

si vede???



INTERNATIONAL
MASTERCLASSES

hands on particle physics

International Masterclasses 24/3/2021

A caccia di particelle!

Marcella Capua

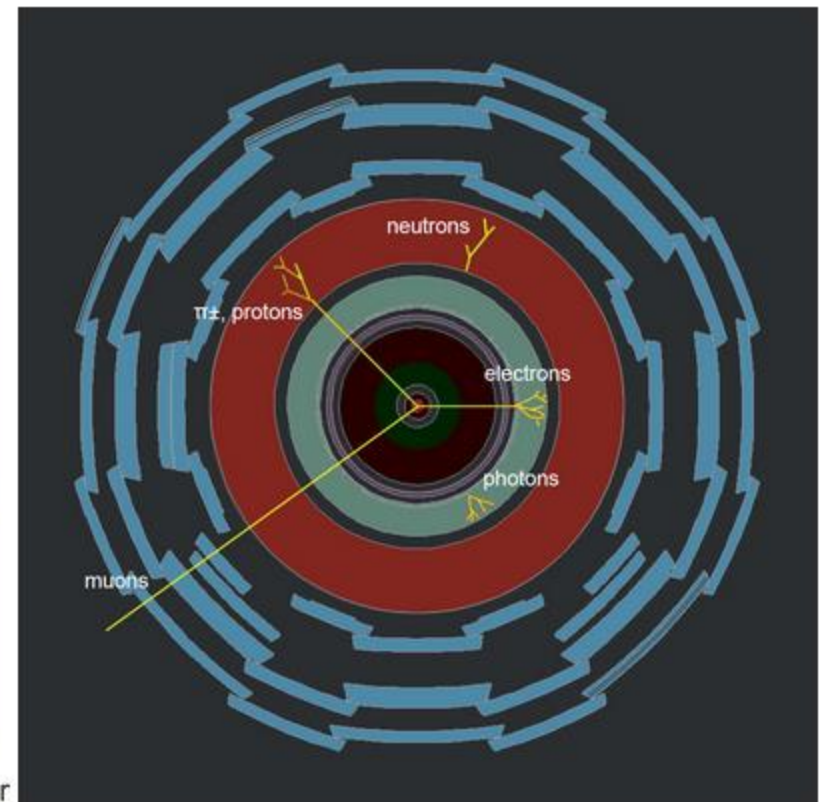
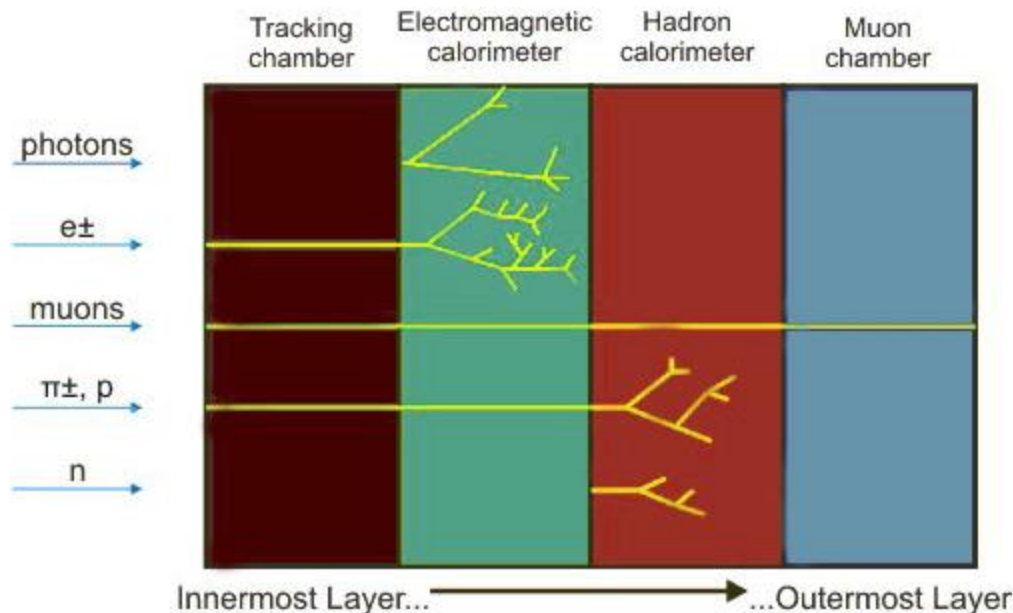
Imparerete a riconoscere le particelle che attraversano il rivelatore ed a classificare gli eventi (particelle prodotte in una collisione) osservando dati reali di collisioni pp!

ATLAS è complicato...

Le particelle che state cercando nascono dall'interazione dei protoni in ATLAS, e poiché vivono molto poco il rivelatore non fa in tempo ad identificarle.

Qualche volta decadendo producono particelle che il rivelatore può identificare dal segnale caratteristico che rilasciano nei componenti del rivelatore

(vedi la presentazione precedente).



Scopo degli esercizi introduttivi

- Imparare ad **identificare** leptoni:
elettroni (e^\pm), muoni (μ^\pm), neutrini (ν) in ATLAS
- Imparare a **classificare** eventi:
 - $W^+ \rightarrow e^+ \nu_e$
 - $W^- \rightarrow e^- \bar{\nu}_e$
 - $W^- \rightarrow \mu^- \bar{\nu}_\mu$
 - $W^+ \rightarrow \mu^+ \nu_\mu$
 - $W^+ W^- \rightarrow l \nu l \nu$
 - *fondo* da produzione di '**altro**' (...ma che puo' sembrare una W)
- ❖ Analizzerete 50 eventi dell'esperimento ATLAS cercando di **fiutare** quelli in cui e' stata prodotta una o più W utilizzando MINERVA (**ATLANTIS**) il programma grafico di visualizzazione degli eventi

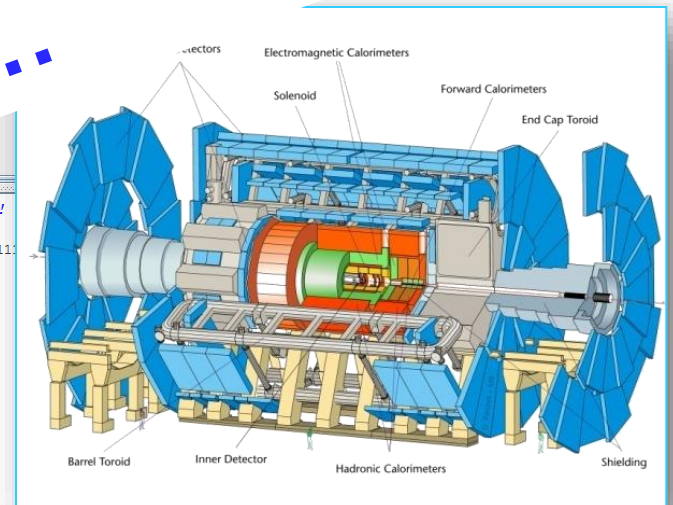
❖ ***Il mio scopo e' allenarvi alla caccia!***

Minerva (Masterclass Involving Event Recognition Visualized with Atlantis)

e' il vostro display degli eventi



Visualizza ATLAS
in tre diverse
prospettive

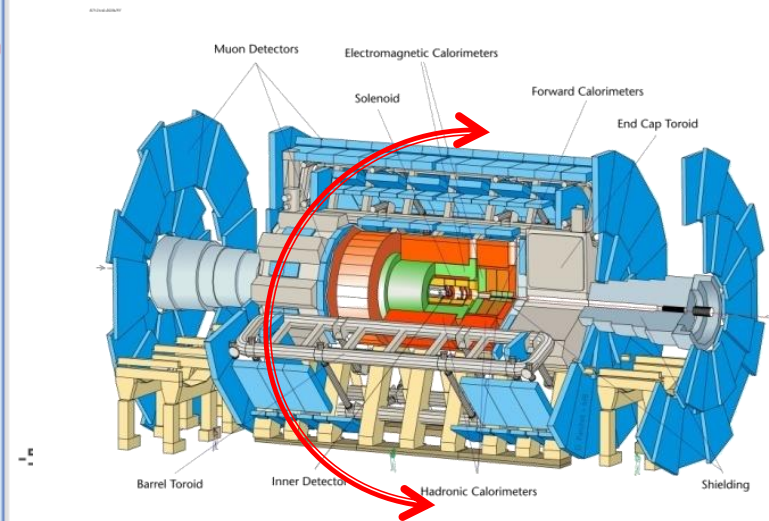
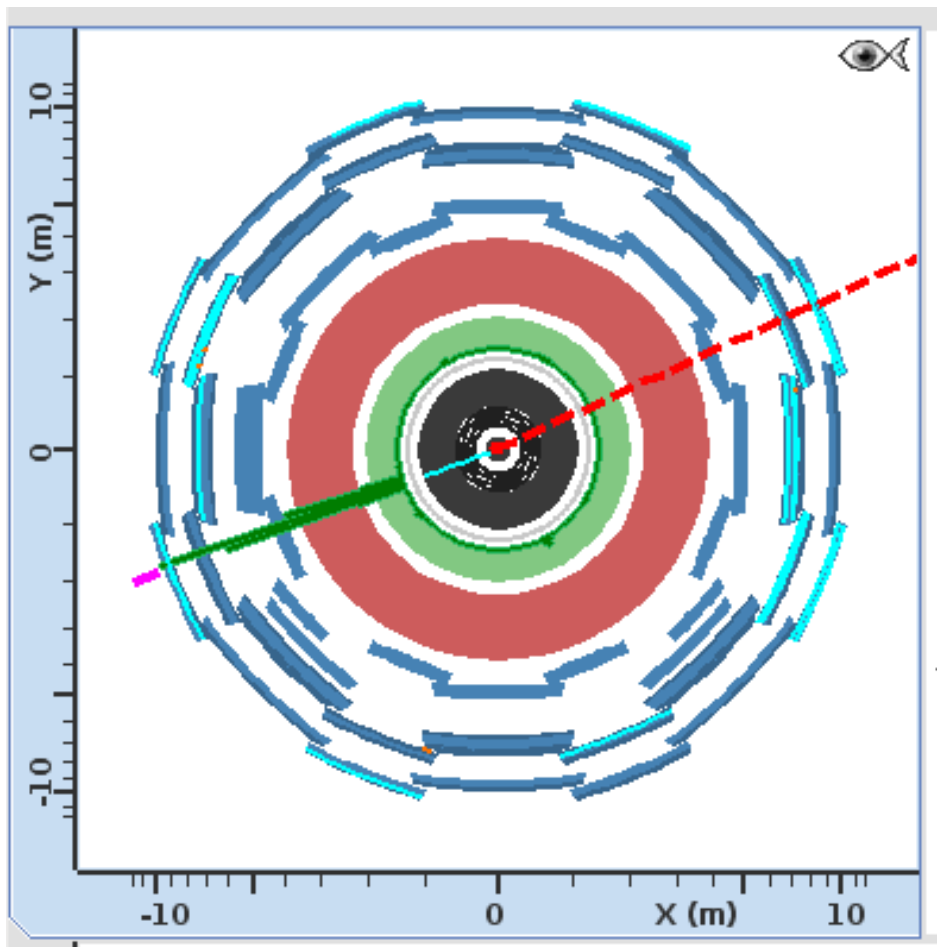


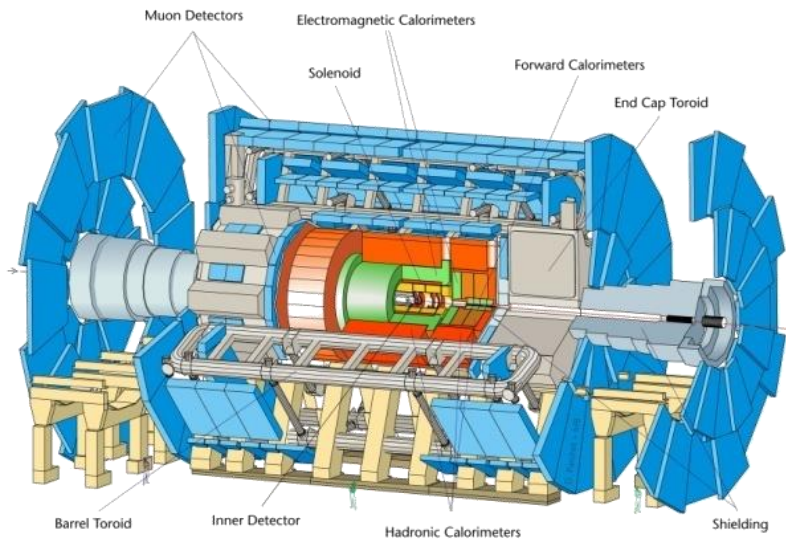
ATLANTIS elabora i segnali registrati dai componenti del rivelatore durante una collisione e li trasforma in display di eventi ricostruiti.

Vista frontale del rivelatore (piano x,y)

Si osservano le particelle nel piano trasverso ma solo quelle ricostruite nella regione centrale!!

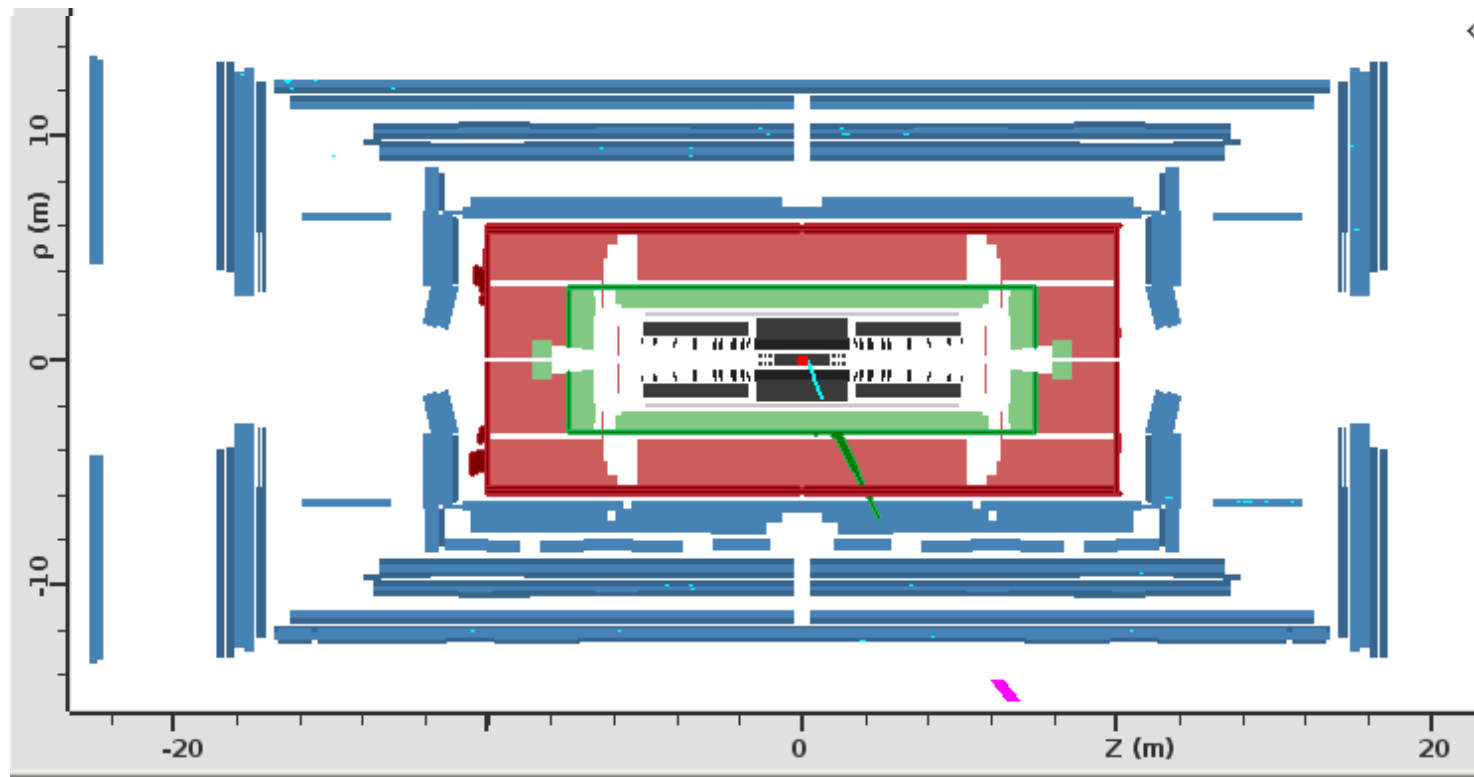
(quelle piu' avanti coprirebbero le altre)





