



Master Class IFIC – Facultat de Física

Sergi Rodríguez Boscà
&
Santiago González de la Hoz

IFIC- Departamento de Física Experimental
Universitat de València – CSIC



Agenda

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

Hands on Particle Physics Masterclasses AGENDA ATLAS, MASTERCLASS 2019 DEL IFIC

El IFIC participará en esta actividad el **26 de marzo de 2019**. A continuación se muestra la agenda del día:

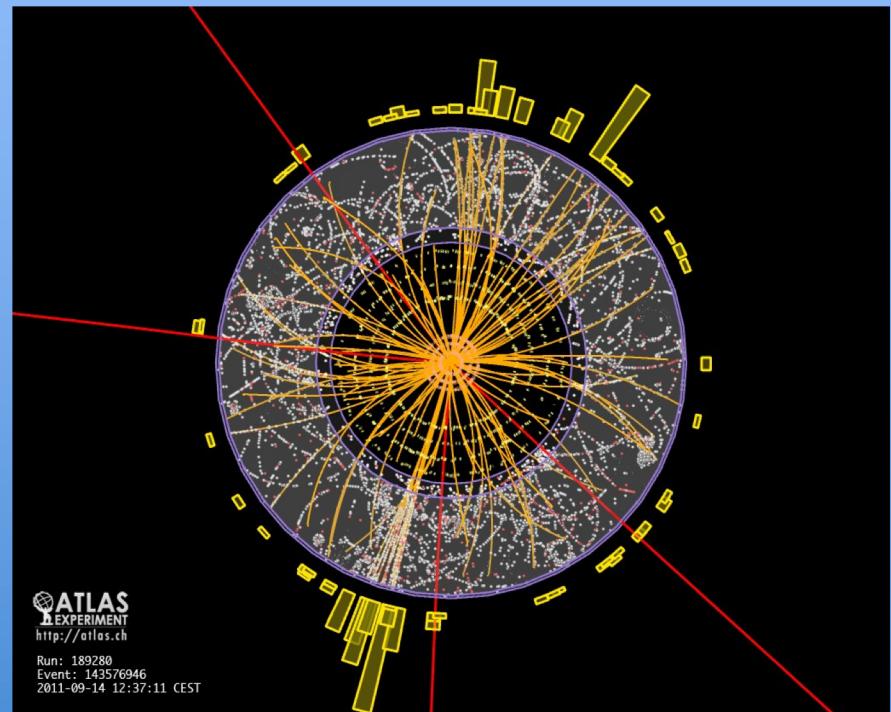
| Hora | Actividad | Ponente |
|---------------|--------------------------------------------------------------------------------|--------------------|
| 9:30 - 10:00 | Introducción a la física de partículas y Modelo Estándar. | Alberto Aparici. |
| 10:00 - 10:30 | Introducción a los aceleradores de partículas, LHC y ATLAS. | Salvador Martí. |
| 10:30 - 11:00 | Almuerzo. | |
| 11:00 - 11:30 | Introducción al ejercicio. | Sergi Rodríguez |
| | | Santiago González. |
| 11:30 - 13:00 | Ejercicio tutorizado. | |
| 13:30 - 14:45 | Comida. | |
| 14:45 - 15:15 | Introducción al IFIC. | Alberto Aparici. |
| 15:15 - 16:00 | Comentario de resultados y elección del representante para hablar con el CERN. | |
| 16:00 - 17:00 | Videoconferencia con el CERN y cuestionario. | |
| 17:00 | Despedida. | |

| |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Tue, Mar 26 |
| VC 1: ATLAS W |
| |
| |
| |
| Orsay LAL  |
| Valencia  |
| Bern  |
| Rome Tor Vergata  |
| Tbilisi TSU  |

Qué vamos a hacer?

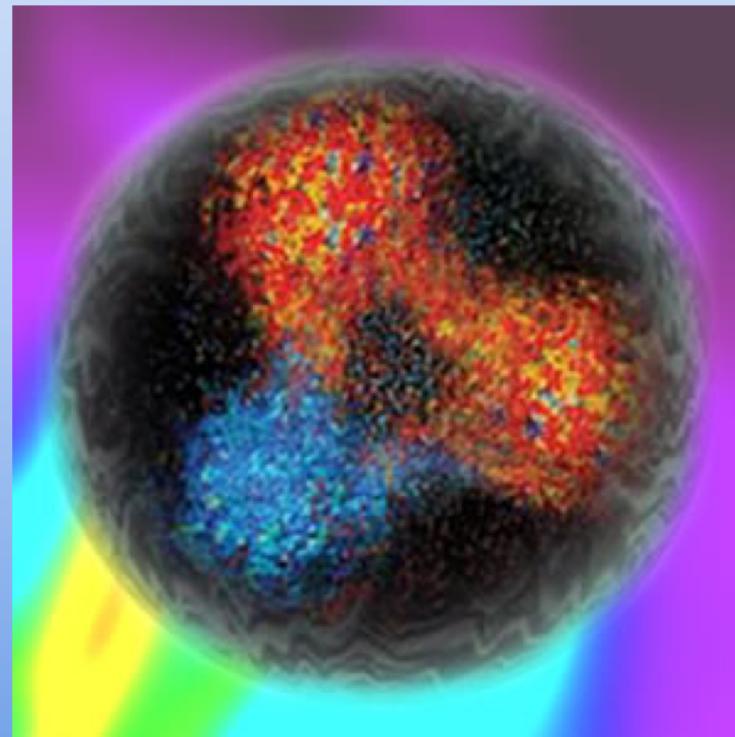
<http://atlas.physicsmasterclasses.org/en/wpath.htm>

- I. Comprobar la estructura interna del protón
- I. Búsqueda del bosón de Higgs

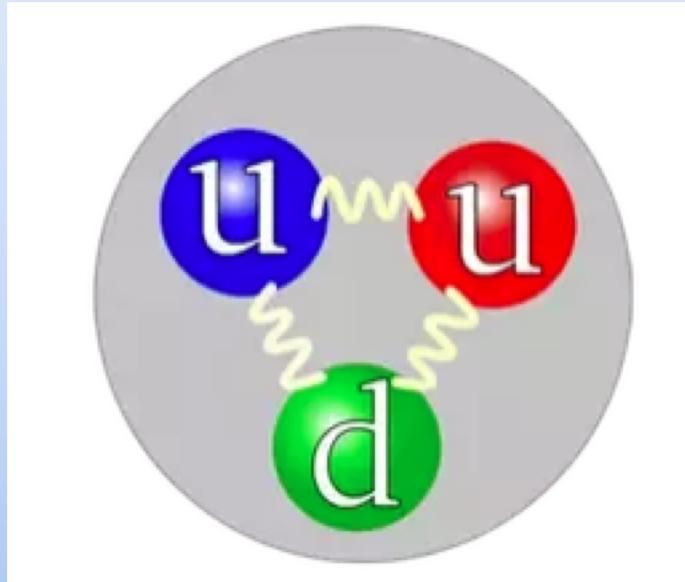


EJERCICIO 1:

Comprobar la estructura
interna del protón

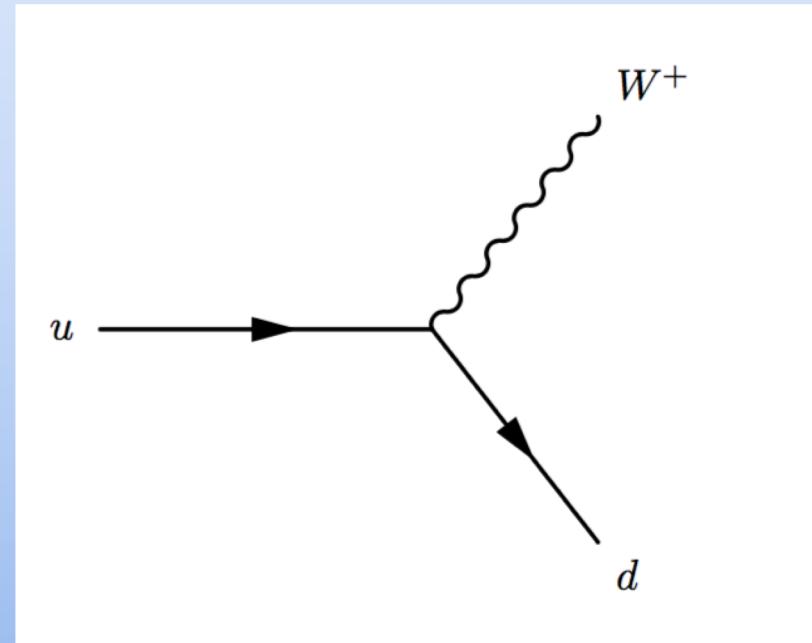


El protón: teoría



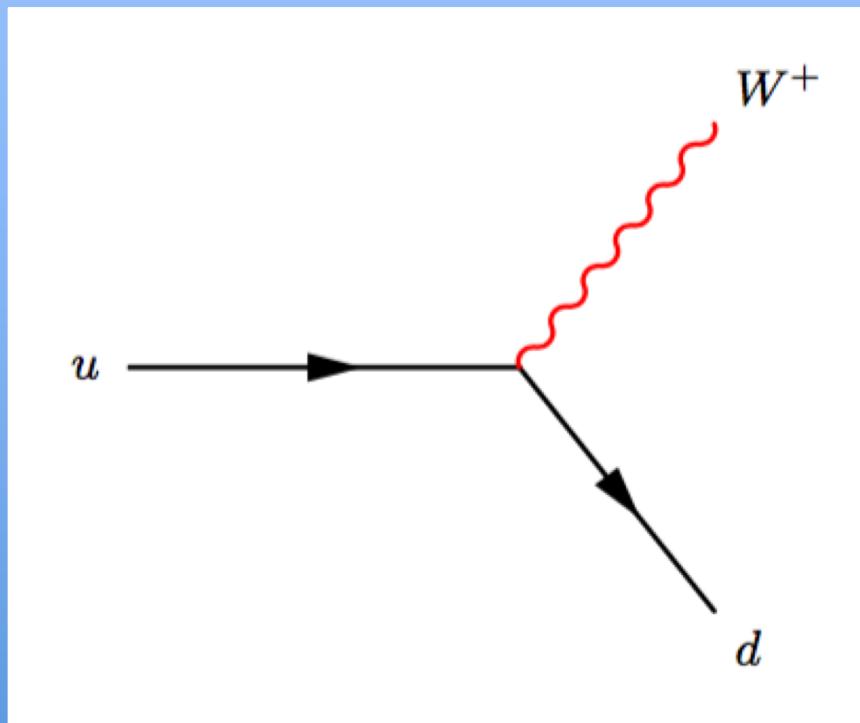
- quark u : $+2/3$
- quark u : $+2/3$
- quark d : $-1/3$

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

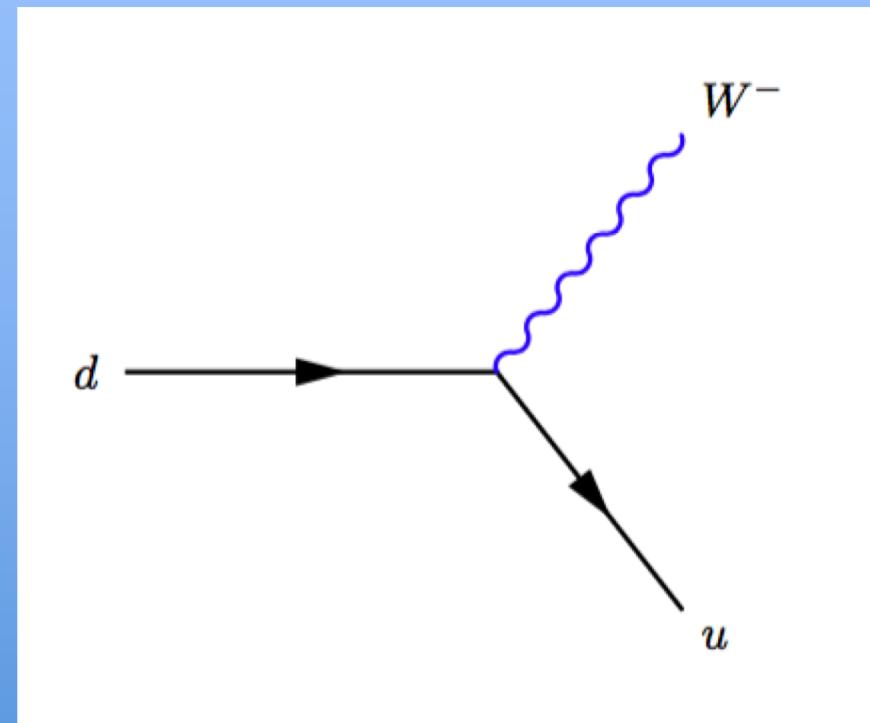


Partícula W^\pm

¿Cómo distinguirlos?



