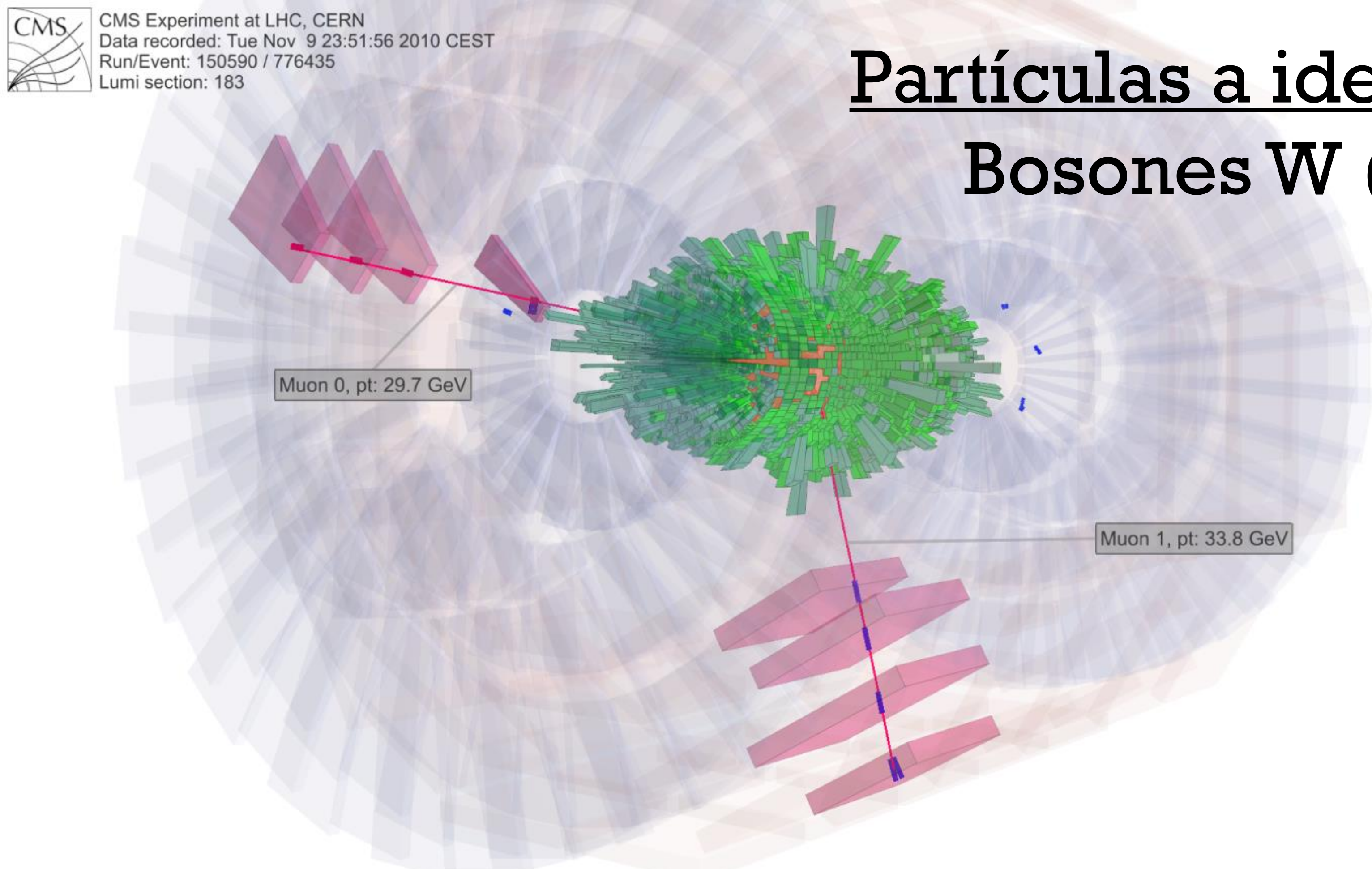
Estas son las que vais a "ver"

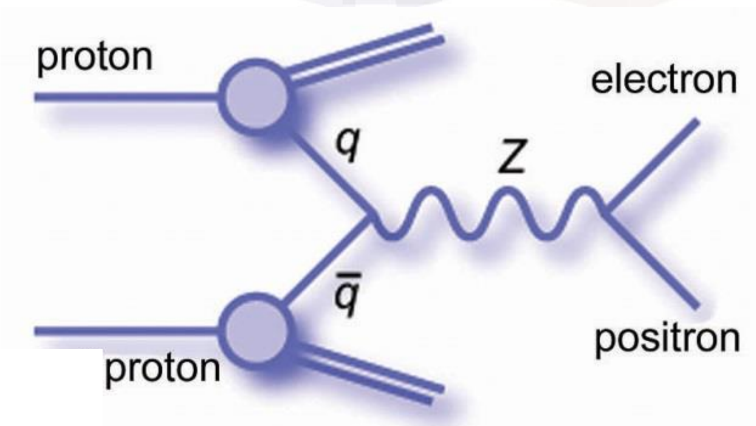
Estas son las que vais a "estudiar"

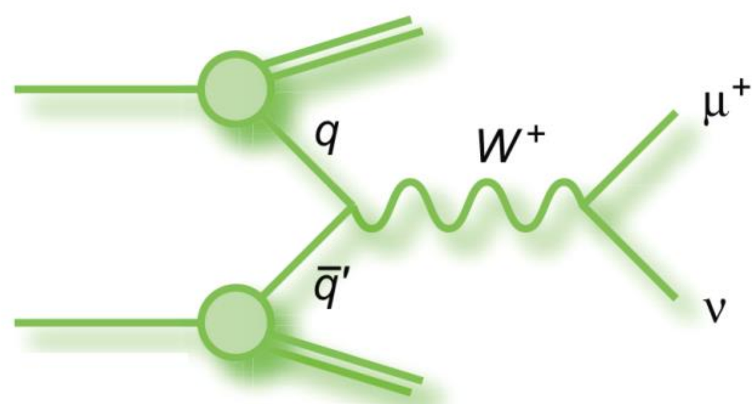
¡Y sus antipartículas también! (μ+, anti-u, anti-d, e+...)

Partículas a identificar:

Bosones W (+/-) y Z

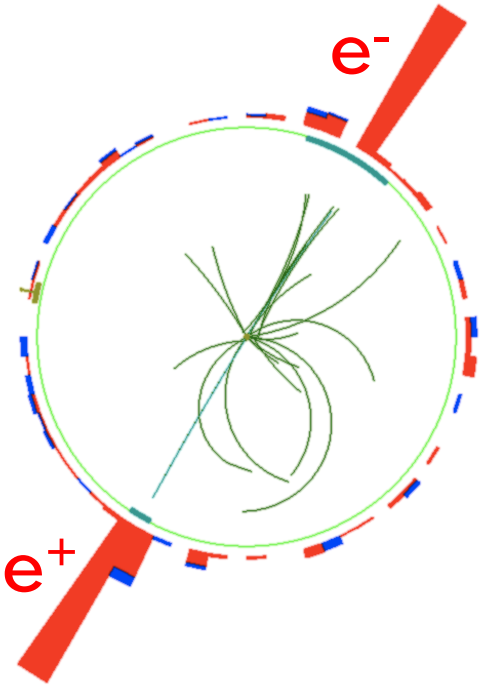






CMS Experiment at LHC, CERN
Run 133877, Event 28405693
Lumi section: 387
Sat Apr 24 2010, 14:00:54 CEST

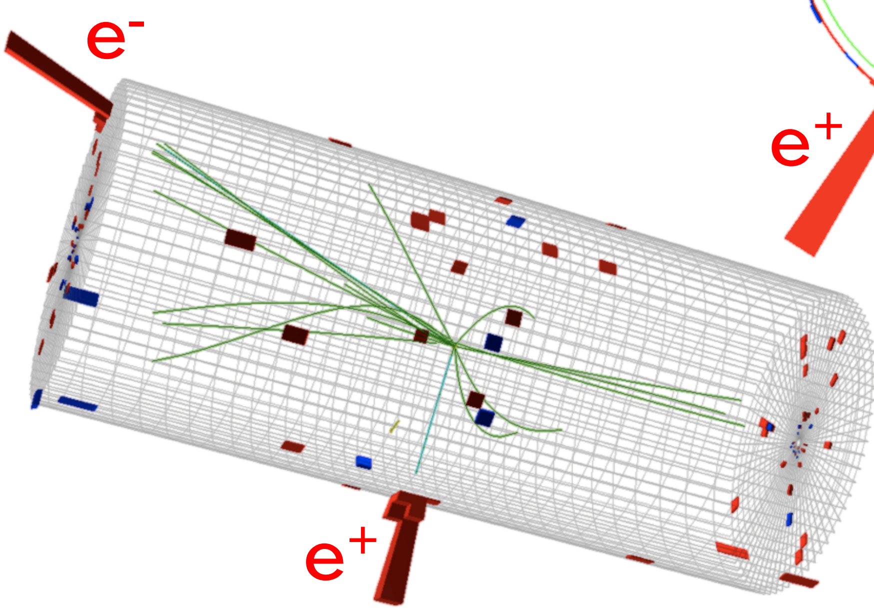
Electrons $p_T = 34.0, 31.9$ GeV/c
Inv. mass $= 91.2$ GeV/c^2

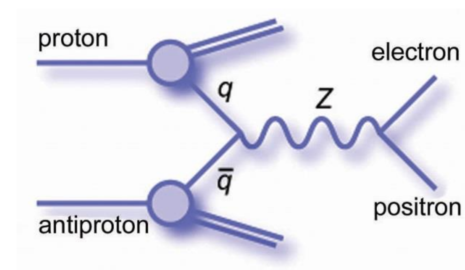


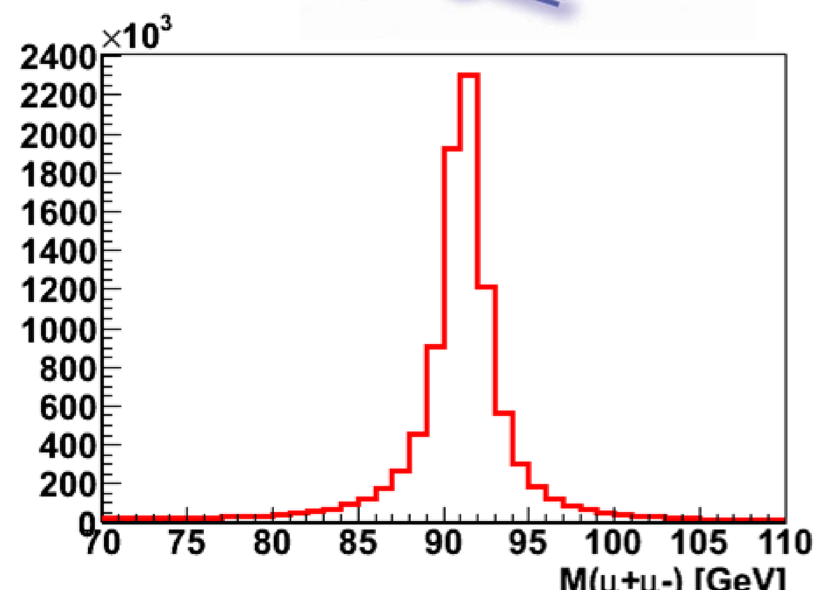
Candidato a Z:

2 ***leptones*** *cargados* del mismo sabor (e, μ) y carga opuesta.

