

Master Class IFIC – Facultat de Física

Sergi Rodríguez Boscà & Santiago González de la Hoz

IFIC- Departamento de Física Experimental
Universitat de València – CSIC



VNIVERSITAT
ID VALÈNCIA  Facultat de
Física



Agenda

<http://ific.uv.es/masterclass/agenda-ATLAS.php>

Masterclass Hands on Particle Physics: ejercicio ATLAS-W				
📅 Thursday 5 Mar 2020, 09:30 → 17:00 Europe/Madrid				
📍 Universe				
Description La masterclass del día 5 de marzo estará dedicada al experimento ATLAS, y en ella se analizarán datos del ejercicio ATLAS-W.				
09:30 → 10:00	Introducción a la física de partículas y Modelo Estándar	🕒 30m	📍 Salón de Grados Lise Meitner ...	
Speaker: Alberto Aparici (IFIC)				
🔗 Presentación				
10:00 → 10:30	Introducción a los aceleradores de partículas, LHC y ATLAS	🕒 30m	📍 Salón de Grados Lise Meitner ...	
Speaker: JOSE SALT (IFIC)				
📎 aceleradores.pptx 📎 LectureMasterClass...				
10:30 → 11:00	Almuerzo	🕒 30m	📍 Cafetería del Campus de Burja...	
11:00 → 11:30	Introducción al ejercicio	🕒 30m	📍 Aulas de informática III y IV (F...	🔗
Speakers: Santiago Gonzalez de la Hoz (IFIC), Sergi Rodriguez Bosca (IFIC-Valencia (UV-CSIC))				
📎 Santi.Sergi-Mastercl...				
11:30 → 13:00	Ejercicio ATLAS-W	🕒 1h 30m	📍 Aulas de informática III y IV (F...	
13:00 → 14:45	Comida	🕒 1h 45m	📍 Cafetería de la ETSE	
14:45 → 15:15	Introducción al IFIC	🕒 30m	📍 Salón de actos del Edificio de ...	
Speaker: Alberto Aparici (IFIC)				
🔗 Presentación				
15:15 → 16:00	Comentario de resultados	🕒 45m	📍 Salón de actos del Edificio de ...	🔗
Speaker: Santiago Gonzalez de la Hoz (IFIC)				
16:00 → 17:00	Videoconferencia con el CERN	🕒 1h	📍 Salón de actos del Edificio de ...	🔗
Speakers: Alberto Aparici (IFIC), Santiago Gonzalez de la Hoz (IFIC)				

Thu, Mar 05

VC 1: ATLAS W

Robin

Michael

Valencia



Alexandria



Copenhagen



Letohrad

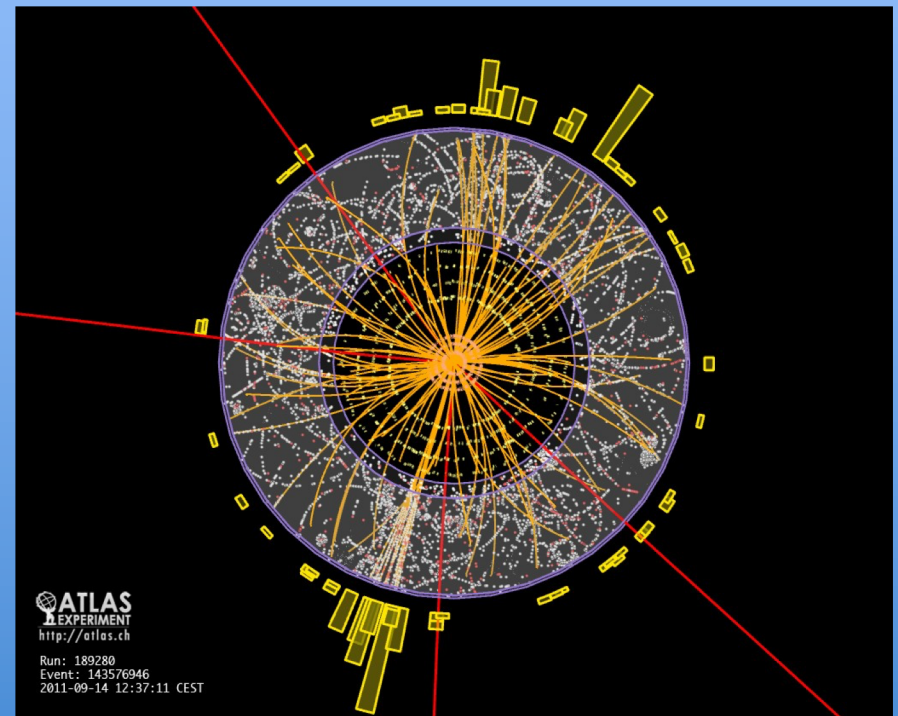




Qué vamos a hacer?

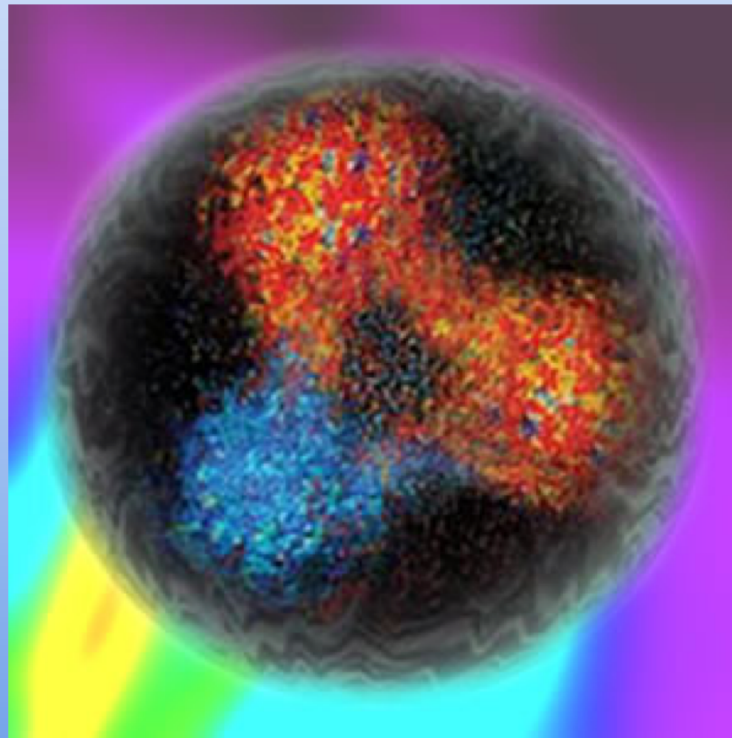
<http://atlas.physicsmasterclasses.org/en/wpath.htm>

1. Comprobar la estructura interna del protón
1. Búsqueda del bosón de Higgs

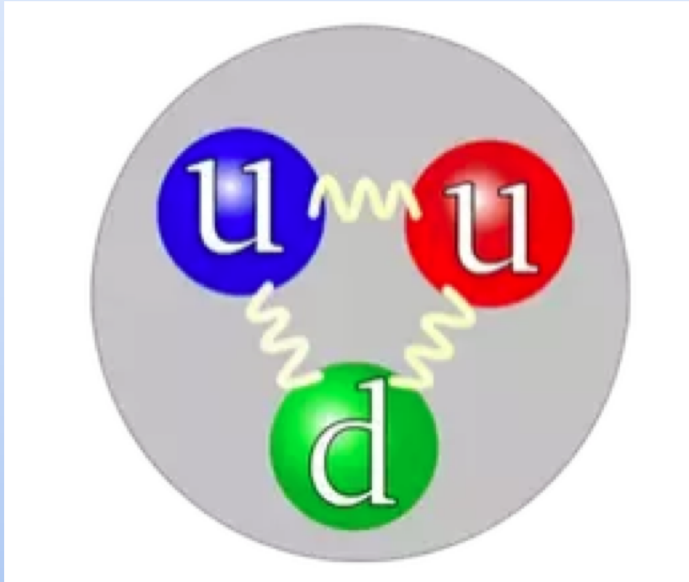


EJERCICIO 1:

Comprobar la estructura interna del protón

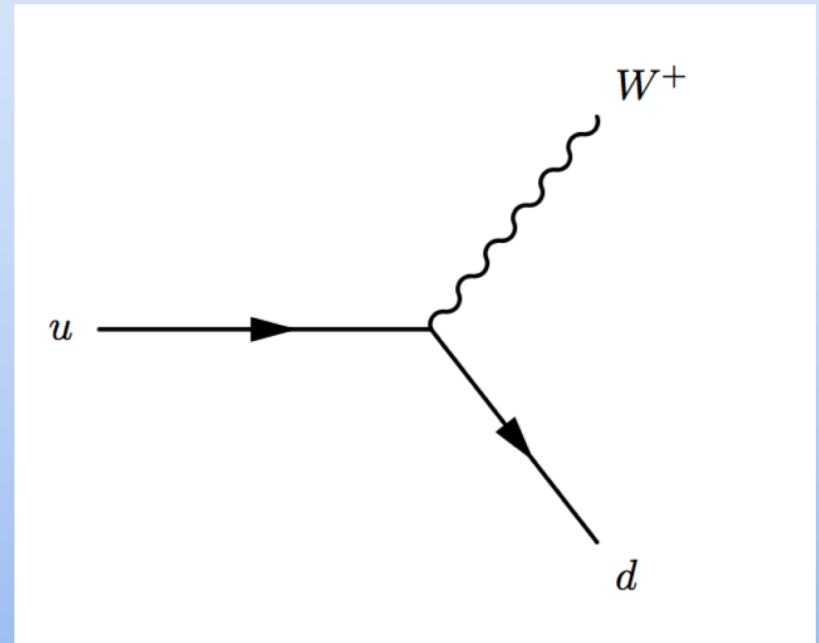


El protón: teoría



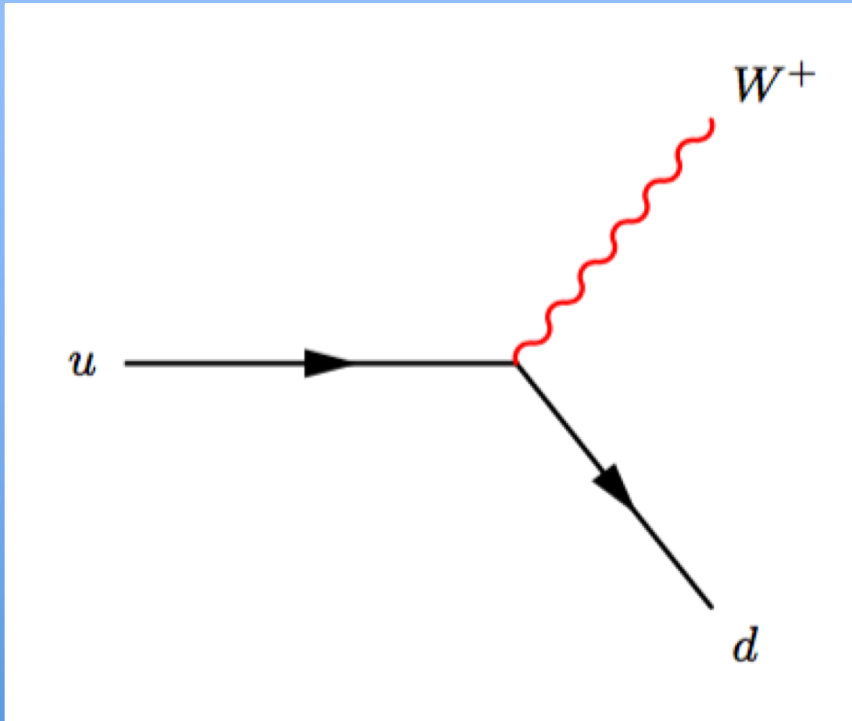
- quark u : $+2/3$
- quark u : $+2/3$
- quark d : $-1/3$

$$\text{Total} = \frac{2}{3} + \frac{2}{3} - \frac{1}{3} = +1$$

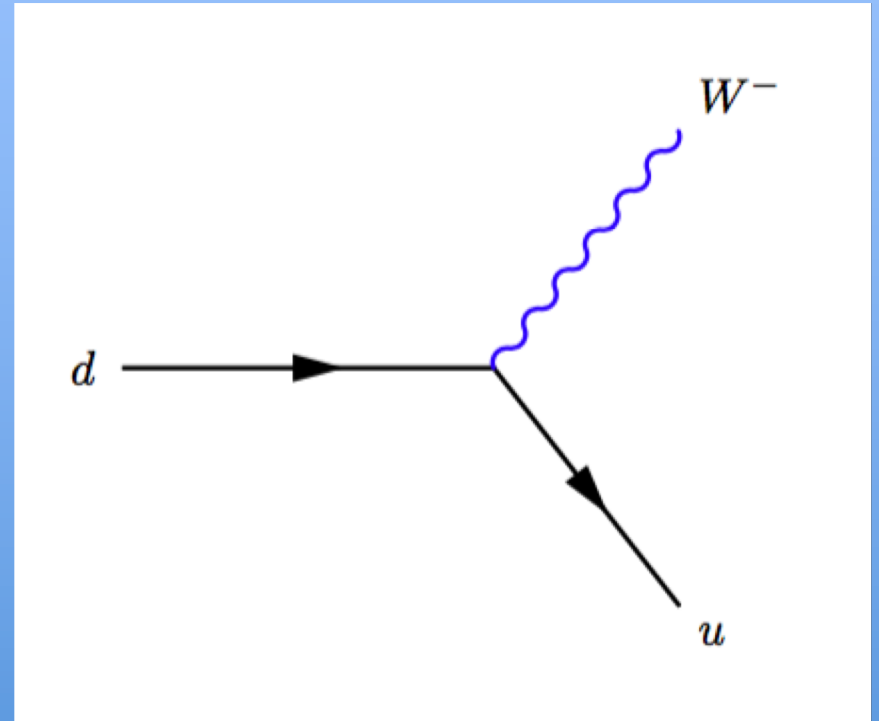


Partícula $W^\pm$

¿Cómo distinguirlos?