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



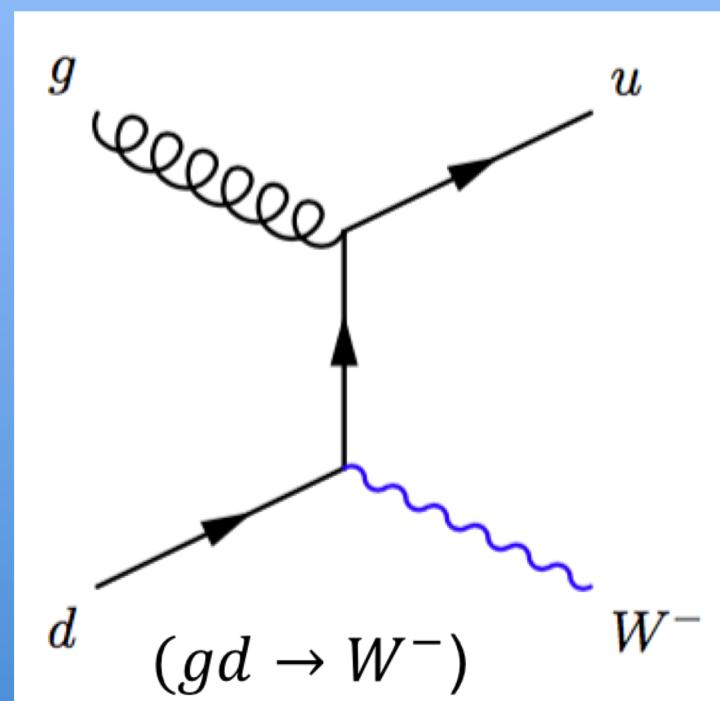
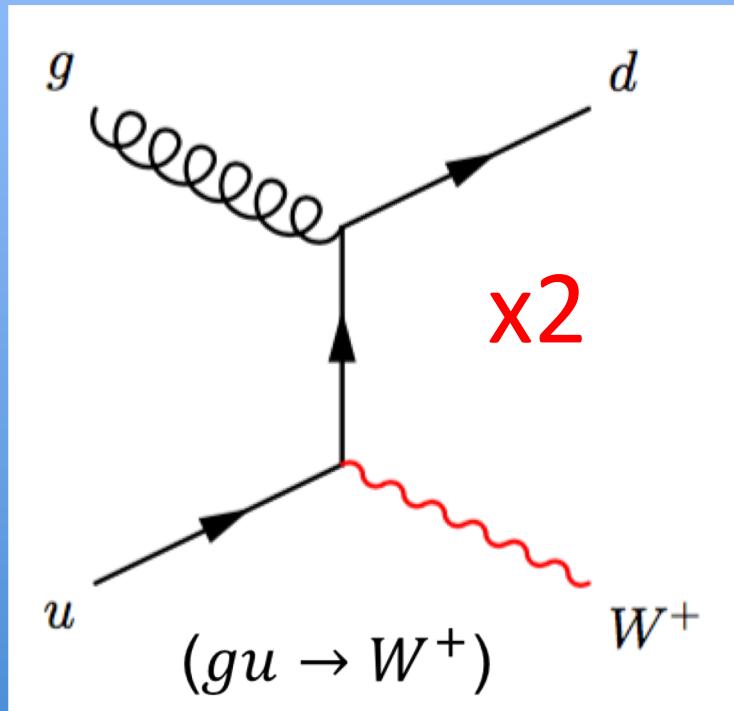
$$d \rightarrow u + W^-$$

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

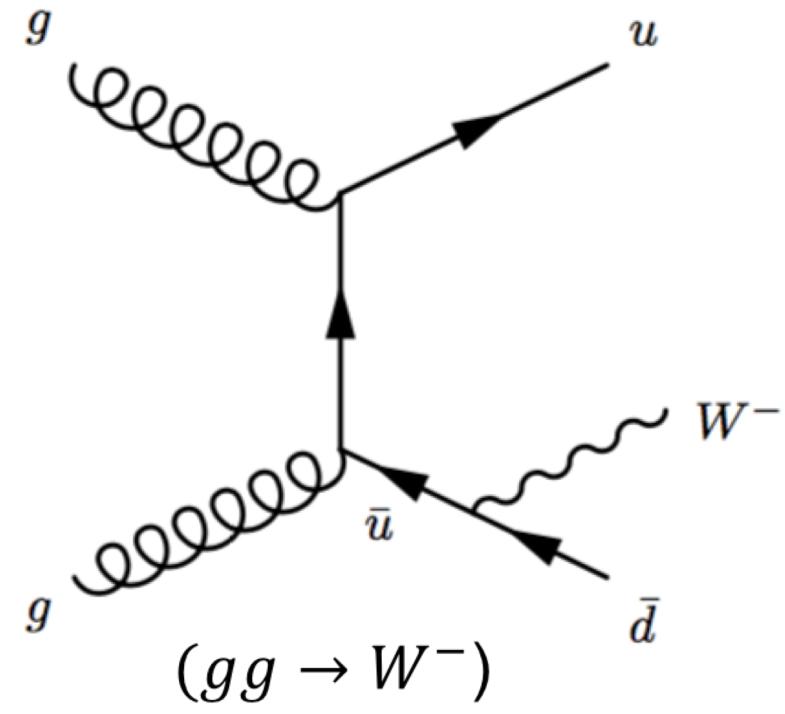
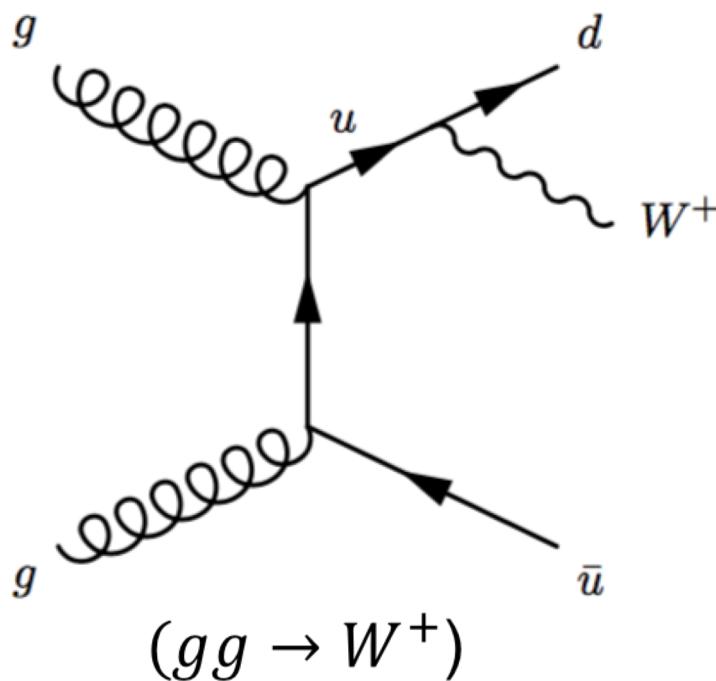
(34% de los W se producen así)

→ $(gg \rightarrow W^+)$

-- 17%

→ $(gg \rightarrow W^-)$

-- 17%



Resumen

- Resultados finales (W^+ y W^-)
→ $(gg \rightarrow W^+) + 2 \times (gu \rightarrow W^+) = 17 + 44 = 61\%$
→ $(gg \rightarrow W^-) + (gd \rightarrow W^-) = 17 + 22 = 39\%$
- La proporción (teórica) entre W^+ y W^- :

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

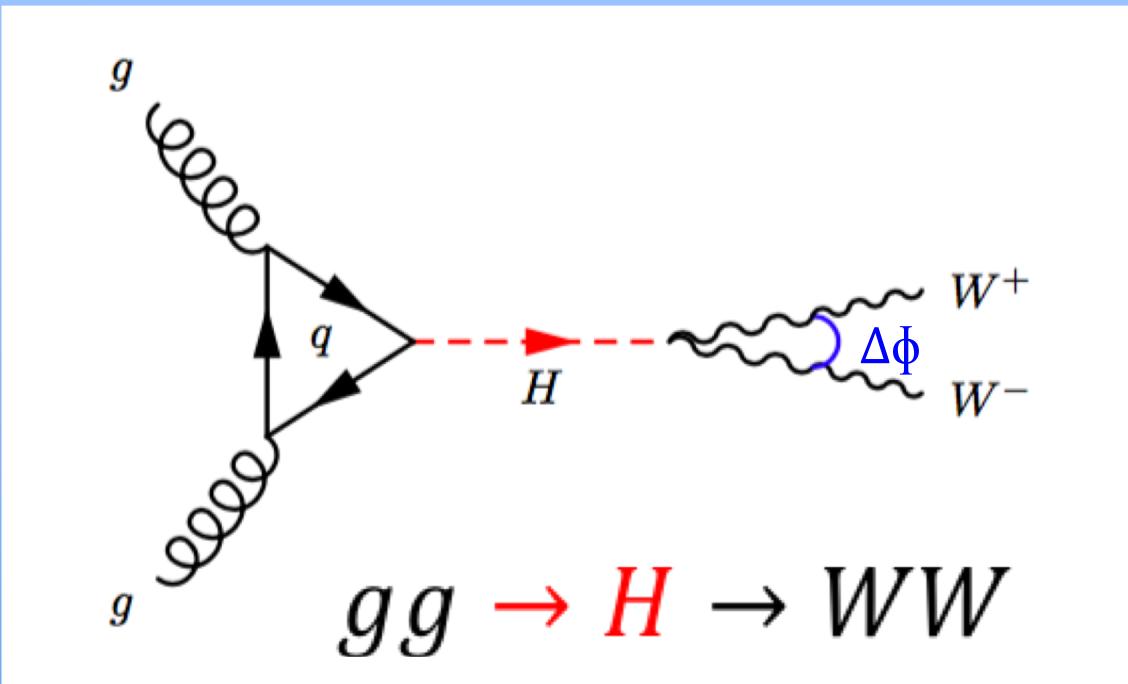
- El resultado observado por ATLAS es 1.52

EJERCICIO 2

Buscar el bosón de Higgs



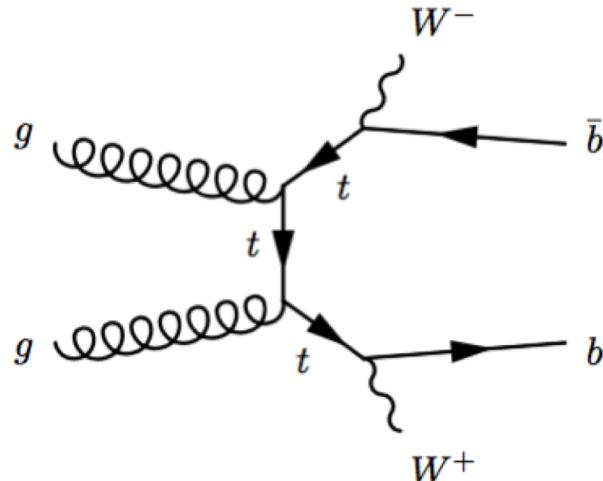
Señal del Higgs



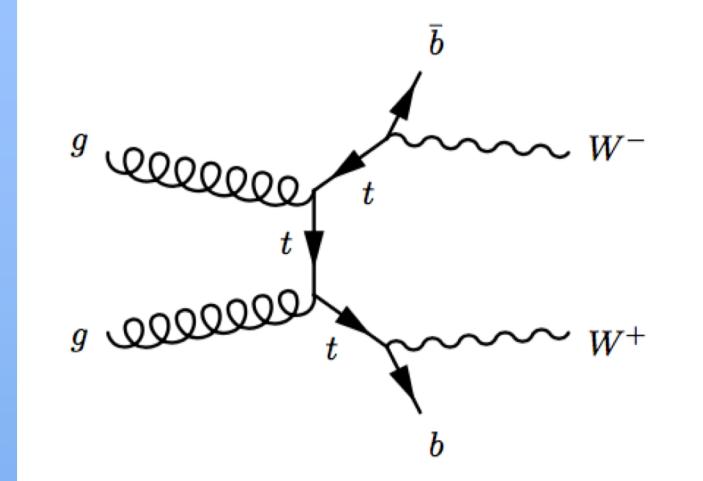
El Higgs es producido con mucha energía

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)

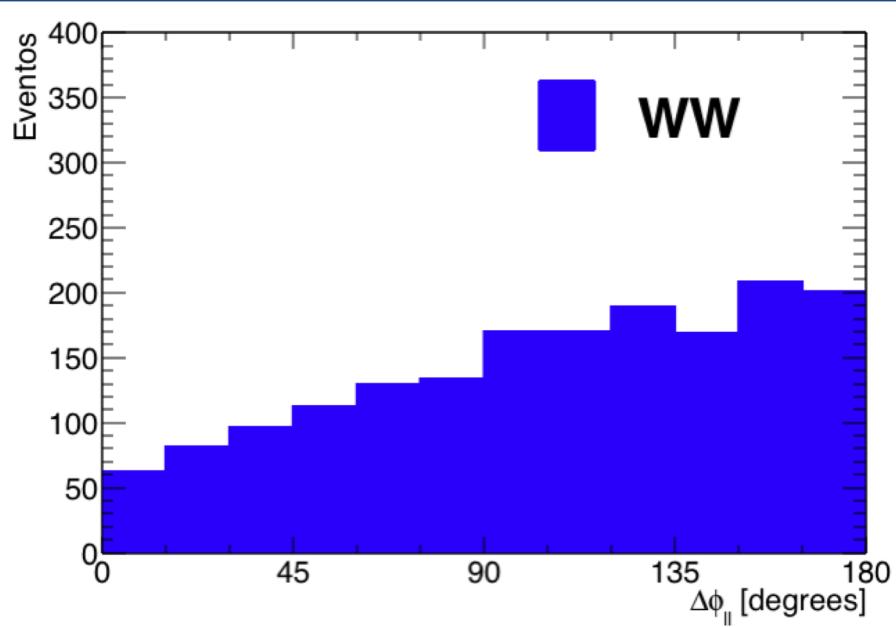
Los eventos de WW pueden salir con *cualquier ángulo*. Los eventos del Higgs solo pueden salir con un ángulo pequeño.

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

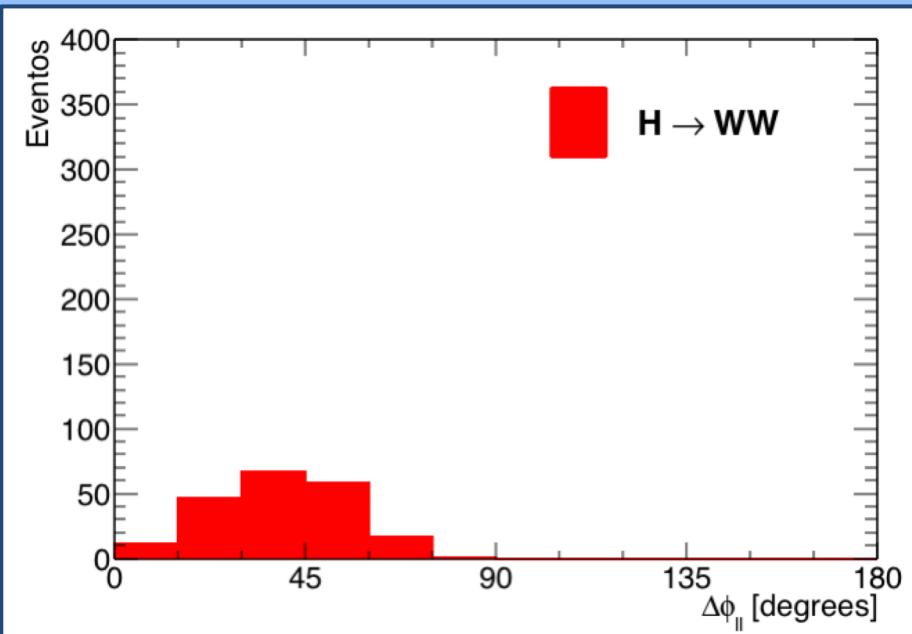
Solución: estadística y **iplots**!