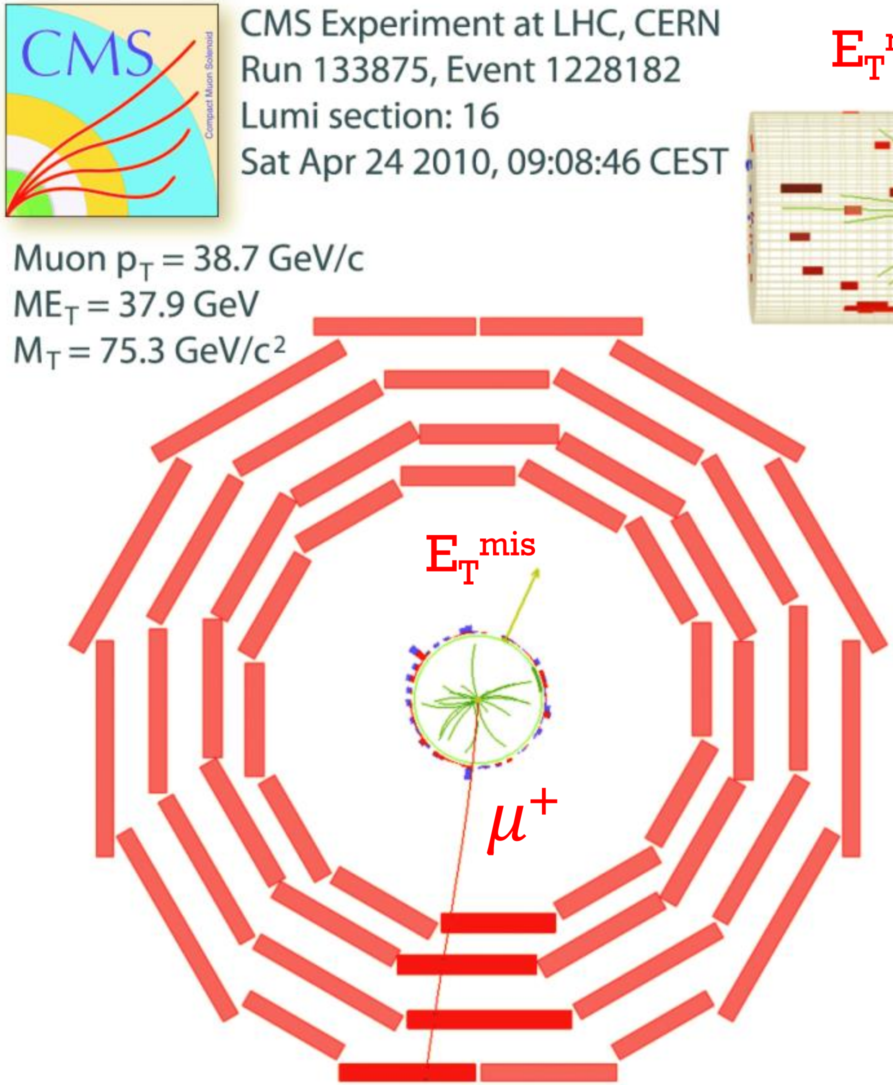
Balanceados en el plano transverso.

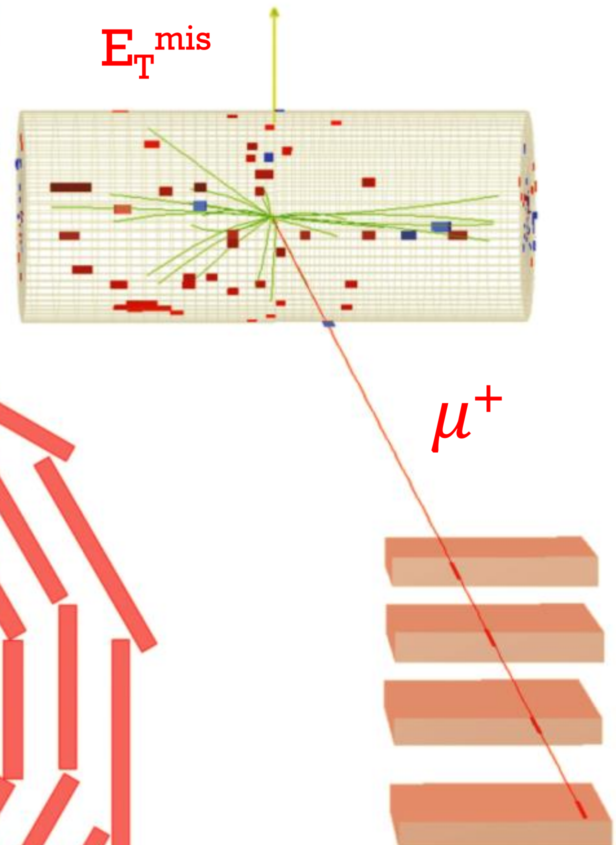






$$pp \rightarrow Z+X \rightarrow e^+e^-+X$$

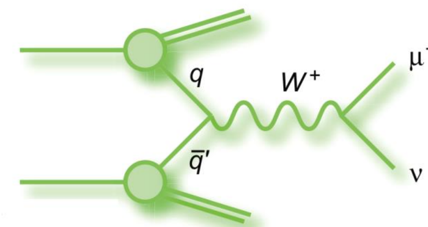


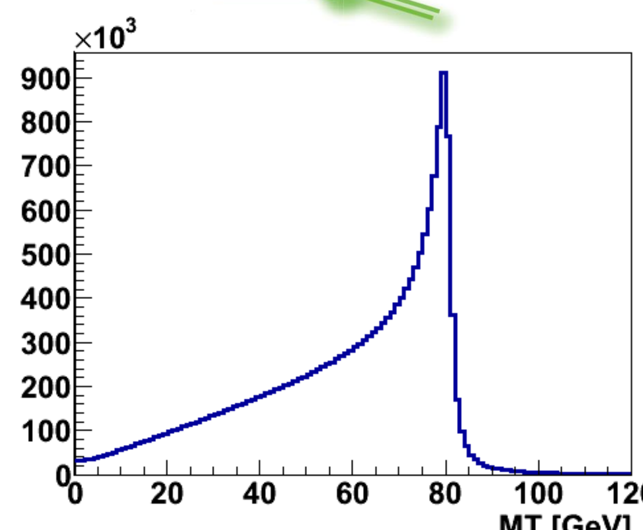


Candidato a W:

1 ***leptón*** *cargado* (e, μ) y un **neutrino** (E_T^{mis}).

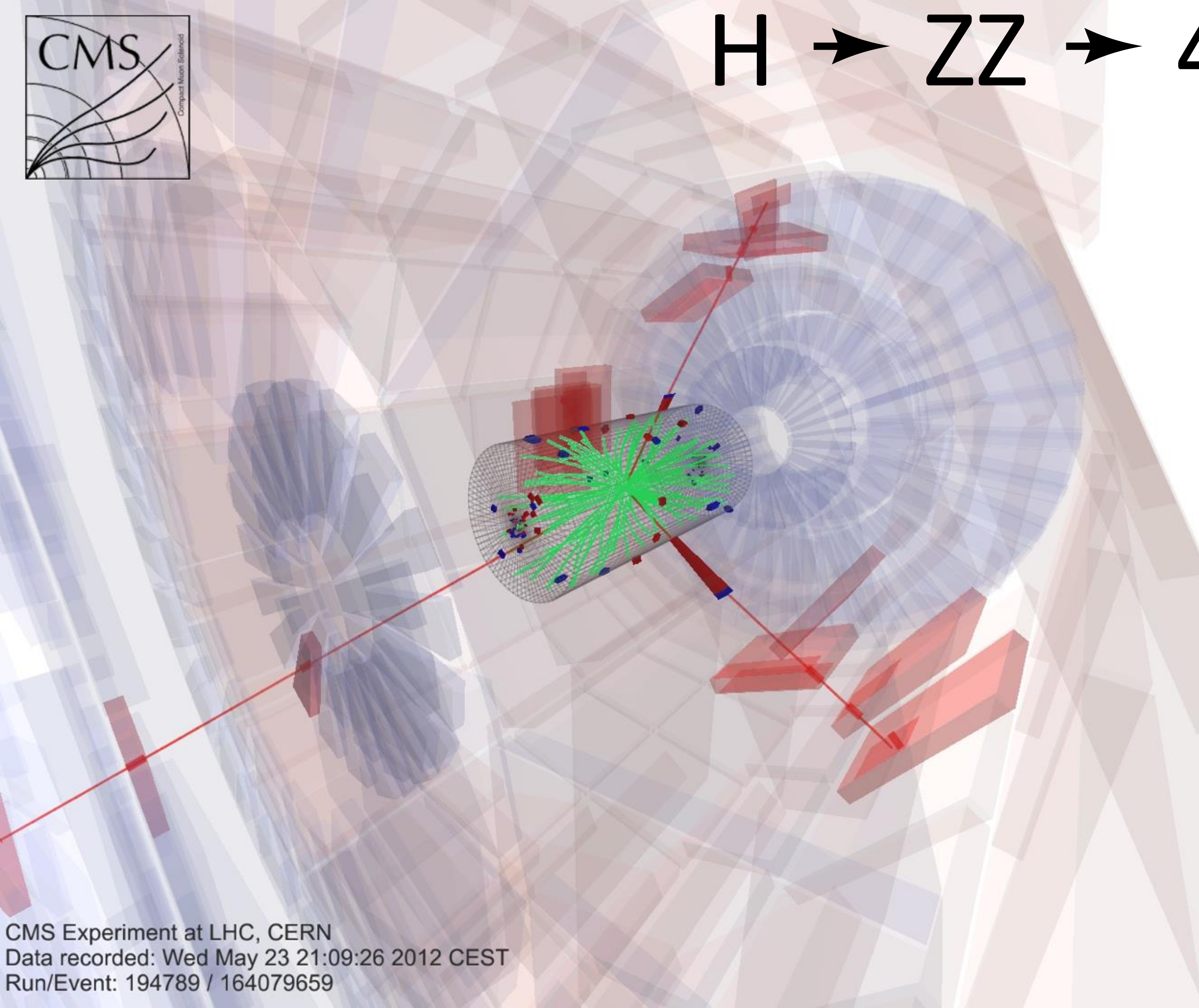
El neutrino se manifiesta por la *falta aparente* de conservación de energía-momento.



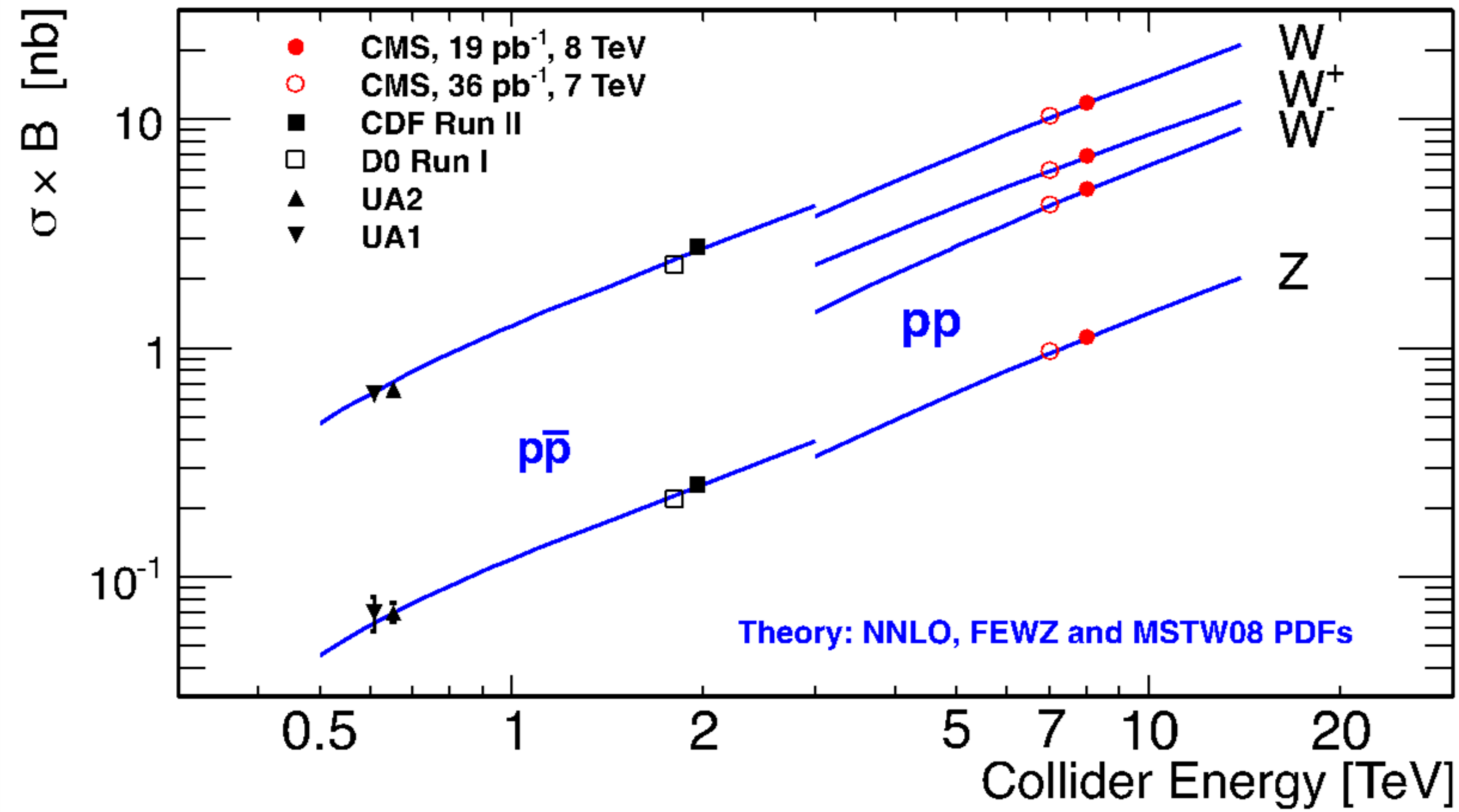


$$pp \to W+X \to \mu^+\nu+X$$

$H \rightarrow ZZ \rightarrow 4\ell$



Secciones eficaces de producción de W y Z



Las predicciones teóricas de la *evolución de la sección eficaz* con la energía están de acuerdo con las medidas experimentales.