$$u \rightarrow d + W^+$$



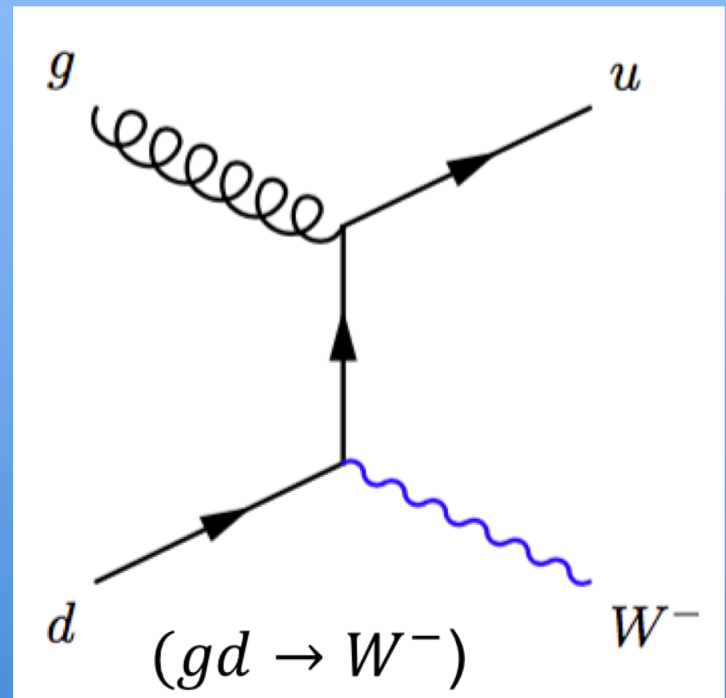
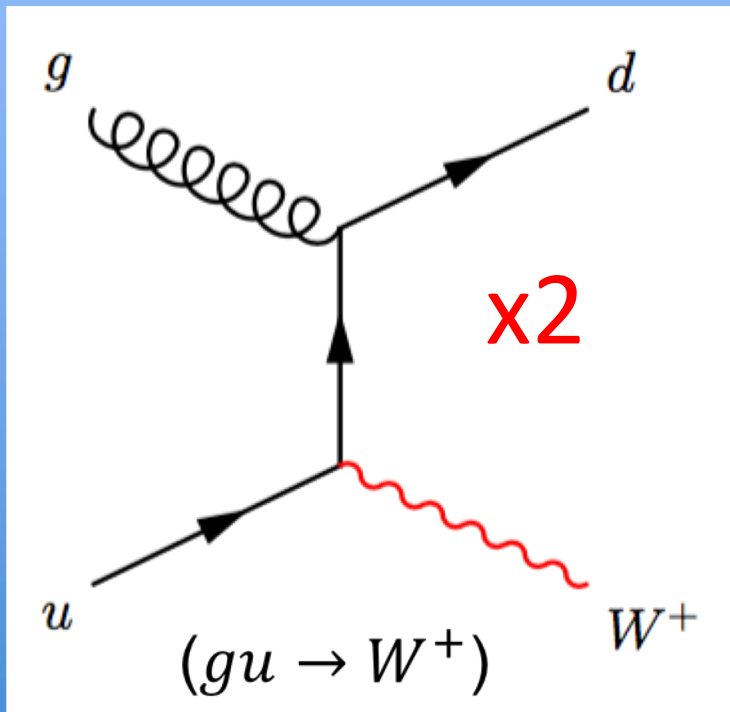
$$d \rightarrow u + W^-$$

Colisiones quark-gluón

(66% de los W se producen así)

→ $(gu \rightarrow W^+) \times 2$ -- 22% $\times 2 = 44\%$

→ $(gd \rightarrow W^-)$ -- 22%



Colisiones de gluones

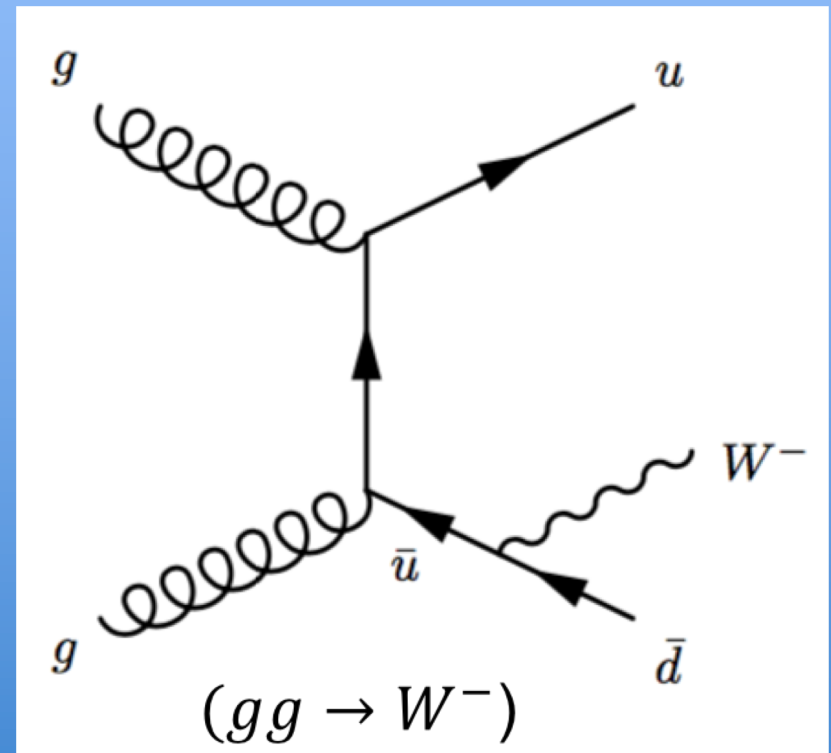
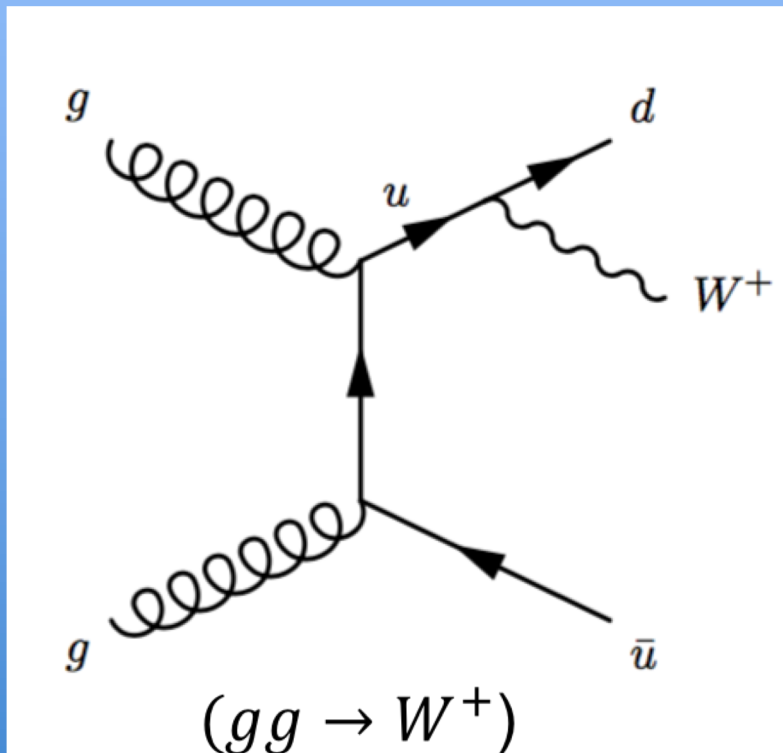
(34% de los W se producen así)

→ $(gg \rightarrow W^+)$

-- 17%

→ $(gg \rightarrow W^-)$

-- 17%



Resumen

- Resultados finales (W^+ y W^-)

$$\rightarrow (gg \rightarrow W^+) + 2 \times (gu \rightarrow W^+) = 17+44 = 61\%$$

$$\rightarrow (gg \rightarrow W^-) + (gd \rightarrow W^-) = 17+22 = 39\%$$

- La proporción (teórica) entre W^+ y W^- :

$$R^{\pm} = \frac{W^+}{W^-} = \frac{61}{39} = 1.56$$

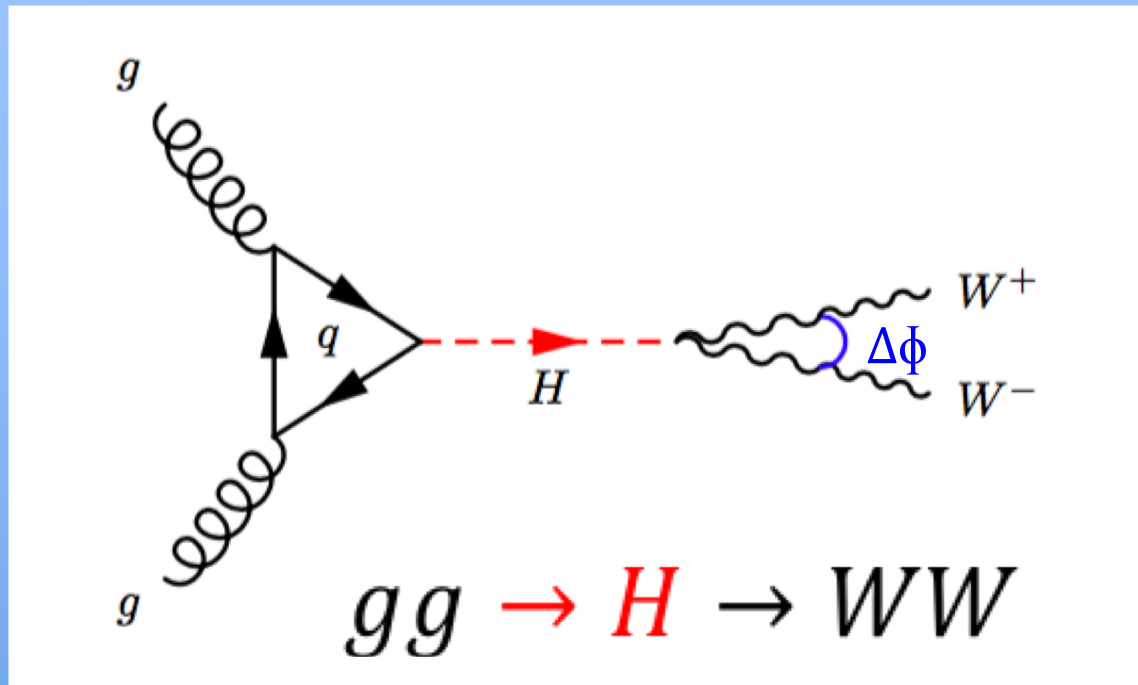
- El resultado observado por ATLAS es 1.52

EJERCICIO 2

Buscar el bosón de Higgs



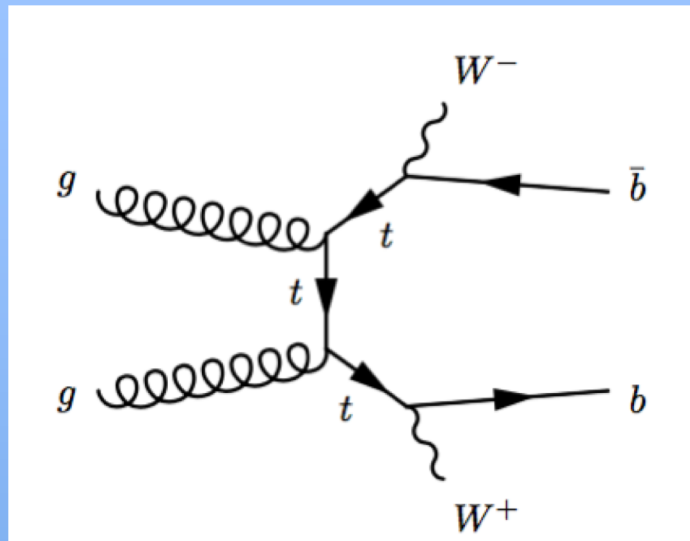
Señal del Higgs



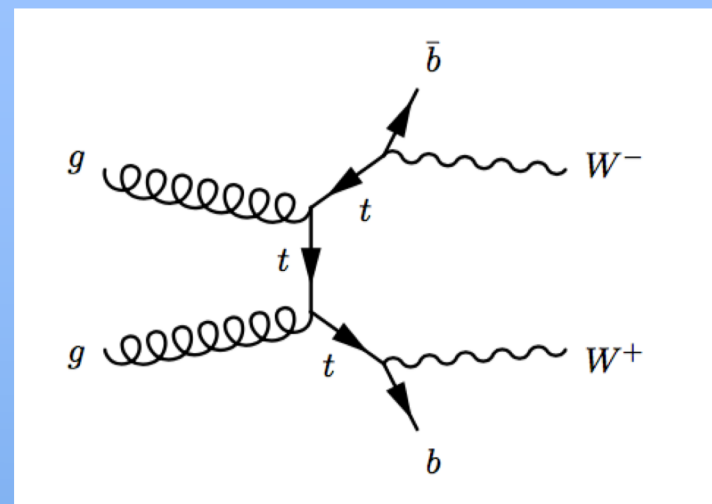
El Higgs es producido con mucha energía

Los WW provenientes del Higgs seguirán esa misma dirección y tendrán un ángulo entre ellos ($\Delta\phi$) muy pequeño

Ruido



$gg \rightarrow WW$
(ángulo grande)



$gg \rightarrow WW$
(ángulo pequeño)

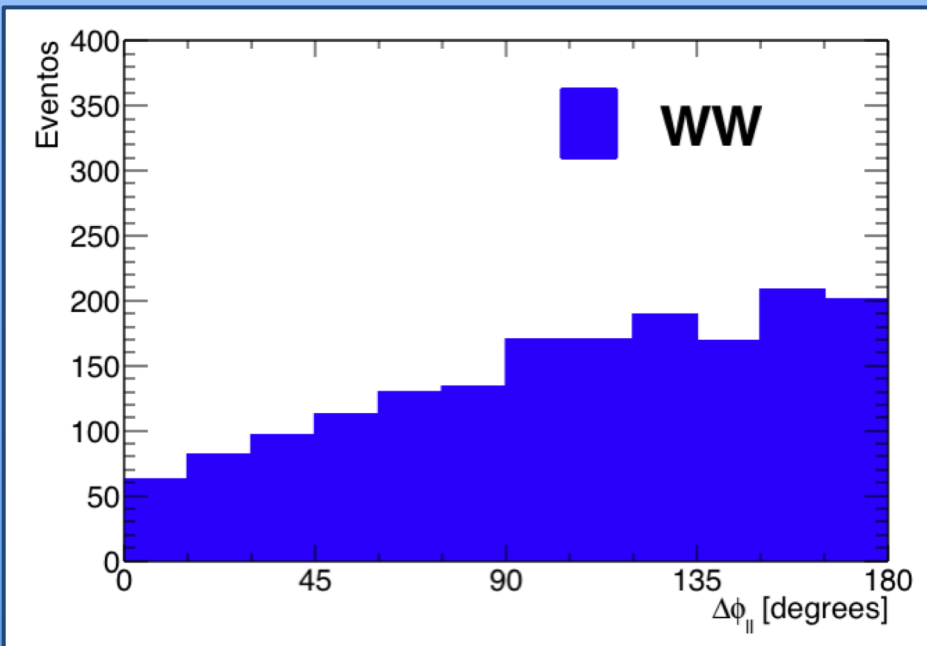
Los eventos de WW pueden salir con *cualquier ángulo*.
Los eventos del Higgs *solo* pueden salir con un ángulo pequeño.

¿Entonces cómo sabemos si un evento con un ángulo pequeño es un Higgs o un simple y aburrido WW ?