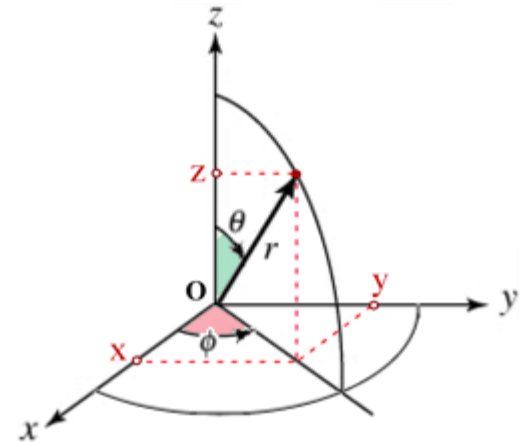
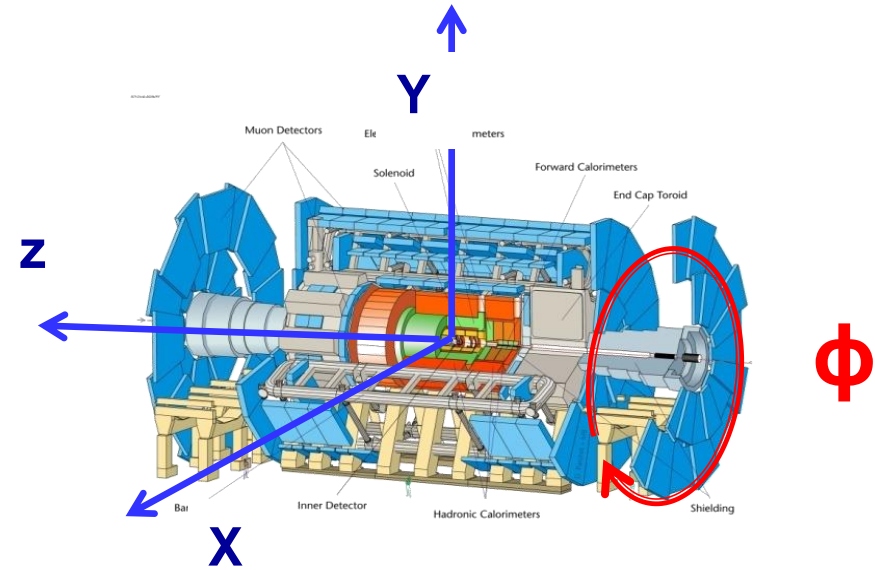
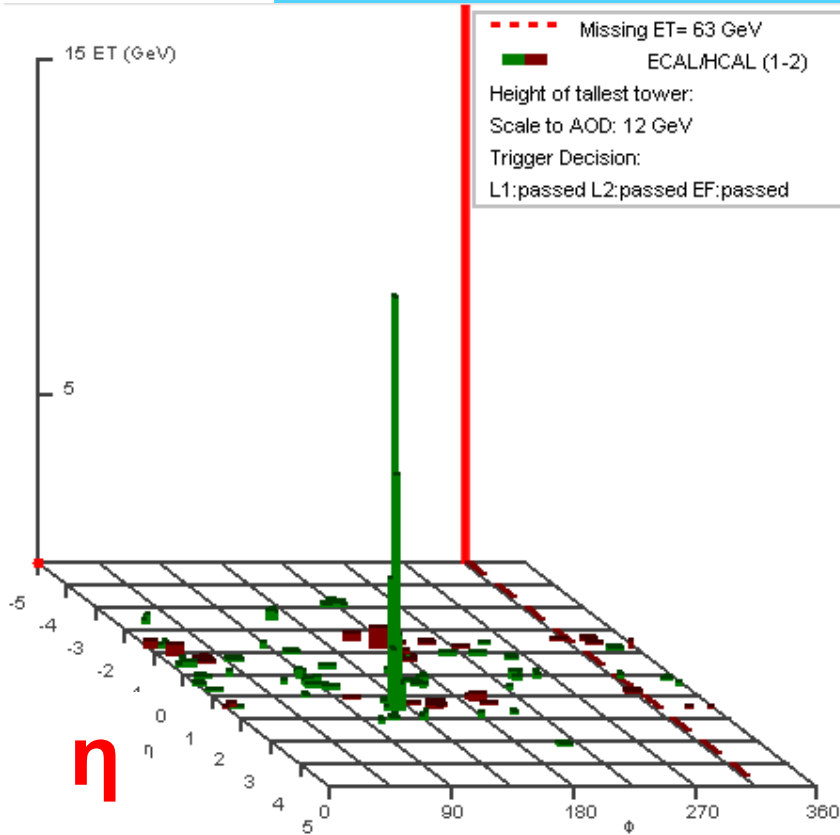
Vista laterale del rivelatore
(piano ρ, z)

Si possono vedere le particelle
nella regione centrale e in avanti



Lego plot (ϕ, η, E_T)

Depositi di energia nei calorimetri



$$\eta = -\ln\left(\operatorname{tg}\left(\frac{\theta}{2}\right)\right)$$

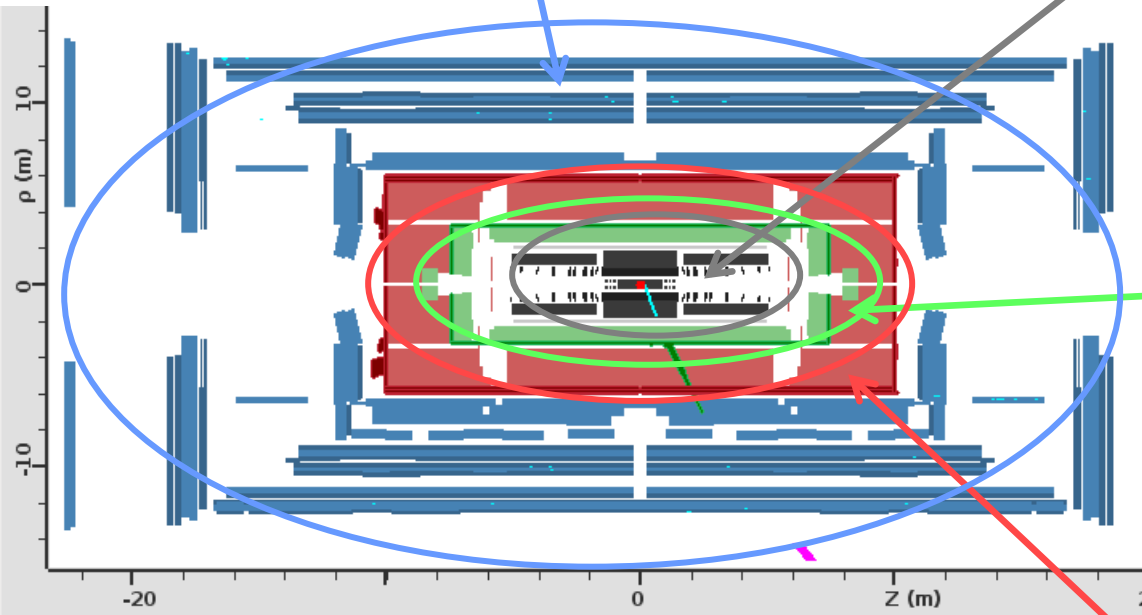
In Minerva colori sono importanti!

Rivelatore di muoni:

Misura momento e carica dei **muoni**

Rivelatore di tracce:

misura momento e carica di particelle **cariche** in campo magnetico



Calorimetro elettromagnetico:

misura l'energia di **elettroni**, **positroni** e **fotoni**

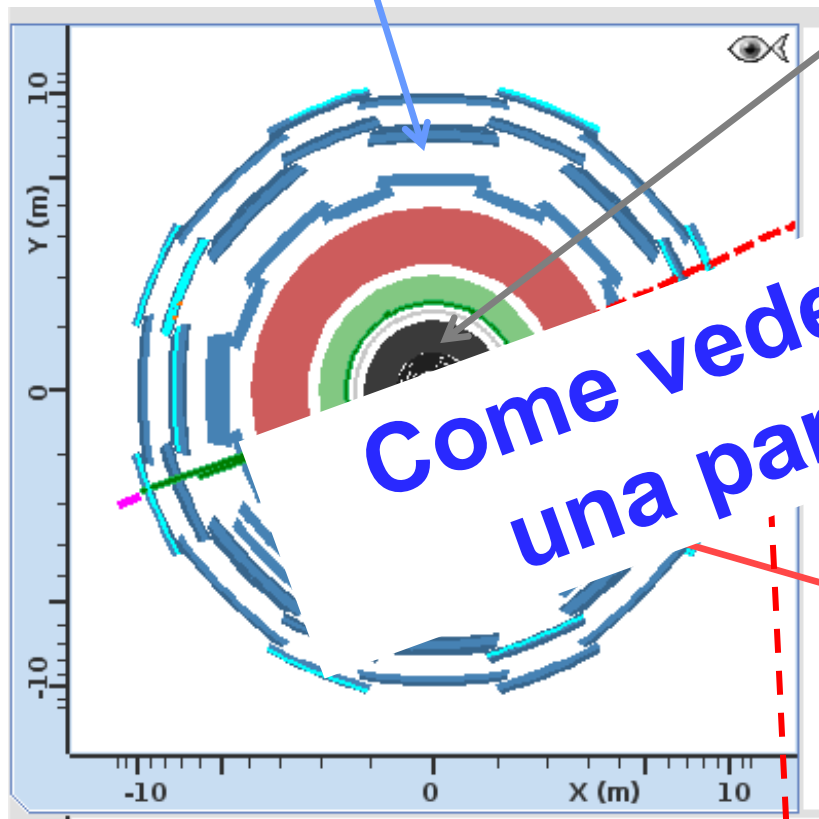
Calorimetro adronico:

misura l'energia degli adroni (come ad esempio **protoni**, **neutroni** e **pioni**)

I neutrini attraversano indisturbati il rivelatore senza interagire e sono rilevati indirettamente attraverso la 'missing' E_T

Rivelatore di muoni:
Misura momento e carica dei muoni

Rivelatore di tracce:
misura momento e carica di
particelle cariche in campo
magnetico



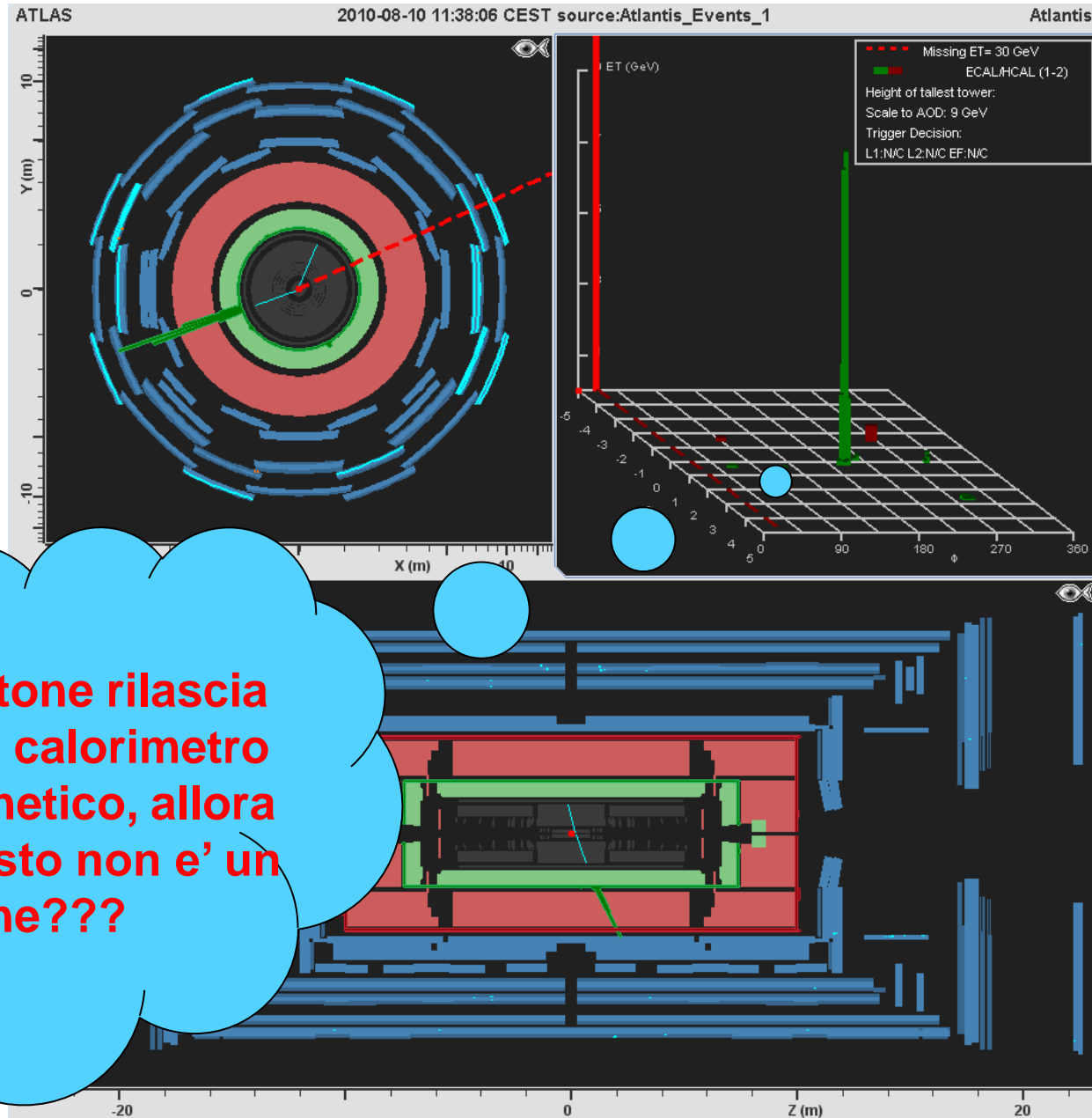
**Come vede Minerva
una particella?**

Rivelatore elettromagnetico:
misura l'energia di elettroni,
muoni e fotoni

Calorimetro adronico:
misura l'energia degli adroni
(come ad esempio protoni,
neutroni e pioni)

I neutrini attraversano indisturbati il rivelatore senza interagire con la materia e sono rilevati indirettamente attraverso la 'missing' E_T

Elettroni/Positroni/Fotoni

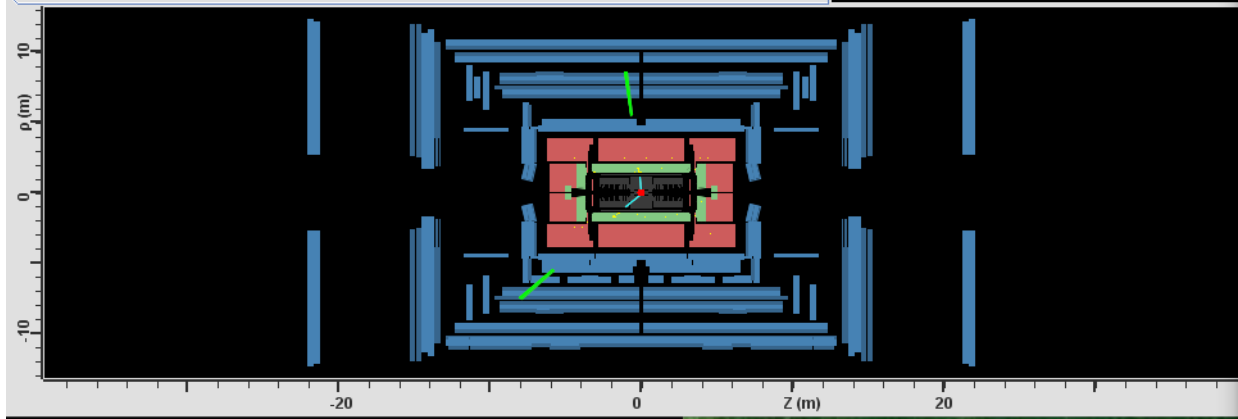
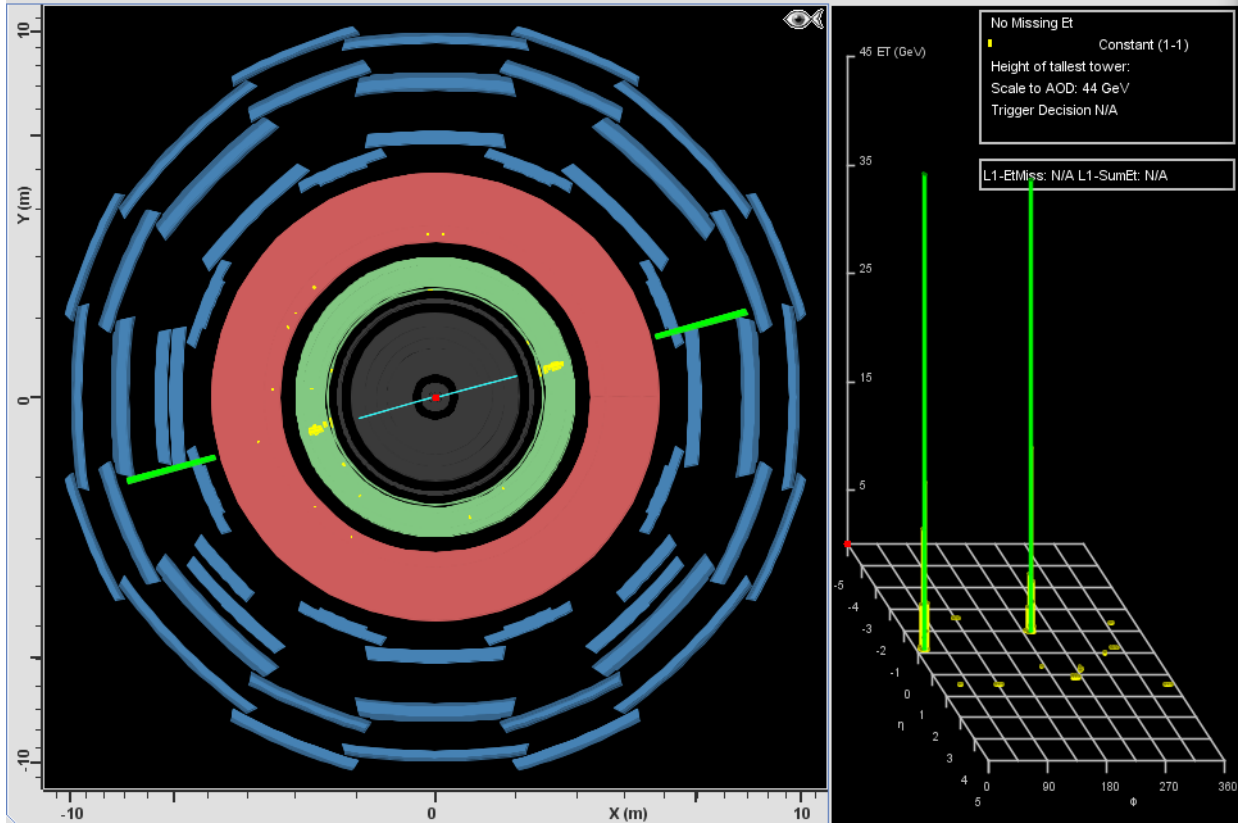


Anche il fotone rilascia energia nel calorimetro elettromagnetico, allora perché questo non e' un fotone???