Los cocientes W^+/W^- y W/Z se miden con *mayor precisión*.

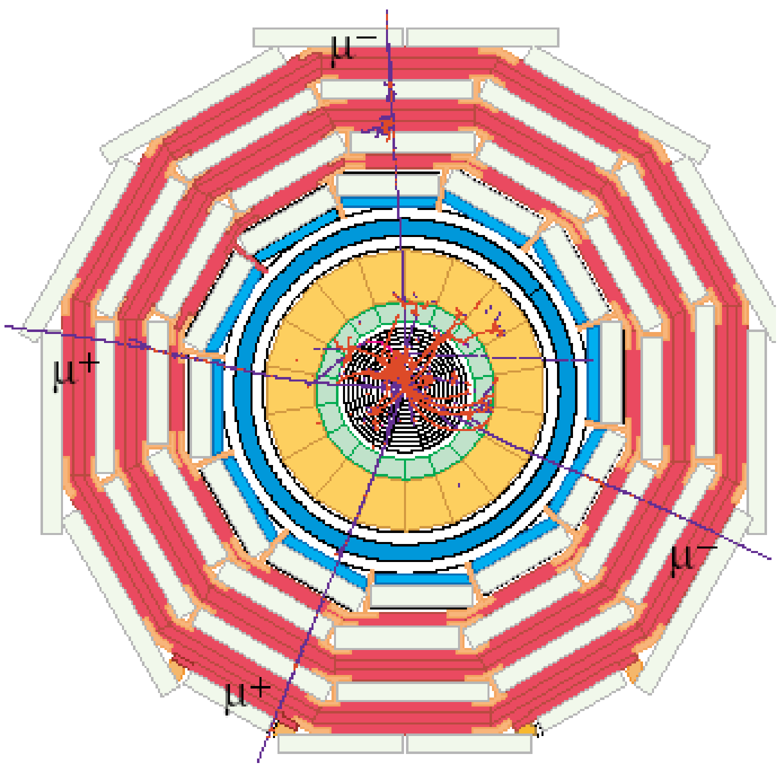
Higgs -> 4 leptones

Otro modo de desintegración del Higgs es su desintegración en 2 bosones Z que a su vez se desintegran en pares de leptones.

Seleccionando sucesos con al menos 4 muones de alto momento se reconstruye la masa de la posible partícula que se desintegró en esos 4 cuerpos

$$M_H^2 = (p_1 + p_2 + p_3 + p_4)^2$$

.

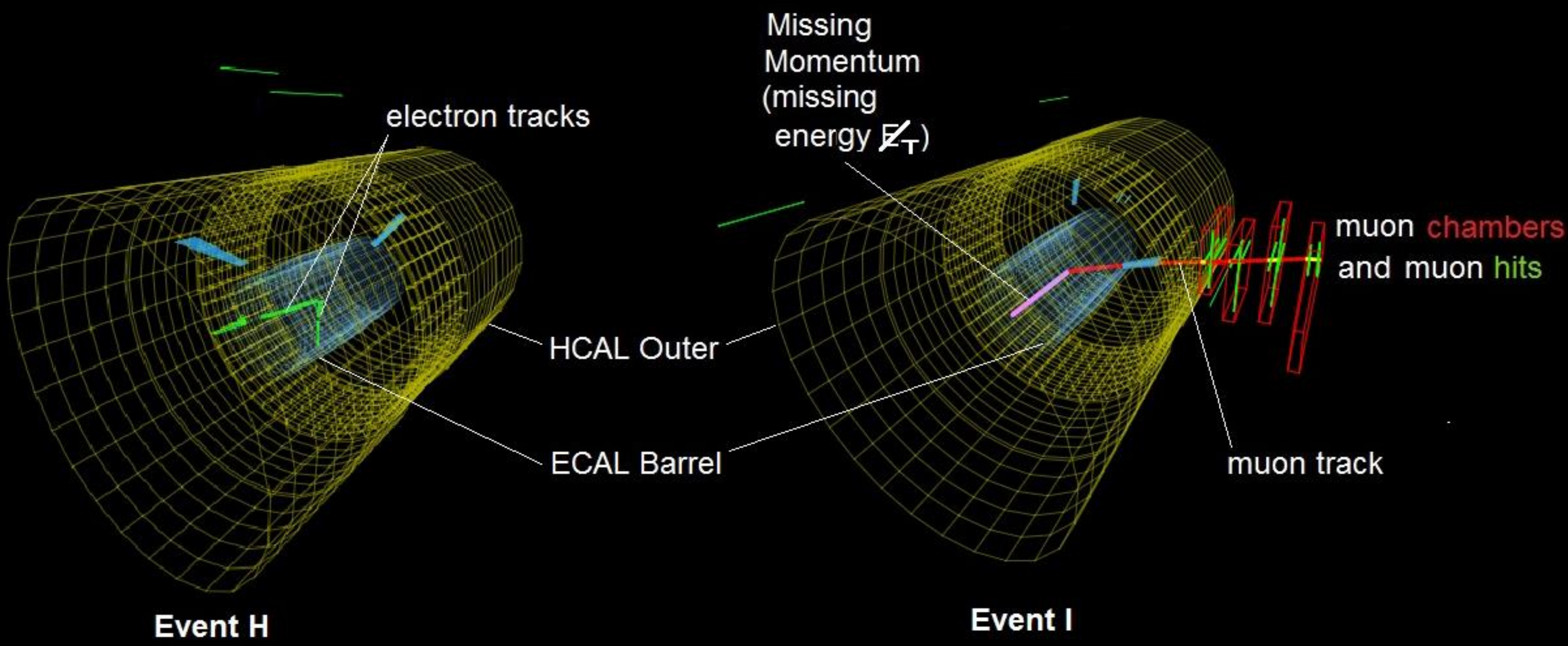


Al ser M(H) alta (125 Gev), los momentos de las partículas hijas serán altos

→ Trayectorias "casi" rectas

$p = 0.3 \cdot B \cdot R$

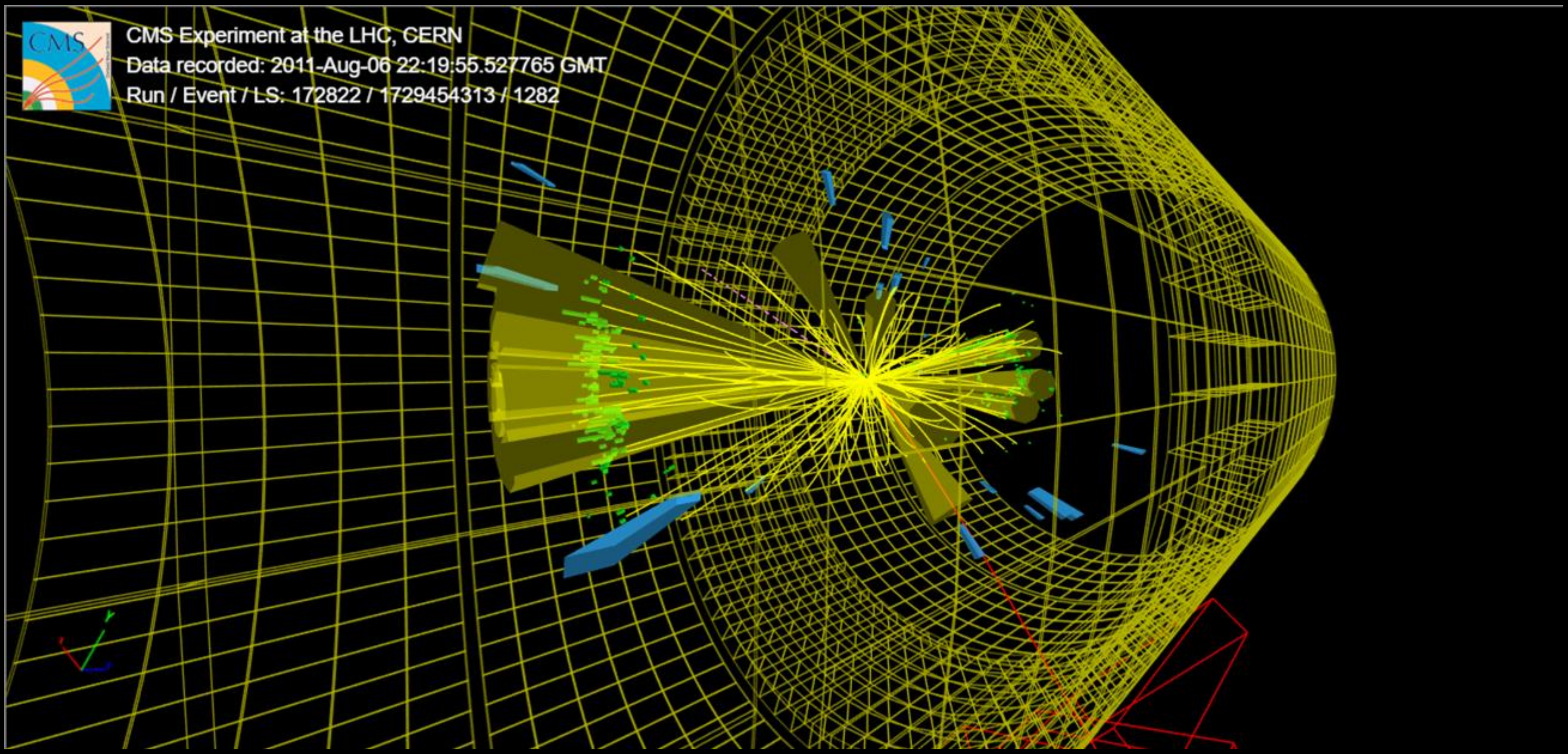
1) Identificación de sucesos



¿Problemas?

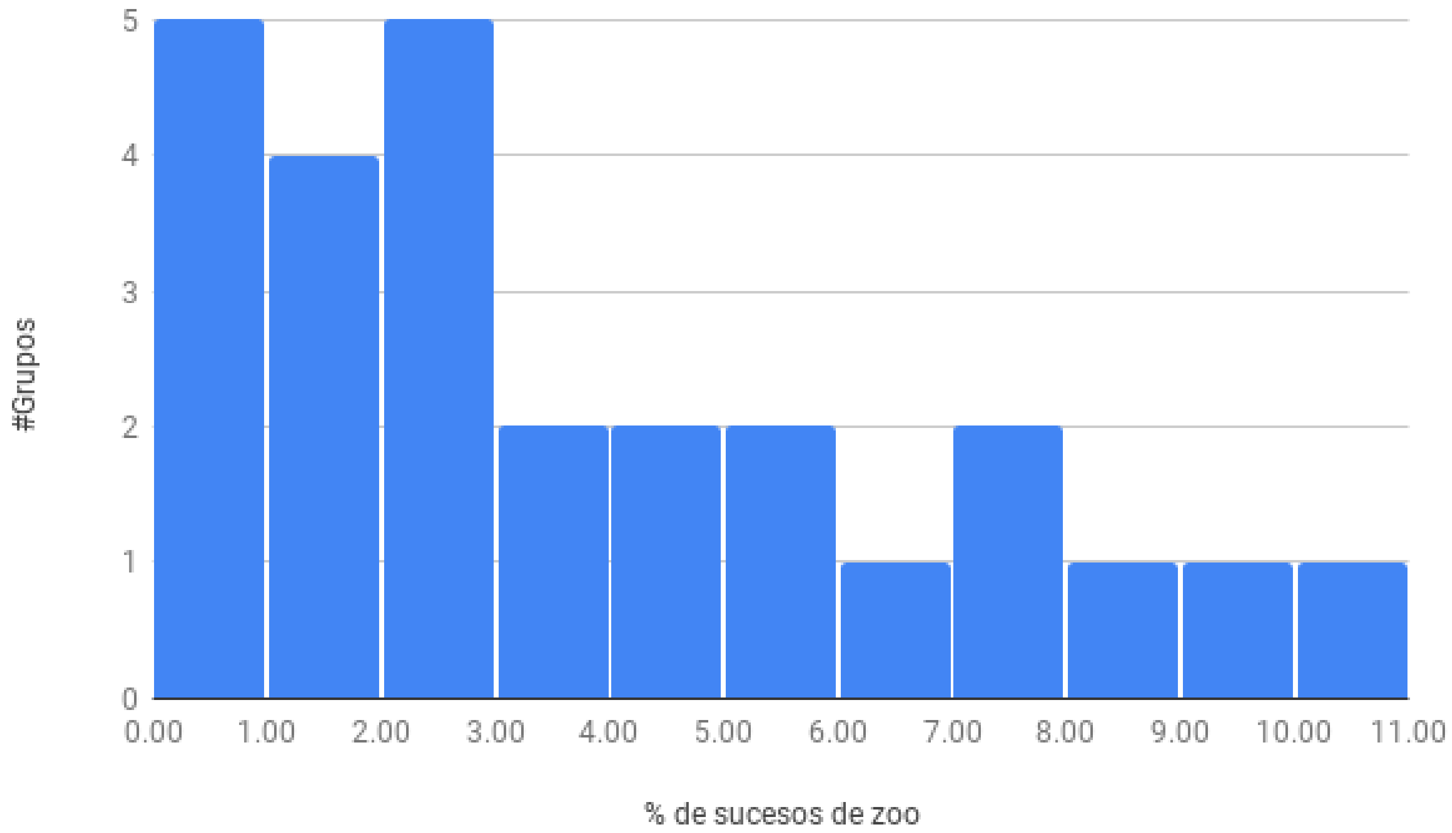
1. Manejo del visualizador
2. Identificar estados finales
3. ¿Por qué había eventos "zoo"?
4. ¿Por qué había otras partículas?