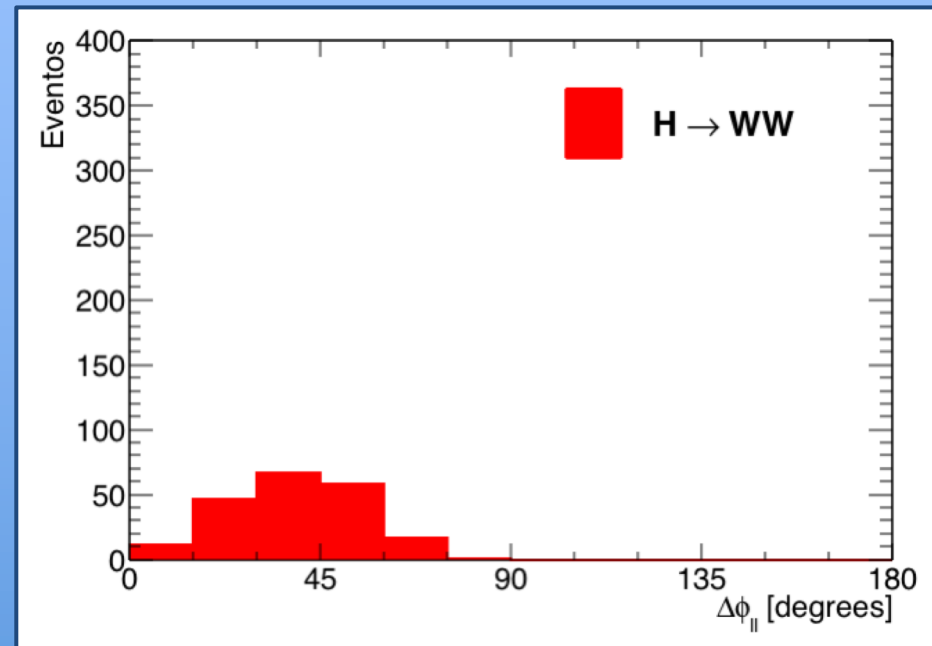
Solución: estadística y **iplots**!

Histogramas

Número de veces que ha salido cada ángulo [0 - 180°]

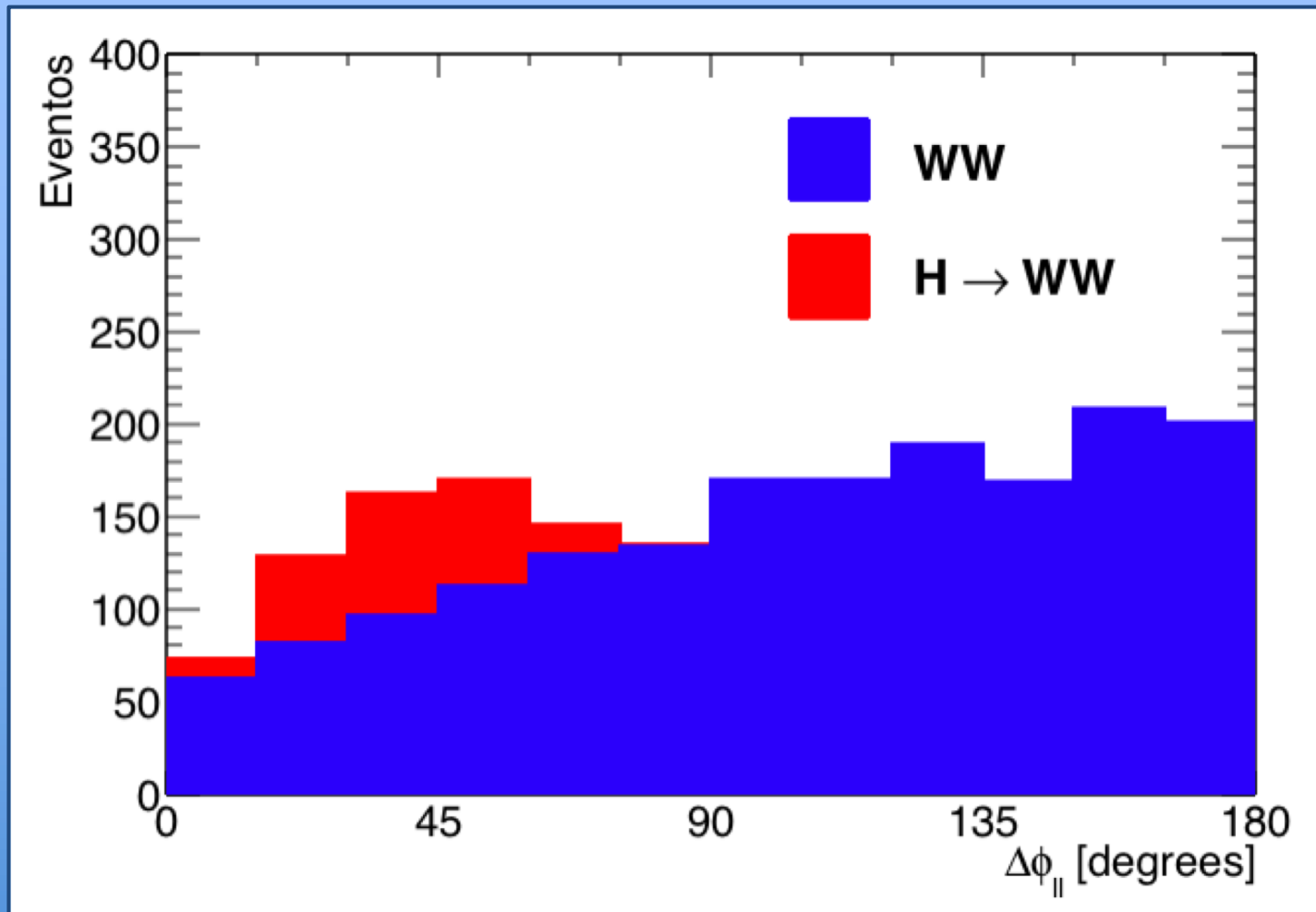


Los eventos de WW
pueden salir con
cualquier ángulo.



Los eventos de Higgs
solo salen a *ángulos
pequeños*

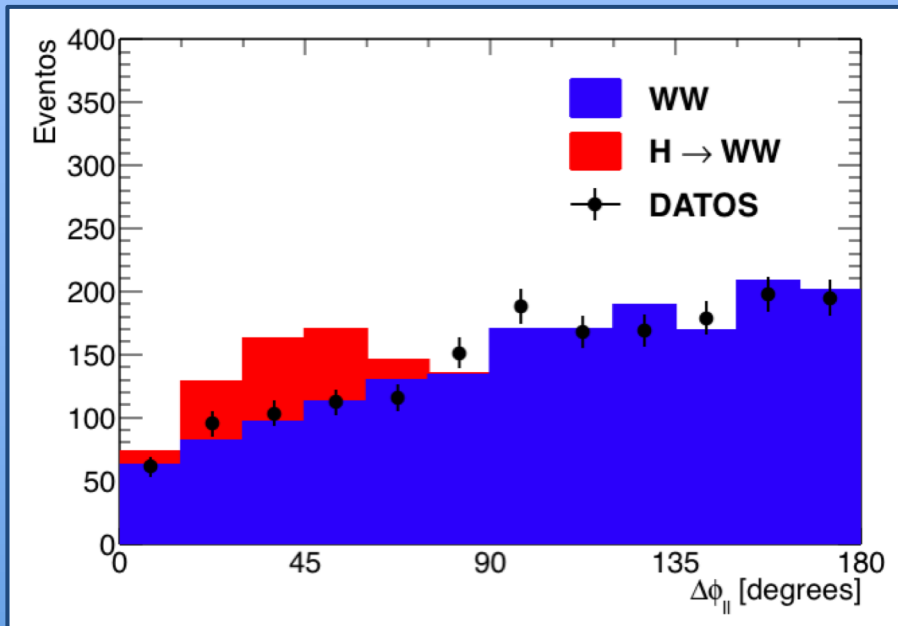
Modelo teórico



¡Ahora medimos!

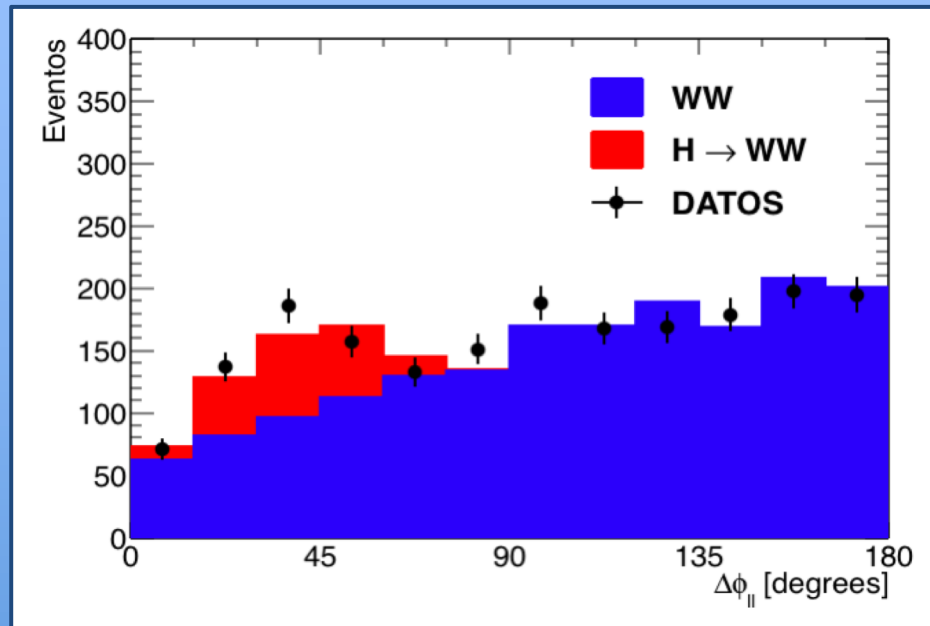
Medida de datos

Número de veces que ha salido cada ángulo [0 - 180°]



Los datos se parecen más
al modelo **SIN** Higgs

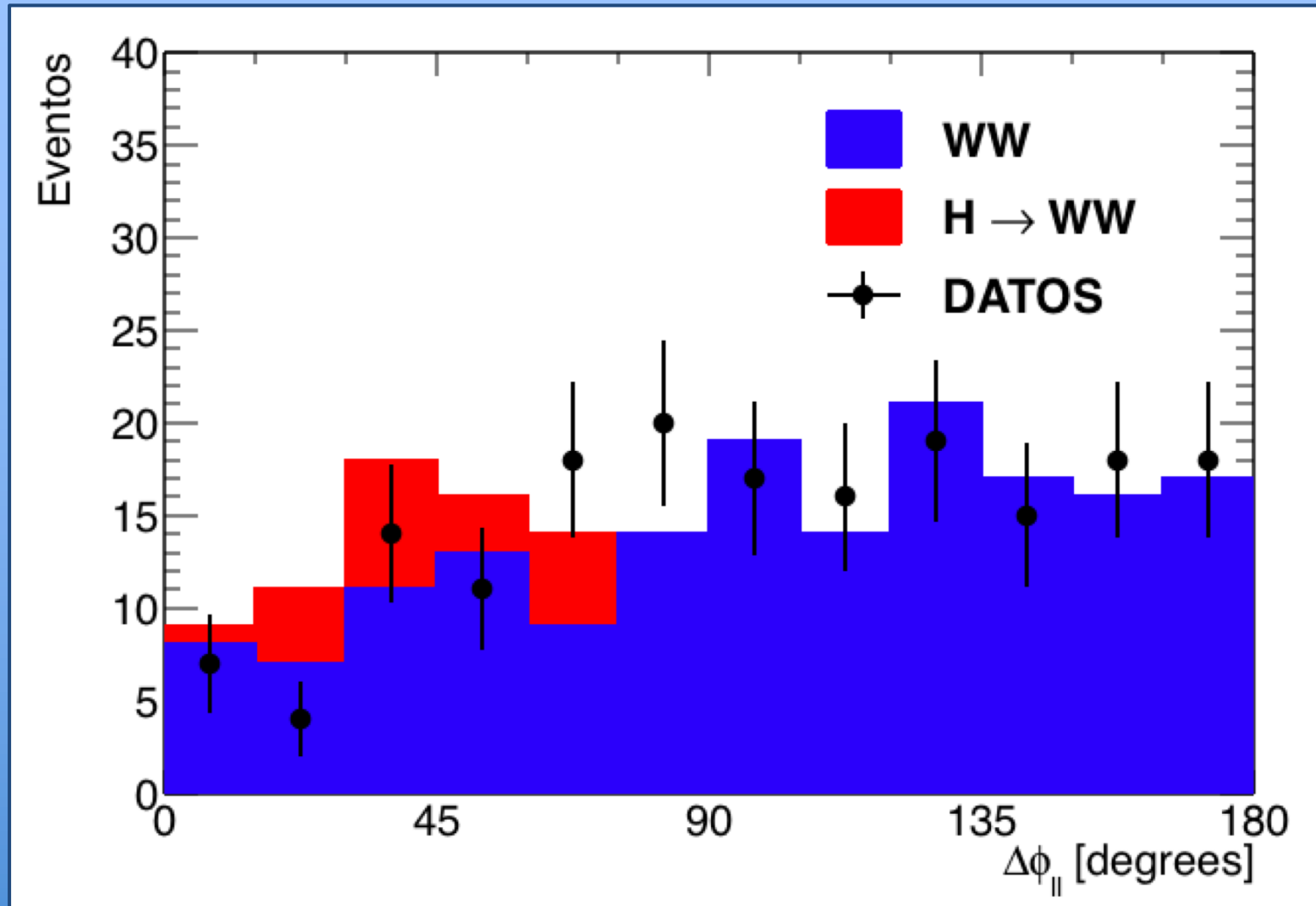
no se encuentra nada!



Los datos se parecen más
al modelo **CON** Higgs

¡descubrimiento!

Y esto qué?



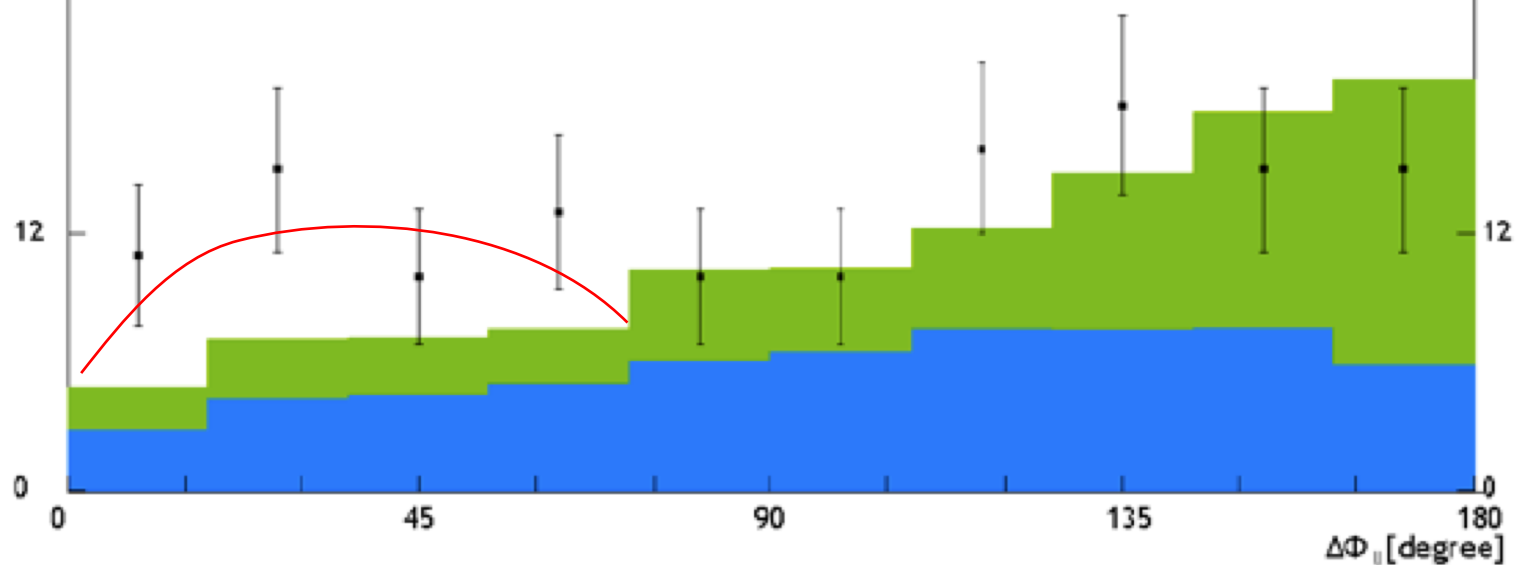
Necesitamos más datos!