Elettroni/Positroni/Fotoni

Atlantis Canvas

ATLAS 2011-09-14 14:55:15 CEST source:10A_39_189280_169903456_849 run:189280 ev:169903456 lumiBlock:849 Atlantis



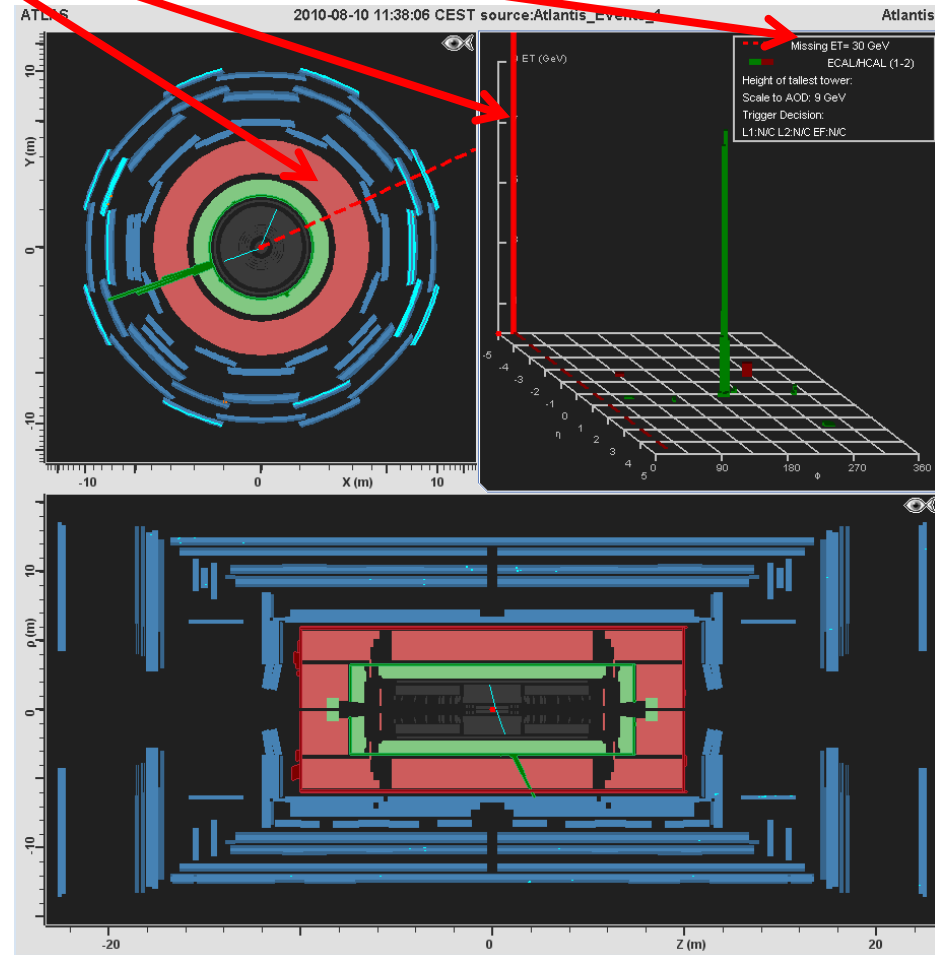
Neutrini - Missing E_T

Ricordate: quark e gluoni si muovono lungo l'asse del fascio prima della collisione protone-protone con il momento trasverso totale iniziale nullo.

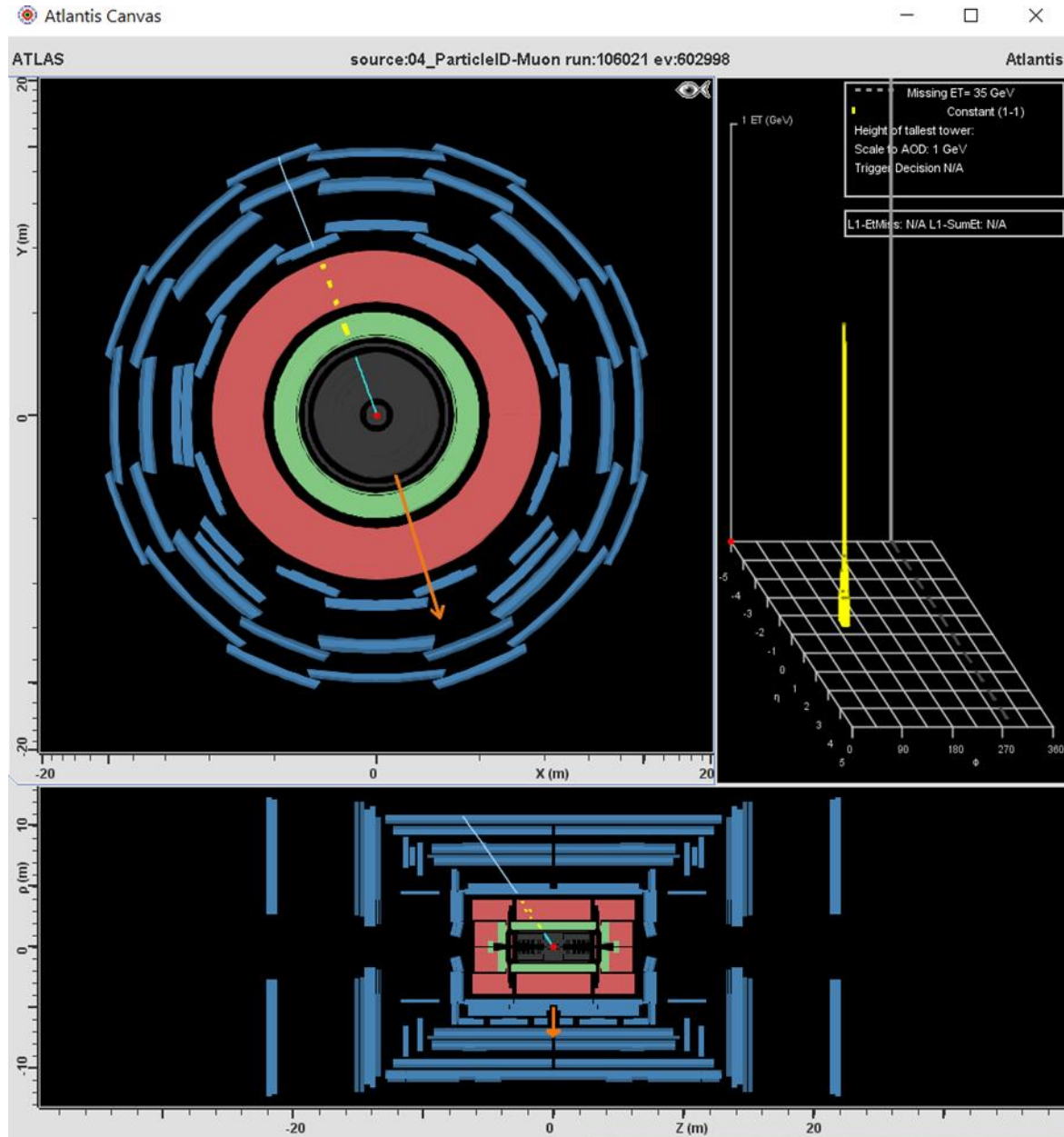
Per la conservazione della quantità di moto anche dopo la collisione il momento trasverso totale deve essere nullo.

Se la misura fornisce un momento trasverso totale non nullo, vuol dire che qualche particella dello stato finale non è stata rivelata.

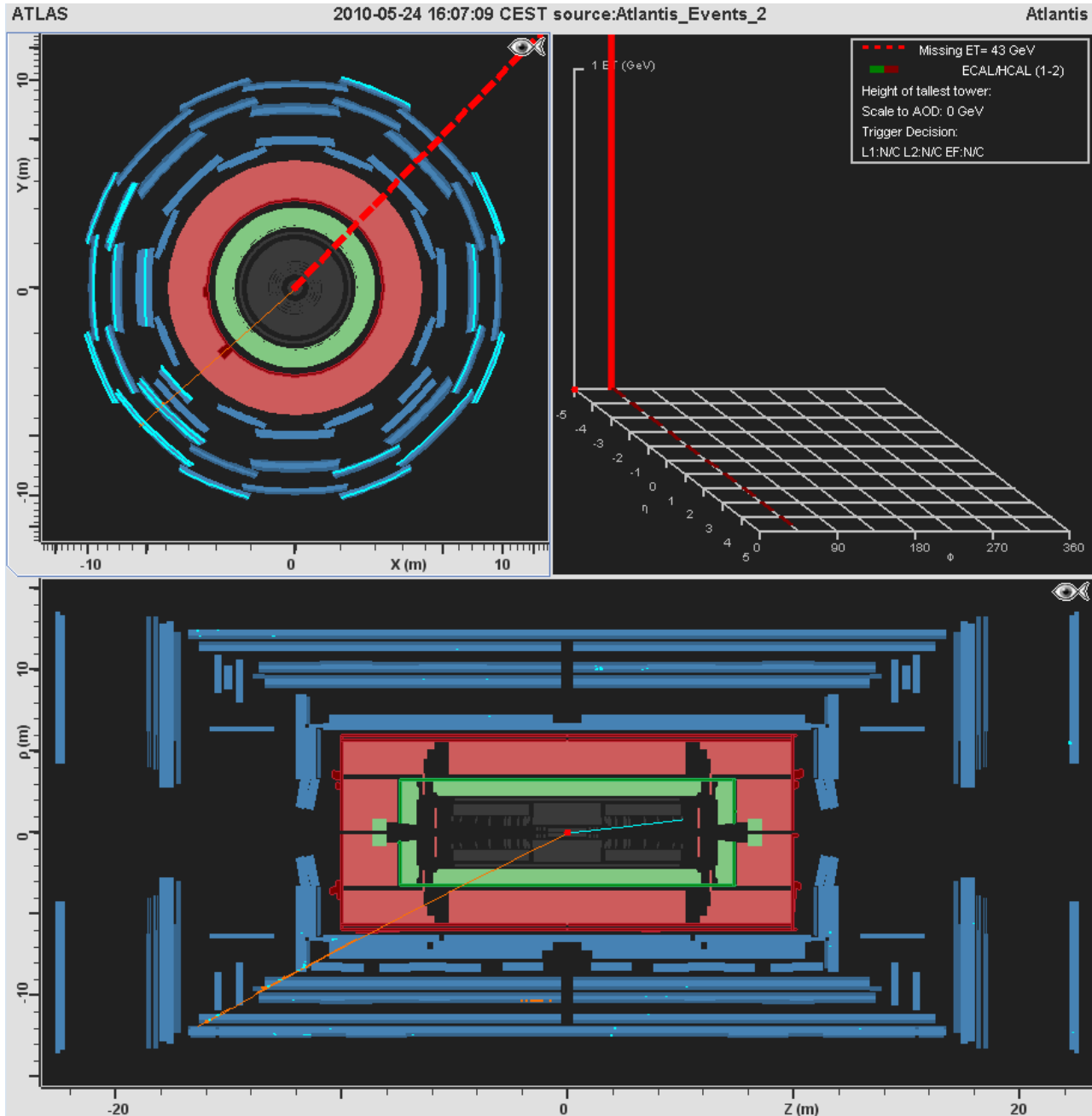
I neutrini escono dal rivelatore senza essere rivelati e causano l'osservazione di un momento trasverso non nullo chiamato momento trasverso mancante.