Histogramas

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

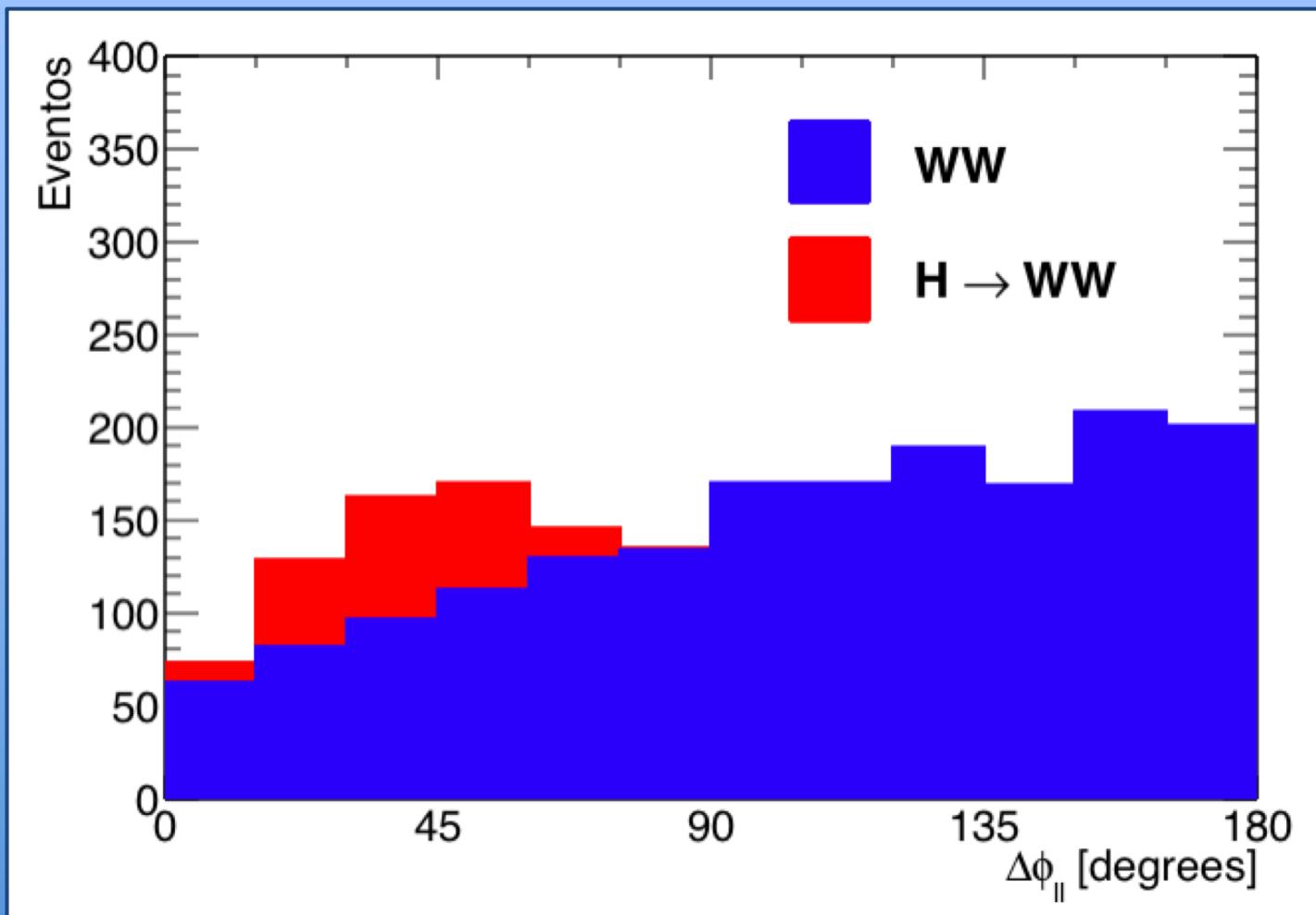


Los eventos de WW
pueden salir con
cualquier ángulo.



Los eventos de Higgs
solo salen a *ángulos*
pequeños

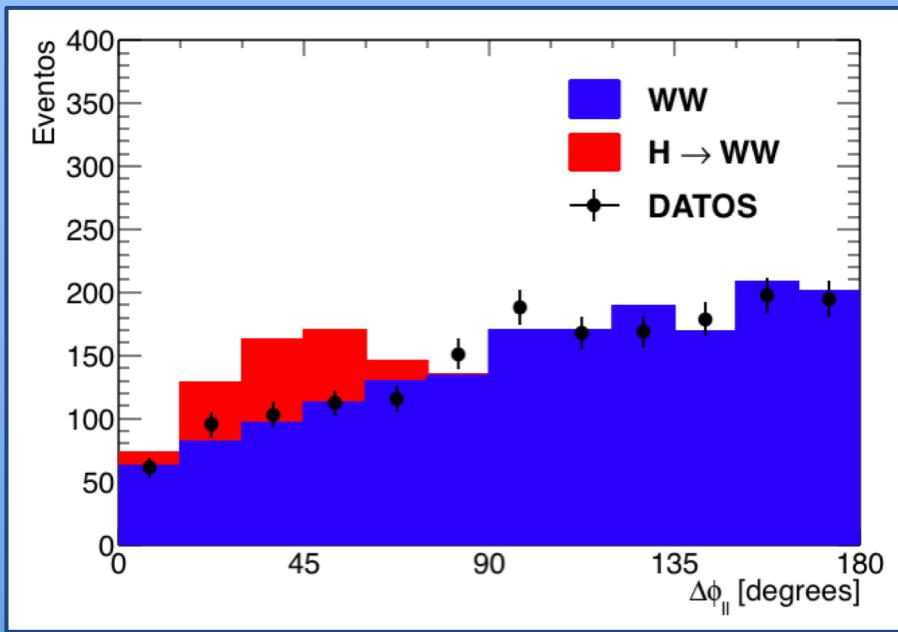
Modelo teórico



¡Ahora medimos!

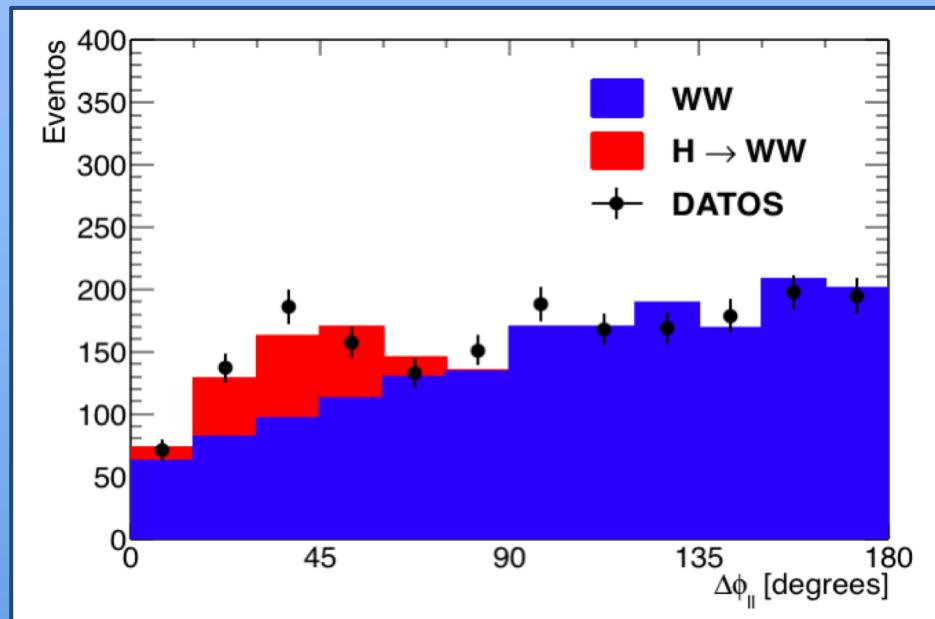
Medida de datos

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



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

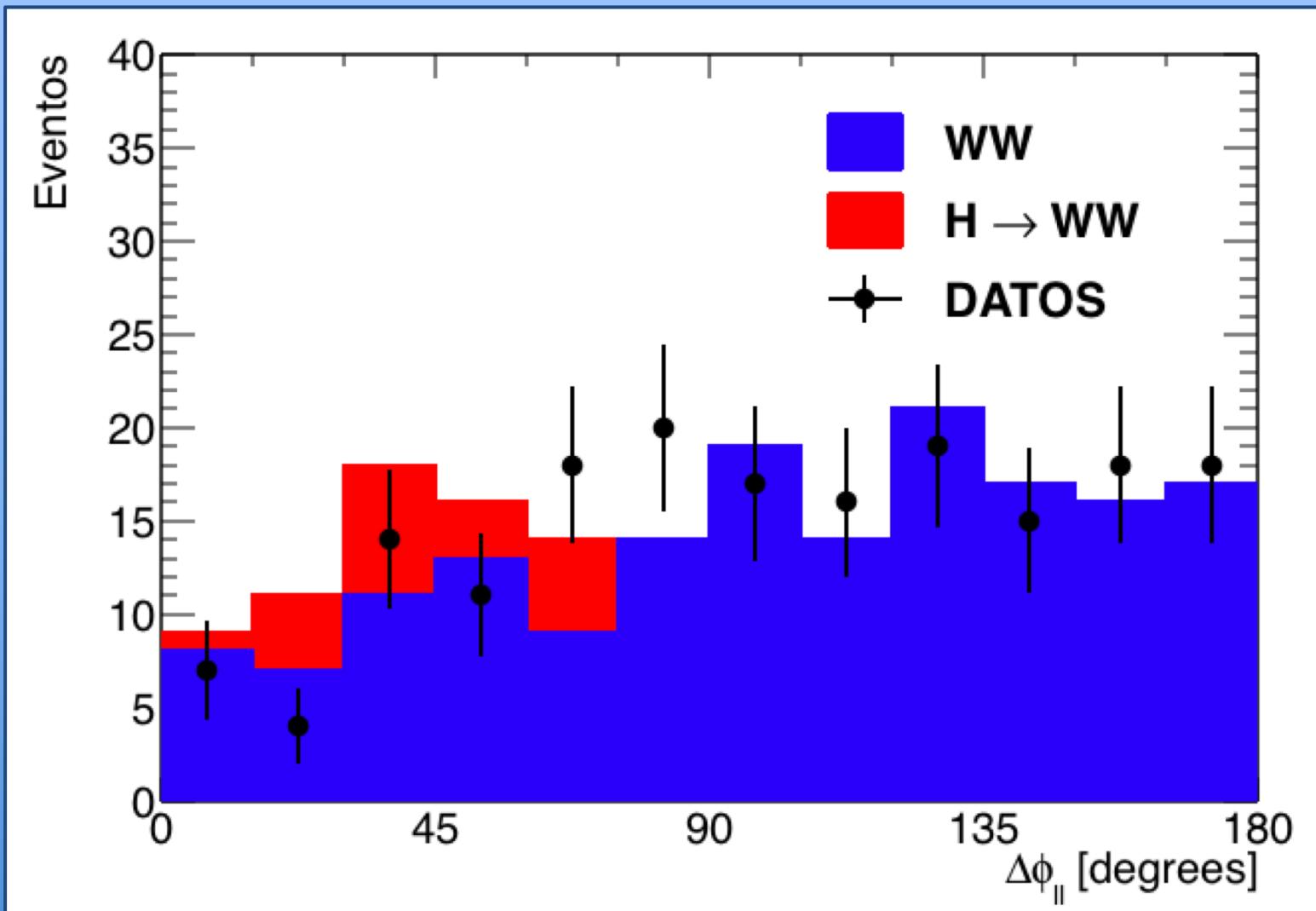
no se encuentra nada!



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

¡descubrimiento!

Y esto qué?



Necesitamos más datos!