Entries



Masterclasses 2013 Search for $H \rightarrow WW \rightarrow l\nu$ For Educational Use Only

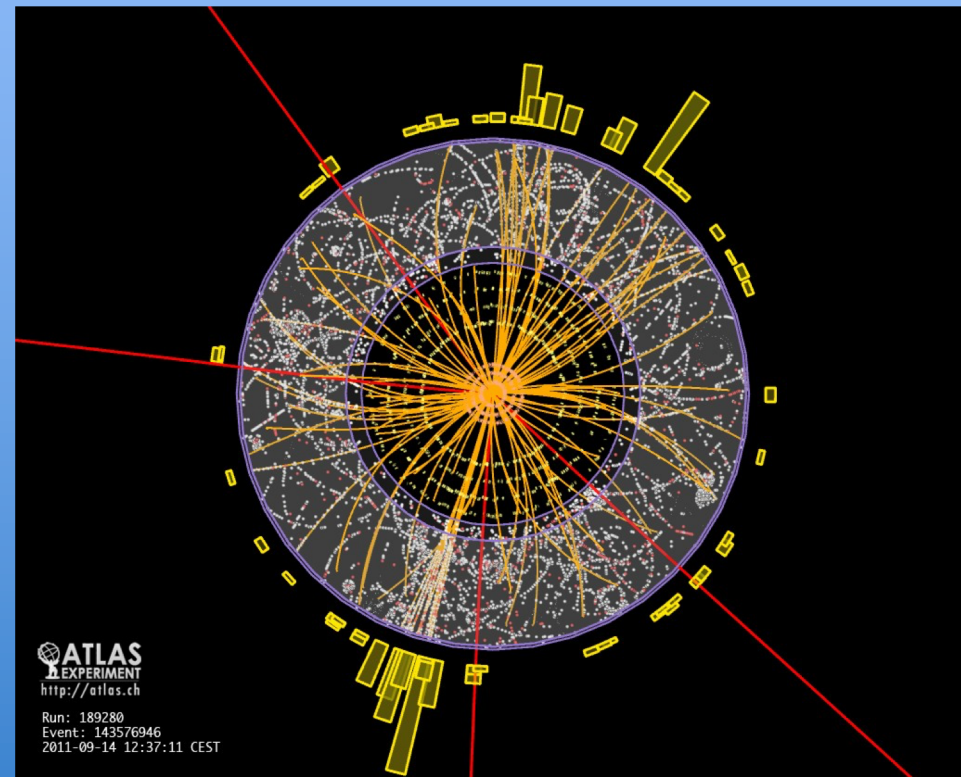
- WW without Higgs
- Expectation for $m_H=125\text{GeV}/c^2$
- Background, e.g. from $t\bar{t}$ or Z
- Measurement: ATP
01.22.13

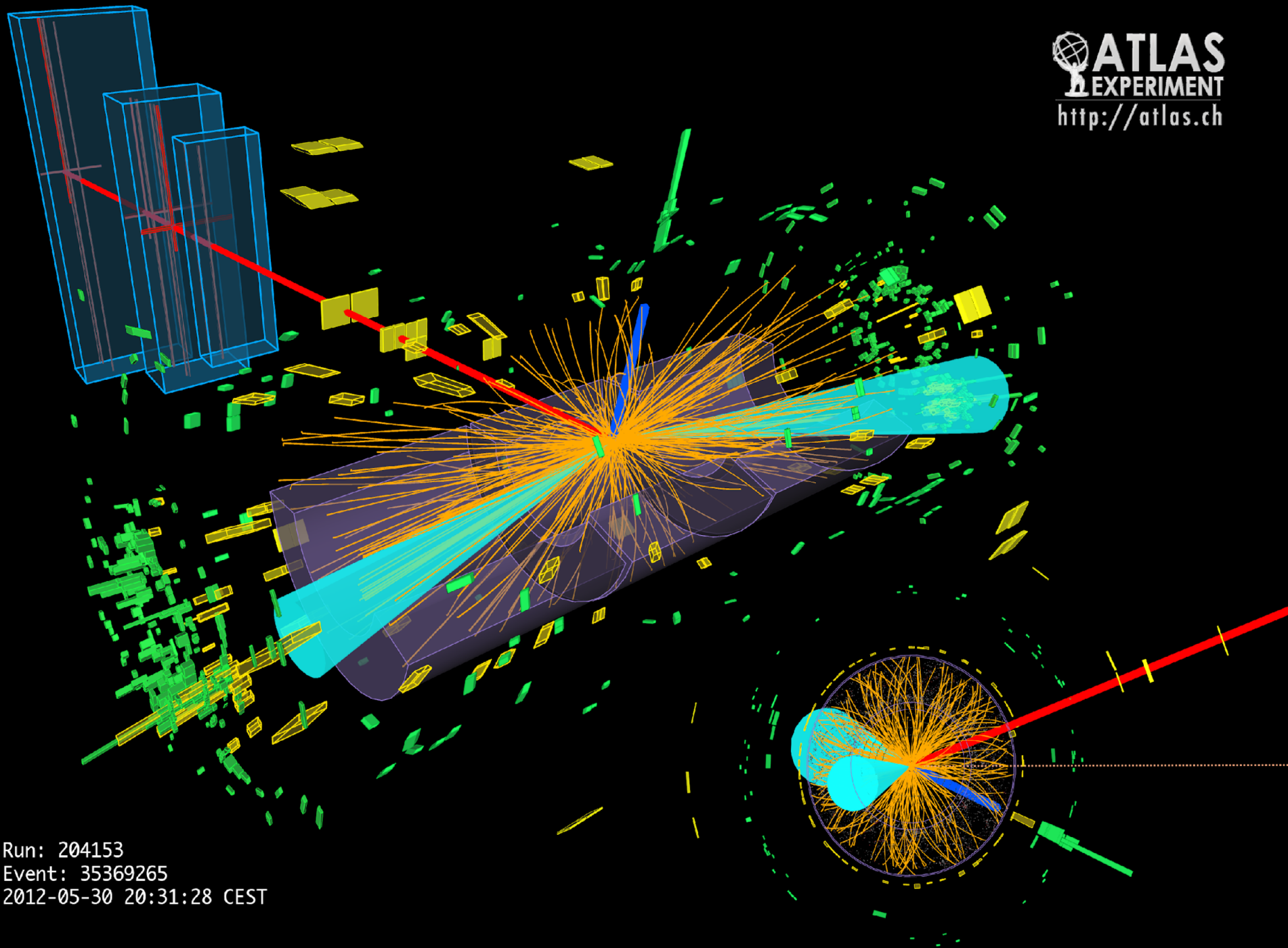


	bin 1	bin 2	bin 3	bin 4	bin 5	bin 6	bin 7	bin 8	bin 9	bin 10	SUM
N	11	15	10	13	10	10	16	18	15	15	133
B	4.8	7	7.1	7.5	10.2	10.3	12.2	14.8	17.7	19.3	110.9
S	6.2	8	2.9	5.5	-0.2	-0.3	3.8	3.2	-2.7	-4.3	22.1
Z	2.8	3	1.1	2	-0.1	-0.1	1.1	0.8	-0.7	-1	2.1

NUESTRO TRABAJO

- OBJETIVO:
 - Protón: Contar eventos con un $W^\pm$ y calcular el ratio W^+/W^- (debería dar 1.56.....)
 - Higgs: Medir el ángulo entre dos WW
- Usaremos datos reales de colisiones, tomados por ATLAS en 2011
- Cada colisión de protones se llama "evento"
- El resultado de la colisión puede ser *cualquier cosa*

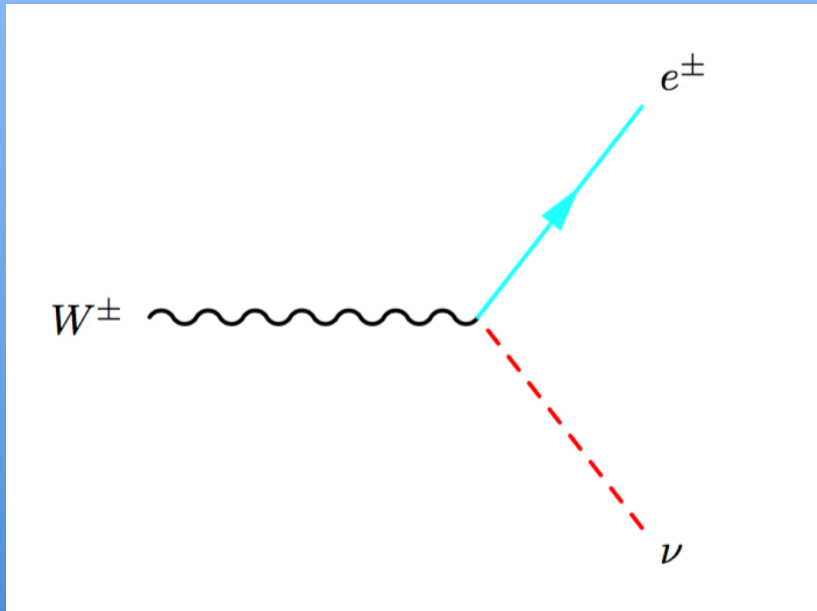




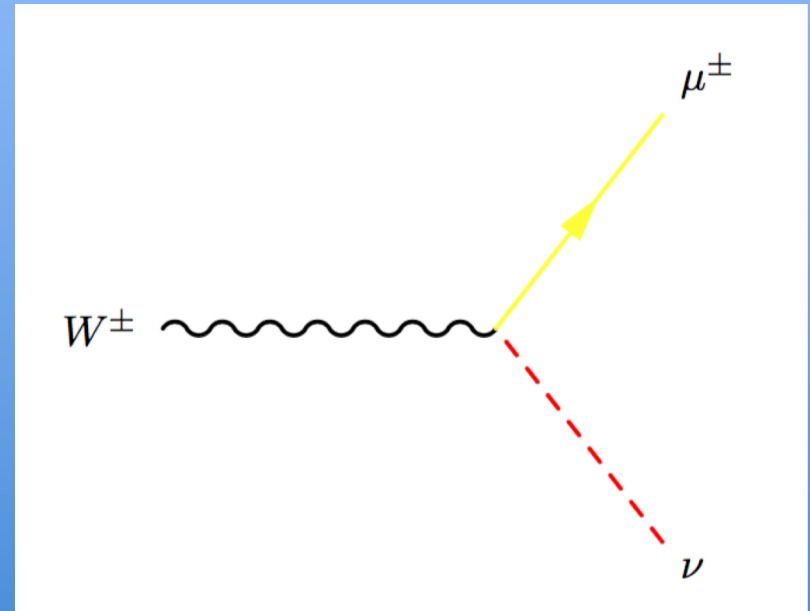
Run: 204153
Event: 35369265
2012-05-30 20:31:28 CEST

Encontrar $W^\pm$

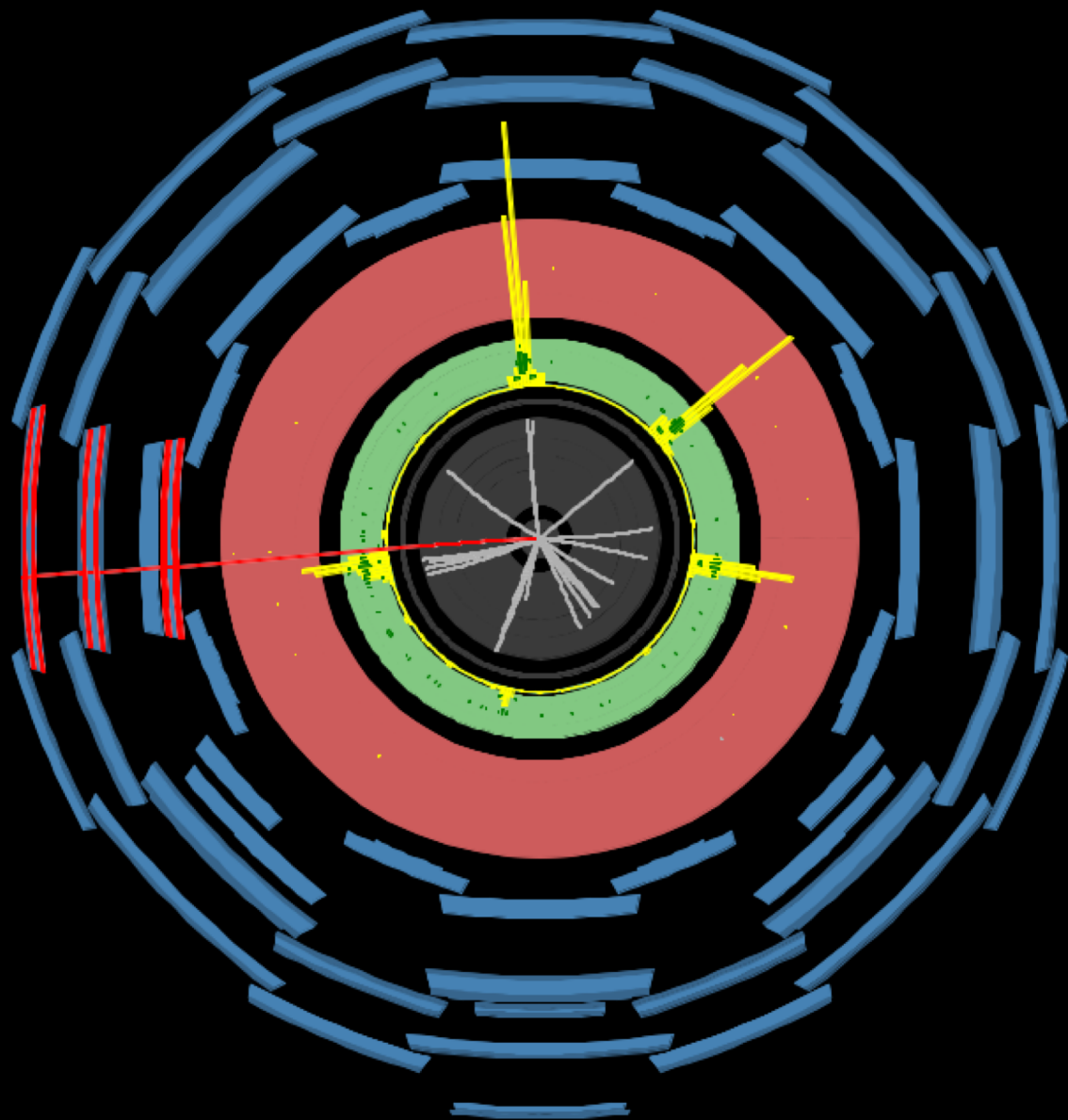
- El $W^\pm$ no es una partícula estable, decae
- Buscamos leptones: electrón (e) o muón (μ) porque son muy fáciles de ver
- Los neutrinos NO se ven, son “energía perdida”