Requiere práctica…

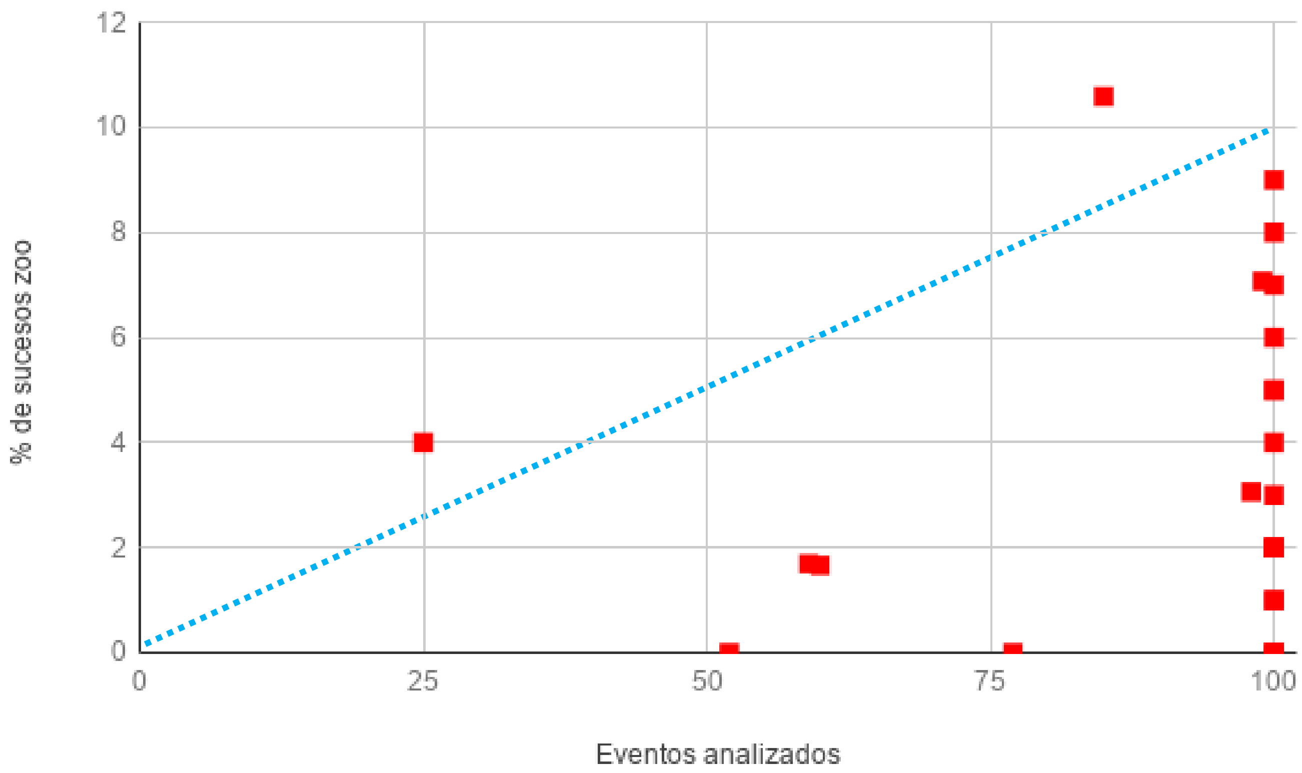


Índice de pereza

Parámetro de dejadez



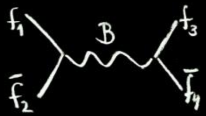
Coeficiente de perrelación



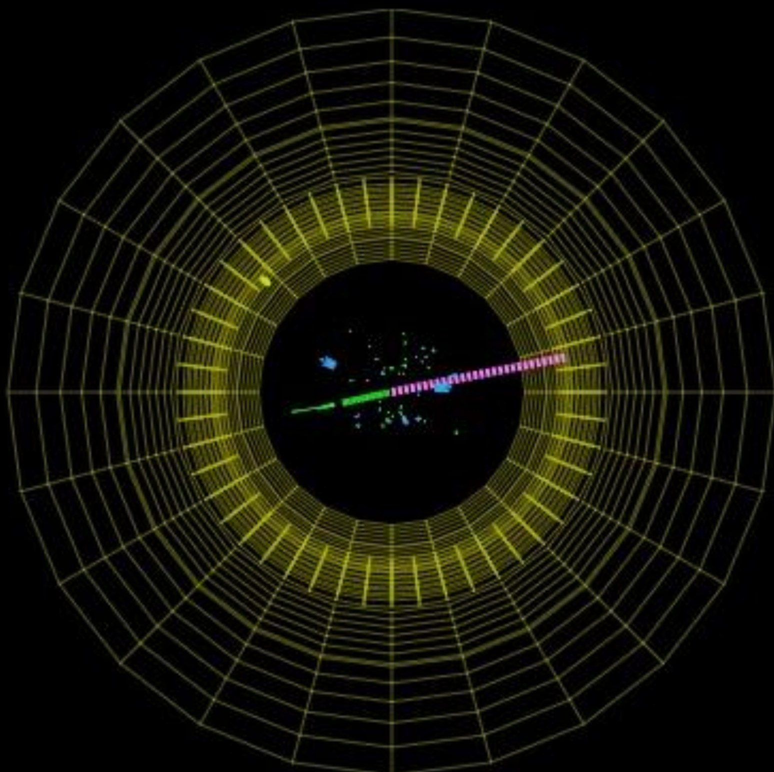
2) Resultados

TOTAL										
Suma	**μ**	**e**	**W**	**W-**	**W+**	**NP**	**H**	**Zoo**	**e/μ**	**W+/W-**
2355										

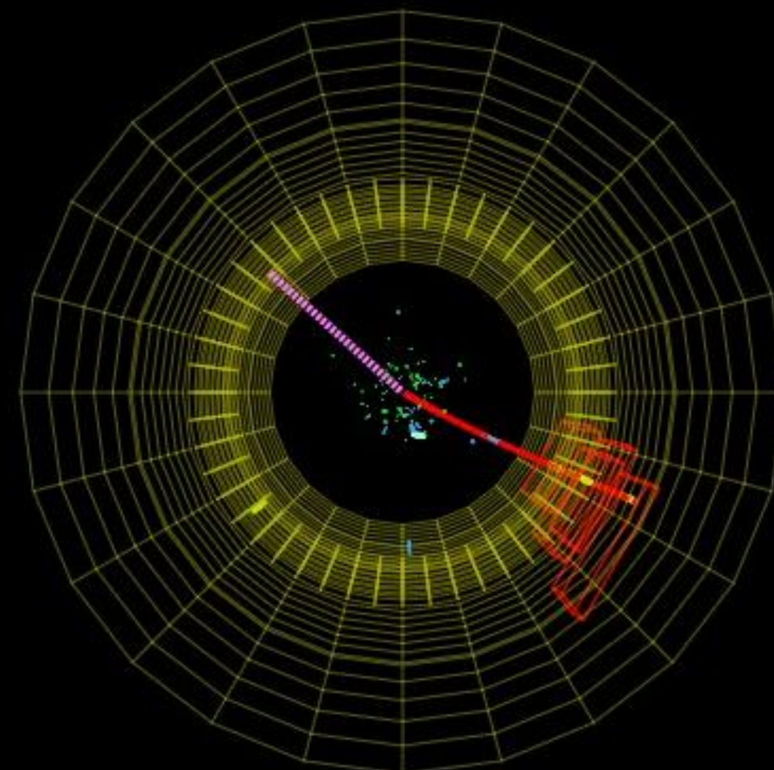
> 90% de eventos analizados



3) Los bosones W



Event A

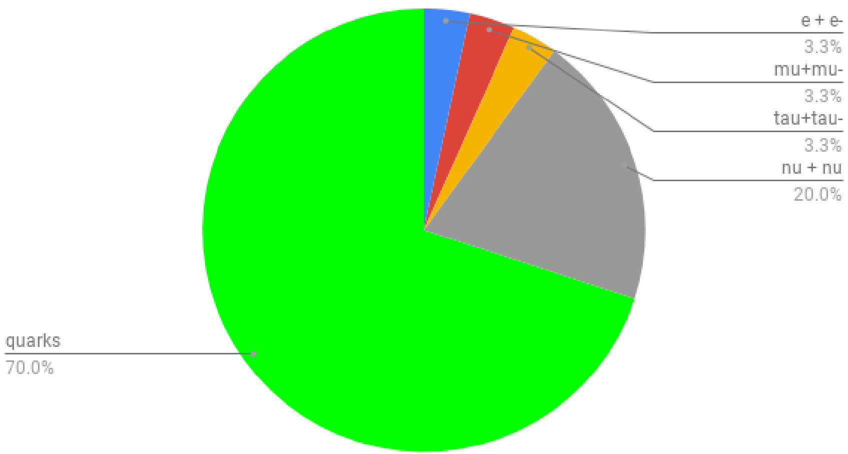


Event B

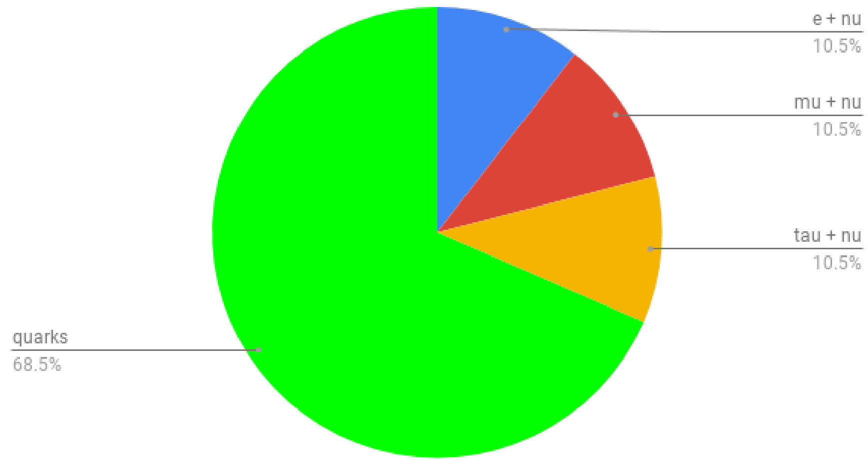
¿Problemas?

¿Podemos calcular la razón e/m en estados finales de W (igual para Z)?