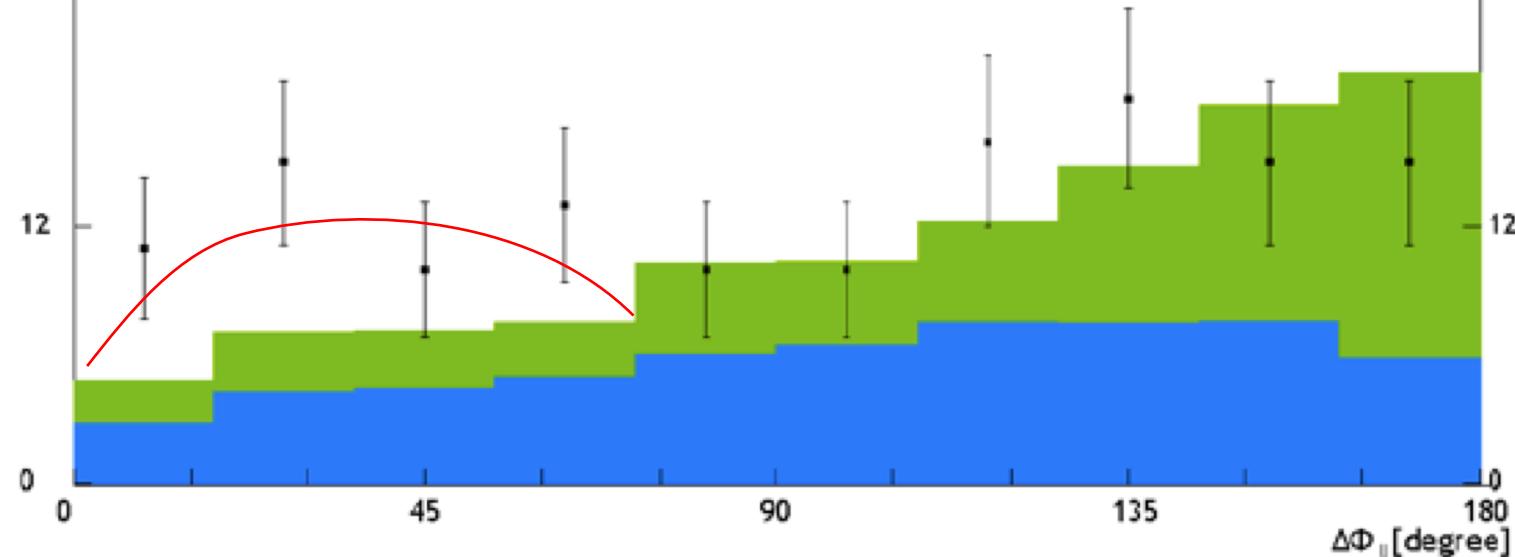
Entries



Masterclasses 2013 Search for $H \rightarrow WW \rightarrow ll\nu\nu$

For Educational Use Only

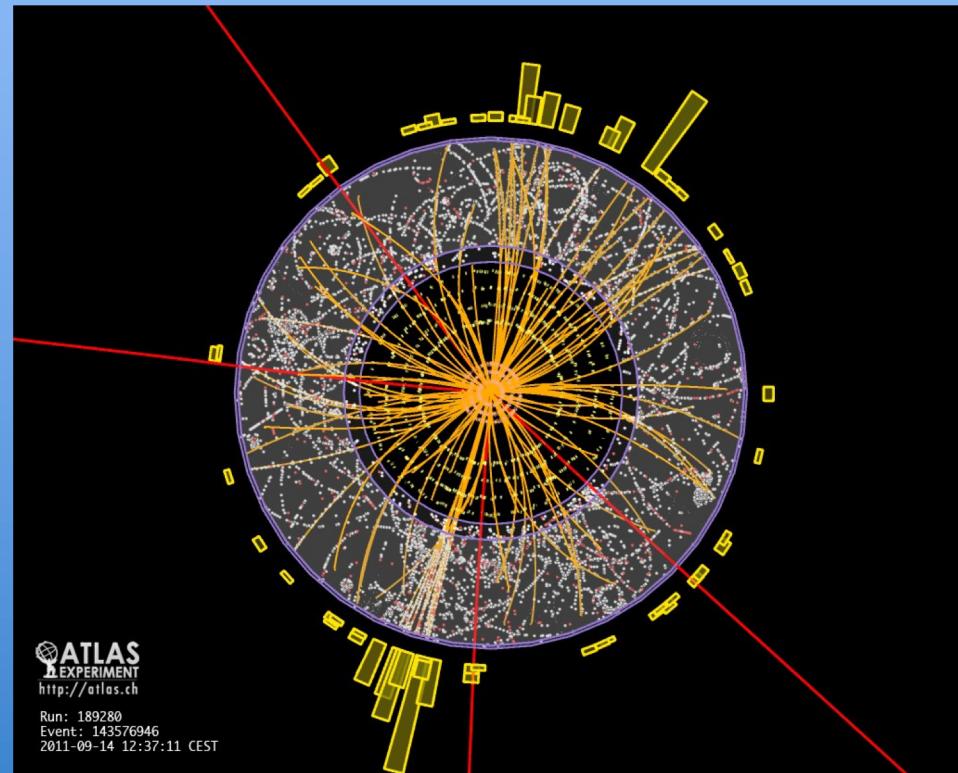
- WW without Higgs
- Expectation for $mH=125\text{GeV}/c^2$
- Background, e.g. from $t\bar{t}$ or Z
- Measurement: ATP
01.22.13

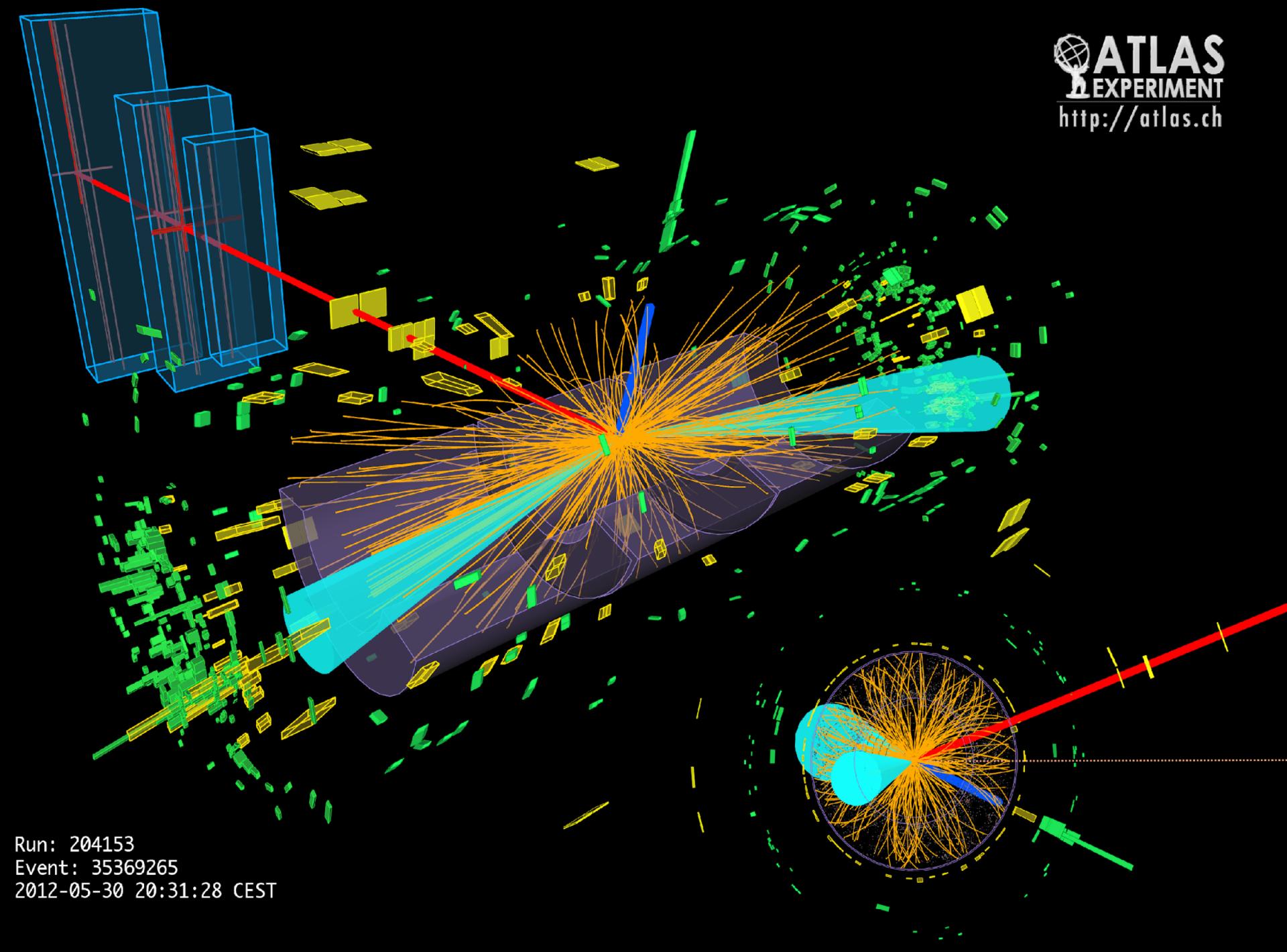


| | bin 1 | bin 2 | bin 3 | bin 4 | bin 5 | bin 6 | bin 7 | bin 8 | bin 9 | bin 10 | sum |
|----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|
| N | 11 | 15 | 10 | 13 | 10 | 10 | 16 | 18 | 15 | 15 | 133 |
| B | 4.8 | 7 | 7.1 | 7.5 | 10.2 | 10.3 | 12.2 | 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*





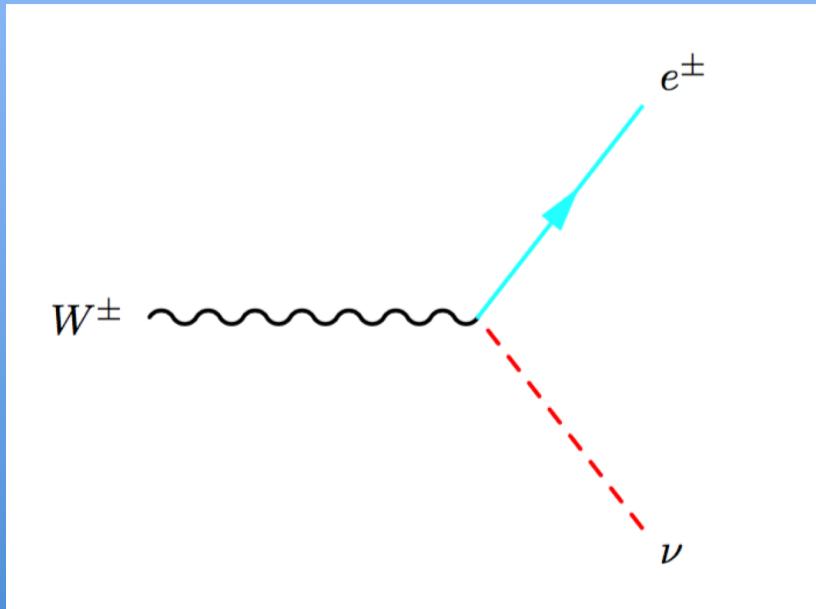
Run: 204153

Event: 35369265

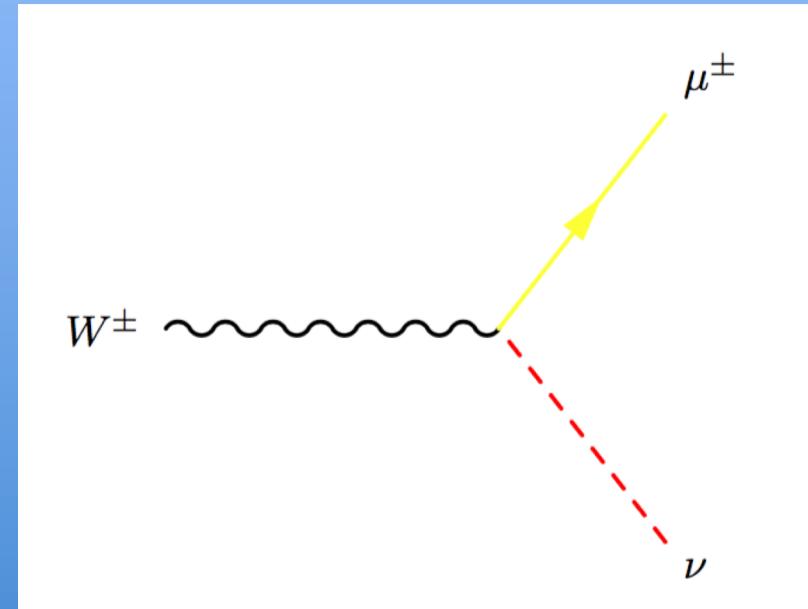
2012-05-30 20:31:28 CEST

Encontrar W^\pm

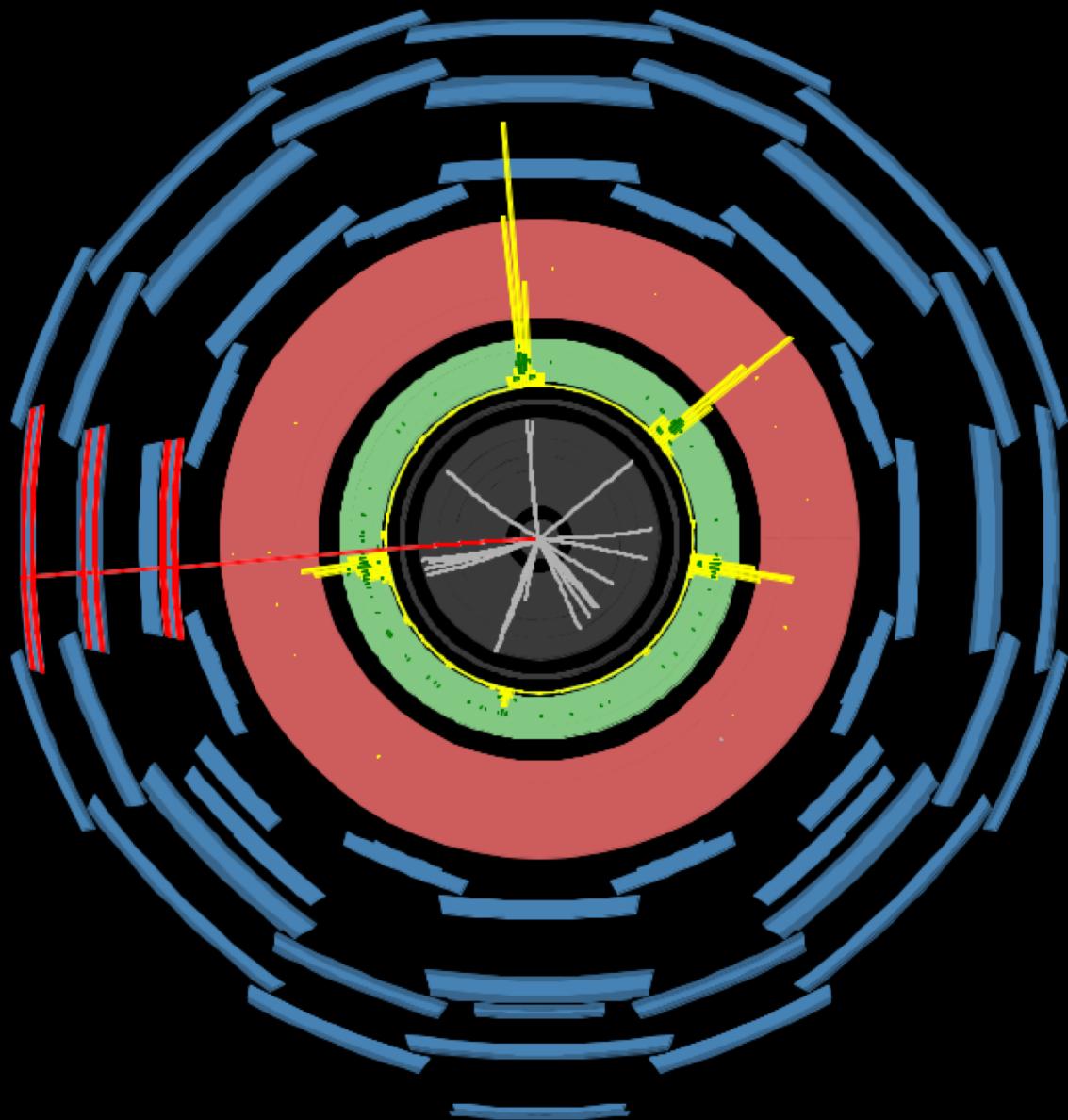
- El W^\pm no es una partícula estable, decae
 - Buscamos leptones: **electrón (e)** o **muón (μ)** porque son muy fáciles de ver
 - Los neutrinos NO se ven, son "**energía perdida**"