$$W^\pm \rightarrow e^\pm$$



$$W^\pm \rightarrow \mu^\pm$$

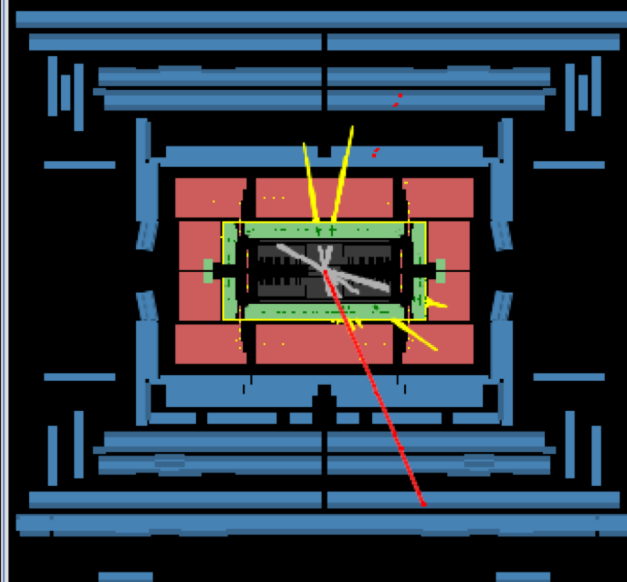


ATLAS

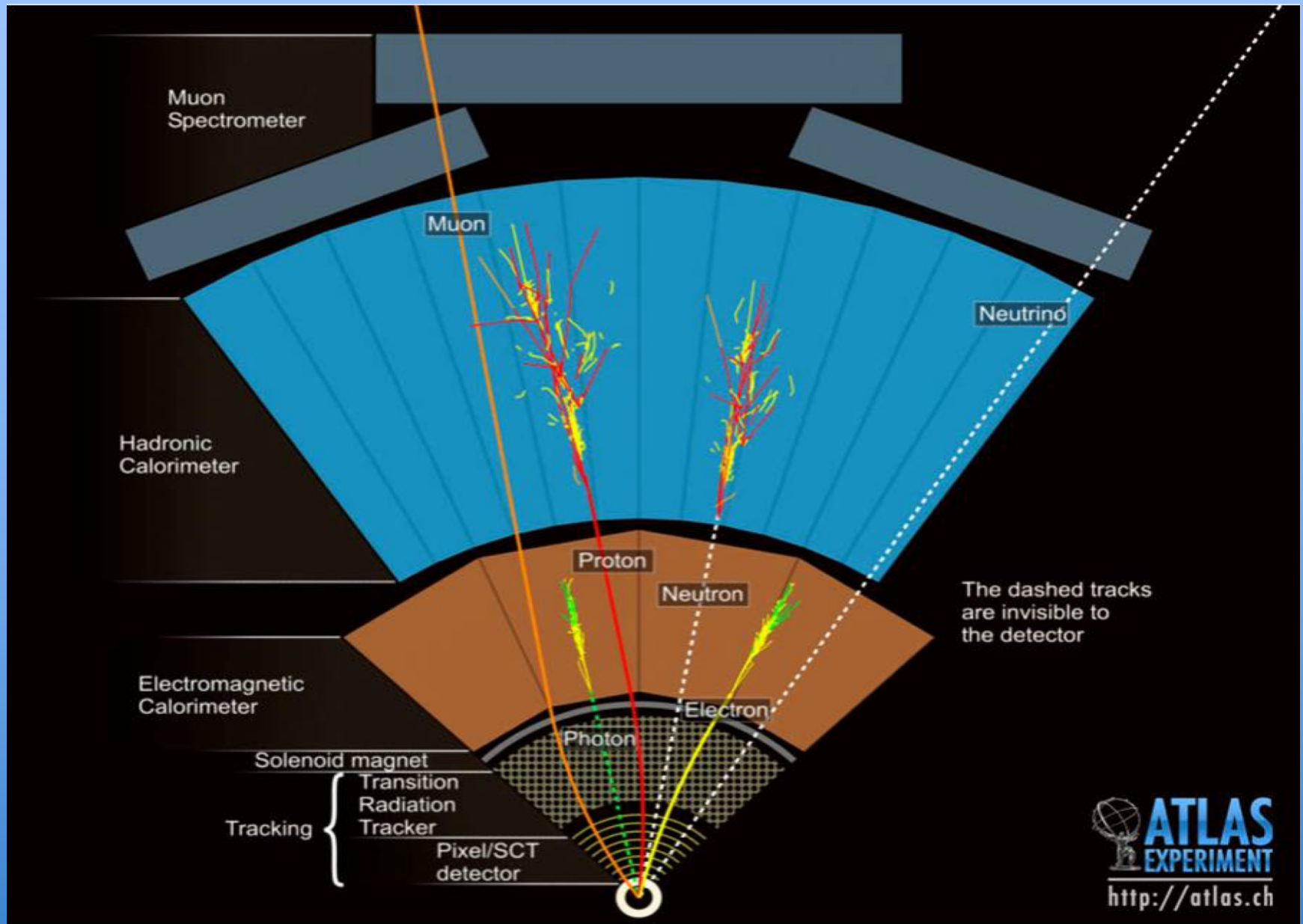
EXPERIMENT

Run Number: 281385, Event Number: 1292162133

Date: 2015-10-10 20:46:27 CEST



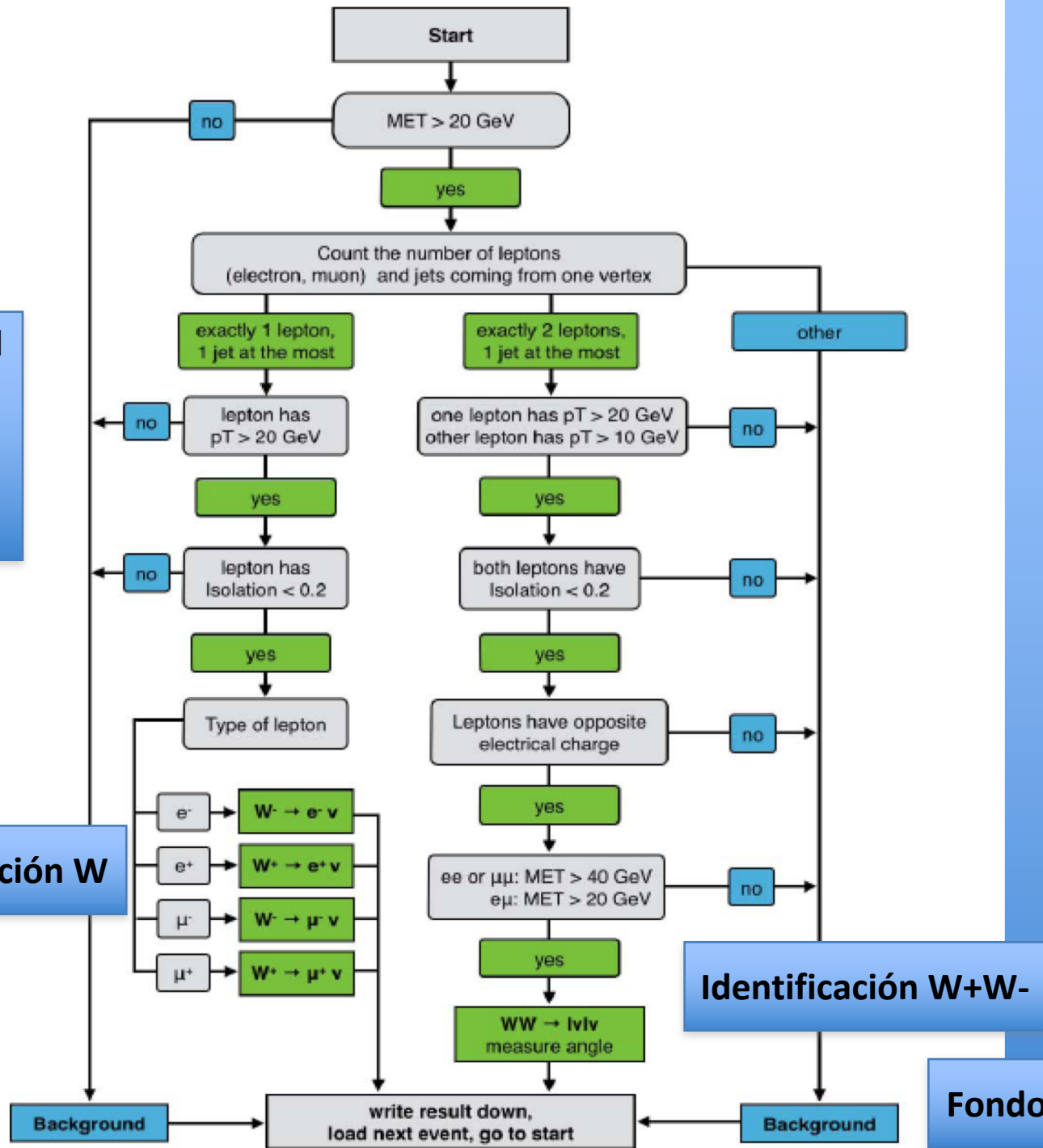
Identificar partículas



Esquema general
para la
identificación de
sucesos en los
dos análisis