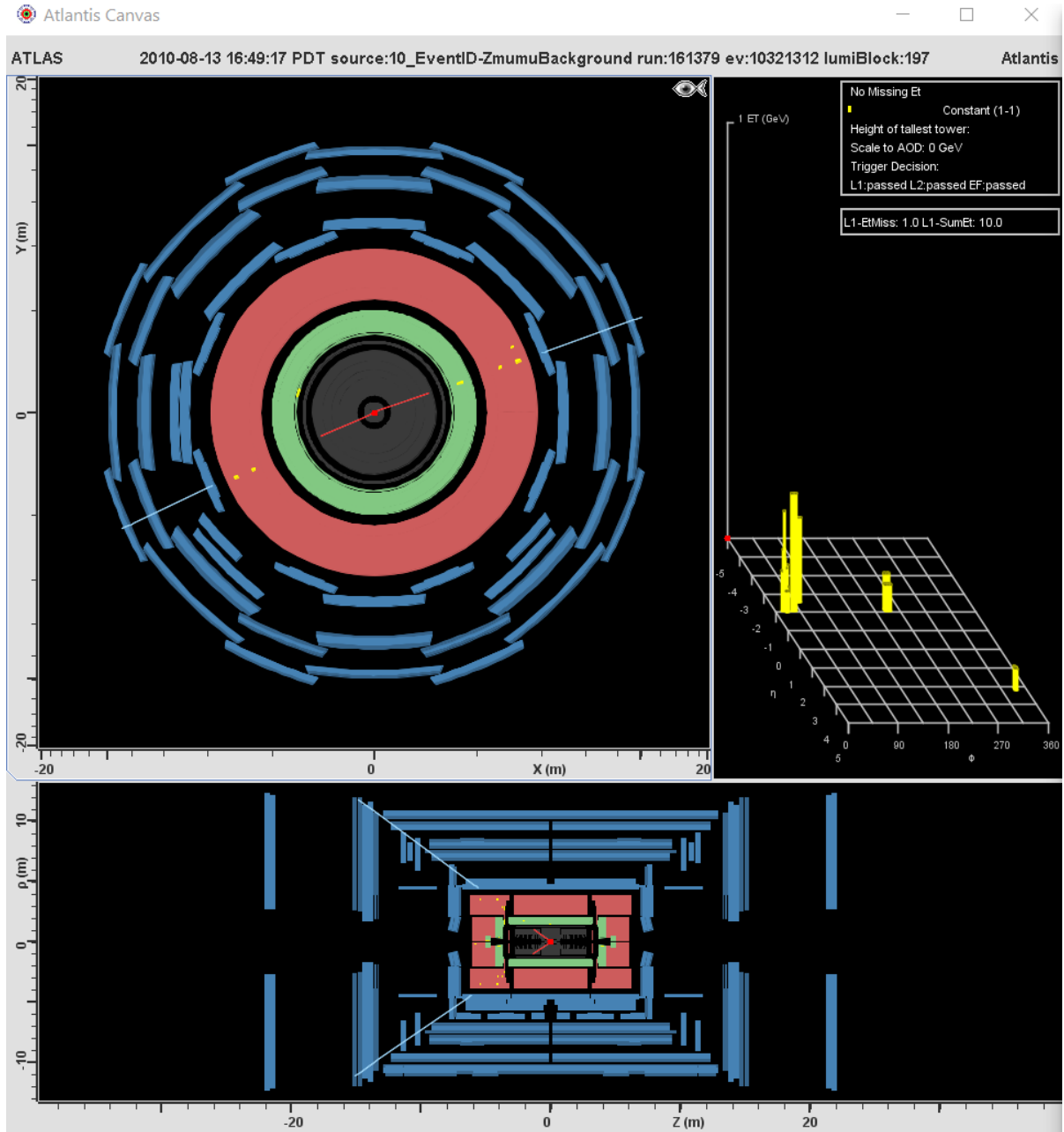
Neutrini - Missing E_T



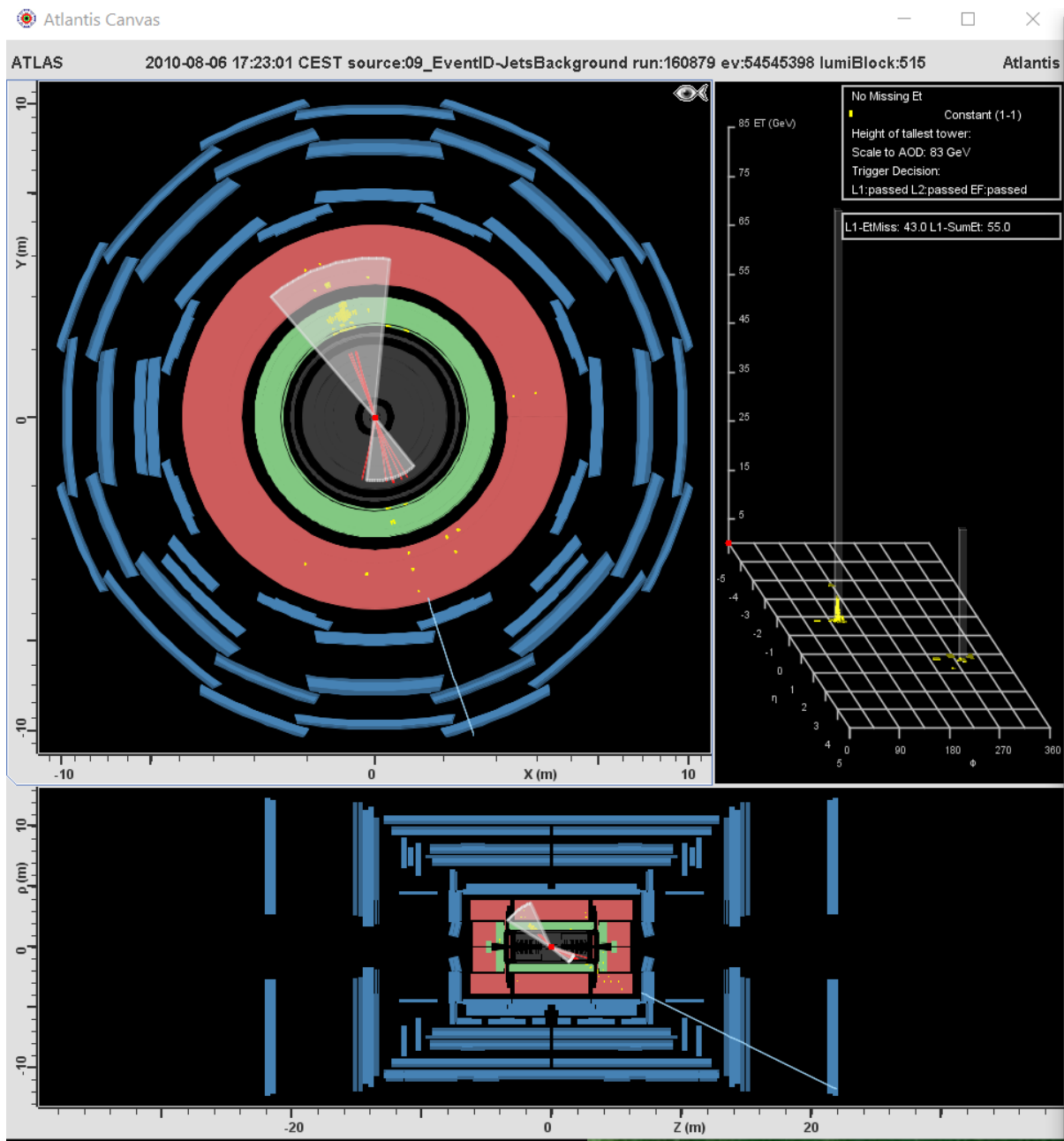
Muoni



Muoni



Jets: Quark e gluoni danno luogo a jets



Cerchiamo di lavorare in modo efficiente...
aprite la pagina indicò dell'evento:

<https://agenda.infn.it/e/mcg2021>

andate *Istruzioni e questionario* ed aprite i file indicati

Home

Informazioni

Organizzazione

Programma dell'evento

Registrazione 2021

Scuole e studentesse
partecipanti

Istruzioni e questionario

Link utili

Galleria fotografica

Istruzioni e questionario

Informazioni per le studentesse

Nei giorni precedenti l'evento i vostri docenti di riferimento vi aiuteranno a installare il software per l'analisi dati.

Ognuna di voi riceverà il link per la connessione su MC-Teams.

La connessione su MC-Teams inizia alle 8.30 del giorno 11 febbraio 2021.

Dalle 8.30 alle 9.00 ci sarà la registrazione all'evento e riceverete il codice assegnato al campione che analizzerete (in gruppi remoti di due studentesse). Nella sezione Timetable c'è il programma dettagliato della giornata. Conoscerete le motivazioni degli studi di fisici delle particelle e imparerete come viene effettuata l'analisi dati; segnaliamo, a fine mattinata, la connessione con una nostra giocatrice laureata che si trova in Scozia ed alla quale potrete fare domande.

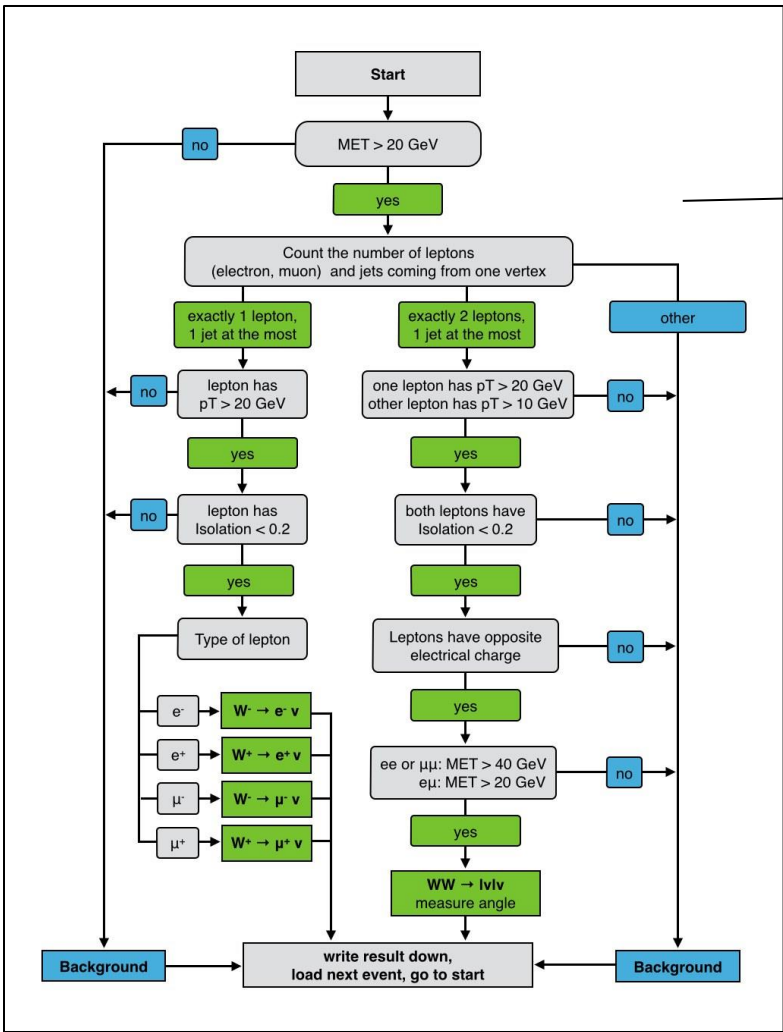
Ulteriore materiale utile è il seguente:

L'elenco dei **tagli di selezione** (potrebbe essere utile stampare questo file).

La scheda **lista degli eventi**, in cui registrerete i vostri risultati (al termine del vostro lavoro dovrete inviarla a masterclass@fis.unical.it).

Tagli di selezione

Lista degli eventi



Set di dati:

Evento	$W^+ \rightarrow e^+ + \nu$	$W^- \rightarrow e^- + \bar{\nu}$	$W^+ \rightarrow \mu^+ + \nu$	$W^- \rightarrow \mu^- + \bar{\nu}$	Fondo	W^+W^-	angolo	codice evento
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								
17								

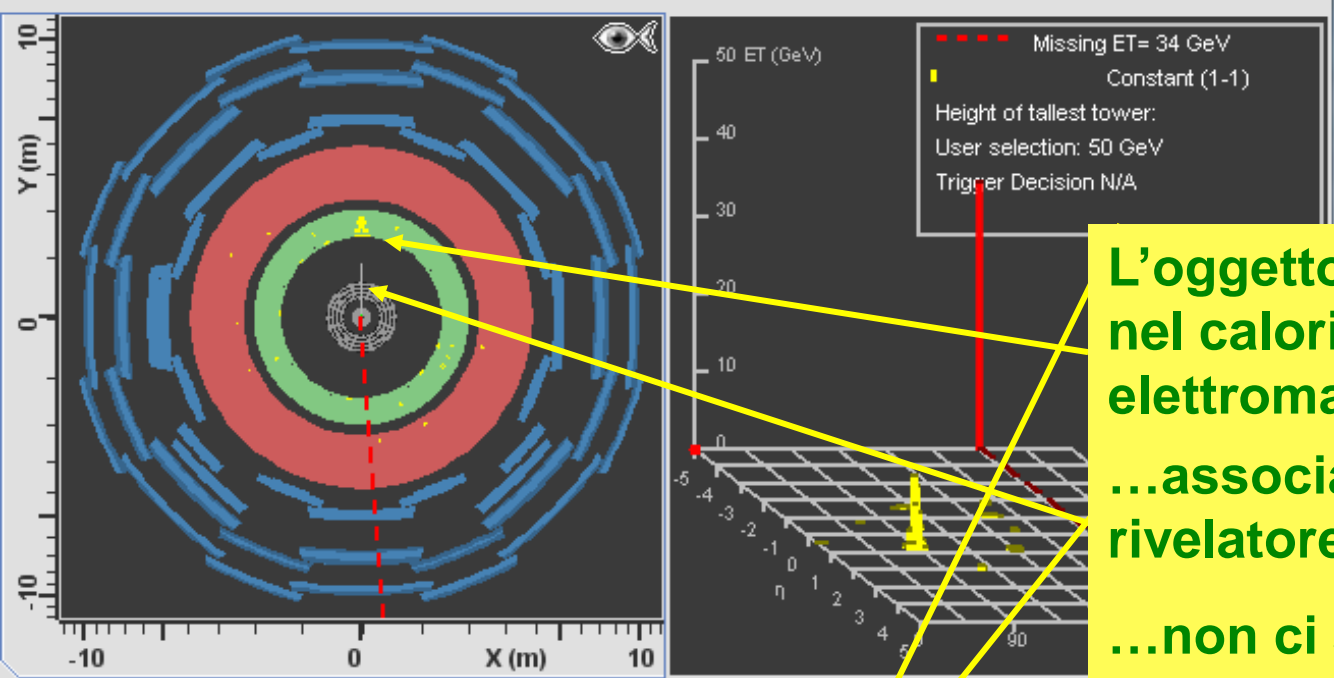
Ora apriamo **Minerva** (lo avete scaricato sul vostro PC)

The image shows the Atlantis GUI interface. On the left, the 'Atlantis Canvas' displays three views of the ATLAS detector: a top-down view of the calorimeter and muon chambers, a longitudinal view of the detector, and a zoomed-in view of the inner detector. A red arrow points from the top-down view to the longitudinal view. On the right, the 'Atlantis GUI' window shows a control panel with various tabs and a table for 'Set Original Primary Vertex'. Below the control panel, a log window displays event information.

Name	Value
View	Standard
<input checked="" type="checkbox"/> η Vertex	
XVtx	198.0 um
WVtx	1.097 mm
ZVtx	7.626 cm
<input type="checkbox"/> p Max	1.22 m
<input type="checkbox"/> Z Max	2.65 m
Gradient	5.0
<input type="checkbox"/> Short V	0.4
<input checked="" type="checkbox"/> VPlot calo island	<input type="text" value="a"/>
<input type="checkbox"/> DrawApex	
Jet	ET

```
MuonTrack:MuonboyTrackParticles : 2
MuonTrack:MuTagIMOTrackParticles : 2
MuonTrack:MuTagIMOTracks : 2
MuonTrack:StacoTrackParticles : 2
RecVertex : 4
SimChargedTrack : 914
SimNeutralTrack : 999
SimVertex : 548
TILE : 344
TriggerInfo : 1
```

Osserviamo un
evento!

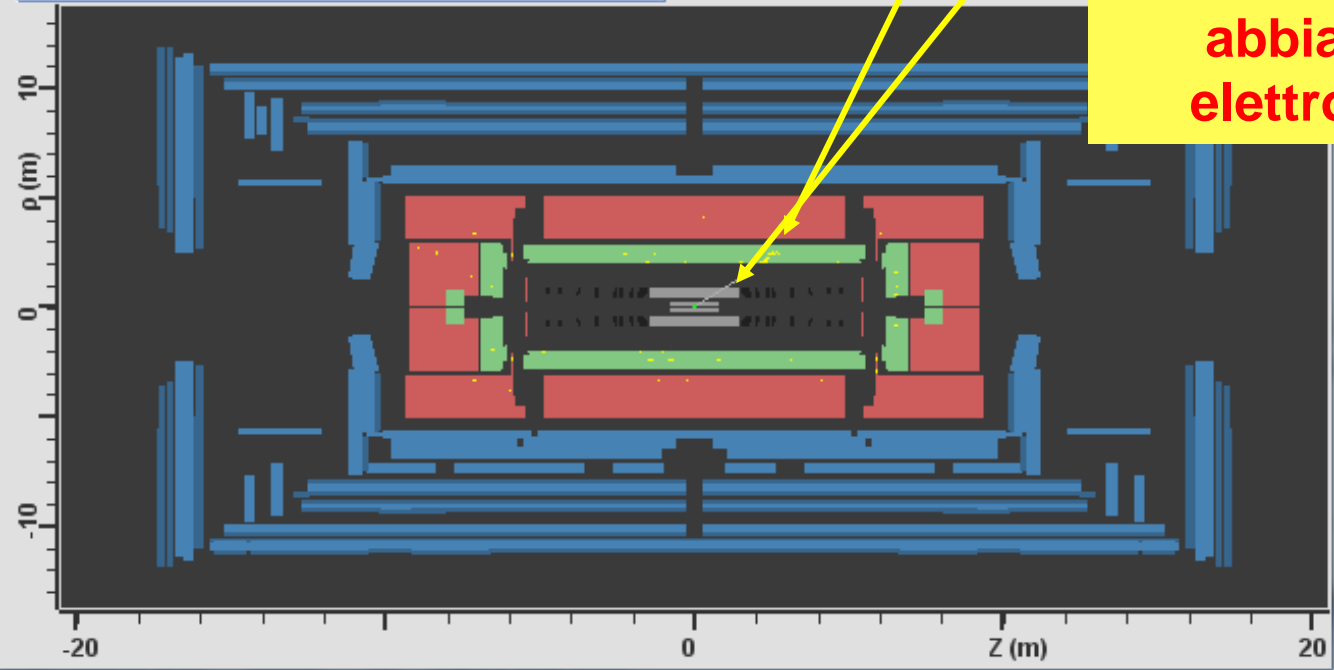


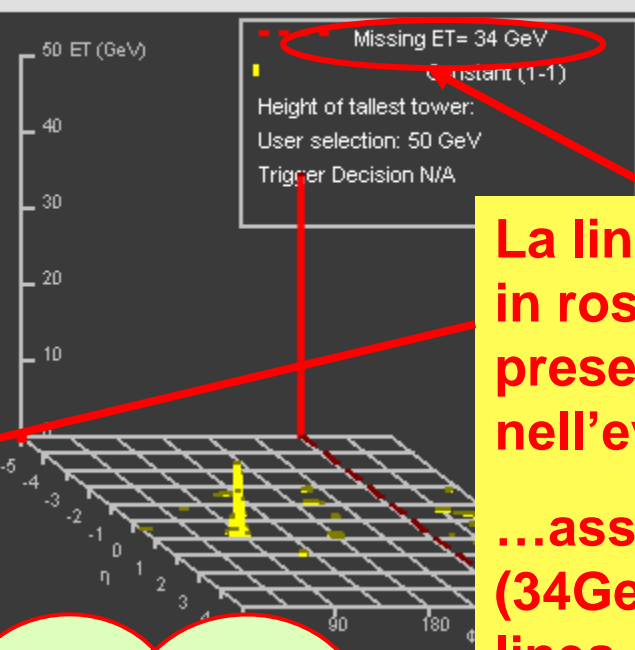
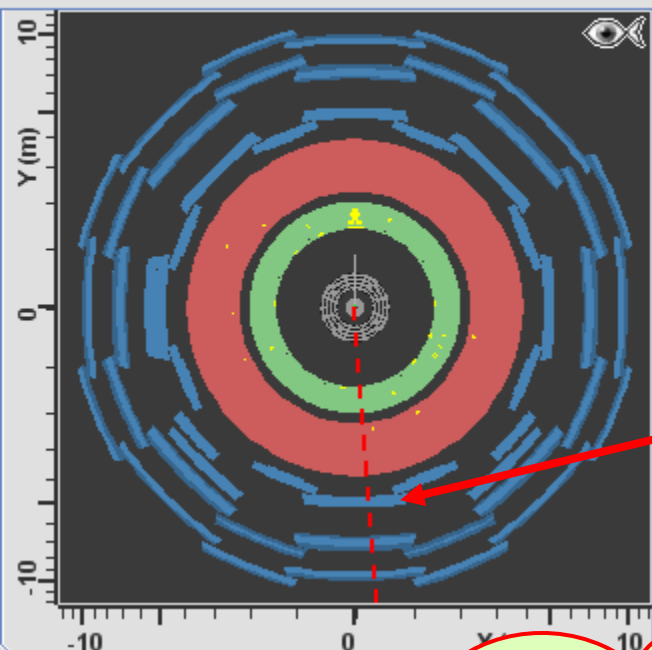
L'oggetto ha rilasciato energia nel calorimetro elettromagnetico...