Modos de desintegración del bosón Z



Modos de desintegración del bosón W



TOTAL							
Suma	**μ**	**e**	**W**	**W-**	**W+**	**e/μ**	**W+/W-**
2355	1115	1128	134	716	874	1.01	1.22

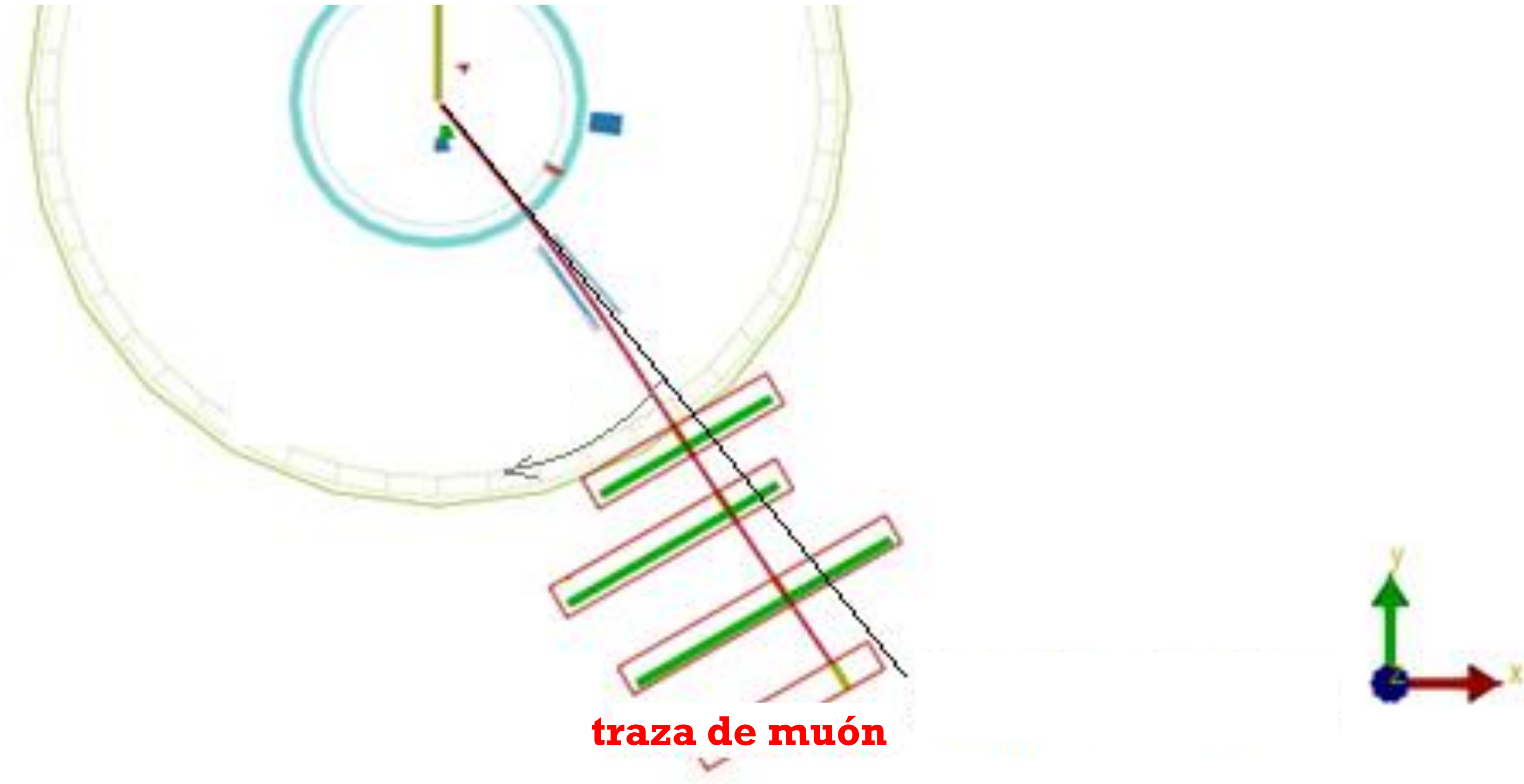
Teoría / medido en CMS : e/μ = 1

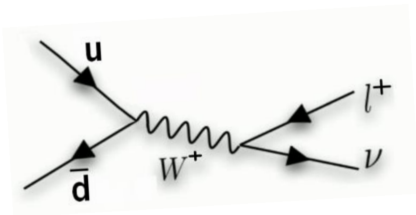
Por grupos

TOTAL							
Suma	**μ**	**e**	**W**	**W-**	**W+**	**e/μ**	**W+/W-**
2355	1115	1128	134	716	874	1.01	1.22

Teoría / medido en CMS : e/μ = 1

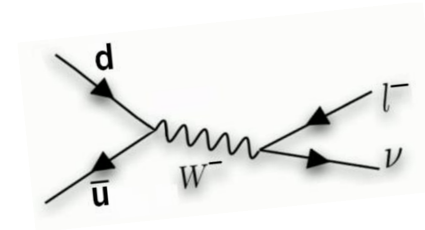
¿Podemos calcular la razón W^+/W^- para CMS?