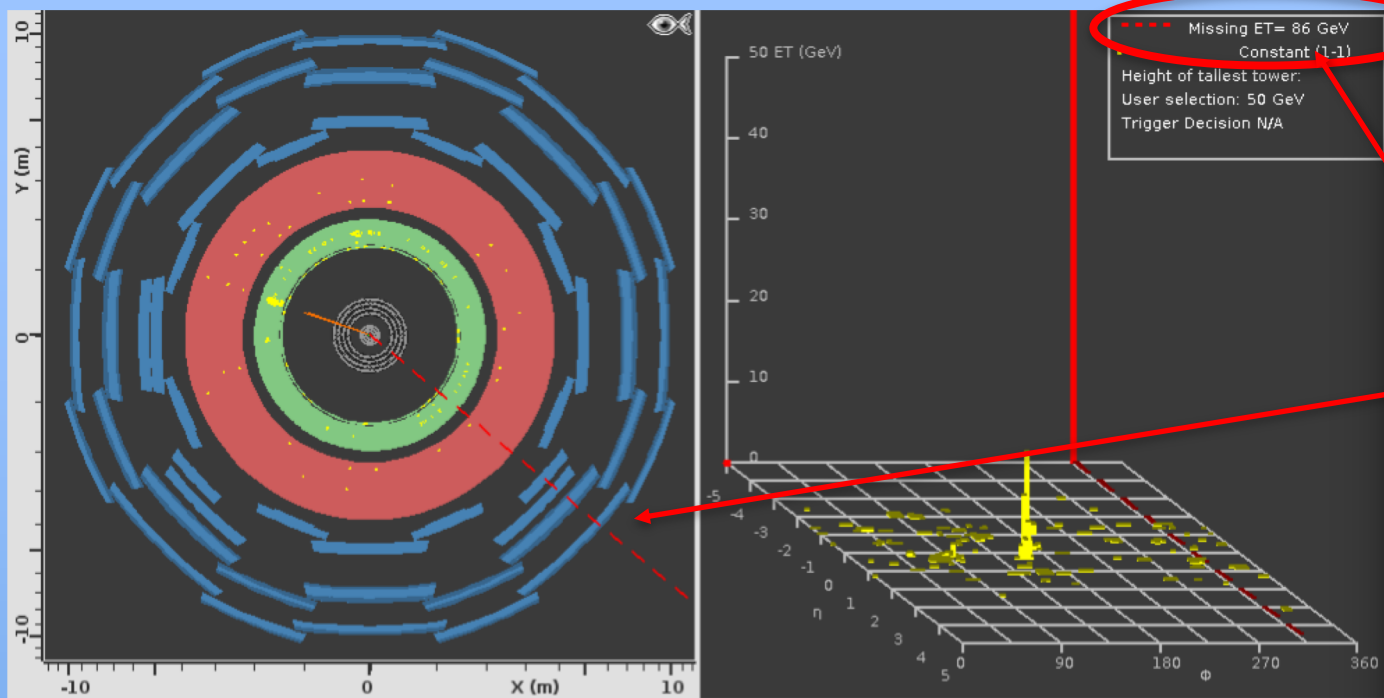
Identificación W

Fondo/Ruido



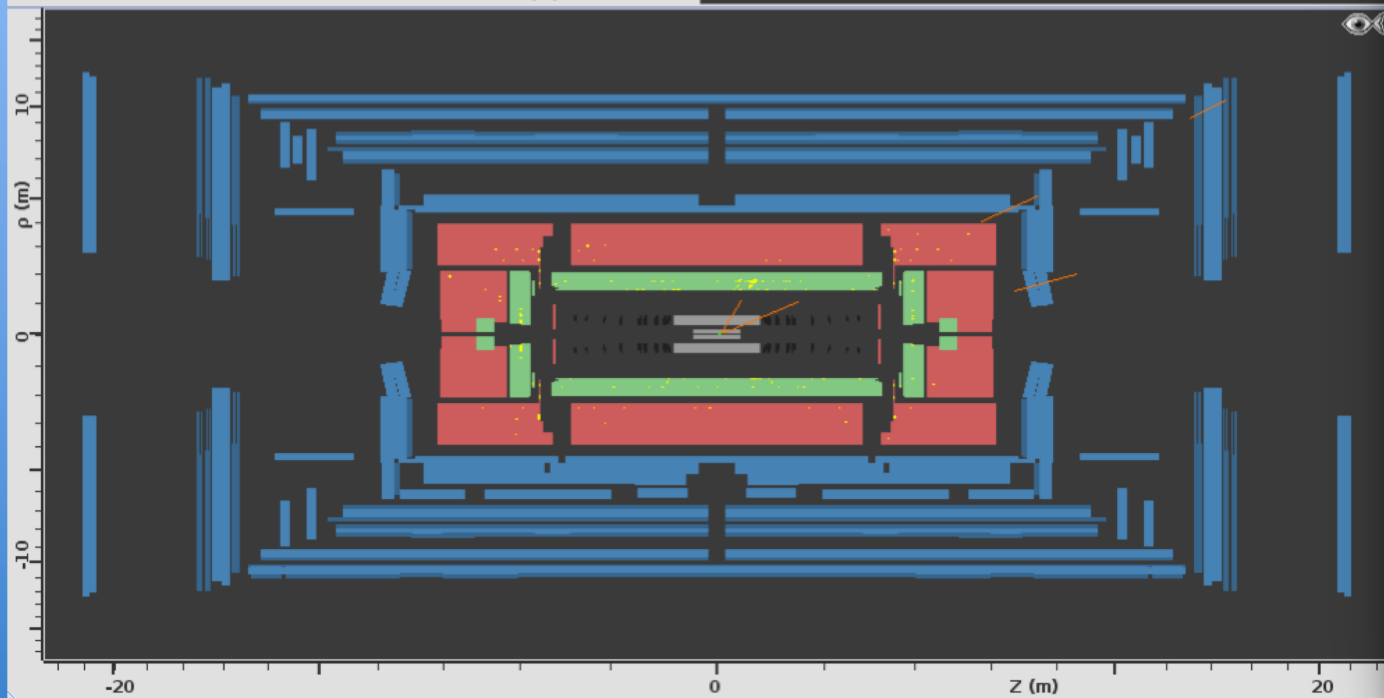
Fondo/Ruido

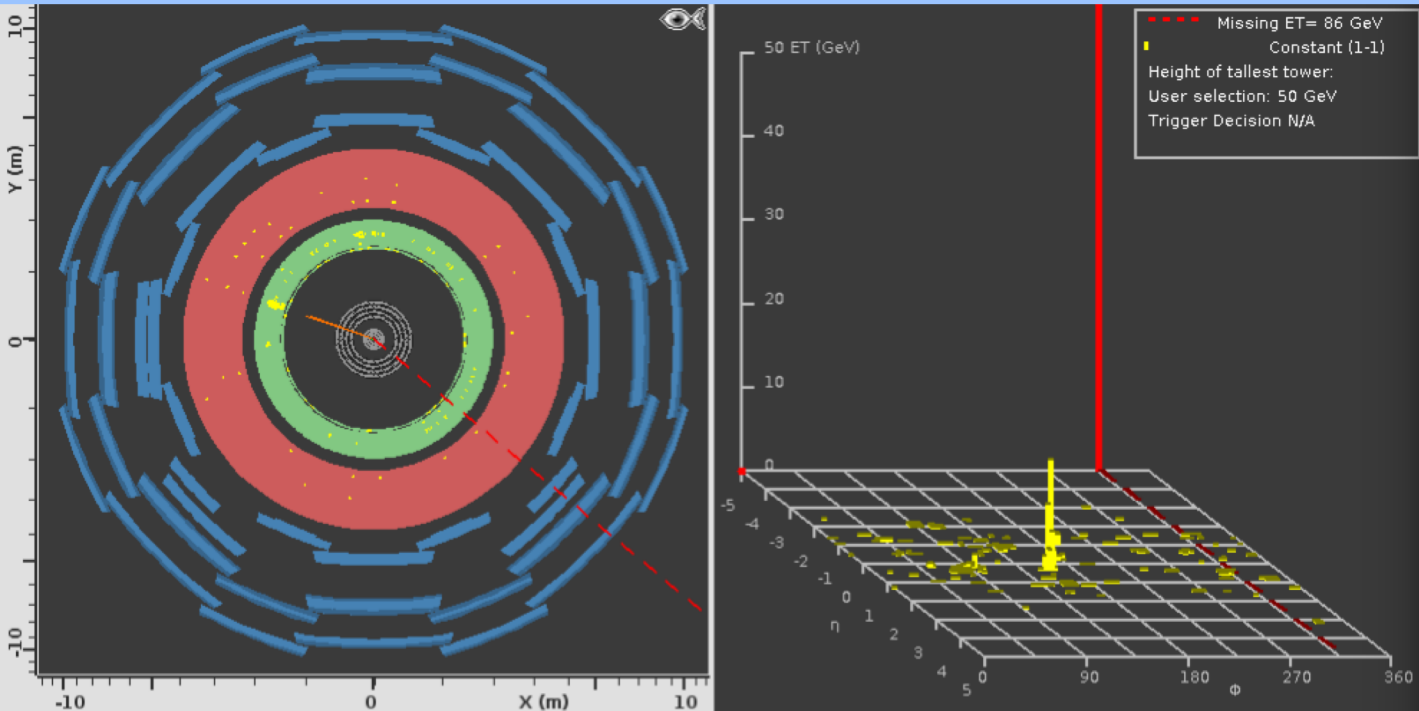
Identificación W+W-



MET

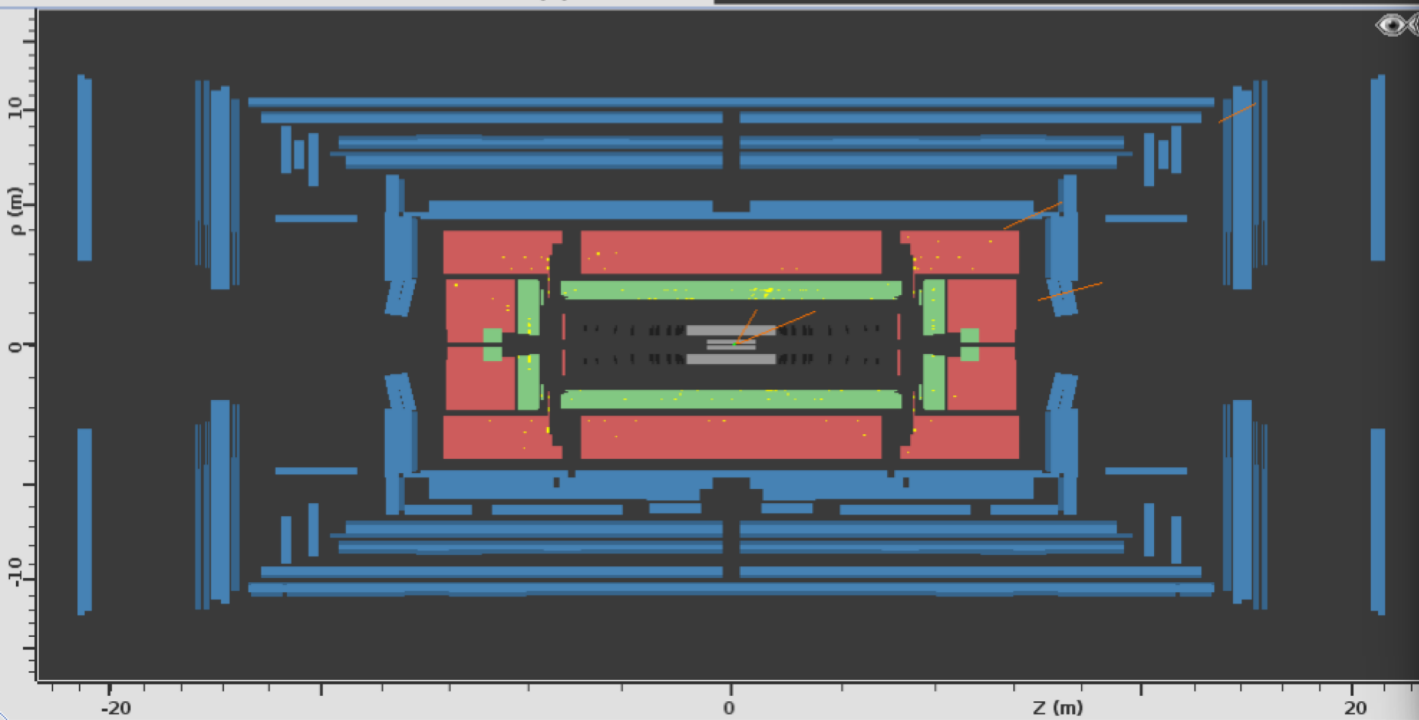
Energía
perdida
debida a
los
neutrinos
(ν)

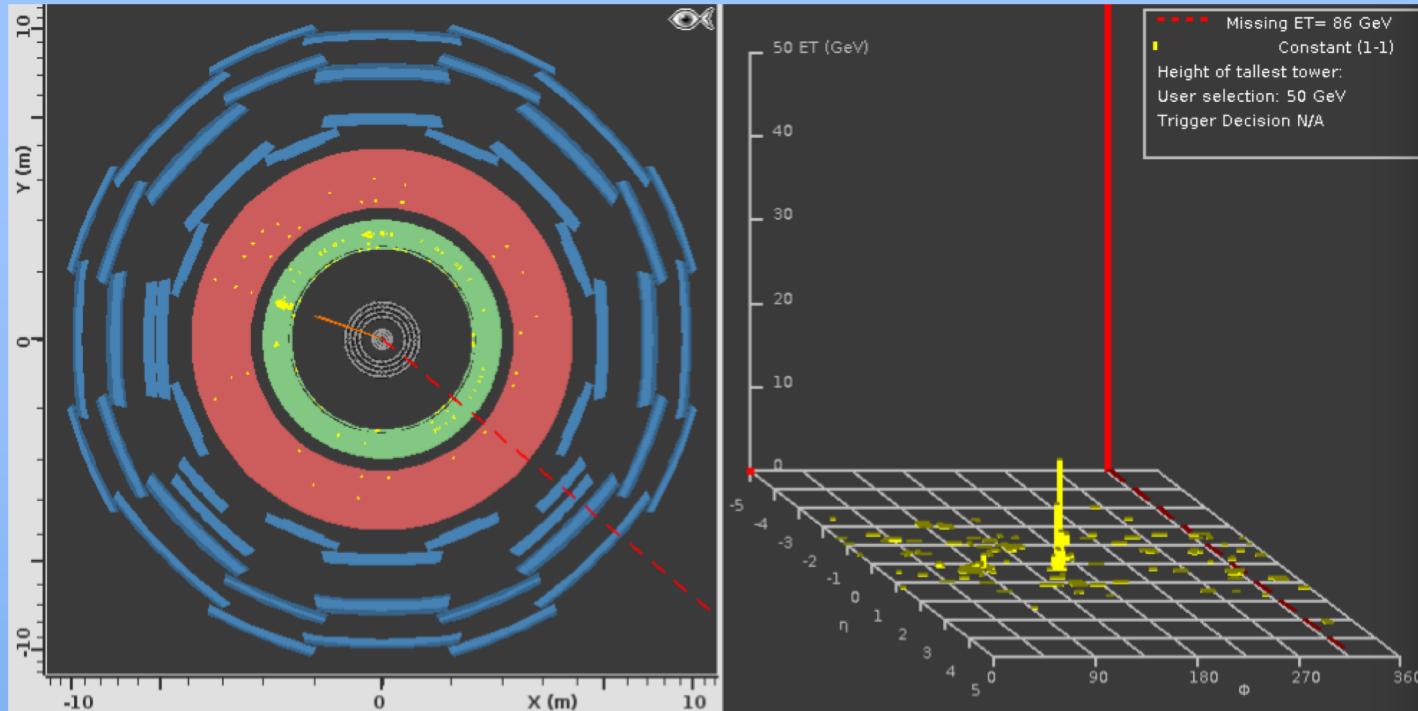




Cuántos
leptones
tenemos?

Qué son
electrones
o muones?