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

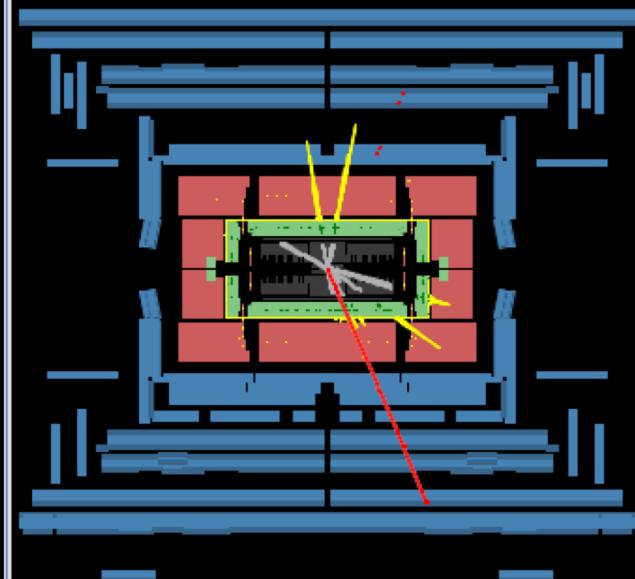


$$W^\pm \rightarrow \mu^\pm$$

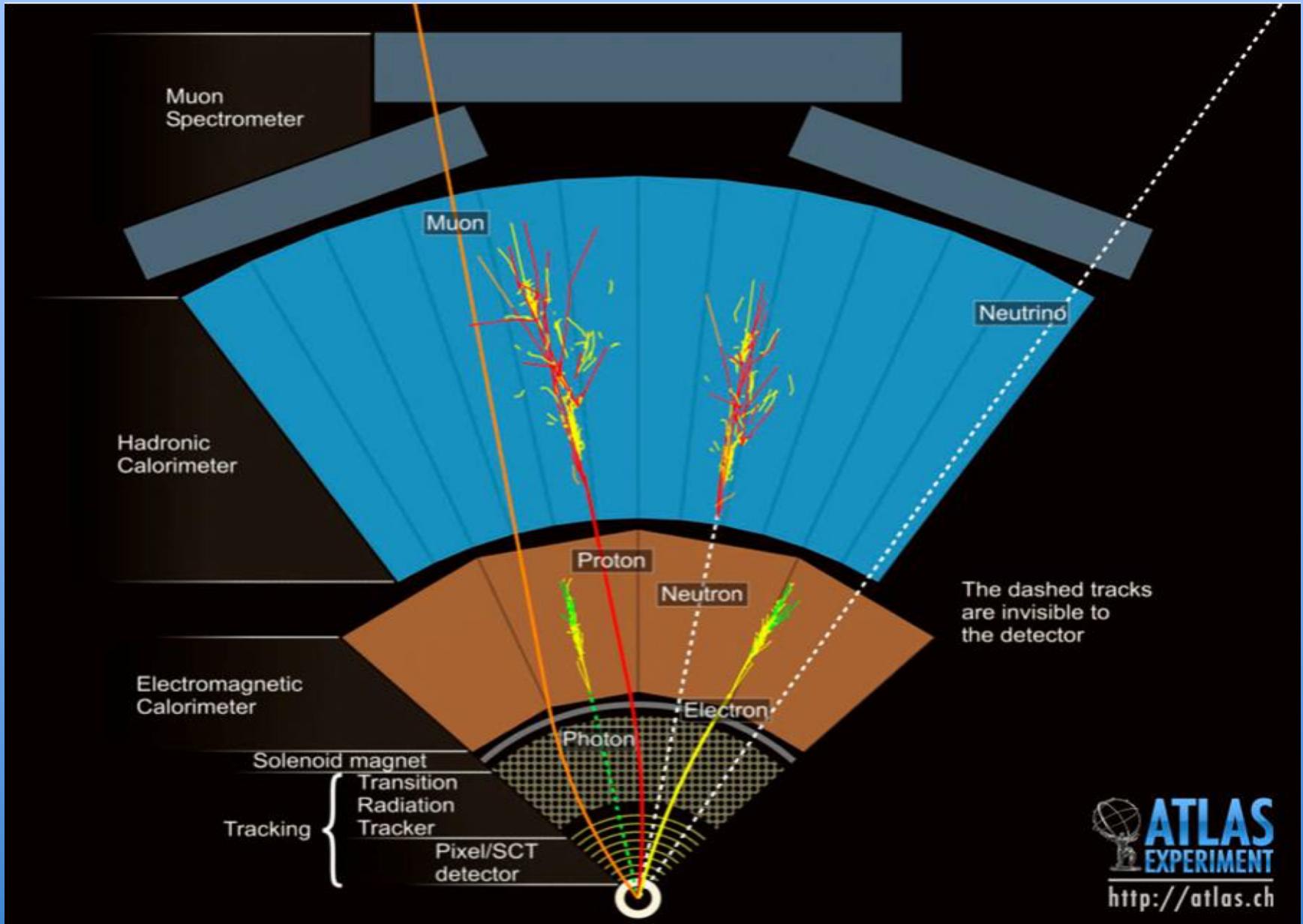


Run Number: 281385, Event Number: 1292162133

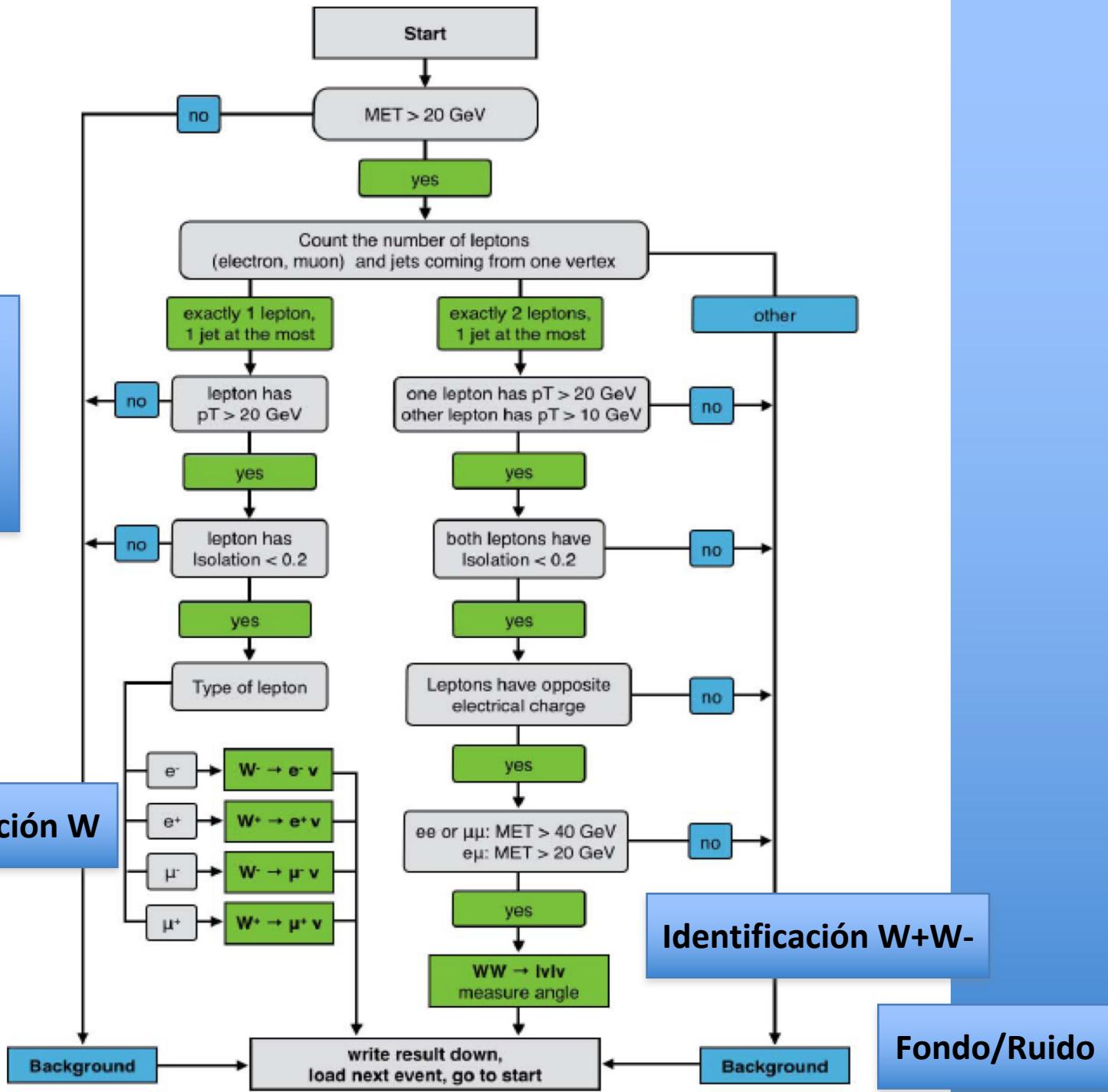
Date: 2015-10-10 20:46:27 CEST

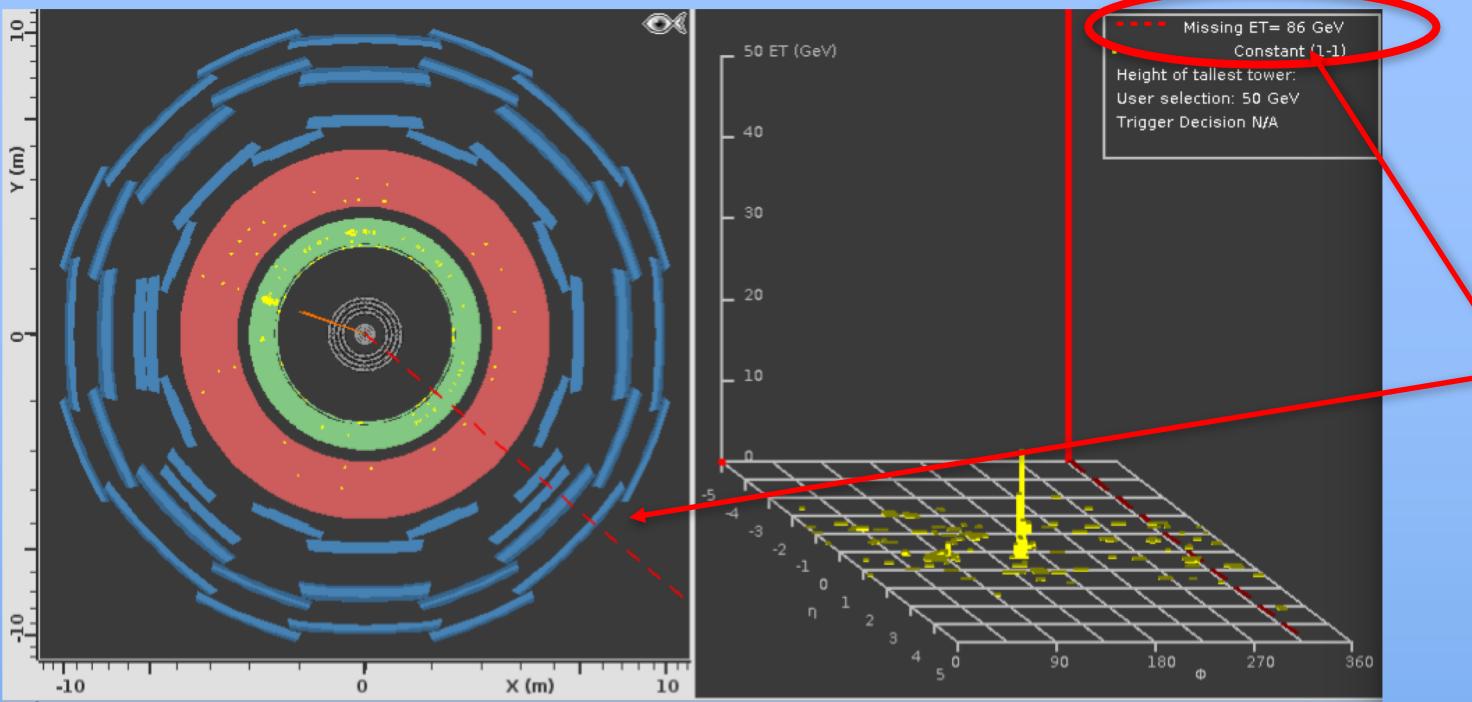


Identificar partículas