...associata ad una traccia nel rivelatore di tracce

...non ci sono altre tracce...

abbiamo identificato un elettrone o un positrone!



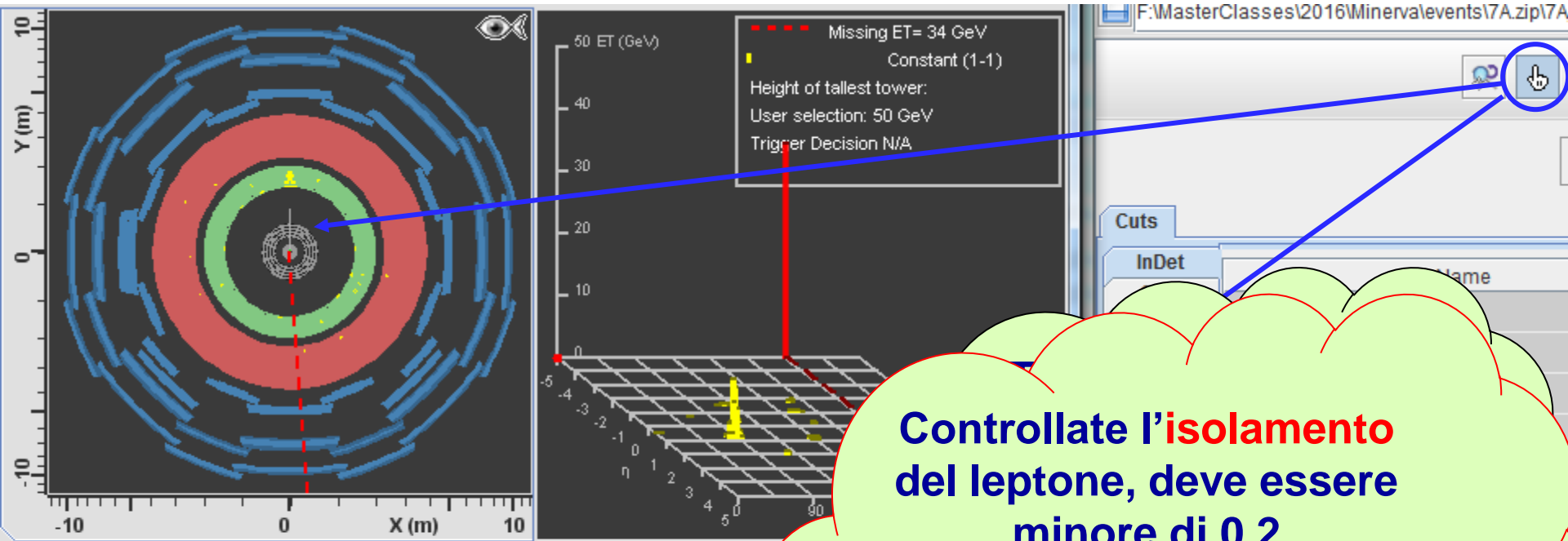


La linea retta tratteggiata e in rosso indica la possibile presenza di un neutrino nell'evento...
...associata ad un alto MET (34GeV) (lo spessore della linea e' proporzionale all'energia associata)...
abbiamo identificato la presenza di un neutrino!

TAGLIO:
MET deve essere di almeno 20 GeV perché si possa associare ad un evento di produzione di **W!**

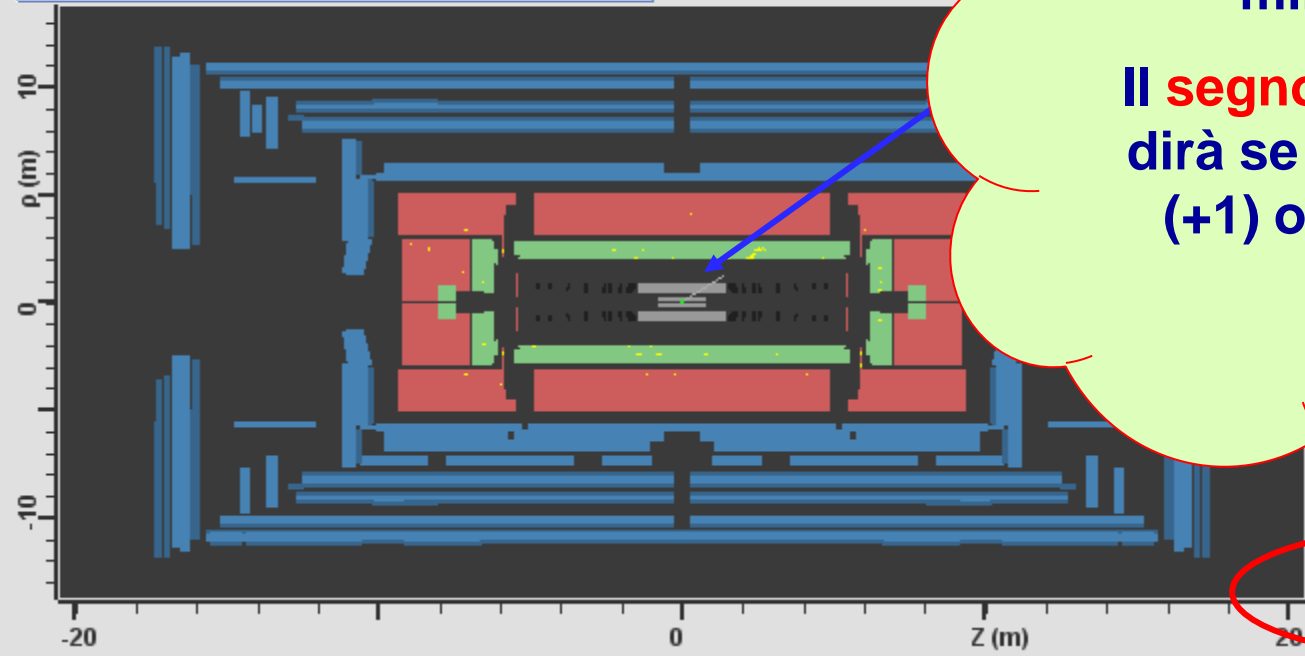
InDetTrack index: 1
PT = 40,933 GeV
 $\eta = 0,746$
 $\Phi = 90,381^\circ$
Px = -0,272 GeV
Py = 40,932 GeV
Pz = 33,449 GeV
Charge = 1
Isolation = 0,00

Verifichiamo il momento trasverso e la carica dell'elettrone



Controllate l'isolamento del leptone, deve essere minore di 0.2

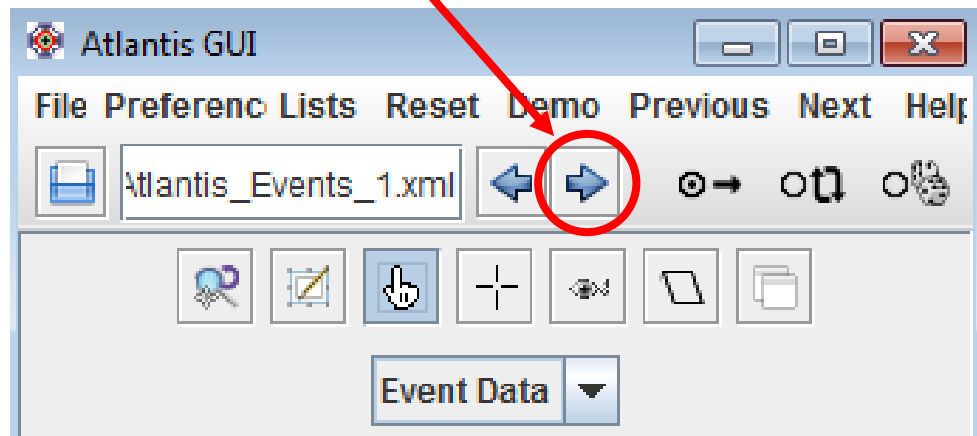
Il segno della carica vi dirà se è un positrone (+1) o elettrone (-1)



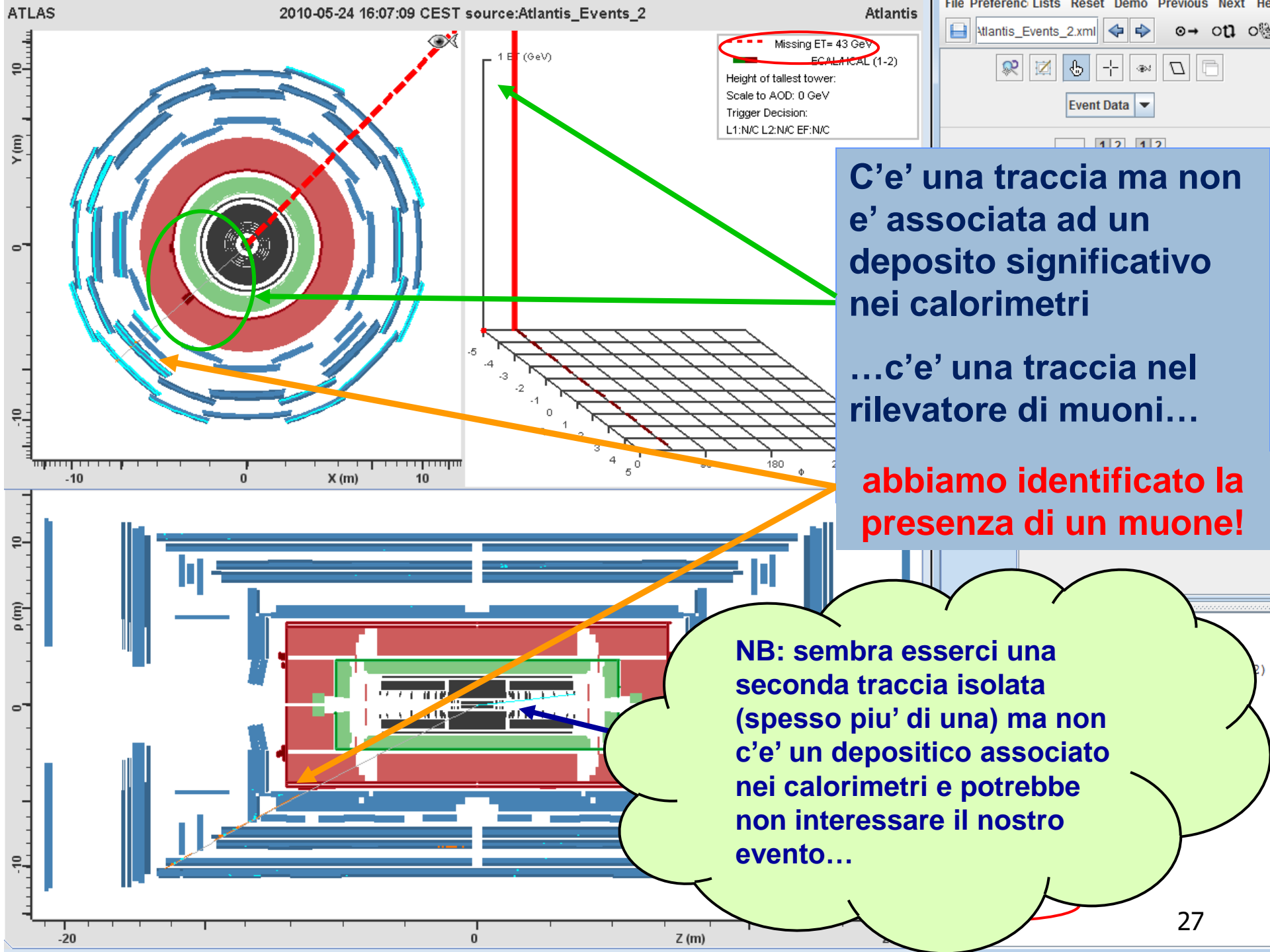
$P_x = 0.272 \text{ GeV}$
 $P_y = 40.932 \text{ GeV}$
 $P_z = 33.449 \text{ GeV}$
Charge = 1
Isolation = 0.00

Abbiamo individuato un evento candidato $W^+ \rightarrow e^+ \nu_e$!!!

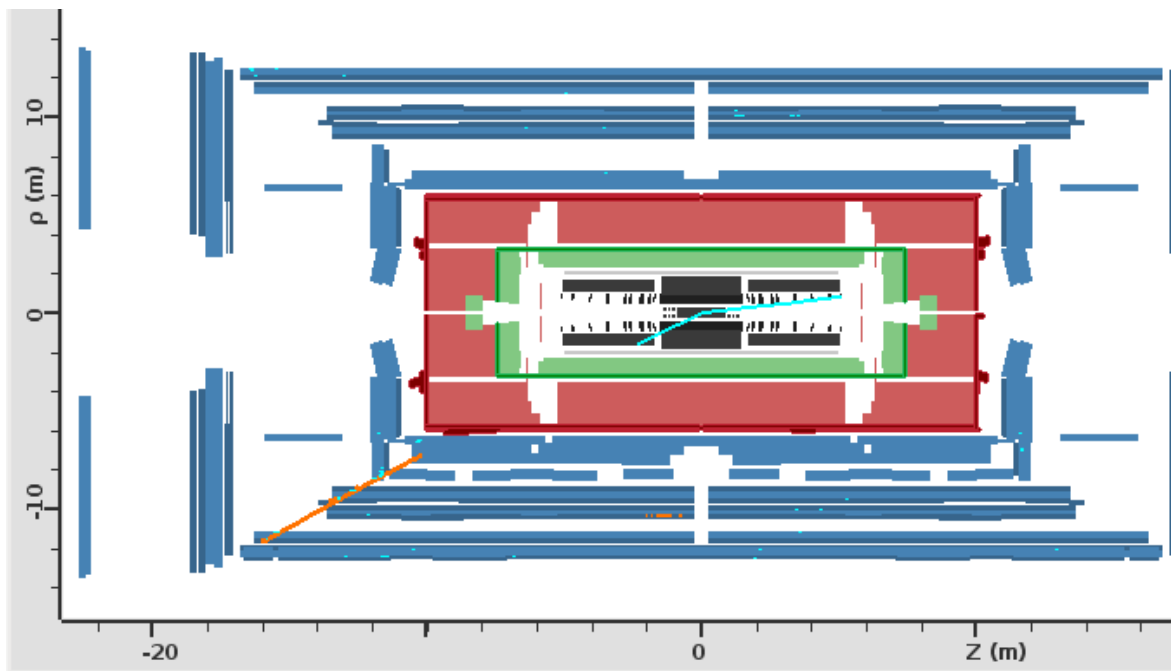
Data sample: 5 A	Signal 1				Signal 2		Back-ground	Comment
	W → ν + ...		W → ν + ...		WW → lνlν	$\Delta\Phi_{ll}$		
	e ⁺	e ⁻	μ ⁺	μ ⁻				
Event #	e ⁺	e ⁻	μ ⁺	μ ⁻	WW → lνlν	$\Delta\Phi_{ll}$		
1	//							MET 34
2								
3								
4								
5								
6								
7								



Registrate sulla scheda nella l'evento trovato!



Verifichiamo se la seconda traccia soddisfa le richieste...