Traza en el detector interno

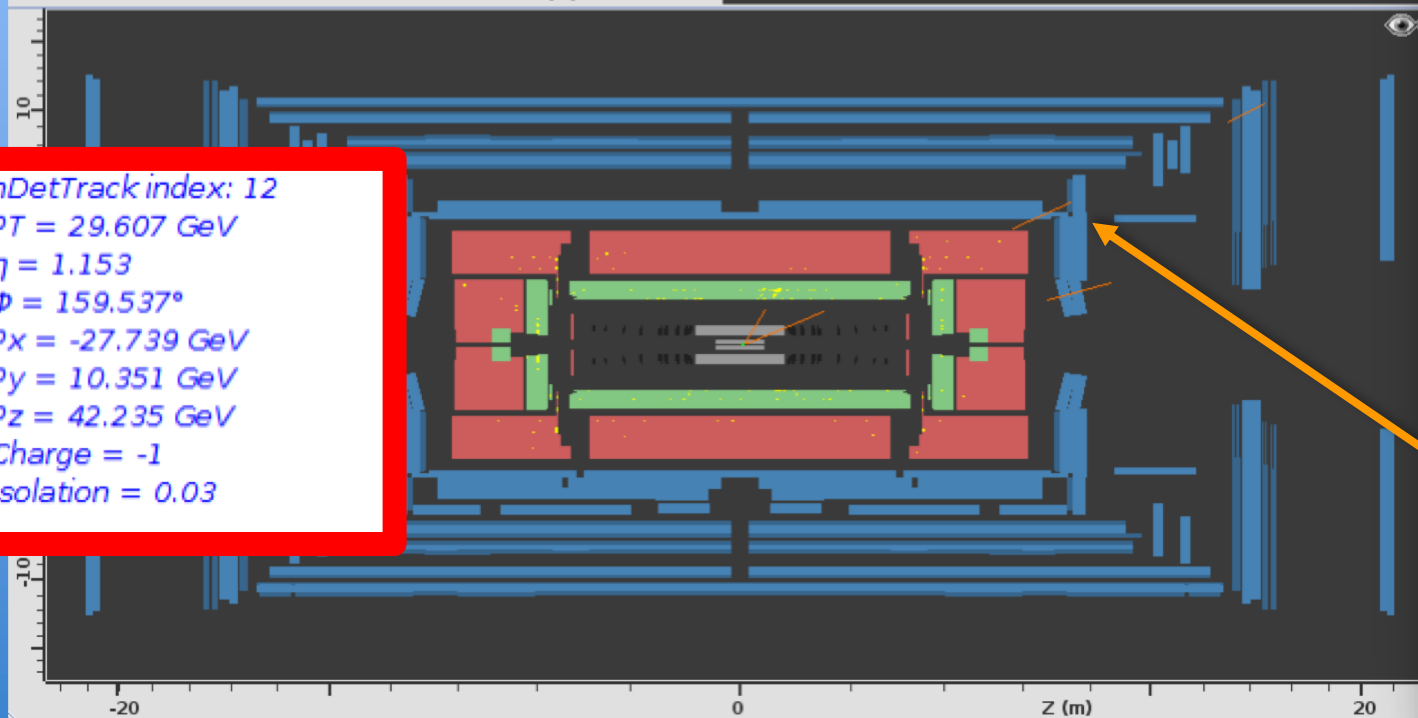
Traza en el detector de muones

Momento mayor que 10/20 GeV

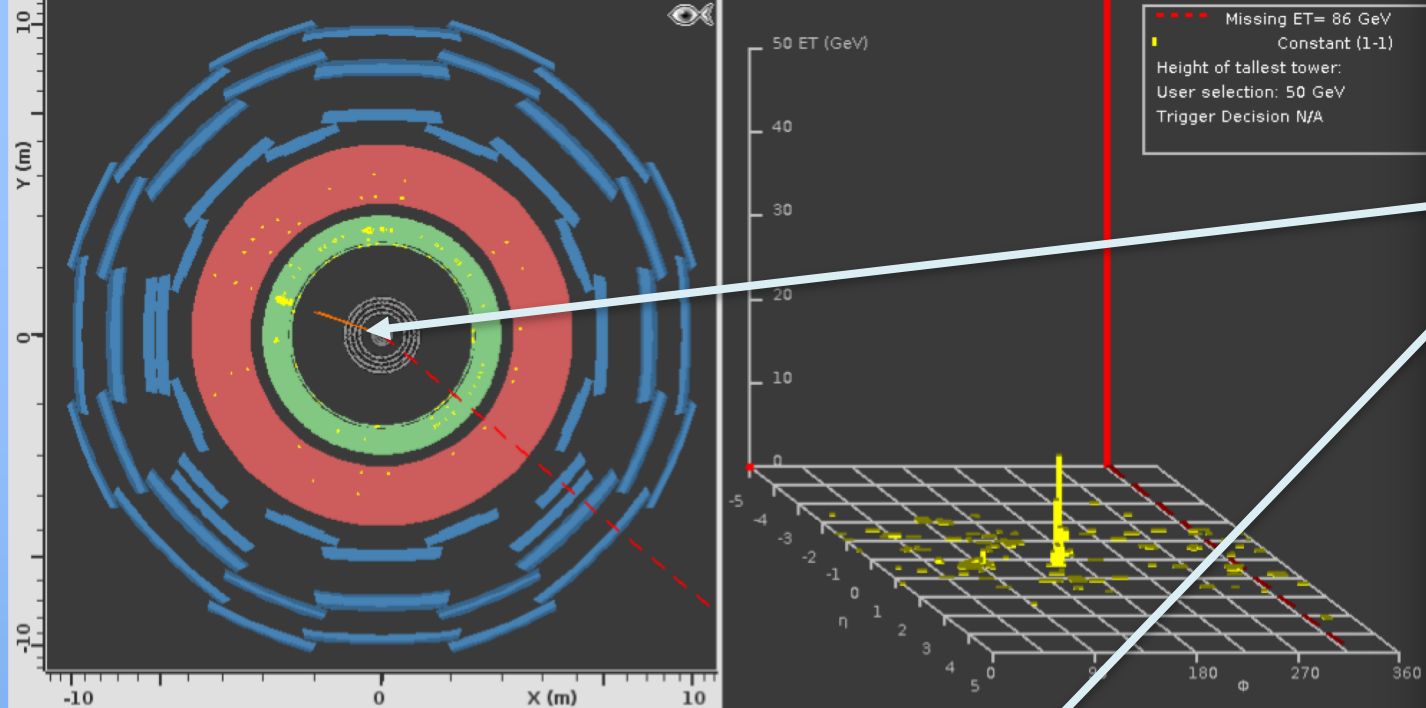
Carga negativa!

Y encima está aislado!!

μ^-



InDetTrack index: 12
 PT = 29.607 GeV
 $\eta = 1.153$
 $\Phi = 159.537^\circ$
 $P_x = -27.739$ GeV
 $P_y = 10.351$ GeV
 $P_z = 42.235$ GeV
 Charge = -1
 Isolation = 0.03



e^+

Traza en el
detector
interno

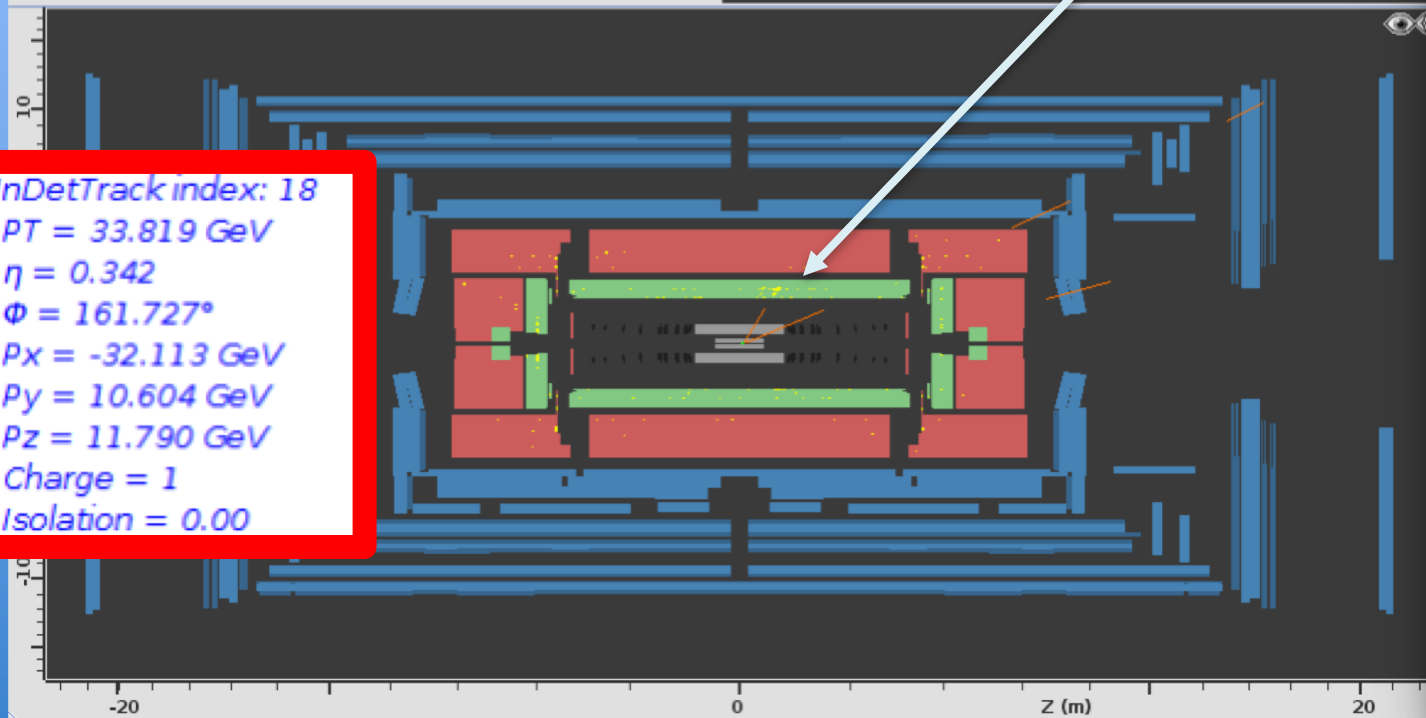
Energía en el
calorímetro
em. (verde)

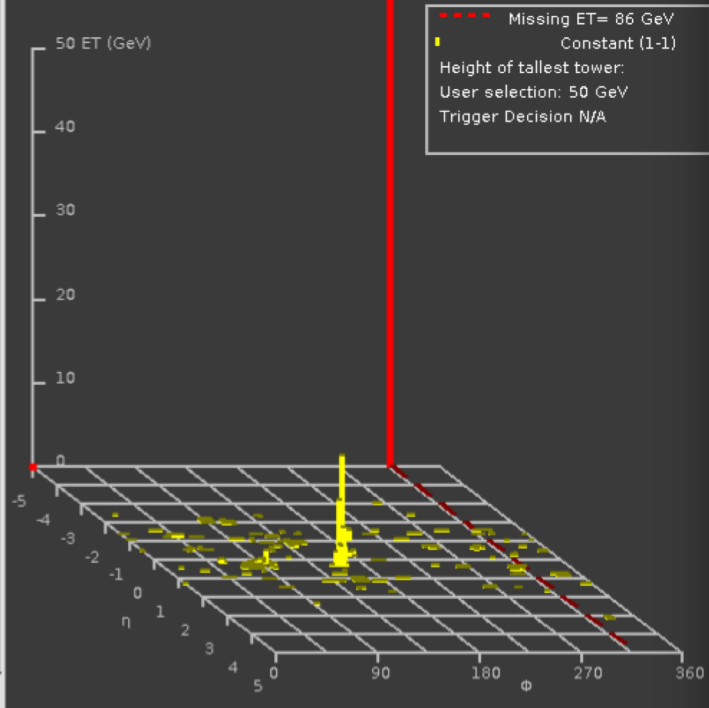
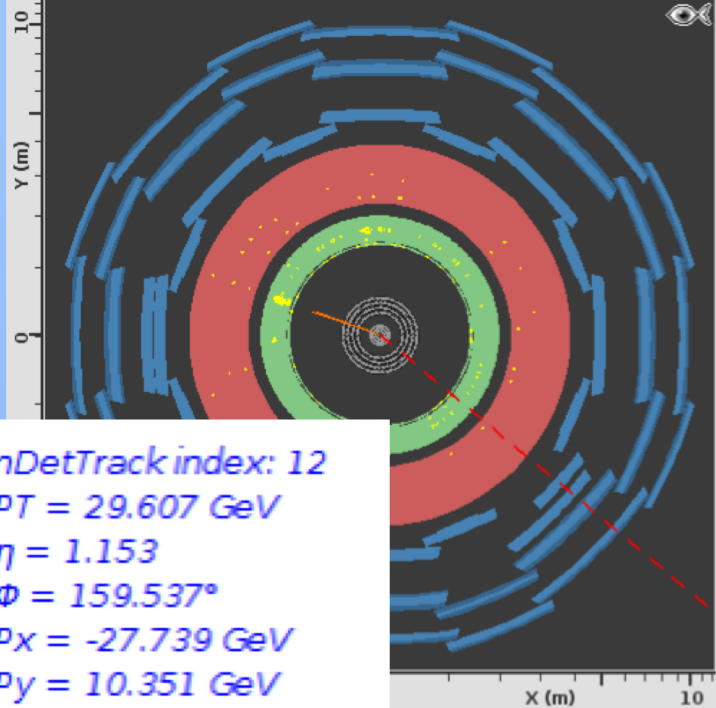
Momento
mayor que
10/20 GeV

Carga
positiva!!!

También está
aislado!!!

InDetTrack index: 18
PT = 33.819 GeV
 $\eta = 0.342$
 $\Phi = 161.727^\circ$
Px = -32.113 GeV
Py = 10.604 GeV
Pz = 11.790 GeV
Charge = 1
Isolation = 0.00



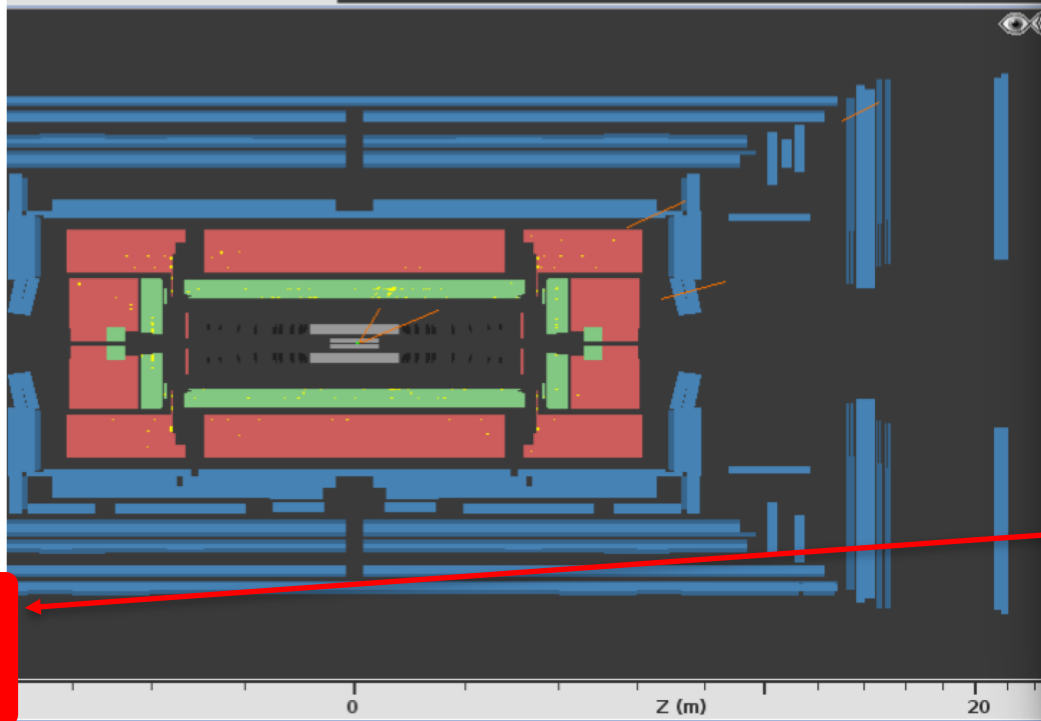


Para saber el ángulo entre los leptones apretar la letra "P" y después click en las trazas del detector interno

TIENE CARGA DISTINTA!!

MEDIR Y APUNTAR EL ÁNGULO

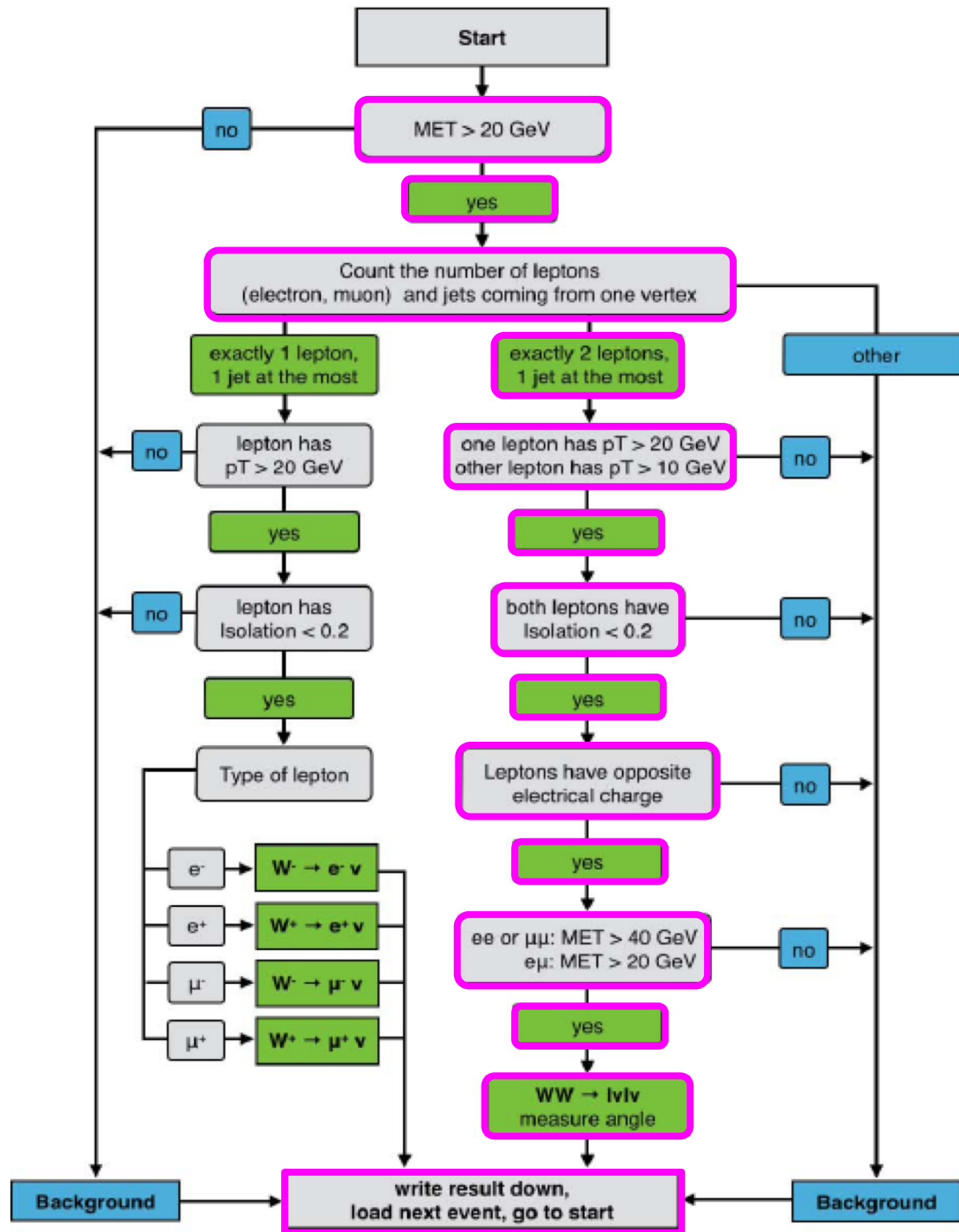
$$\Delta\phi(l\bar{l})$$



InDetTrack index: 12
PT = 29.607 GeV
 $\eta = 1.153$
 $\Phi = 159.537^\circ$
Px = -27.739 GeV
Py = 10.351 GeV
Pz = 42.235 GeV
Charge = -1
Isolation = 0.03

InDetTrack index: 18
PT = 33.819 GeV
 $\eta = 0.342$
 $\Phi = 161.727^\circ$
Px = -32.113 GeV
Py = 10.604 GeV
Pz = 11.790 GeV
Charge = 1
Isolation = 0.00

$\Delta\phi = 2.2^\circ (0.038)$
 $\Delta R = 0.812$



Identificación de partículas

Datos reales de 2011 del detector ATLAS

(http://atlas.physicsmasterclasses.org/en/wpath_data.php)

- La muestra de datos inicial tiene **2000 sucesos**
- Se divide en **40 submuestras de 50 sucesos** cada una.
- Cada submuestra tiene **un número (5/6) y una letra de la A-T**
- En **vuestra hoja de resultados** aparece la que tenéis asignada!