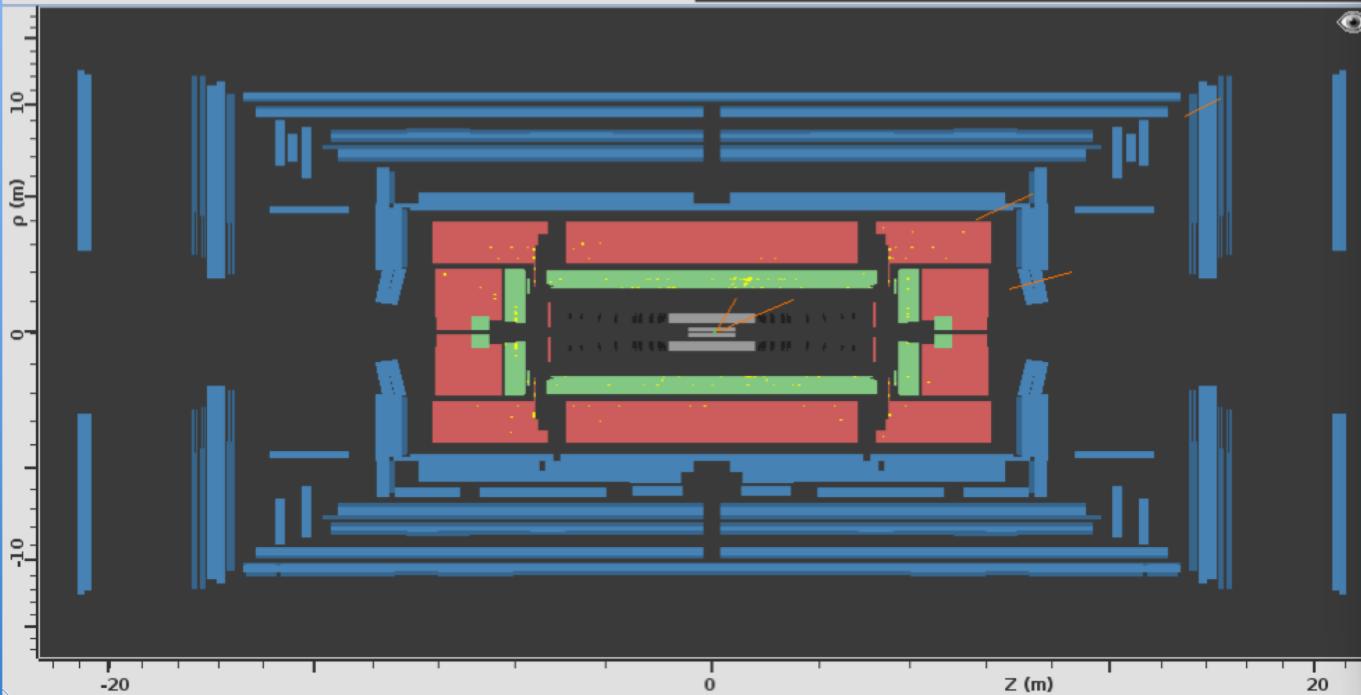
Esquema general para la identificación de sucesos en los dos análisis

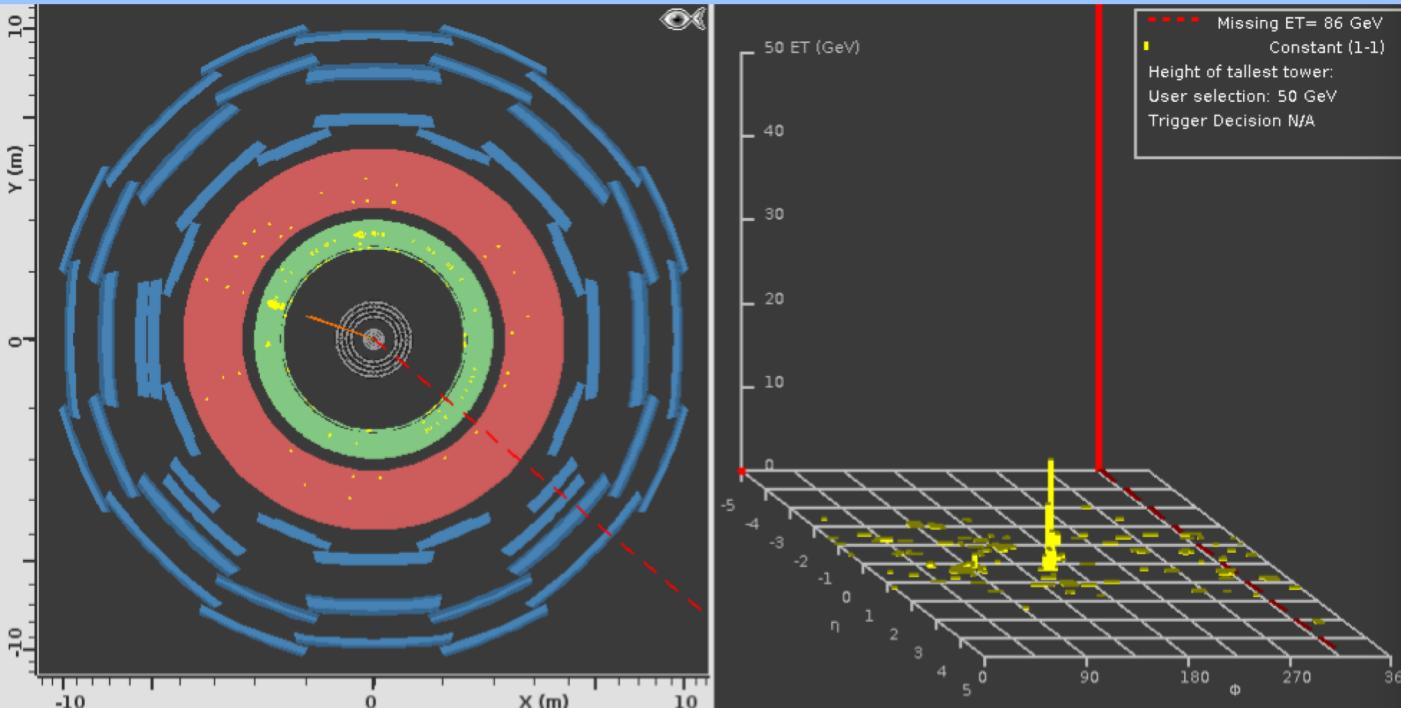




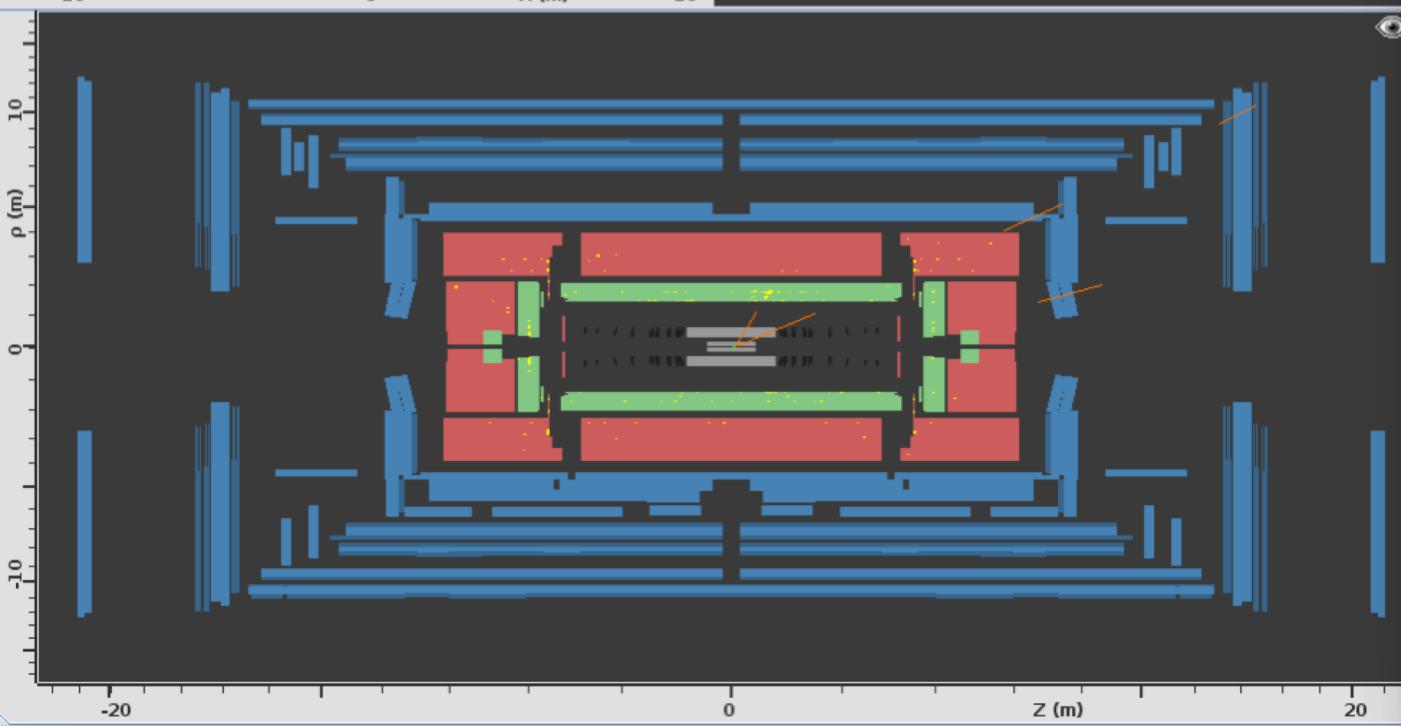
MET

Energía
perdida
debida a
los
neutrinos
(ν)

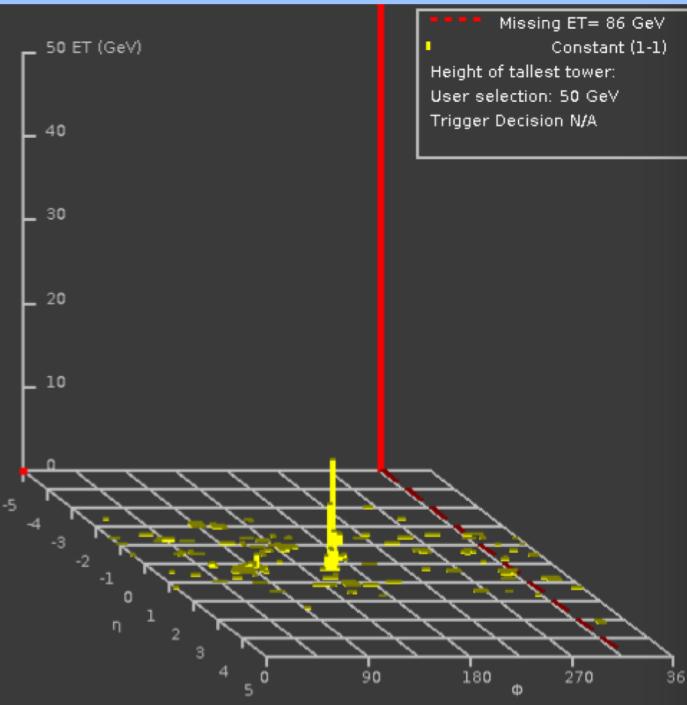
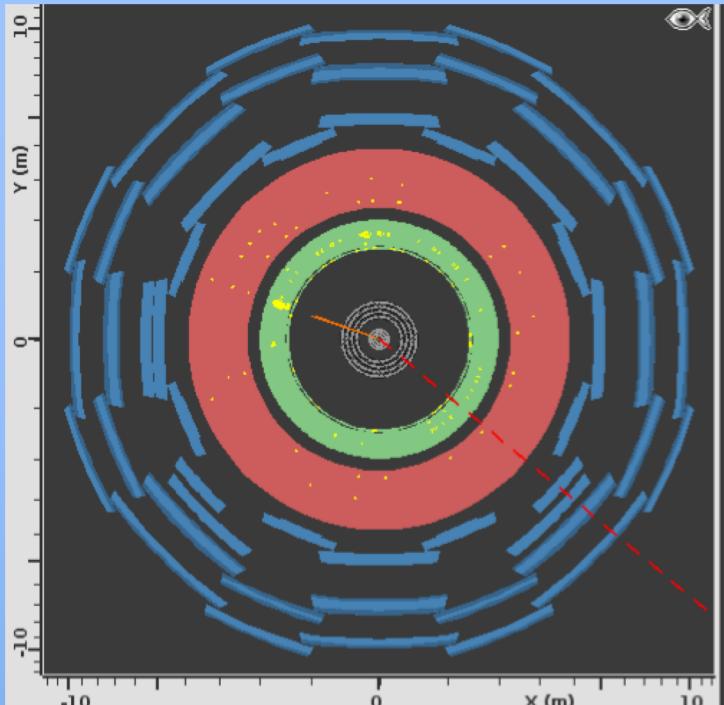




Cuántos leptones tenemos?