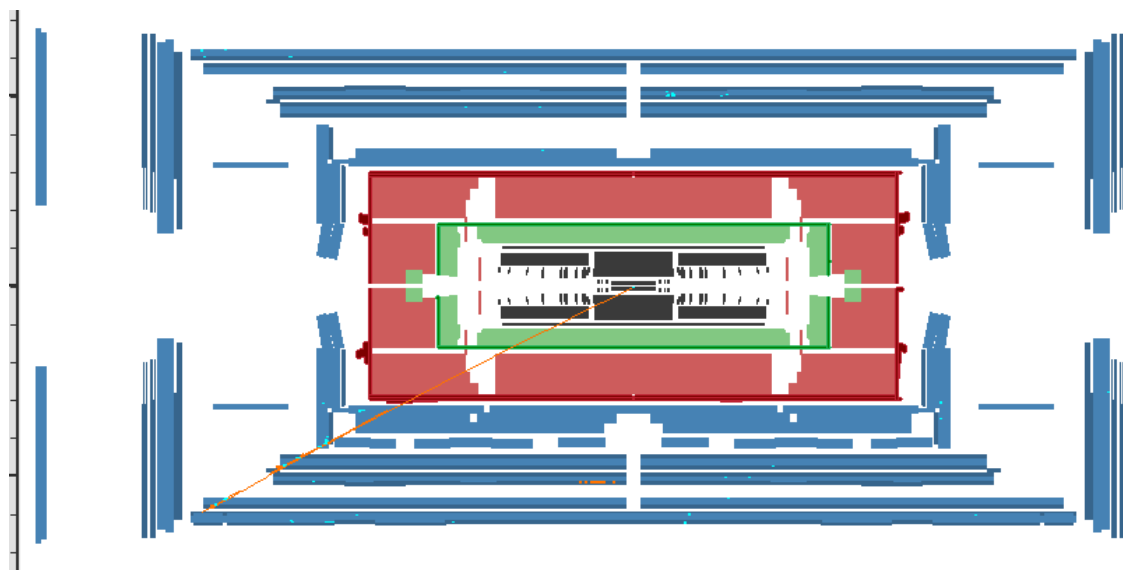
File Preference: Lists Reset Demo Previous Next Help

<http://www.cern.ch/atlas>

Calo MuonDet Objects Geometry

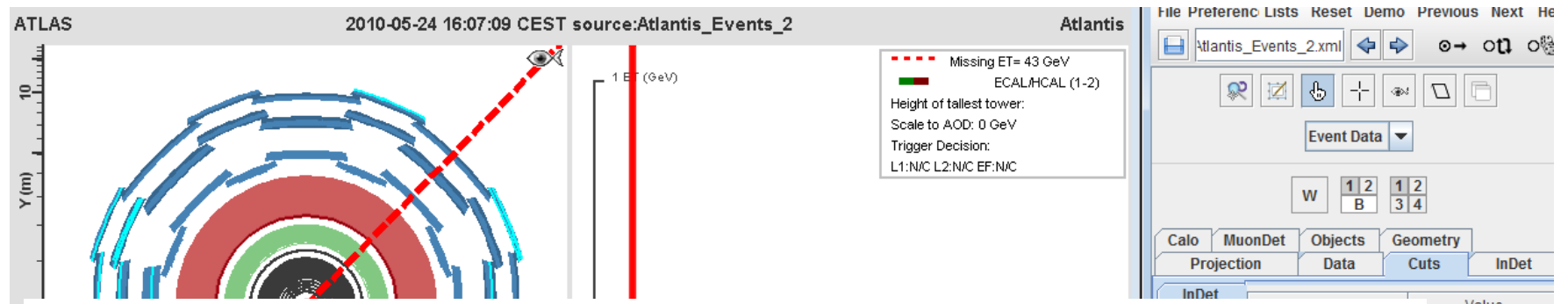
Projection Data Cuts InDet

InDet	Name	Value
Calo	<input checked="" type="checkbox"/> Pt	> 10.0 GeV
MuonDet	<input checked="" type="checkbox"/> d0	< 2.5 mm
Objects	<input checked="" type="checkbox"/> z0	< 20.0 cm
ATLAS	<input checked="" type="checkbox"/> d0 Loose	< 2.0 cm
	<input type="checkbox"/> z0-zVtx	< 2.5 mm
	<input type="checkbox"/> Number Pix...	= 2
	<input type="checkbox"/> Number SC...	= 7
	<input type="checkbox"/> Number TRT...	= 15
	<input type="checkbox"/> Author	= 1
	<input checked="" type="checkbox"/> RVx tracks	= 3
	<input type="checkbox"/> RVx primary...	= 1



...l'importanza dei tagli...

Abbiamo individuato un evento candidato $W \rightarrow \mu^+ \nu$!!!



Data sample: 5 A		Signal 1				Signal 2		Back- ground	Comment
		$W \rightarrow \nu + \dots$		$W \rightarrow \nu + \dots$		$WW \rightarrow l\nu l\nu$	$\Delta\Phi_{ll}$		
Event #		e^+	e^-	μ^+	μ^-				
1		41						MET 34	
2				37				MET 43	
3									
4									
5									
6									
7									



Guardiamo un altro evento...

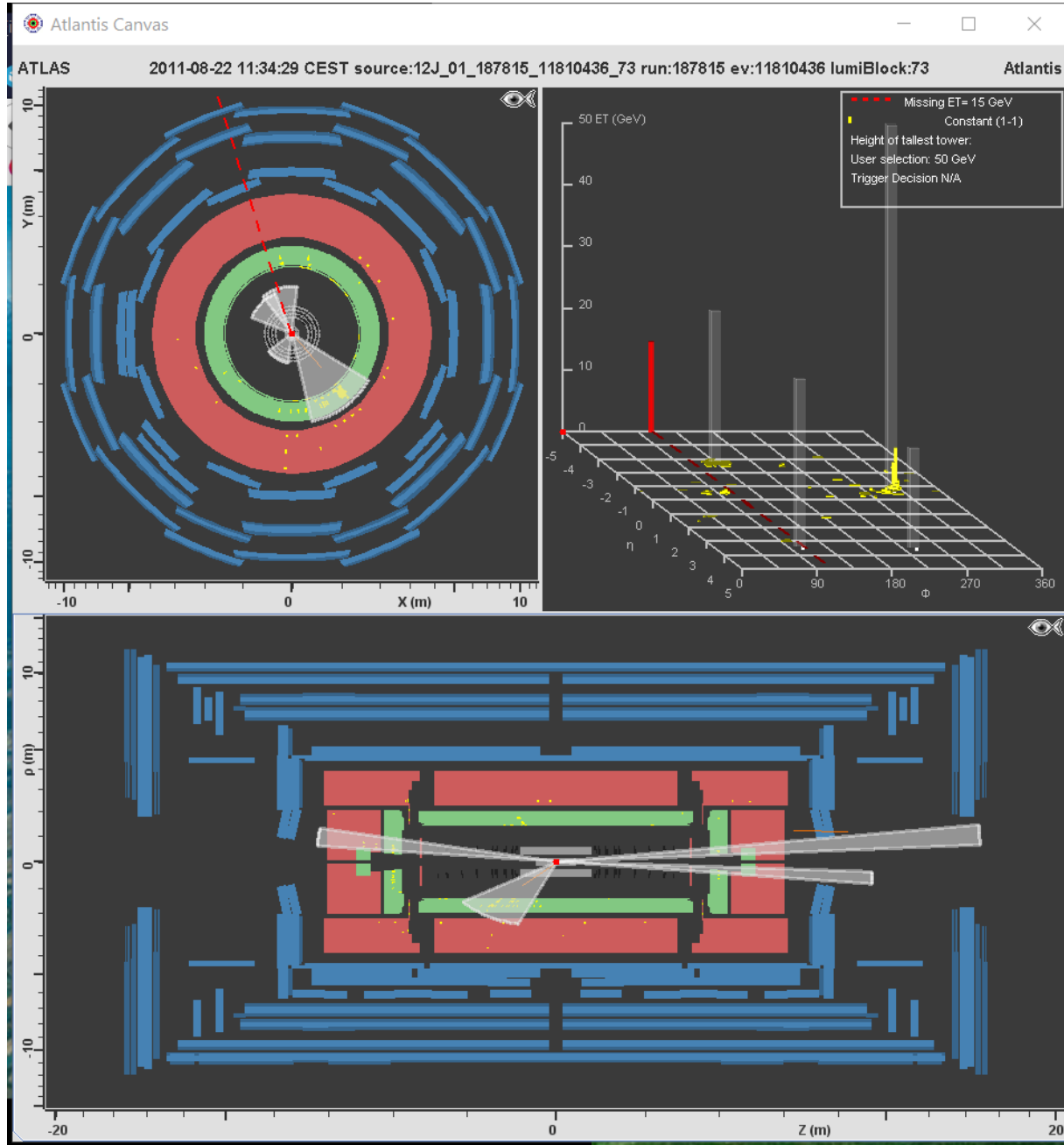
Welcome to Atlantis !

Atlantis_Events_1.xml (1611180010086242)

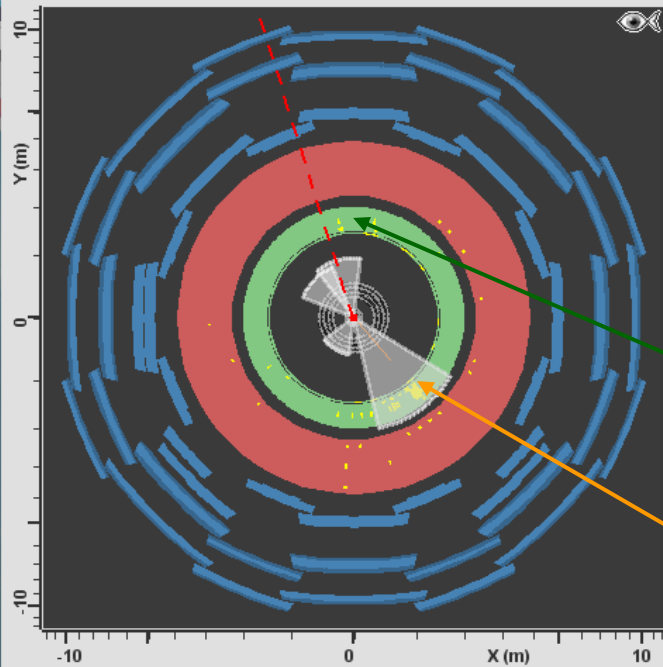
Atlantis_Events_2.xml (155678008568777)

MuonTrack index: 0
 PT=36,842 GeV
 $\eta = -1,030$
 $\Phi = 222,136^\circ$
 Px=-27,320 GeV
 Py=-24,717 GeV
 Pz=-45,012 GeV
 Charge = 1

Cosa suggerite?



ATLAS 2011-08-22 11:34:29 CEST source:12J_01_187815_11810436_73 run:187815 ev:11810436 lumiBlock:73 Atlantis



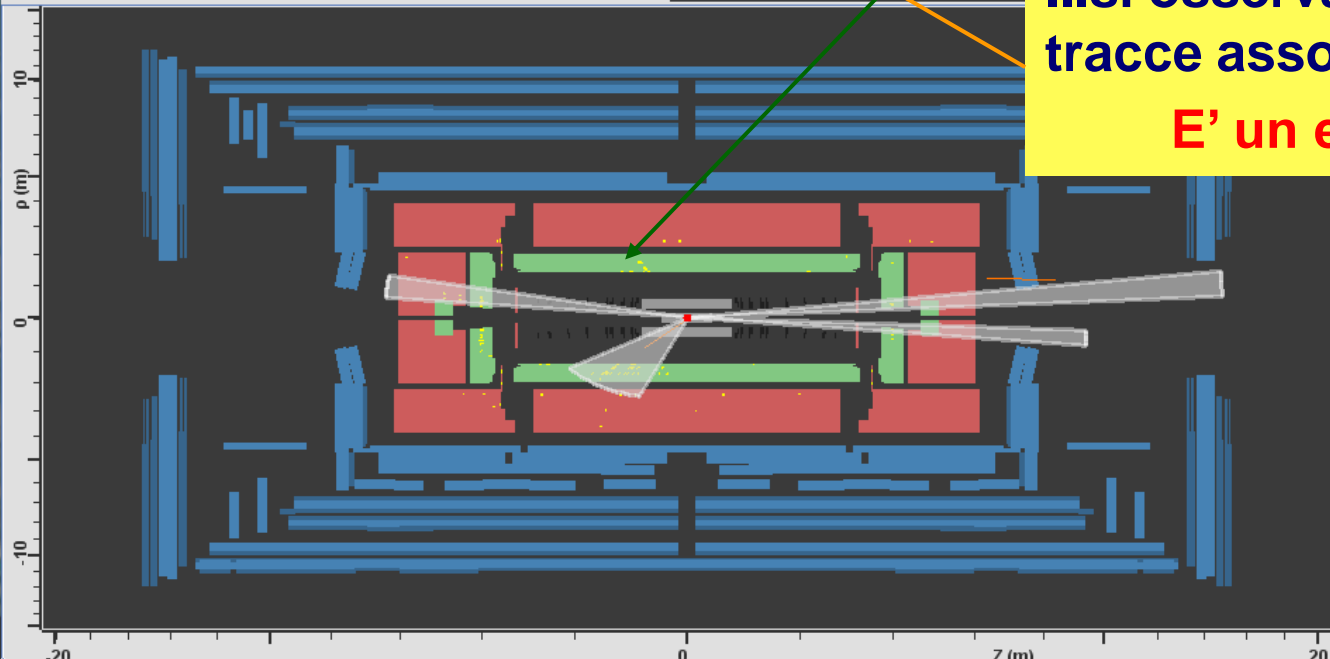
Non e': $W \rightarrow e\nu$, $W \rightarrow \mu\nu$ (perche' basso MET e no tracce isolate)

Si osservano fasci di particelle (jets)...

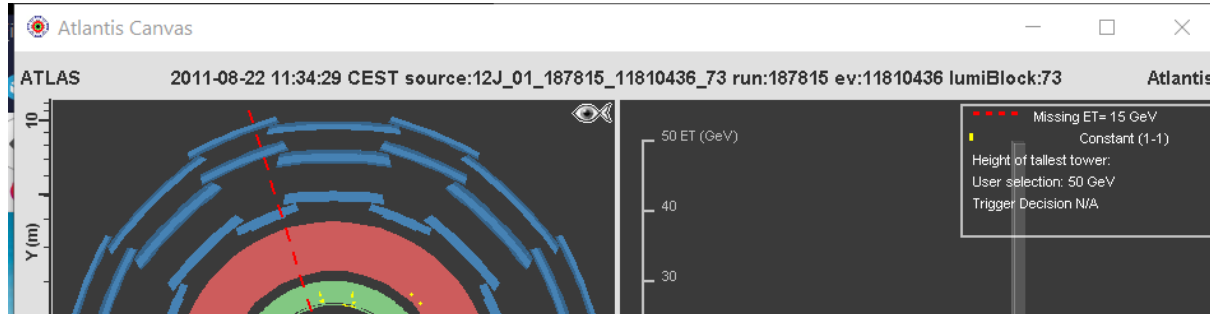
...c'e' poco deposito di energia sia nei calorimetri...

...si osservano numerose tracce associate ai jet.

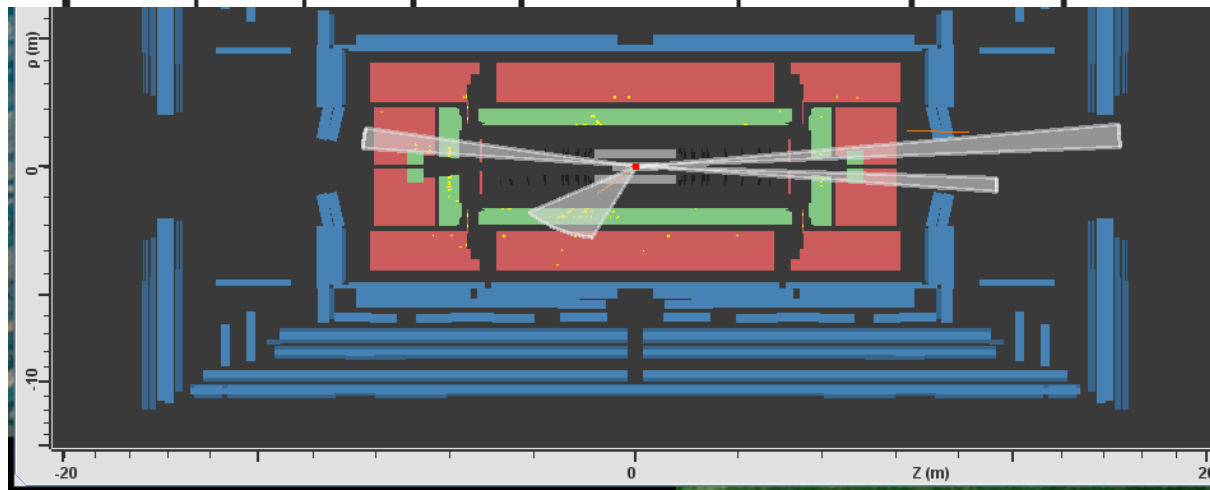
E' un evento di fondo!