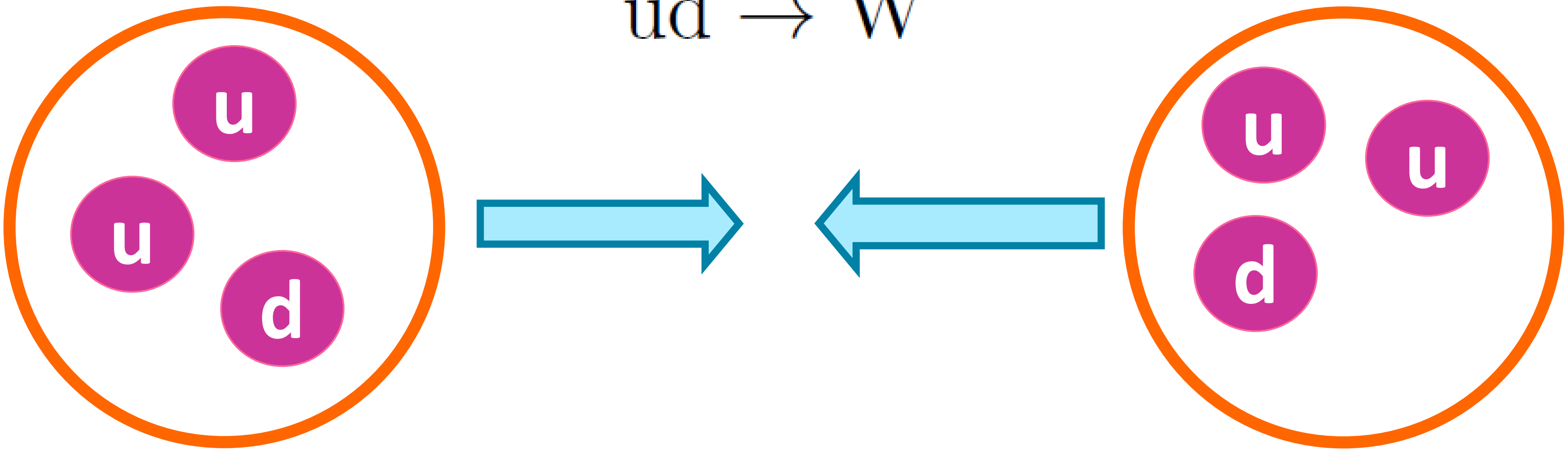




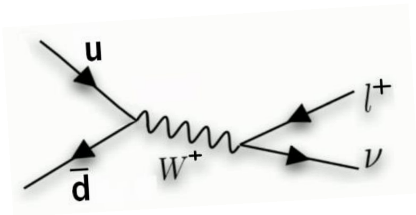
$$u\bar{d} \to W^{+}$$

$$\bar{u}d \to W^{-}$$



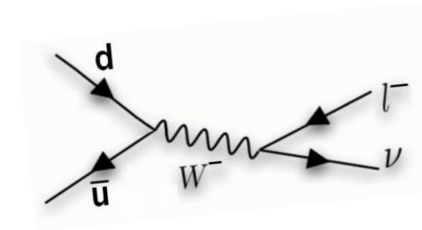


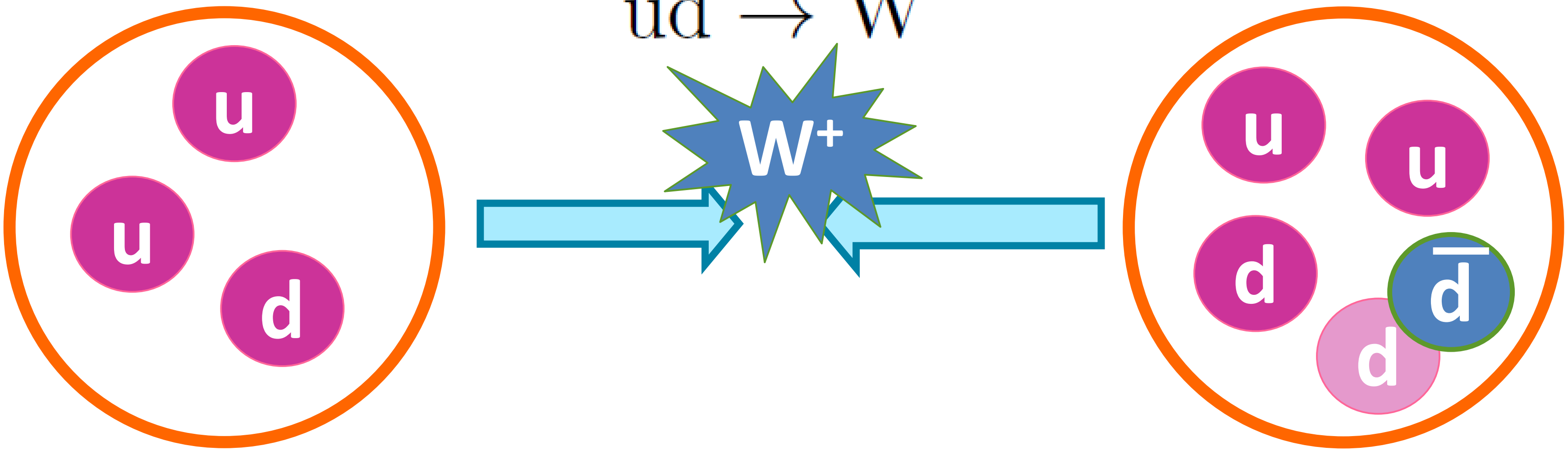
Asimetría en la producción de W



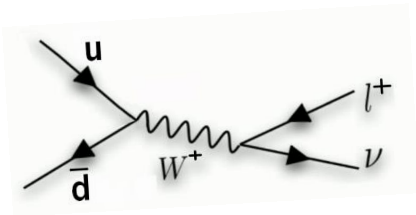
$$u\bar{d} \rightarrow W^+$$

$$\bar{u}d \rightarrow W^-$$



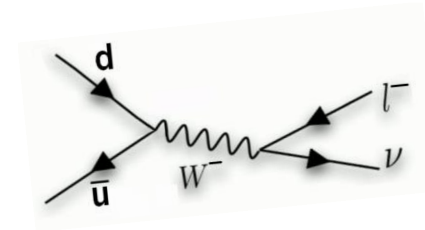


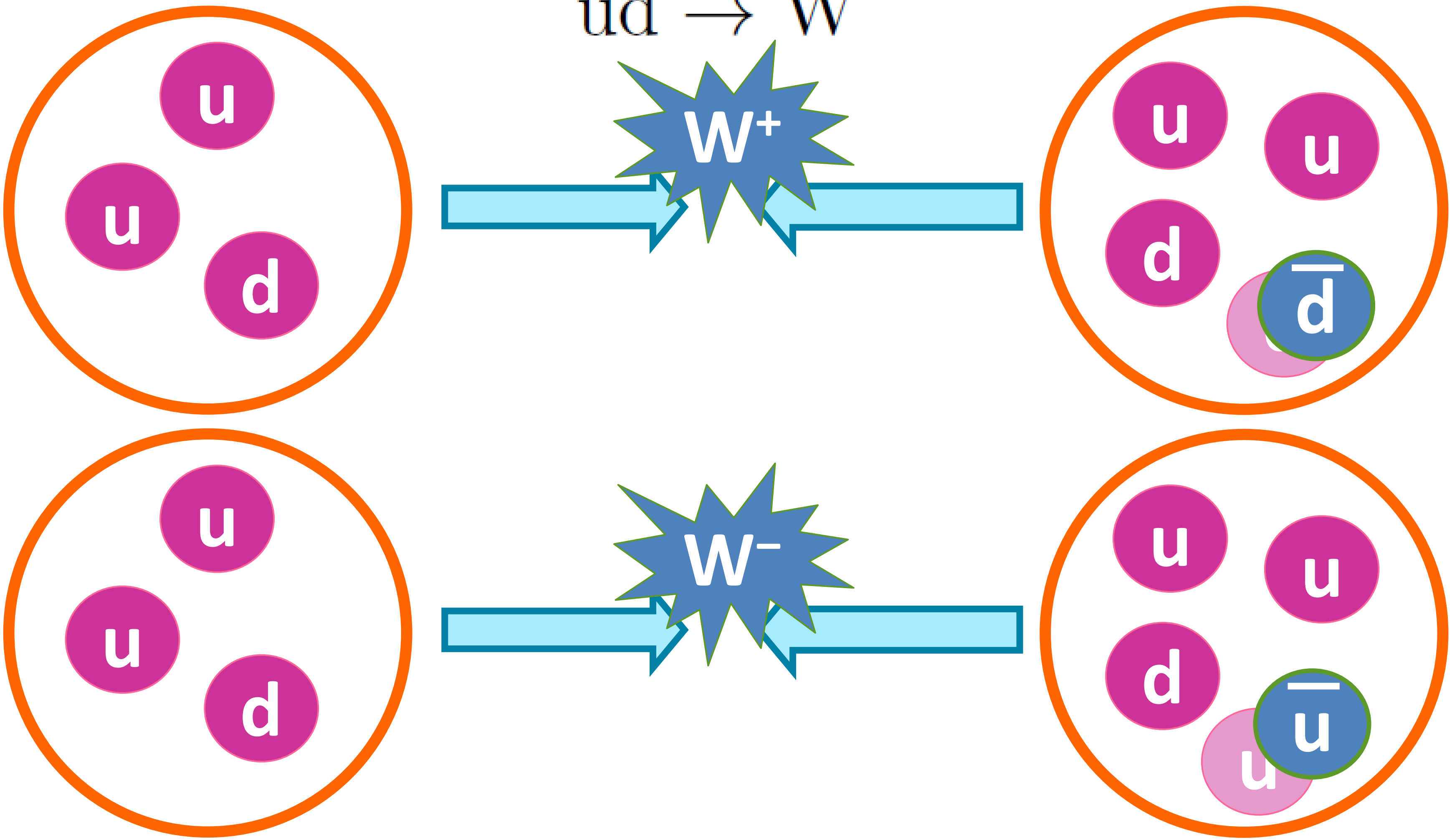
Asimetría en la producción de W



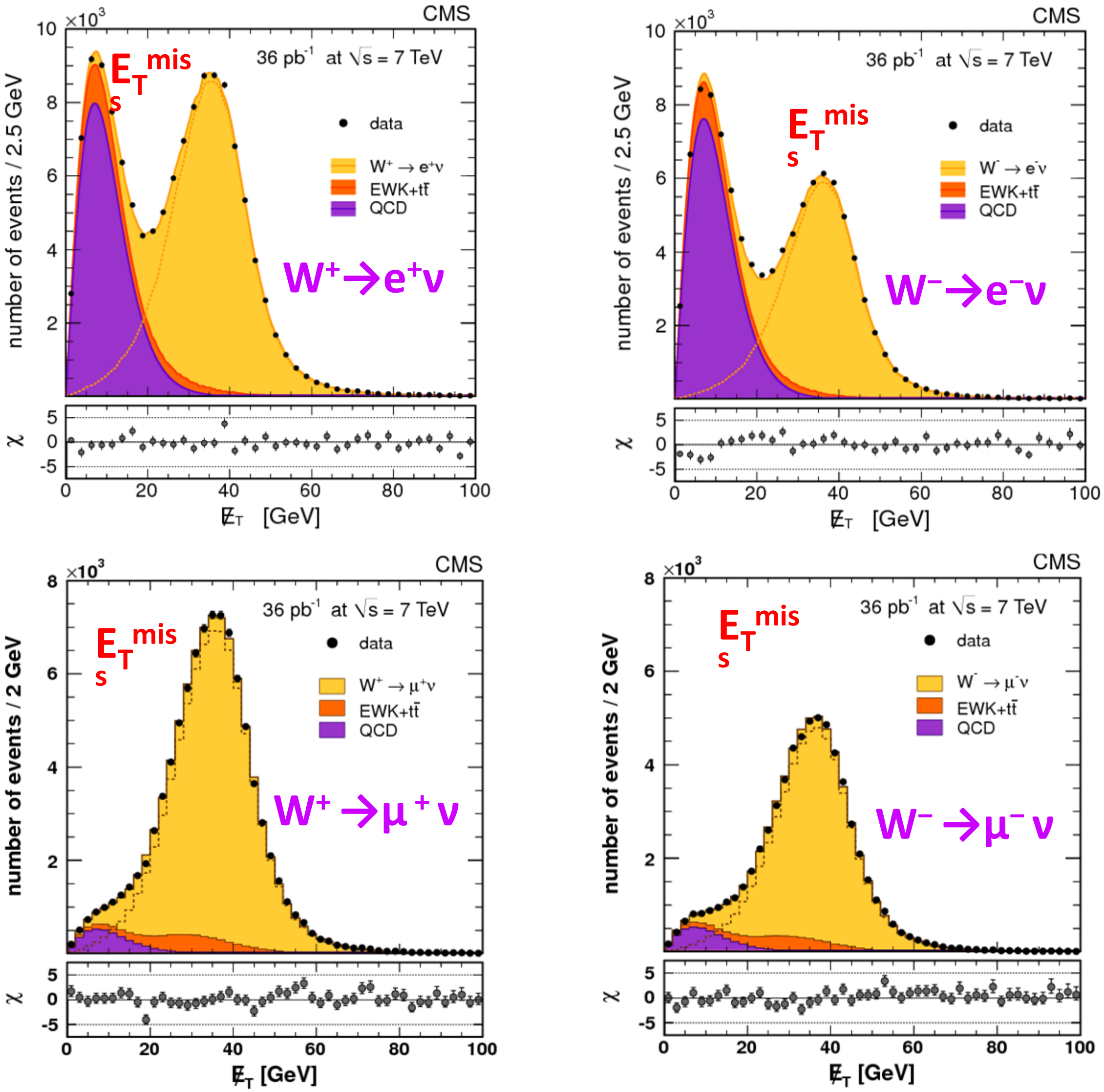
$$u\bar{d} \rightarrow W^{+}$$

$$\bar{u}d \rightarrow W^{-}$$

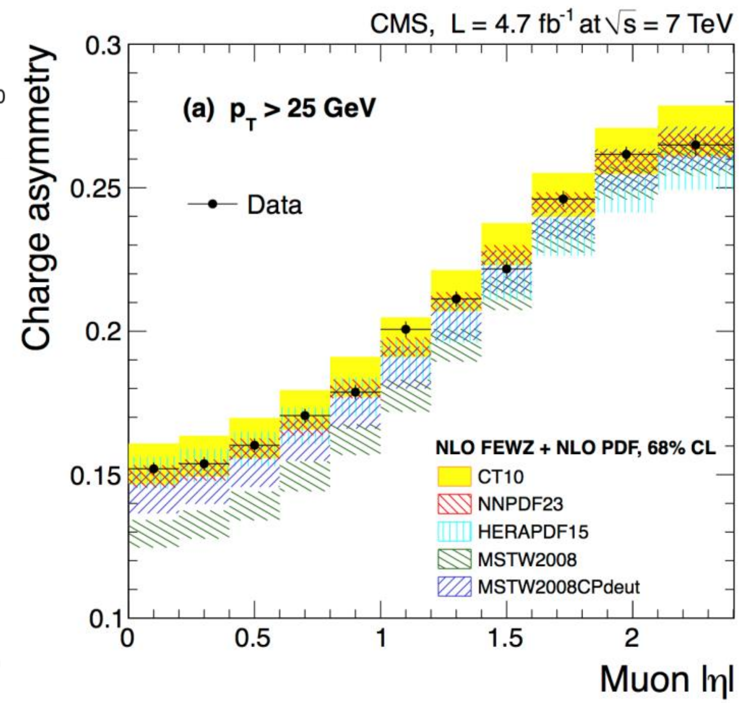




Asimetría en la producción de W



La asimetría depende de las PDFs de los quarks en el protón.



2) Los bosones W

¿Podemos calcular la razón W^+/W^- para CMS?

TOTAL							
Suma	**Mu**	**e**	**W**	**W-**	**W+**	**e/mu**	**W+/W-**
2355	1115	1128	~~134~~	716	874	1.01	1.22

CMS: $W^+/W^- \approx 1.4$

~12% (compatible con errores)

Estimar la curvatura "a ojo" no es fiable…

3) Histograma de masas de partículas neutras

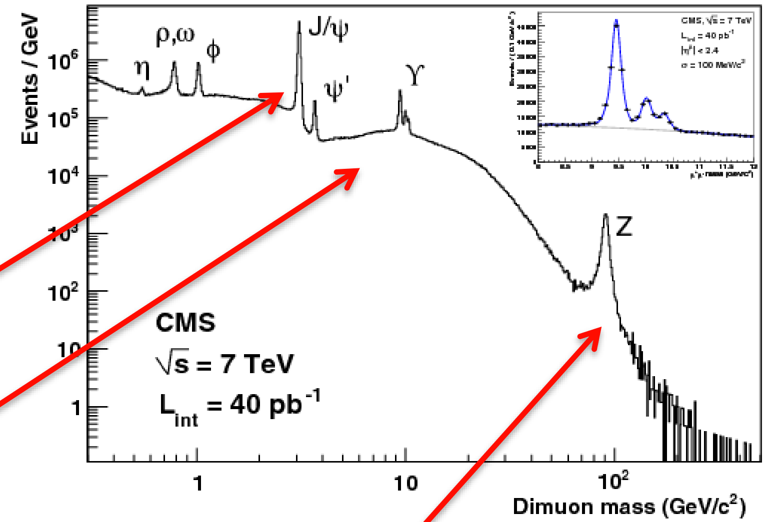
Suma	Mu	e	W	W-	W+	NP	H	Zoo	e/mu	W+/W-
2355	1115	1128	134	716	874	515	35	81	1.01	1.22