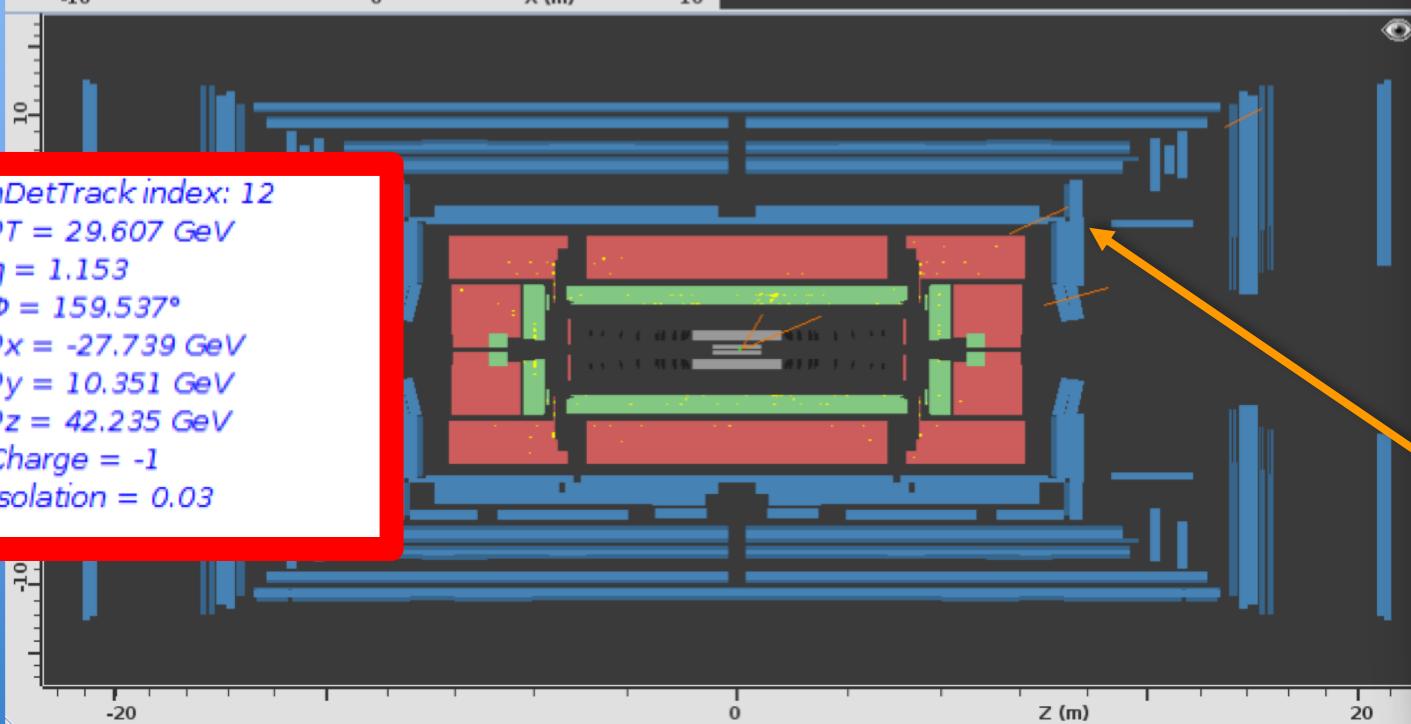
Qué son electrones o muones?



Traza en el detector interno

Traza en el detector de muones

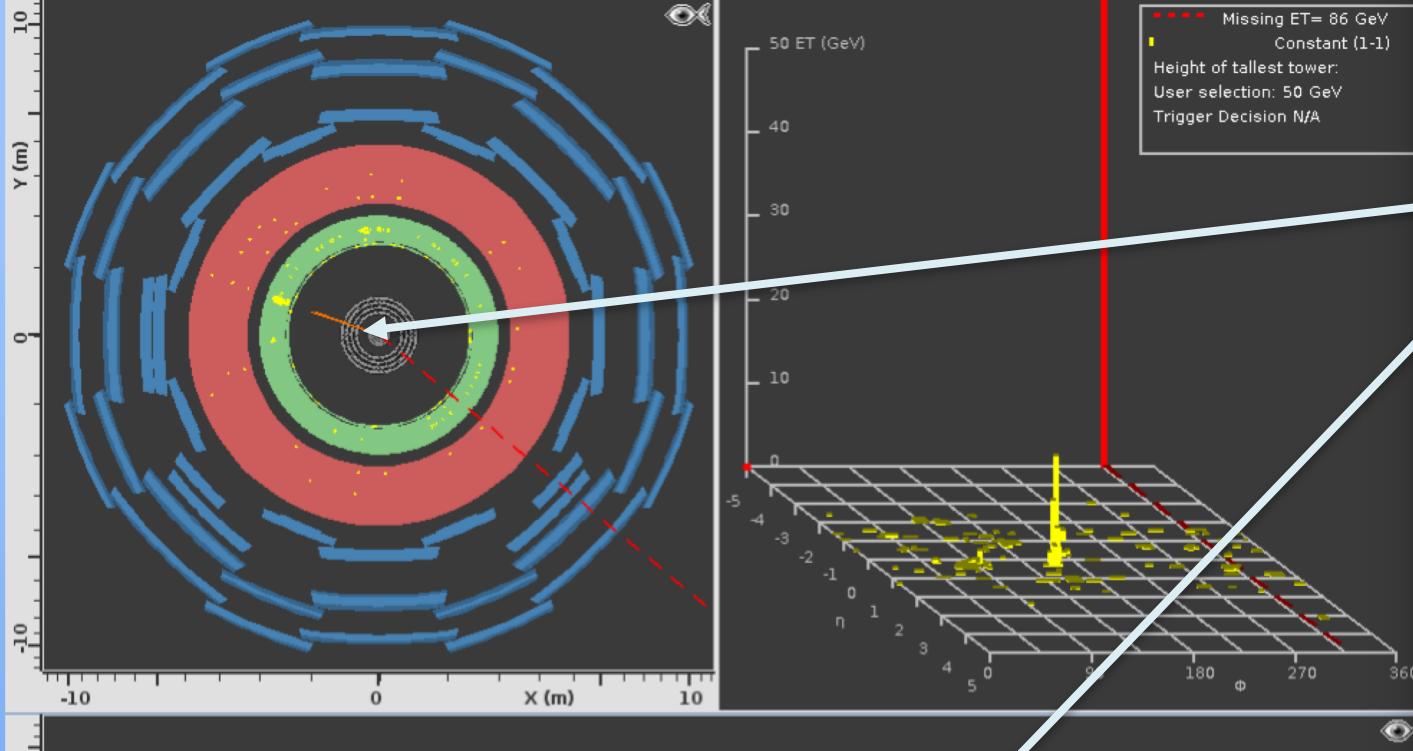
Momento mayor que 10/20 GeV



Carga negativa!

Y encima está aislado!!

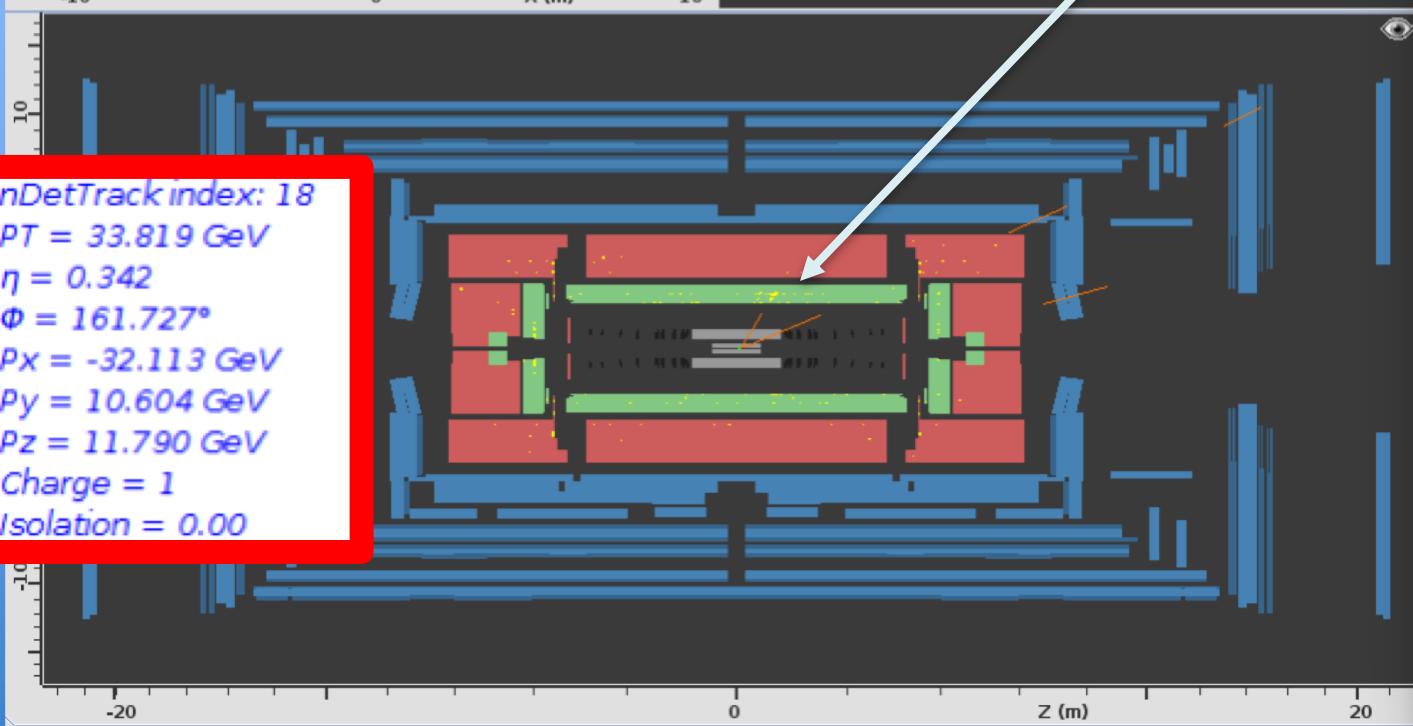
μ^-



e^+

Traza en el detector interno

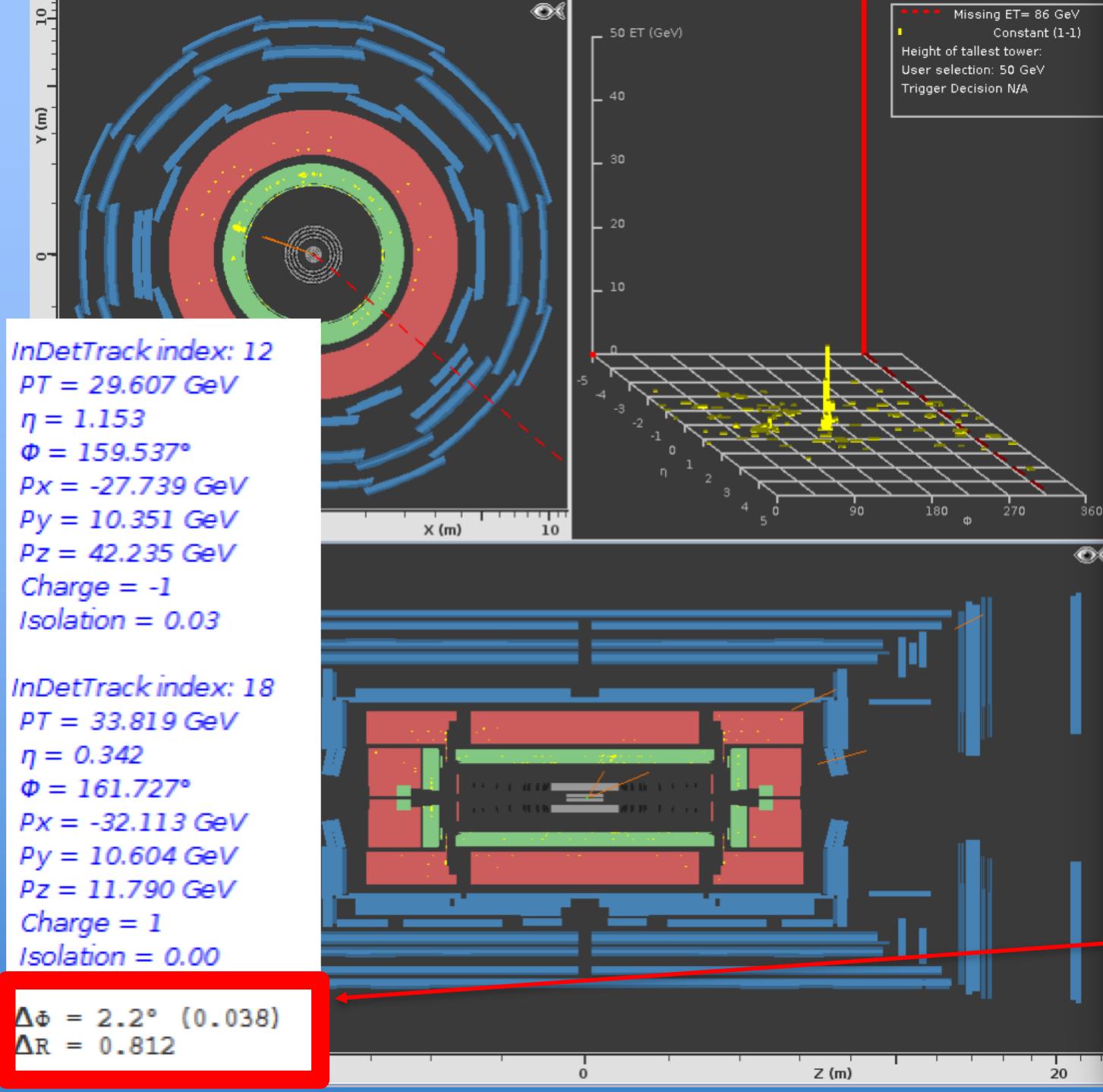
Energía en el calorímetro em. (verde)



Momento mayor que 10/20 GeV

Carga positiva!!!

También está aislado!!!