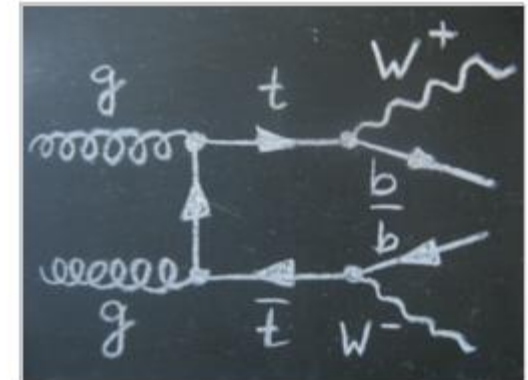
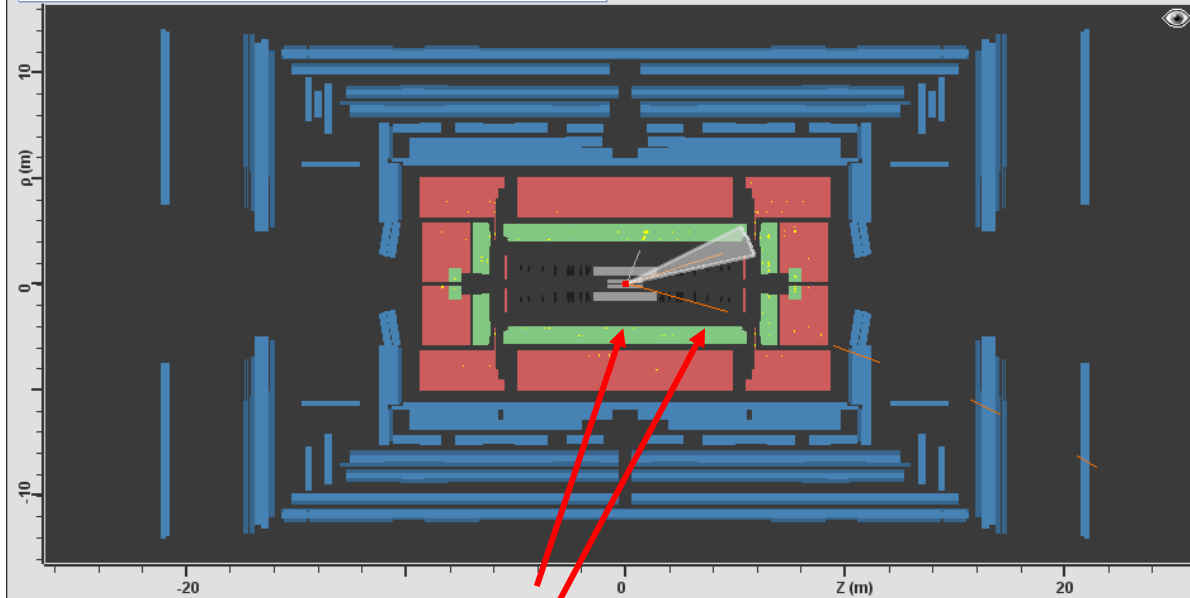
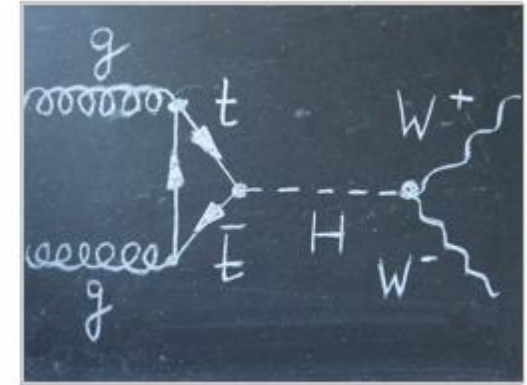
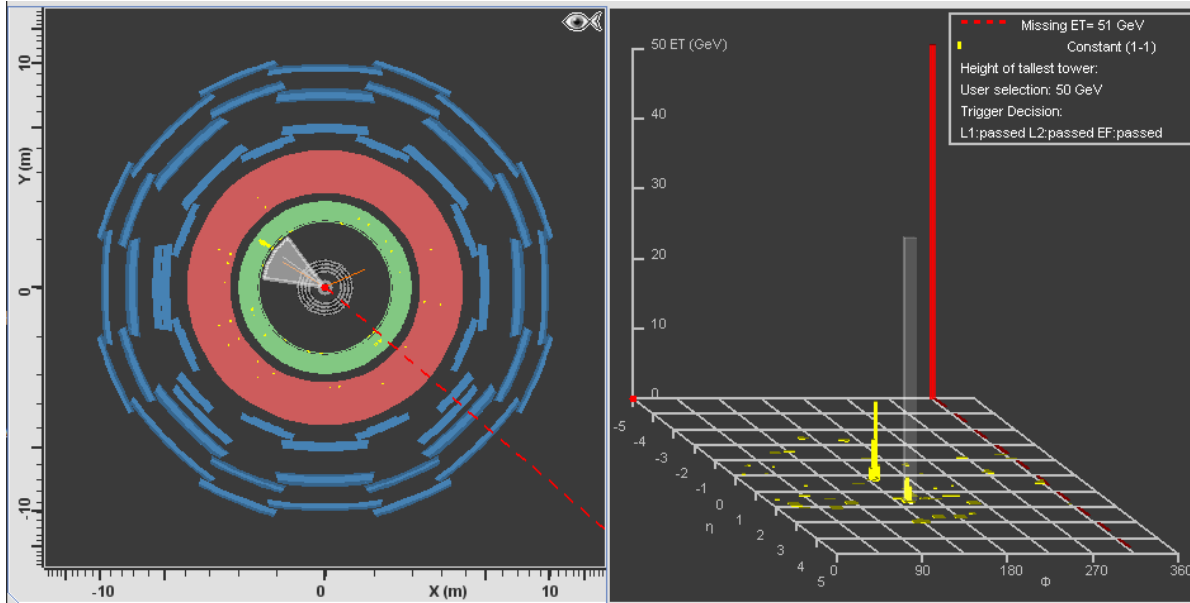
Abbiamo individuato un evento di fondo!!!



Data sample: 5 A		Signal 1				Signal 2		Back- ground	Comment
		$W \rightarrow \nu + \dots$		$W \rightarrow \nu + \dots$		$WW \rightarrow l\nu l\nu$	$\Delta\Phi_{ll}$		
Event #		e^+	e^-	μ^+	μ^-				
1			30					MET 30	
2				37				MET 43	
3							✓		
4									
5									
6									
7									

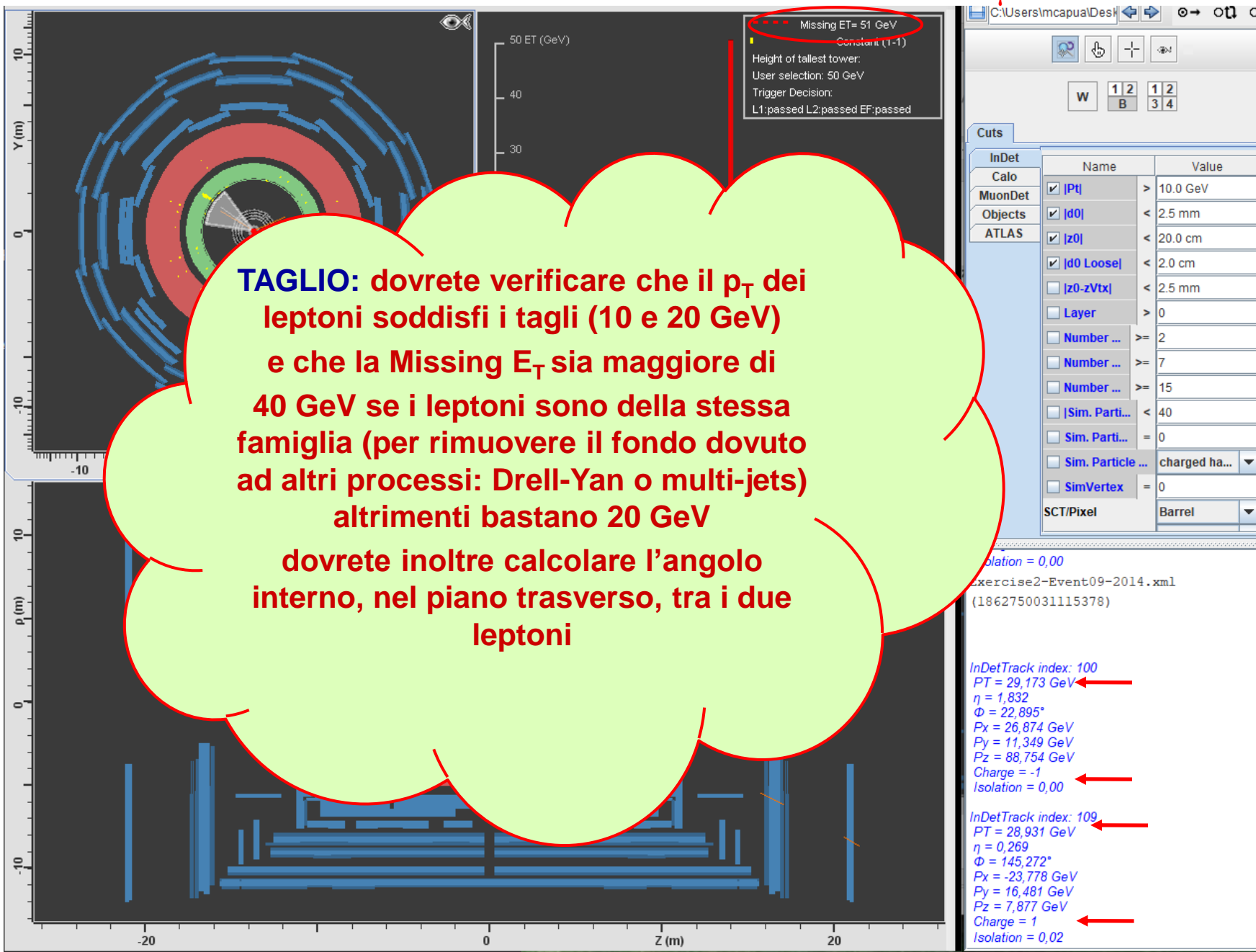


Higgs? $W^+W^- \rightarrow e^- + \bar{\nu}_e + \mu^+ + \nu_\mu$



Due leptoni con carica opposta

Higgs? $WW \rightarrow e^- + \bar{\nu}_e + \mu^+ + \nu_\mu$



Missing ET= 51 GeV
 Constant (1-1)
 Height of tallest tower:
 User selection: 50 GeV
 Trigger Decision:
 L1:passed L2:passed EF:passed

TAGLIO: dovrete verificare che il p_T dei leptoni soddisfi i tagli (10 e 20 GeV) e che la Missing E_T sia maggiore di 40 GeV se i leptoni sono della stessa famiglia (per rimuovere il fondo dovuto ad altri processi: Drell-Yan o multi-jets) altrimenti bastano 20 GeV
 dovrete inoltre calcolare l'angolo interno, nel piano trasverso, tra i due leptoni

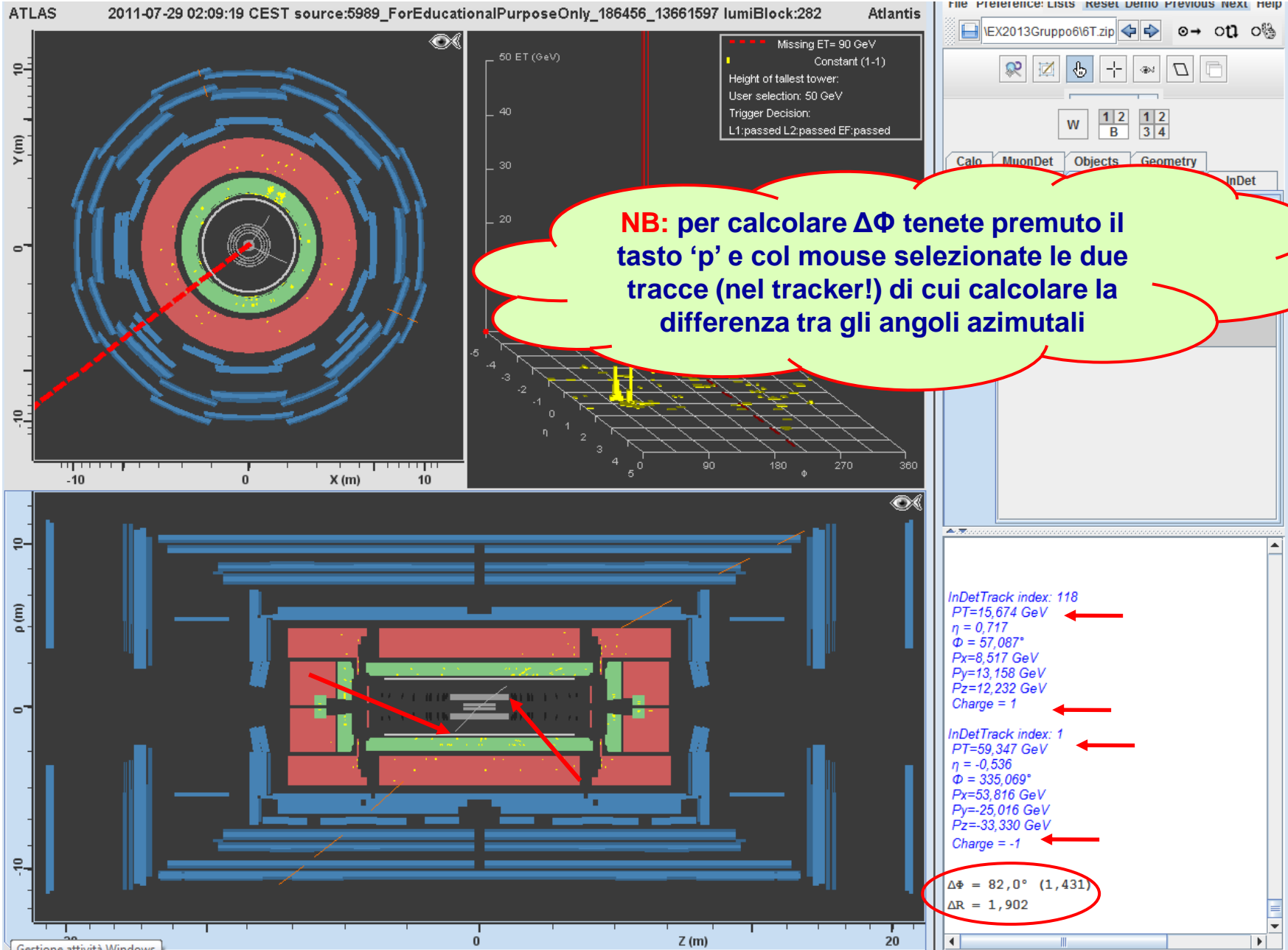
InDet	Name	Value
Calo	<input checked="" type="checkbox"/> Pt	> 10.0 GeV
MuonDet	<input checked="" type="checkbox"/> d0	< 2.5 mm
Objects	<input checked="" type="checkbox"/> z0	< 20.0 cm
ATLAS	<input checked="" type="checkbox"/> d0 Loose	< 2.0 cm
	<input type="checkbox"/> z0-zVtx	< 2.5 mm
	<input type="checkbox"/> Layer	> 0
	<input type="checkbox"/> Number ...	>= 2
	<input type="checkbox"/> Number ...	>= 7
	<input type="checkbox"/> Number ...	>= 15
	<input type="checkbox"/> Sim. Parti...	< 40
	<input type="checkbox"/> Sim. Parti...	= 0
	<input type="checkbox"/> Sim. Particle ...	charged ha...
	<input type="checkbox"/> SimVertex	= 0
SCT/Pixel		Barrel

Isolation = 0,00
 exercise2-Event09-2014.xml
 (1862750031115378)