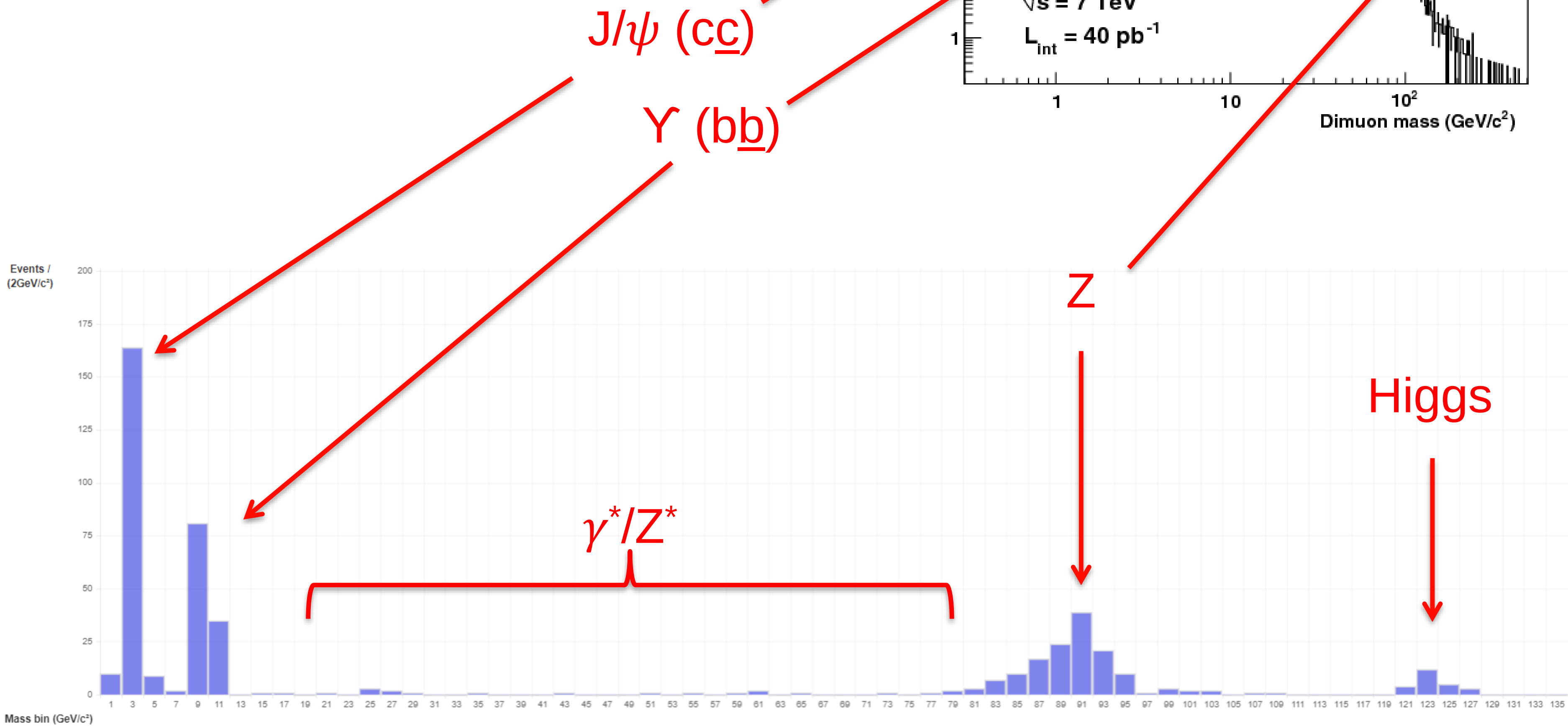
486 **NP** en el histograma

94% de eficiencia en hacer click

3) Histograma masas

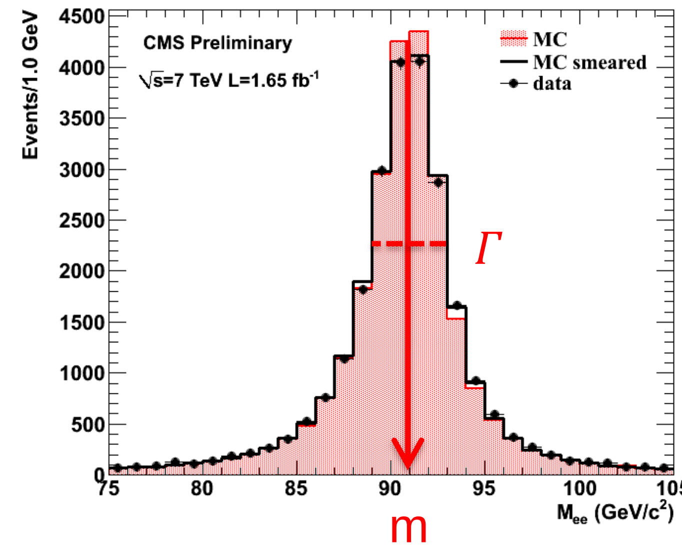
Masa J/ψ ~ 3 GeV
Masa ϒ ~ 9.4 GeV



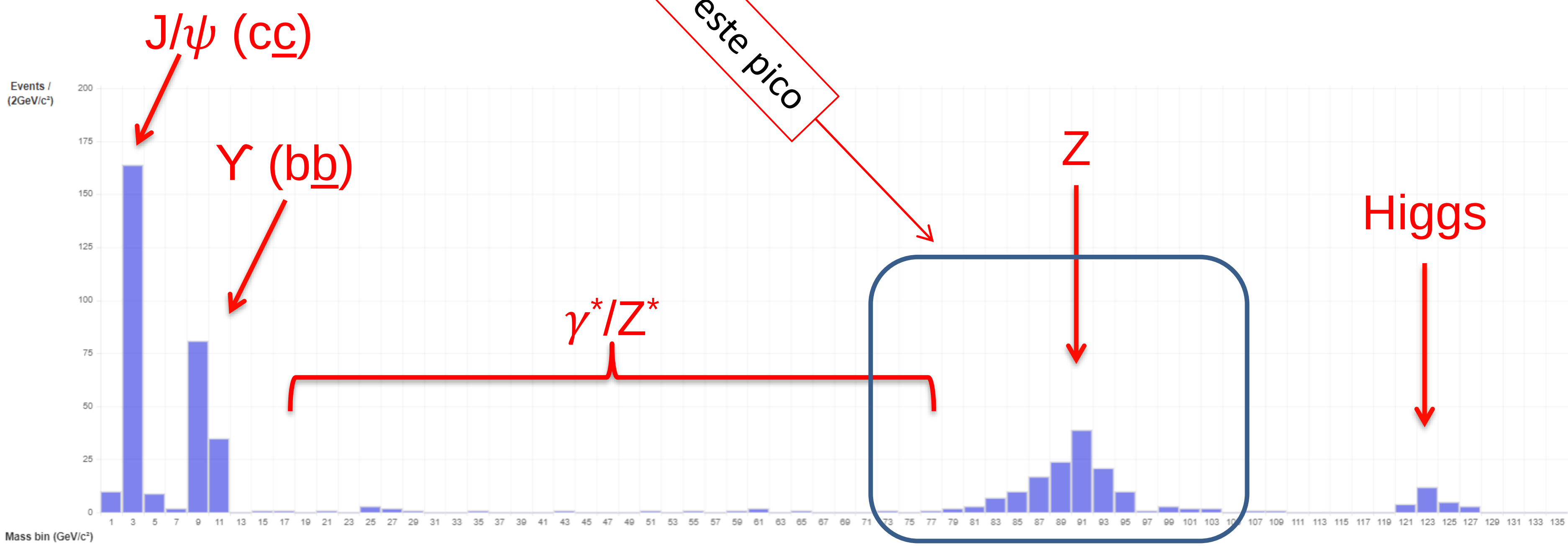


3) Histograma masas

Masa Z ~ 91 GeV



~134 sucesos en este pico

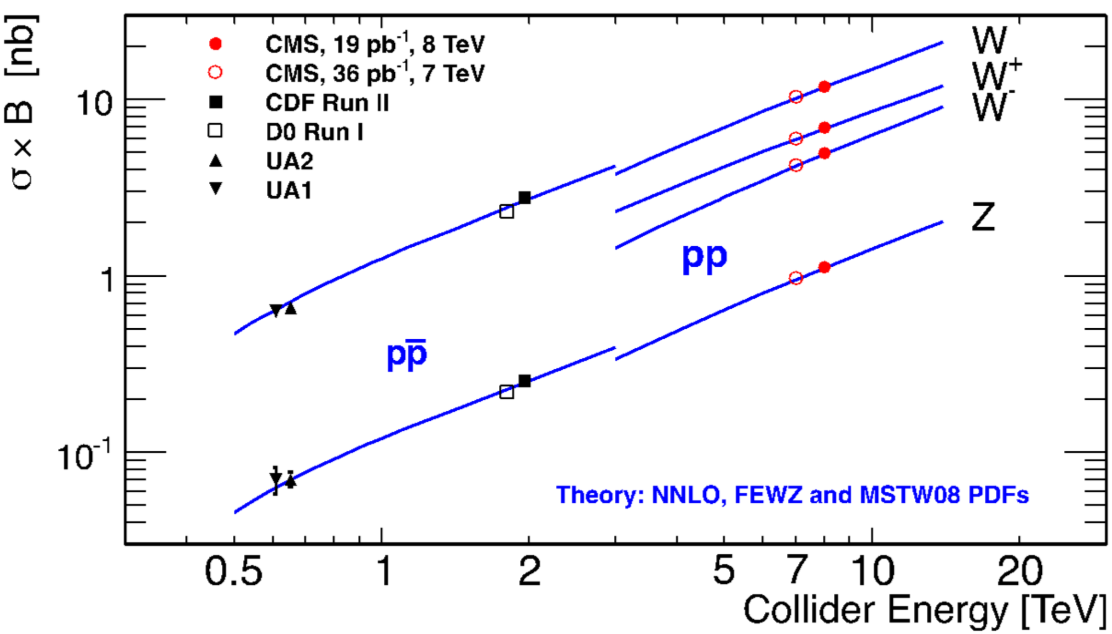


4) ¿Hay más W o Z?

1724 sucesos W

TOTAL										
Suma	**Mu**	**e**	**W**	**W-**	**W+**	**NP**	**H**	**Zoo**	**e/mu**	**W+/W-**
2355	1115	1128	134	716	874	515	35	81	1.01	1.22

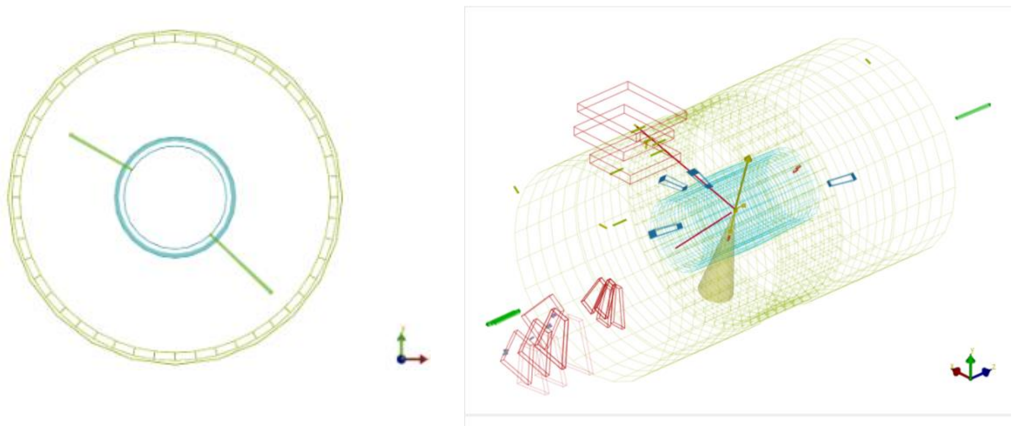
134 sucesos de Z entre estos

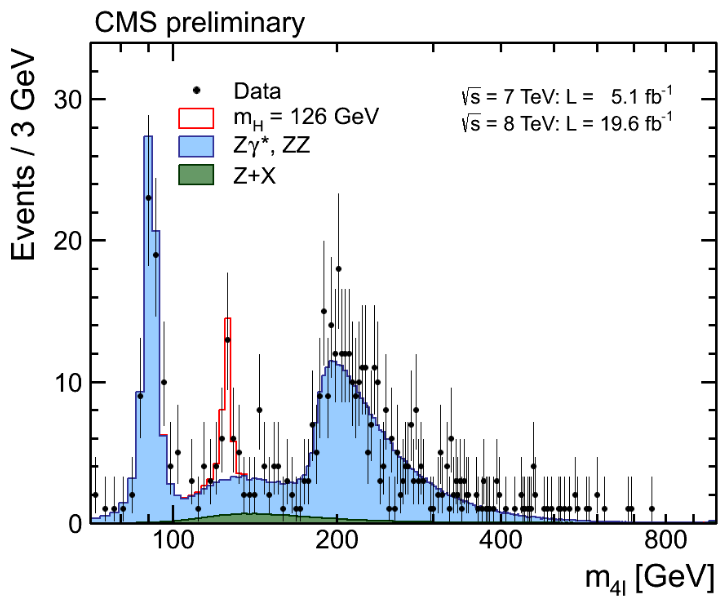


Medido: W/Z = 12.9

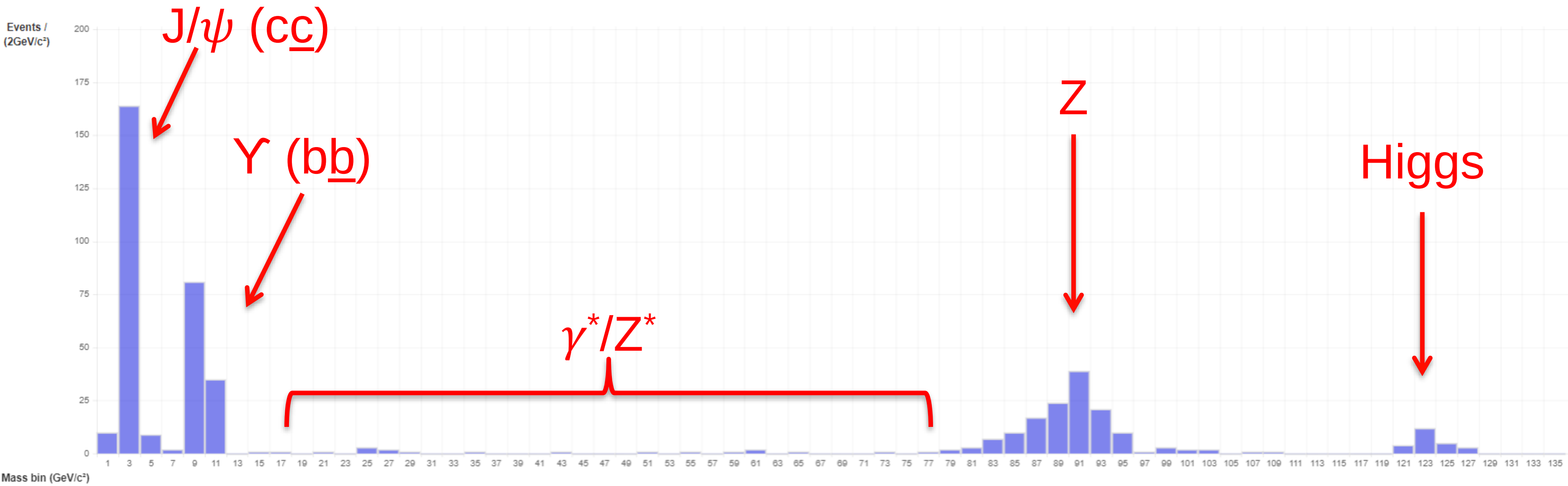
CMS: W/Z ≈ 12

5) ¿Bosones de Higgs?