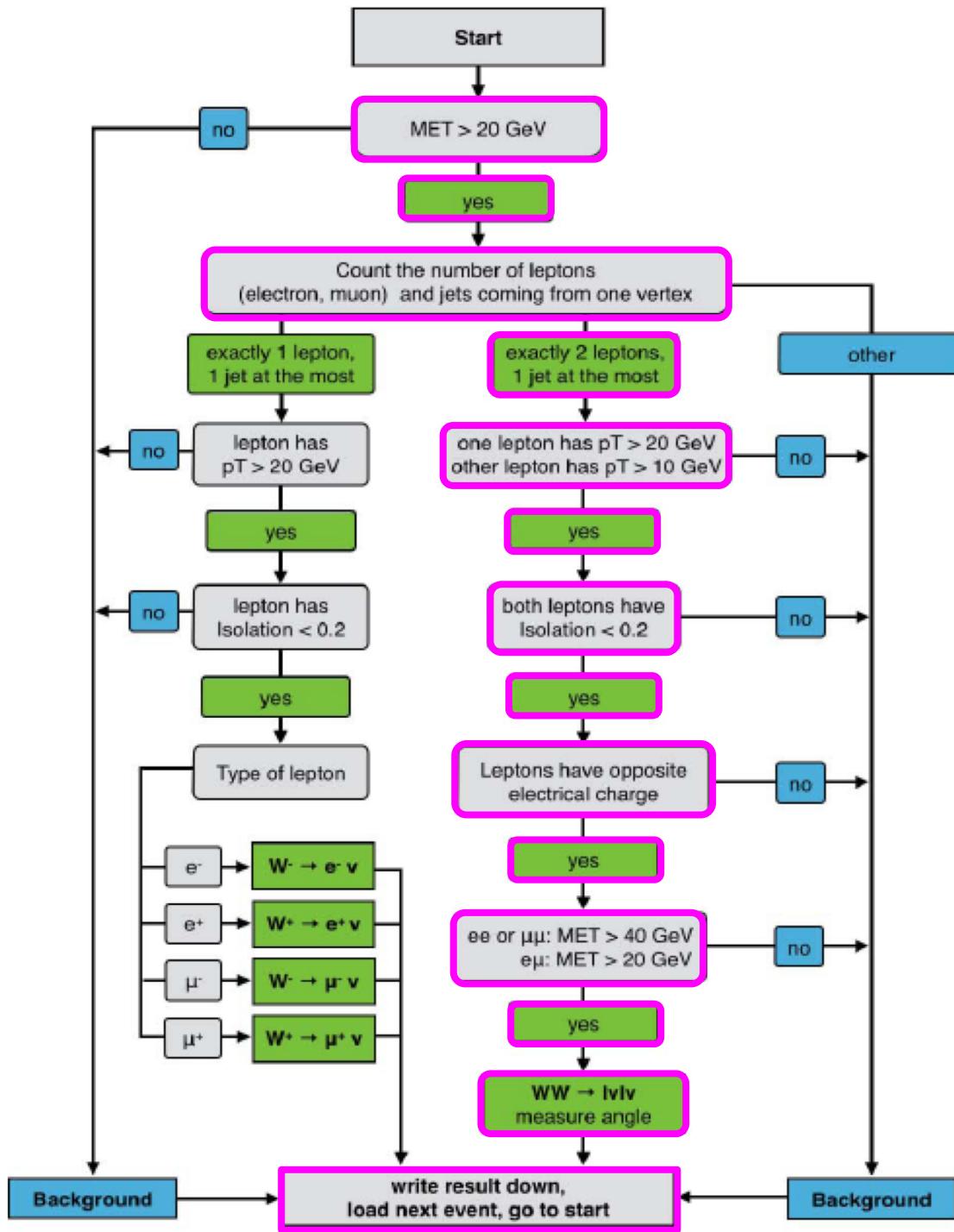


Para saber el
ángulo entre
los leptones
apretar la
letra "P" y
después click
en las trazas
del detector
interno

TIENE CARGA
DISTINTA!!

MEDIR Y
APUNTAR EL
ÁNGULO

$\Delta\phi(l̲)$



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

5 & 6

Graz, Heidelberg, Dresden, Aveiro,
Valencia, Pardubice, Hamburg

| | 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 |

Tue, Mar 26

VC 1: ATLAS W

Orsay LAL



Valencia



Bern



Rome Tor
Vergata

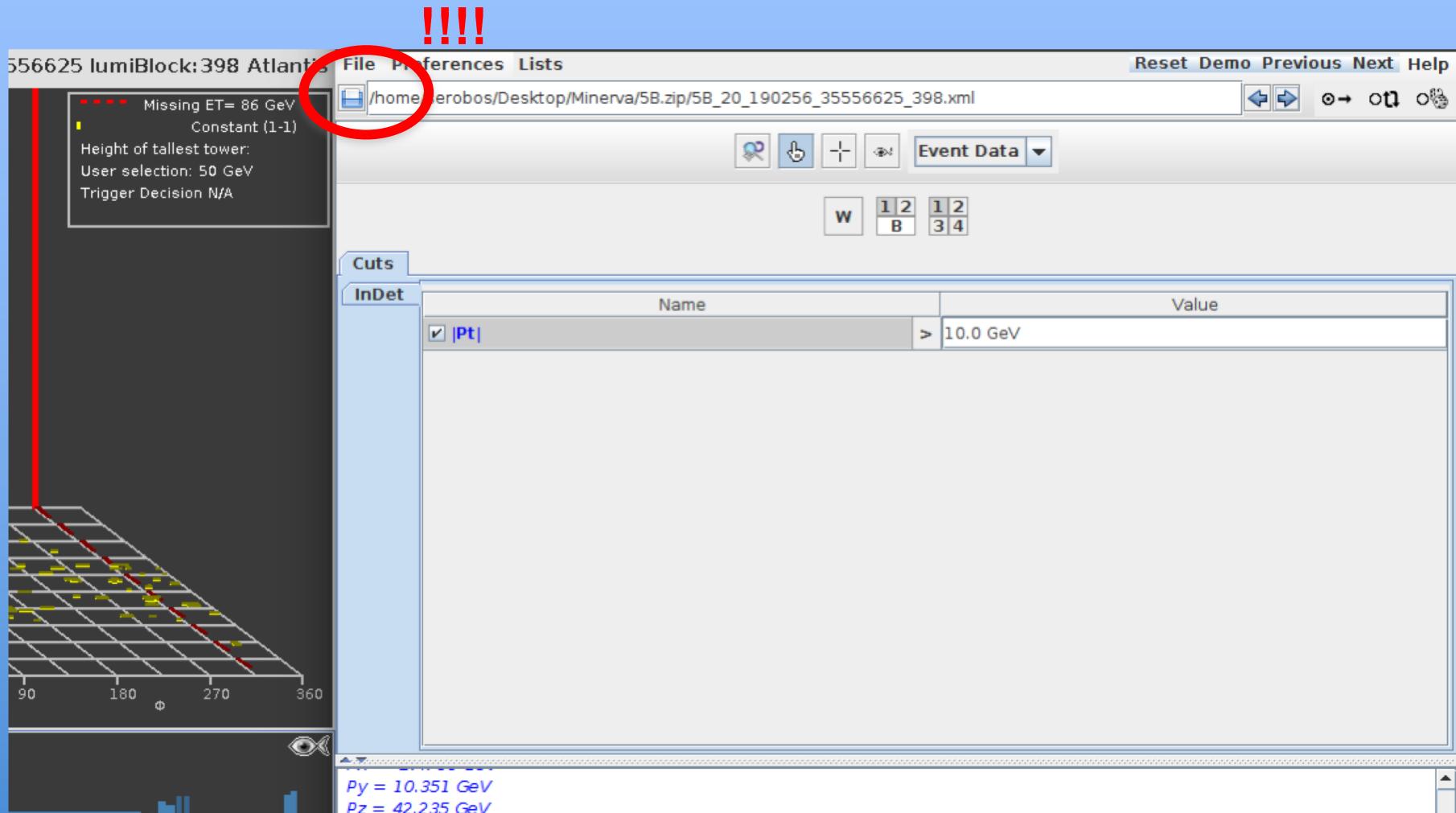


Tbilisi TSU



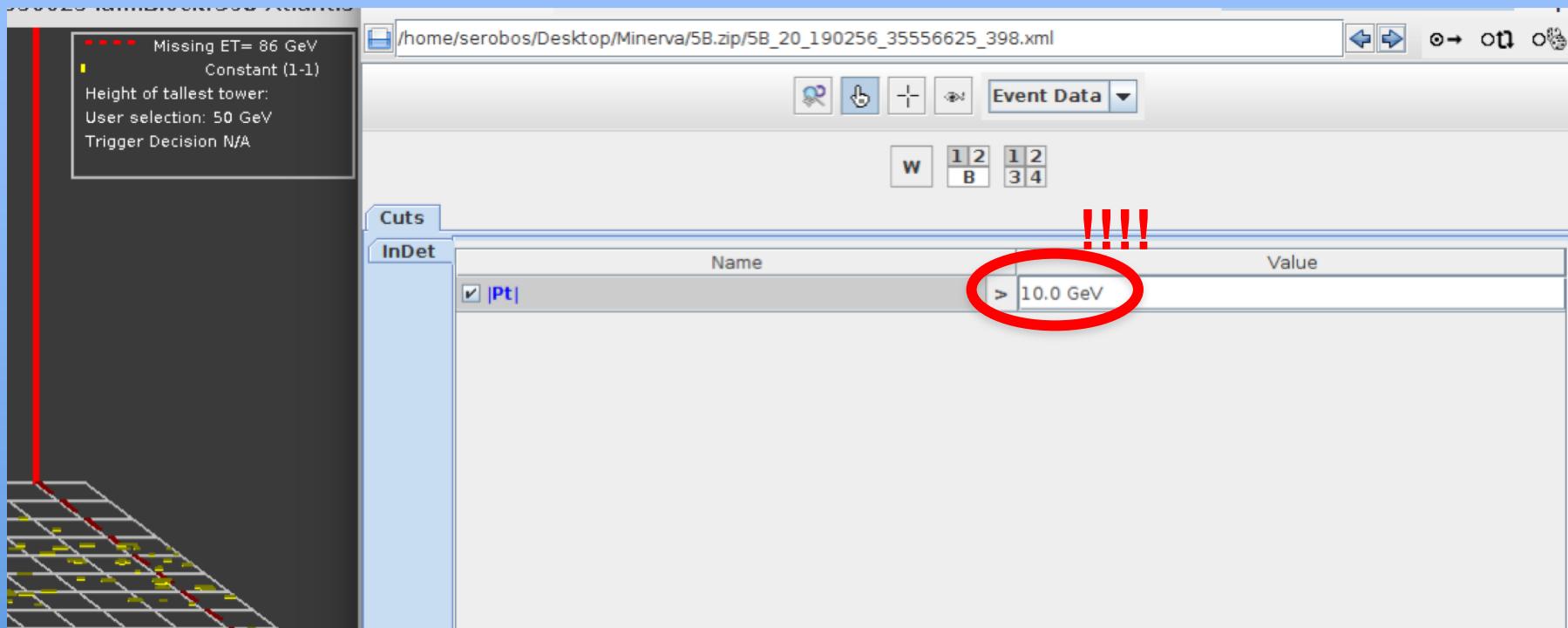
Buscamos nuestros datos

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



Visualizador de Sucesos HYPATIA

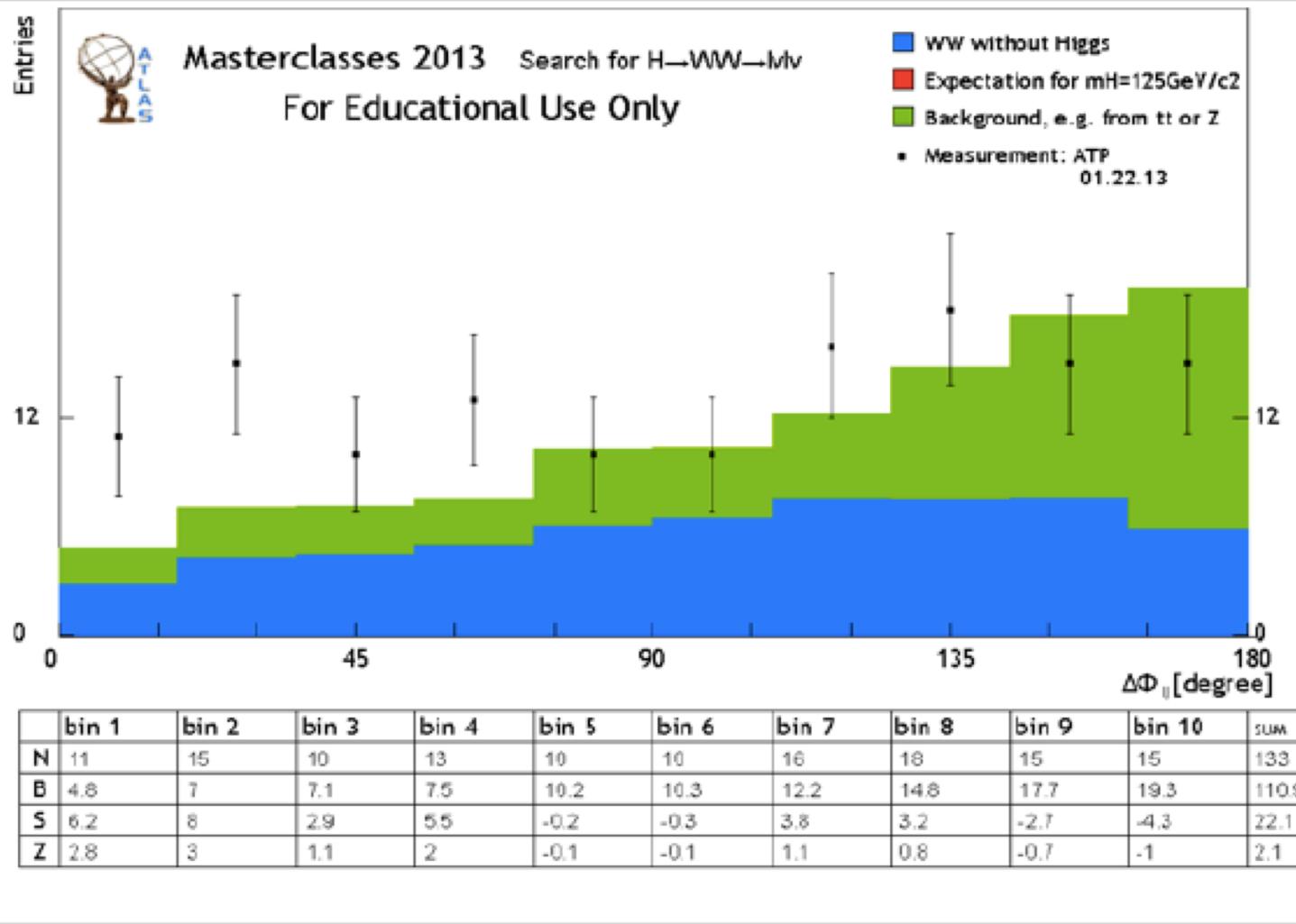
Lanza el programa MINERVA desde tu PC directamente
(inicio) c:\programa\minerva2016\Minerva



Configuración inicial
en Cuts -> poner $|Pt| > 10$ GeV

(quitamos partículas poco energéticas)

Tenemos que rellenar



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

Default

standardization

1 2 3

cut on bin number

Higgs contribution