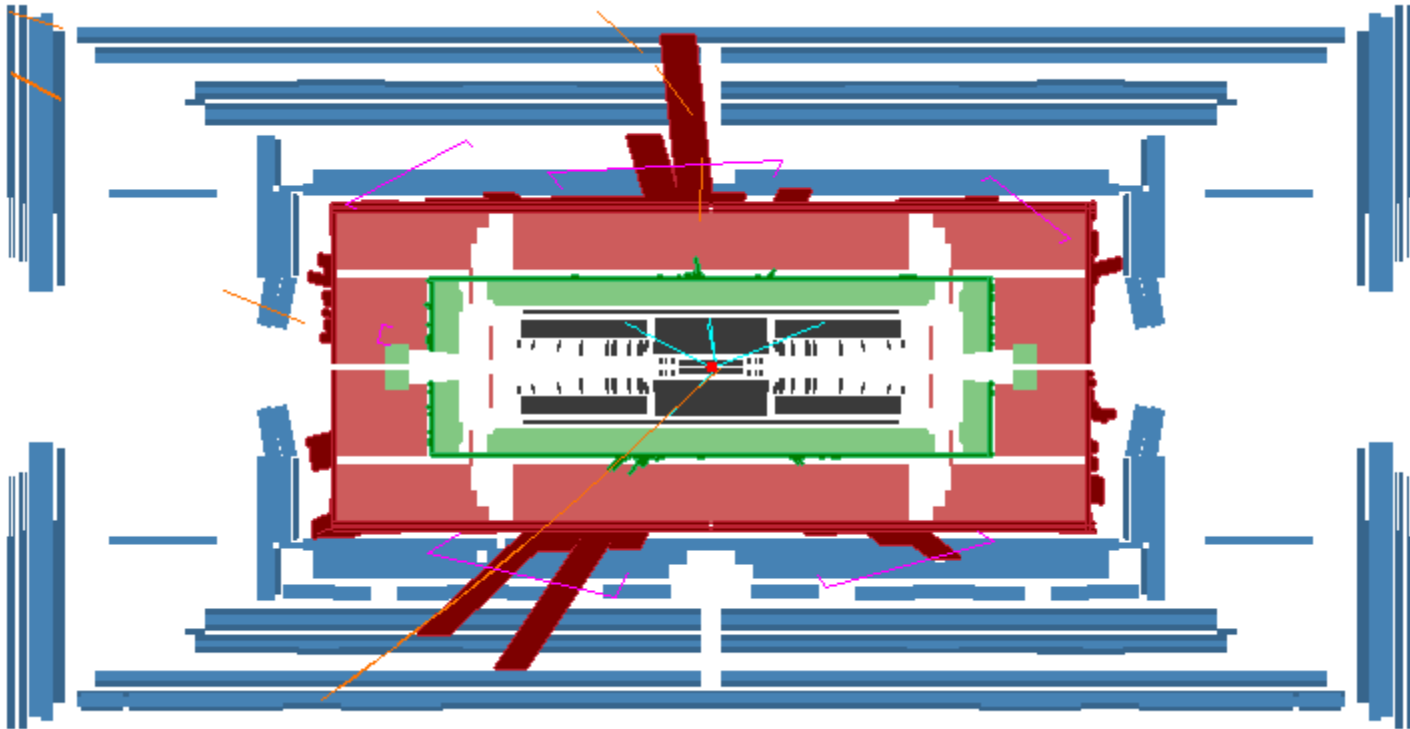
InDetTrack index: 100
 PT = 29,173 GeV
 $\eta = 1,832$
 $\Phi = 22,895^\circ$
 Px = 26,874 GeV
 Py = 11,349 GeV
 Pz = 88,754 GeV
 Charge = -1
 Isolation = 0,00

InDetTrack index: 109
 PT = 28,931 GeV
 $\eta = 0,269$
 $\Phi = 145,272^\circ$
 Px = -23,778 GeV
 Py = 16,481 GeV
 Pz = 7,877 GeV
 Charge = 1
 Isolation = 0,02

Higgs? $W^+W^- \rightarrow \mu^- + \bar{\nu}_\mu + \mu^+ + \nu_\mu$

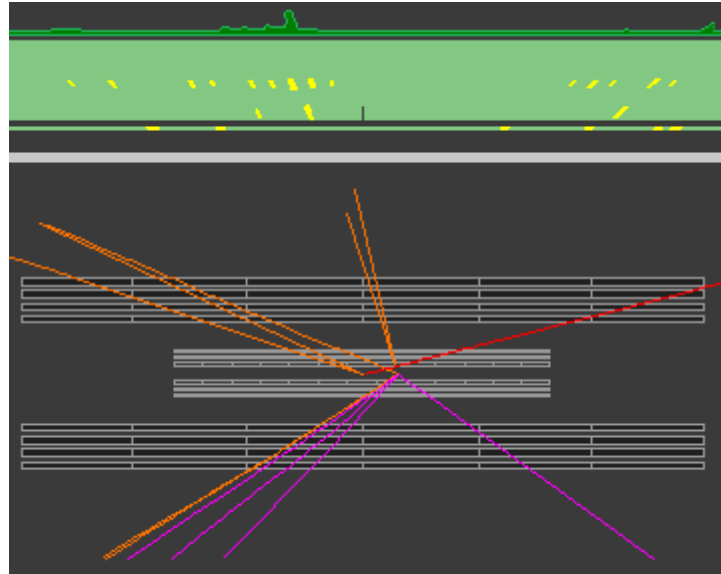
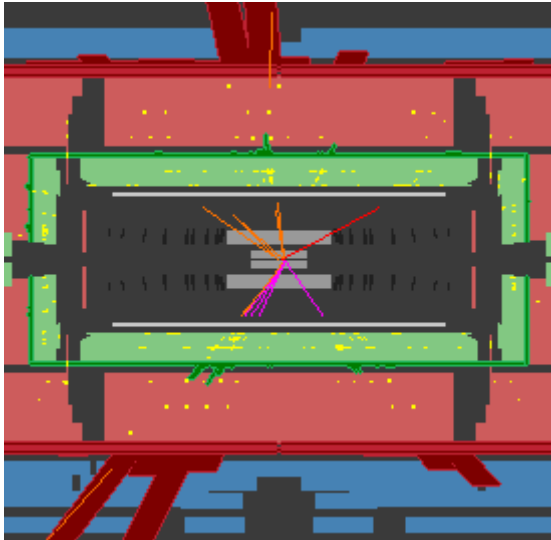


Un altro evento... c'e' un muone?



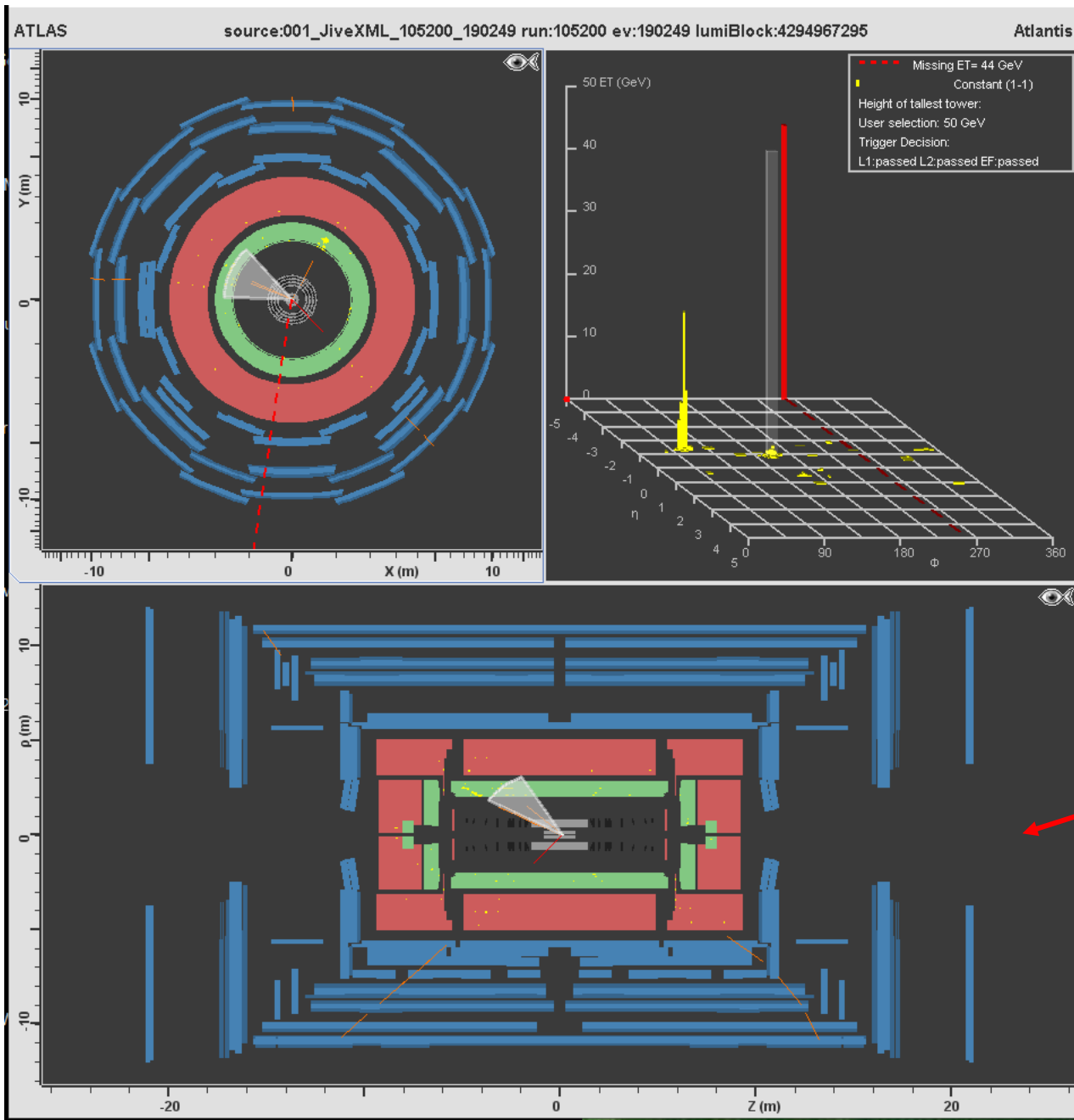
Ricordatevi di controllare sempre che il leptone che avete trovato sia isolato dai possibili jet dell'evento, che abbia il momento trasverso minimo richiesto e che appartengano al vertice primario

Un utile zoom...



Premento il tasto destro del mouse sulla figura e selezionando **unzoom** si ritorna alla vista iniziale

Attenzione! Valutate con calma

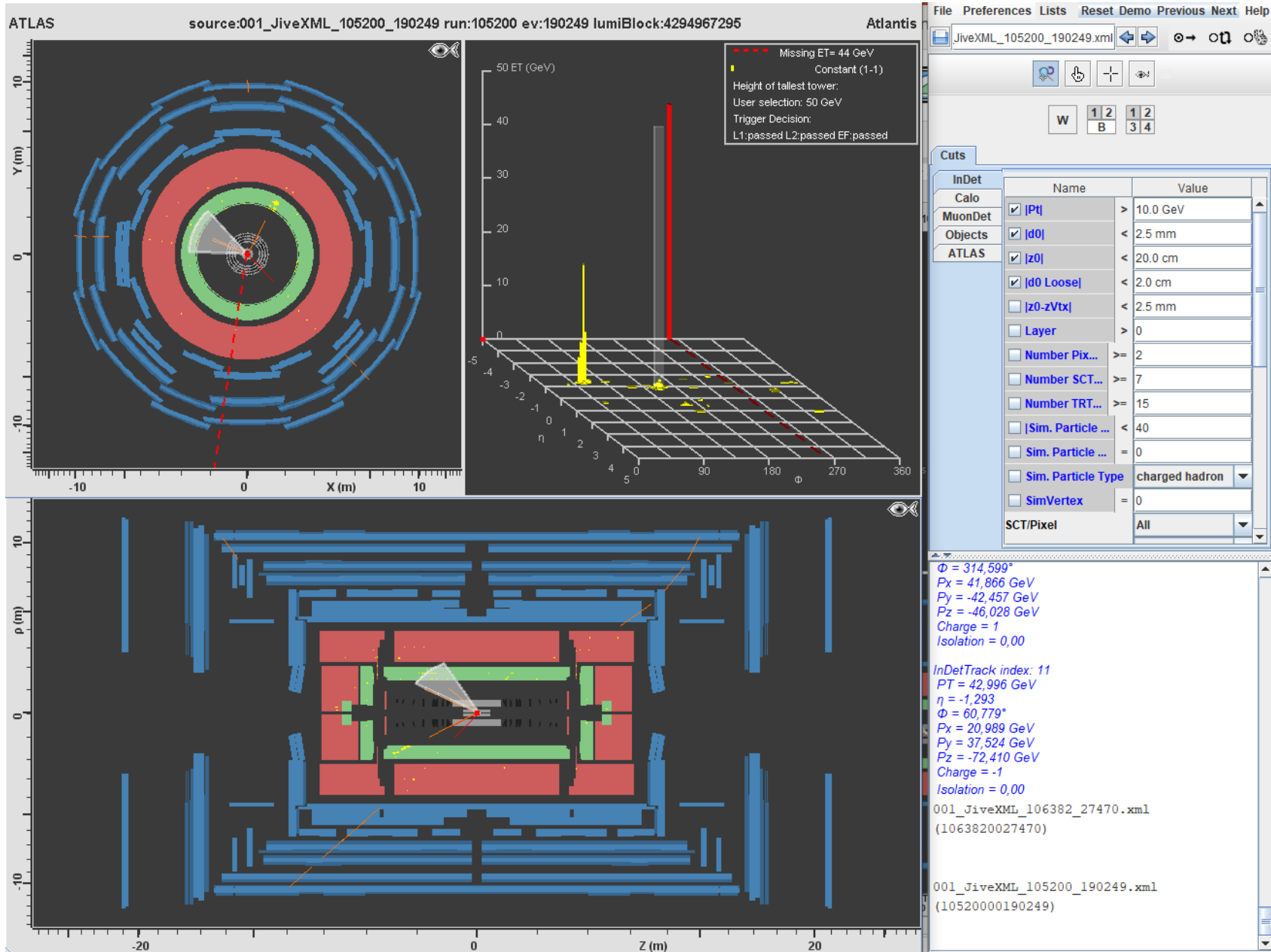


Questo è il primo evento del campione test di Minerva

Dubbi???

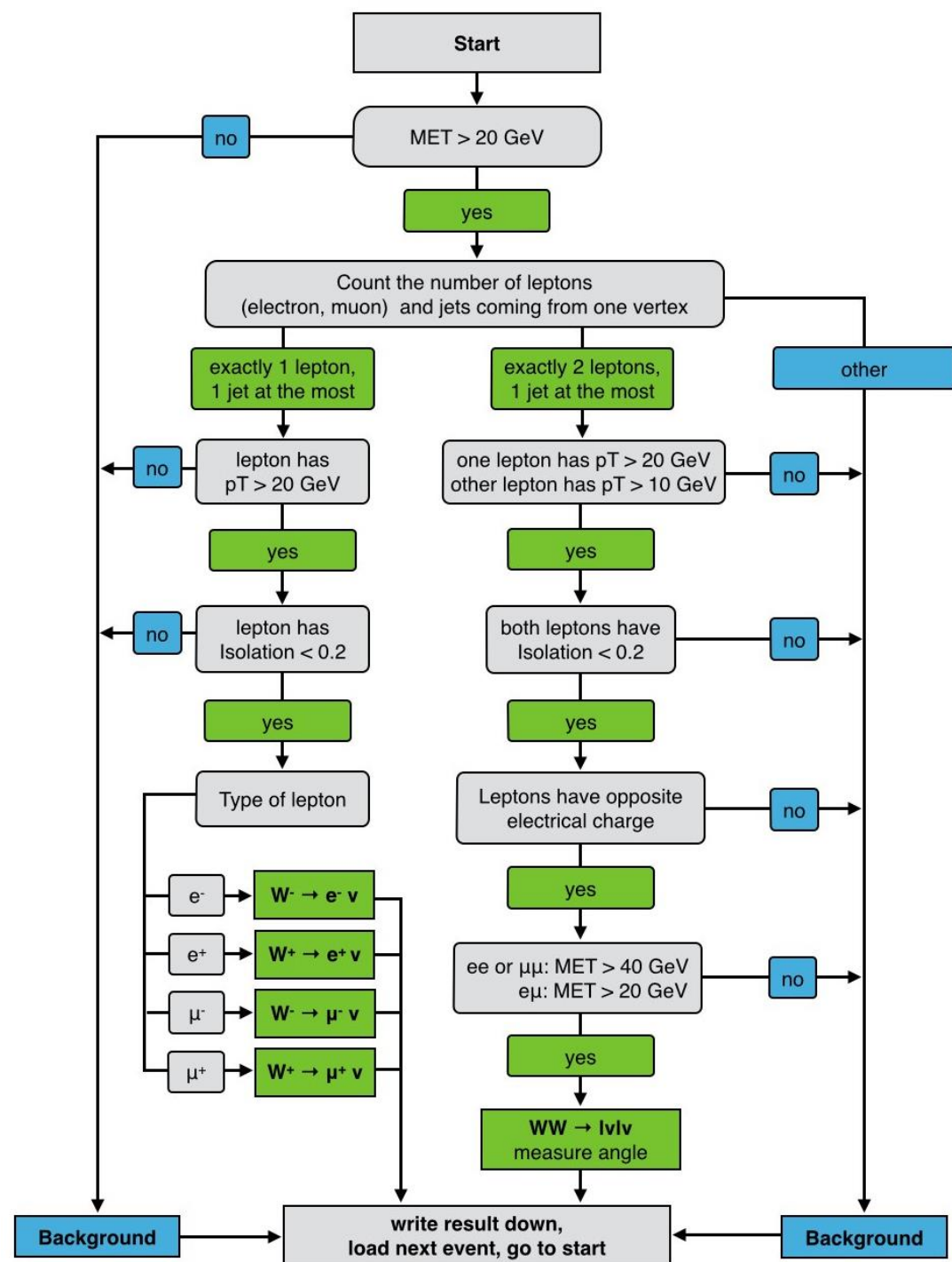
Premete il tasto r (rotate) e muovete il mouse in questa proiezione, state ruotando ATLAS!

Sono diminuiti i dubbi???



Riassumendo...

Vi sara' utile il diagramma che e' nella vostra cartellina e sintetizza i criteri di selezione e i tagli necessari per classificare un evento





**Buon
lavoro!** 41