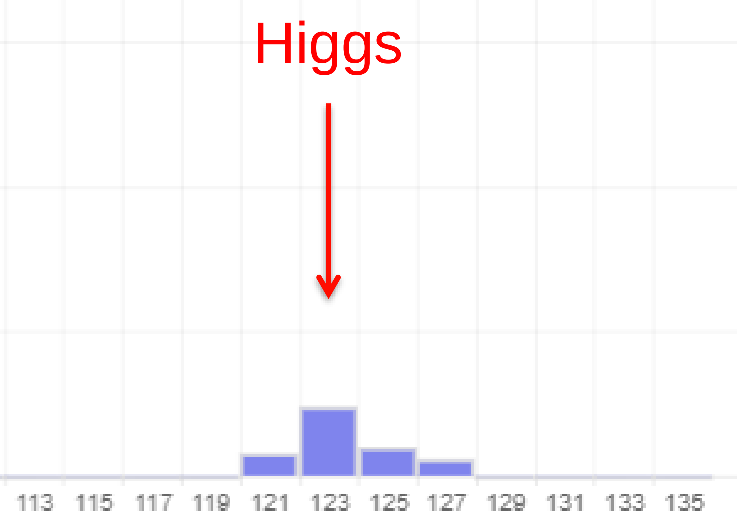


Masa H ~ 125 GeV



5) ¿Bosones de Higgs?

Masa H ~ 125 GeV

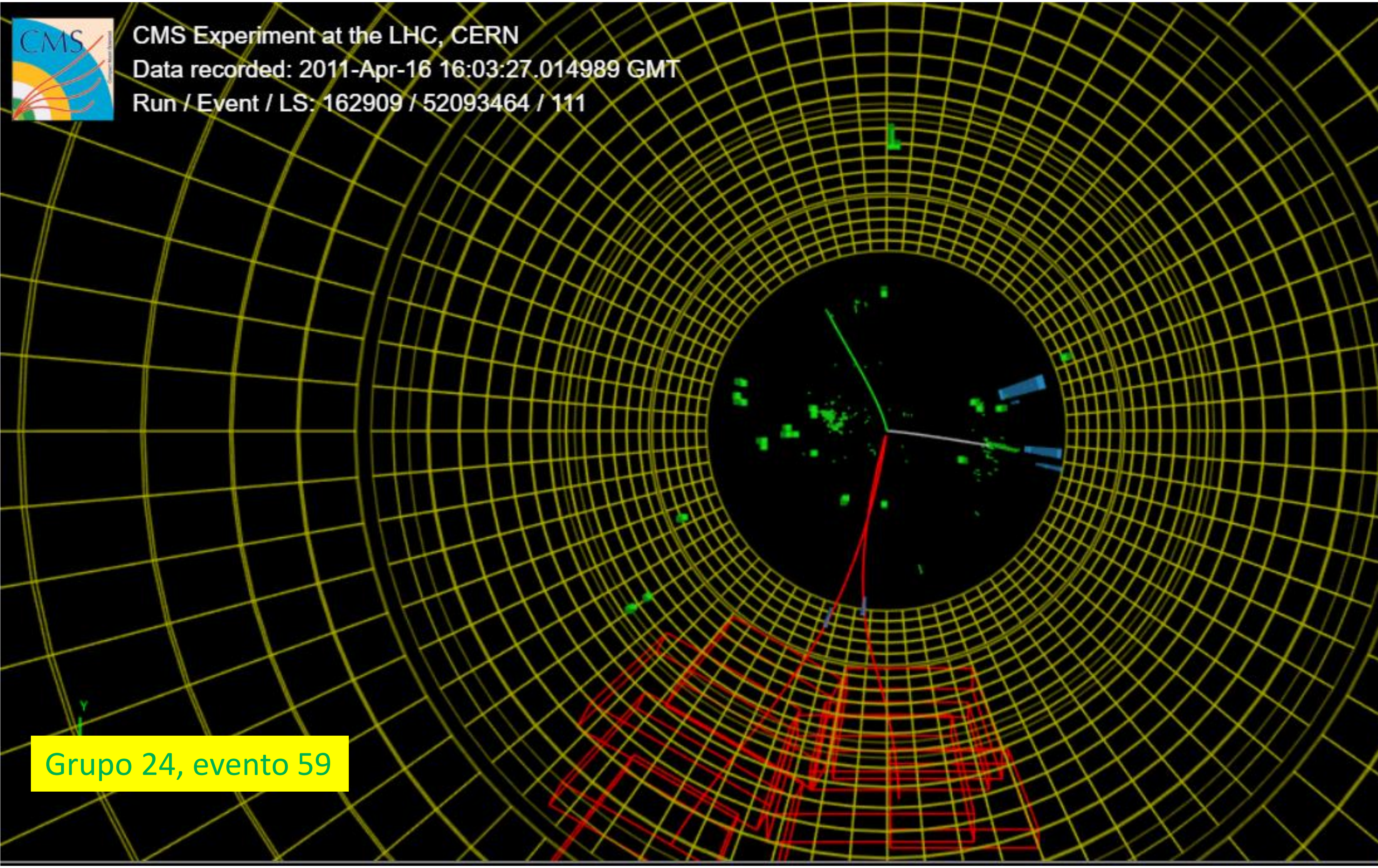


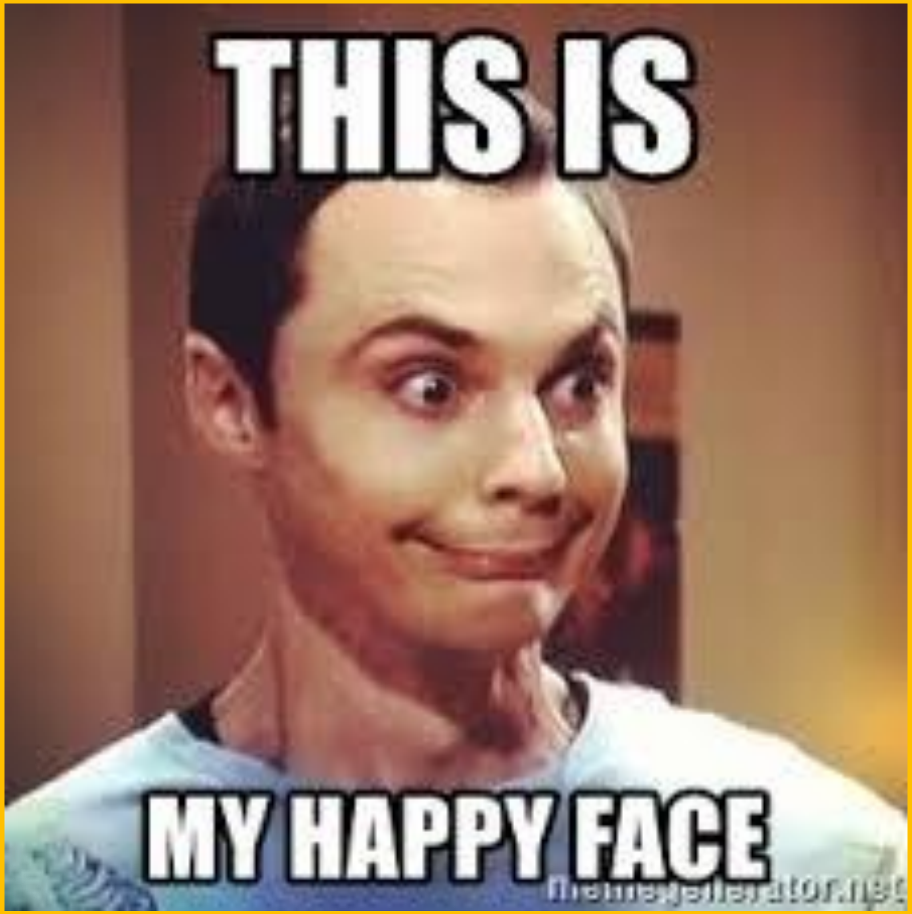
24 eventos en ese pico

35 identificados como Higgs en la tabla

94% de eficiencia click

68% de eficiencia click (Higgs)


CMS Experiment at the LHC, CERN
Data recorded: 2011-Apr-16 16:03:27.014989 GMT
Run / Event / LS: 162909 / 52093464 / 111
Grupo 24, evento 59



¡¡¡BUEN TRABAJO!!!

cfp

CIEMAT

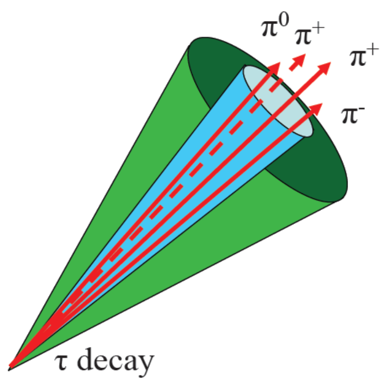
física de partículas

Leptones tau: características

- $c\tau \sim= 87\mu m$, $m_\tau = 1.78\ Gev/c^2$
- Desintegraciones leptónicas
  - $\tau \to e(\mu)\ \nu\ \nu$: ~ 35.2 %
    - Identificados a través del leptón resultante
- Desintegraciones hadrónicas (~65%)
  - 1 rama
    - $\tau \to \nu_\tau + \pi^{+/-} + n(\pi^o)$: 49.5 %
  - 3 ramas
    - $\tau \to \nu_\tau + 3\pi^{+/-} + n(\pi^o)$: 15.2 %
  - Producción de **"τ–jets"**

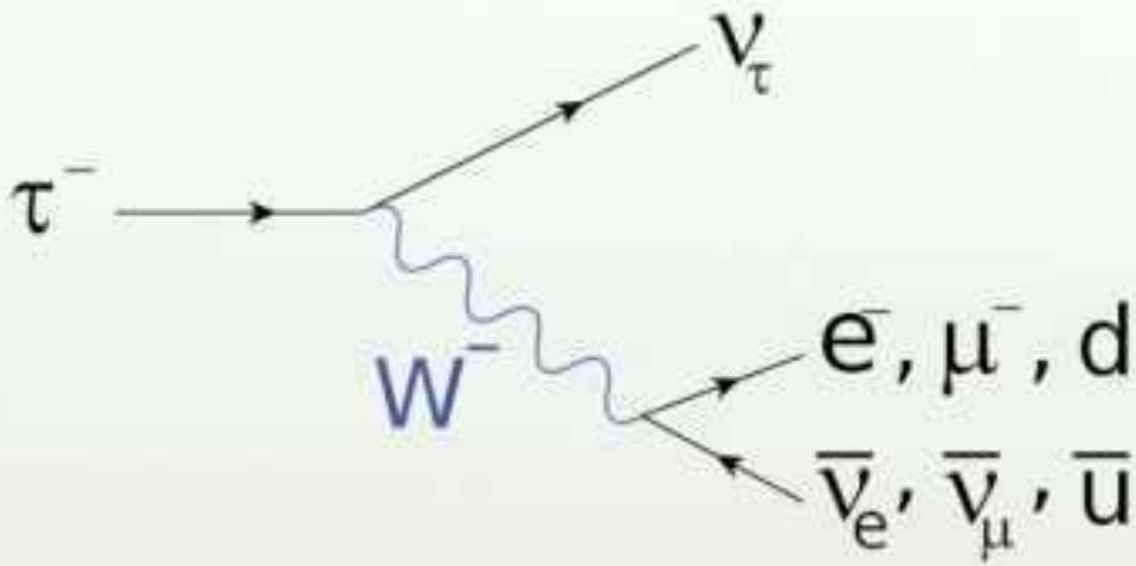
Tau-jets en LHC:

- Muy colimados
  - 90% de la energía contenida en un cono de radio R=0.2 alrededor de la dirección del jet para E_T>50 GeV
- Baja multiplicidad de trayectorias
  - Una o tres ramas
- Depositos hadrónicos y EM
  - Piones cargados
  - Fotones de π^o



La vida media del tau (ct = 87 mm) permite reconstruir el vértice secundario

Tau (particle)



https://en.wikipedia.org/wiki/File:Feynman_diagram_of_decay_of_tau_lepton.svg