Valencia números 5 y 6

Thu, Mar 05

VC 1: ATLAS W

Robin

Michael

Valencia



Alexandria



Copenhagen



Letohrad



5 & 6

Bern, Valencia, Wurzburg

5A 5B 5C 5D 5E 5F 5G 5H 5I 5J

5K 5L 5M 5N 5O 5P 5Q 5R 5S 5T

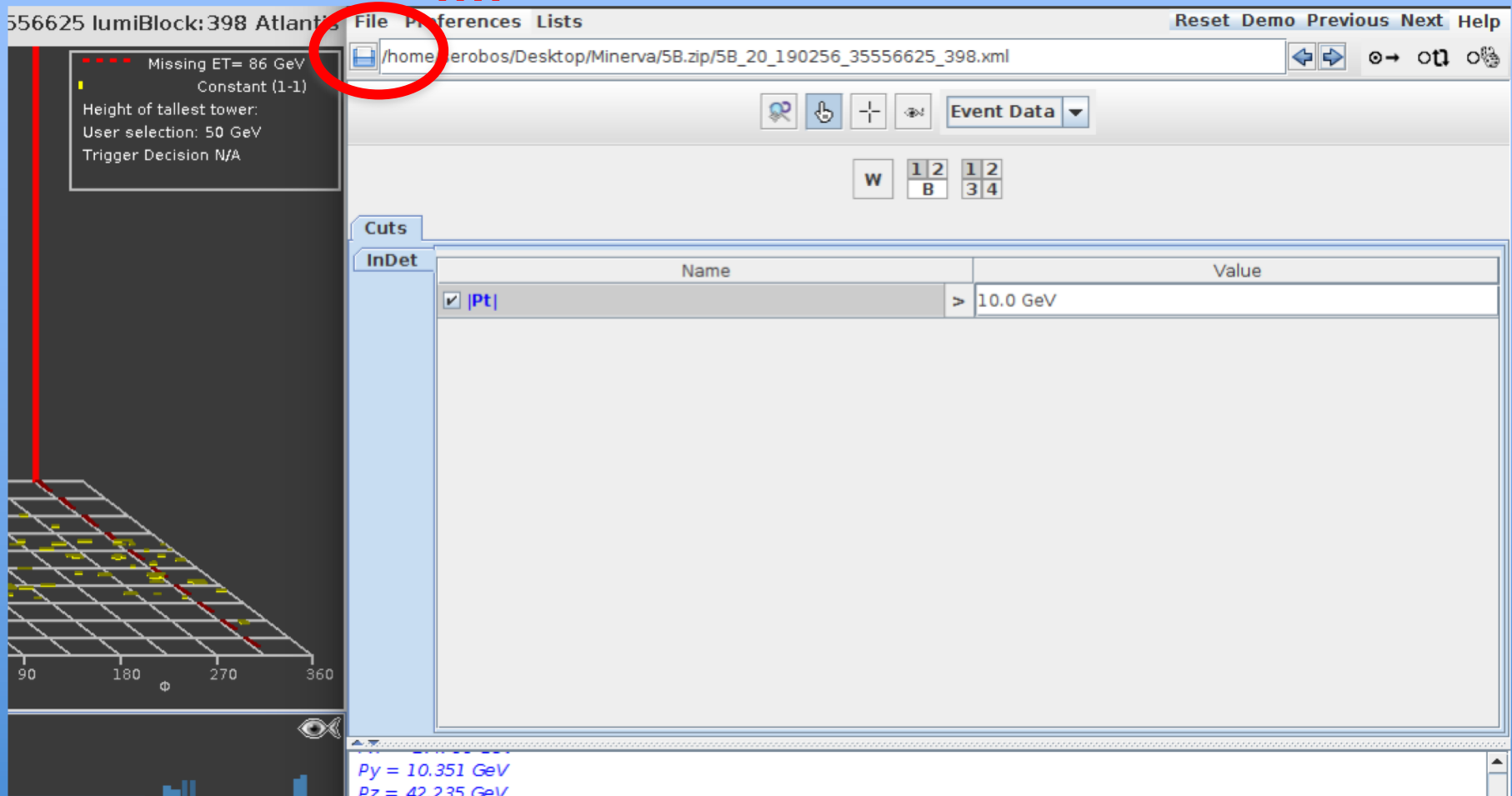
6A 6B 6C 6D 6E 6F 6G 6H 6I 6J

6K 6L 6M 6N 6O 6P 6Q 6R 6S 6T

Buscamos nuestros datos

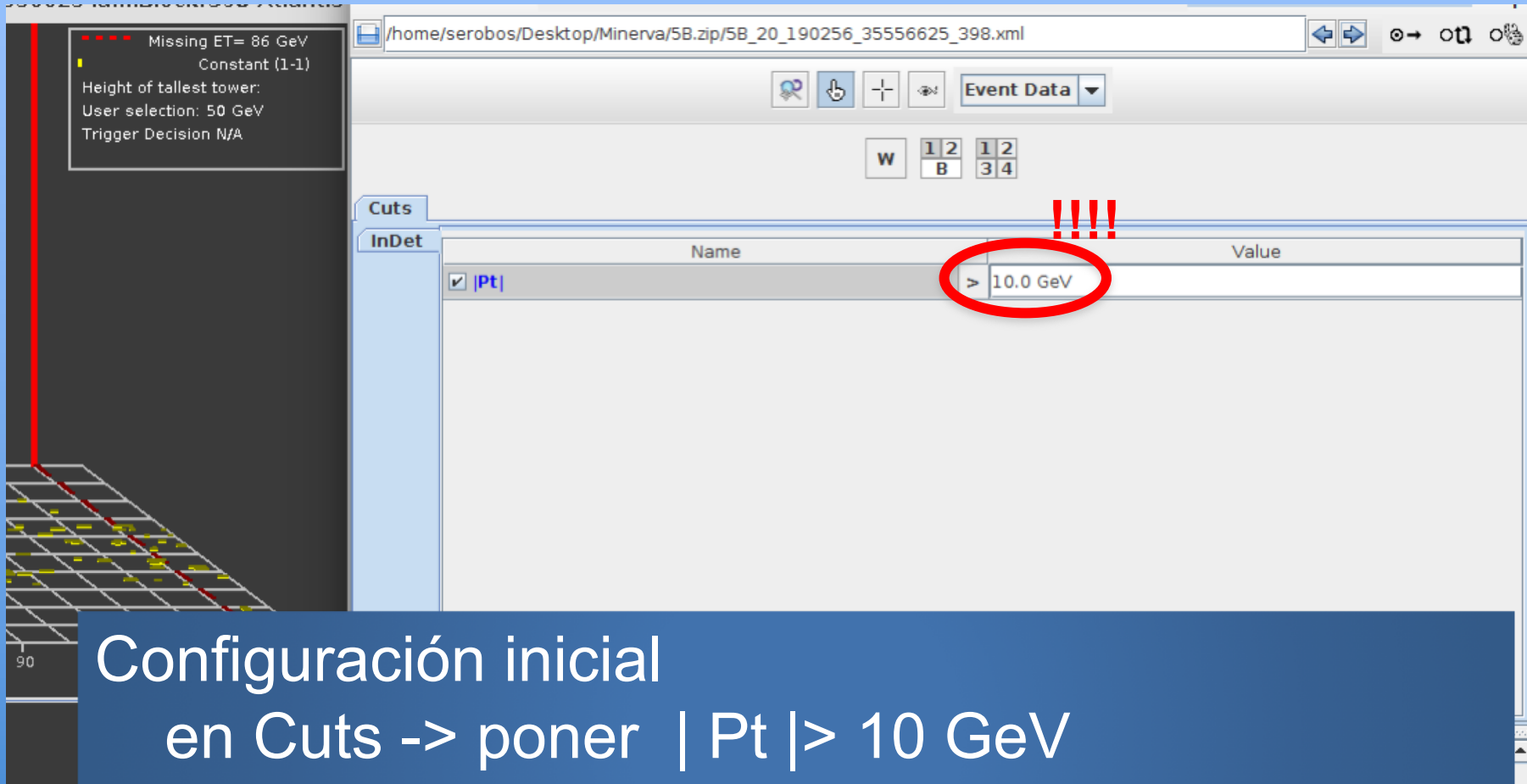
File --• ReadEventLocally --• cargar el fichero .zip correspondiente

!!!!



Visualizador de Sucesos HYPATIA

Lanza el programa MINERVA desde tu PC directamente
(inicio) c:\programa\minerva2016\Minerva



The screenshot shows the HYPATIA event viewer interface. On the left, a 3D visualization of a particle detector is visible. The main window displays the 'Event Data' panel. The 'Cuts' tab is selected, and the 'InDet' section is expanded. A table of cuts is shown with the following columns: 'Name' and 'Value'. The first row is checked and contains the cut $|Pt| > 10.0 \text{ GeV}$. This row is circled in red, and four red exclamation marks (!!!!) are placed above it, indicating a critical configuration step.

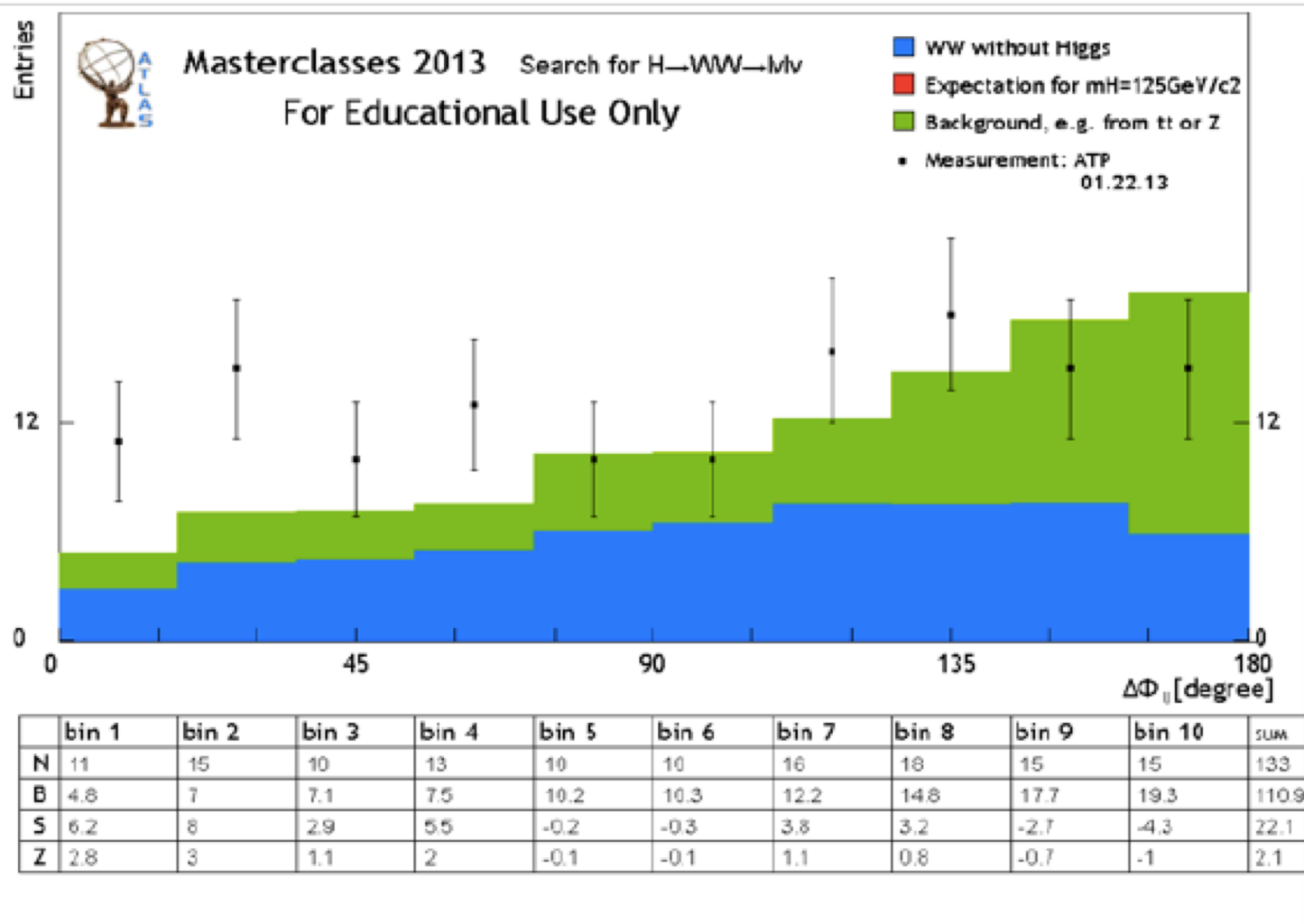
Name	Value
☒ $ Pt $	$> 10.0 \text{ GeV}$

Configuración inicial
en Cuts -> poner $|Pt| > 10 \text{ GeV}$

(quitamos partículas poco energéticas)

Tenemos que rellenar

[illegible]



N:
Mis medidas
(DATOS)

B:
Fondo según
modelo teórico

S:
Diferencia mis
medidas y el
fondo

Z:
Significancia
Estadística

number of bins [1 ... 20]

maximum of y axis

Submit

standardization

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3

cut on bin number

Default

Higgs contribution

☐