

PE METTE SU MASSA?



LA PRIMA COSA È TROVÀ ER BORSONE



Introduzione all'analisi dei dati parte 1



Istituto Nazionale di Fisica Nucleare

Lucrezia Bianchi
Università & INFN Roma Tre
10/02/2023



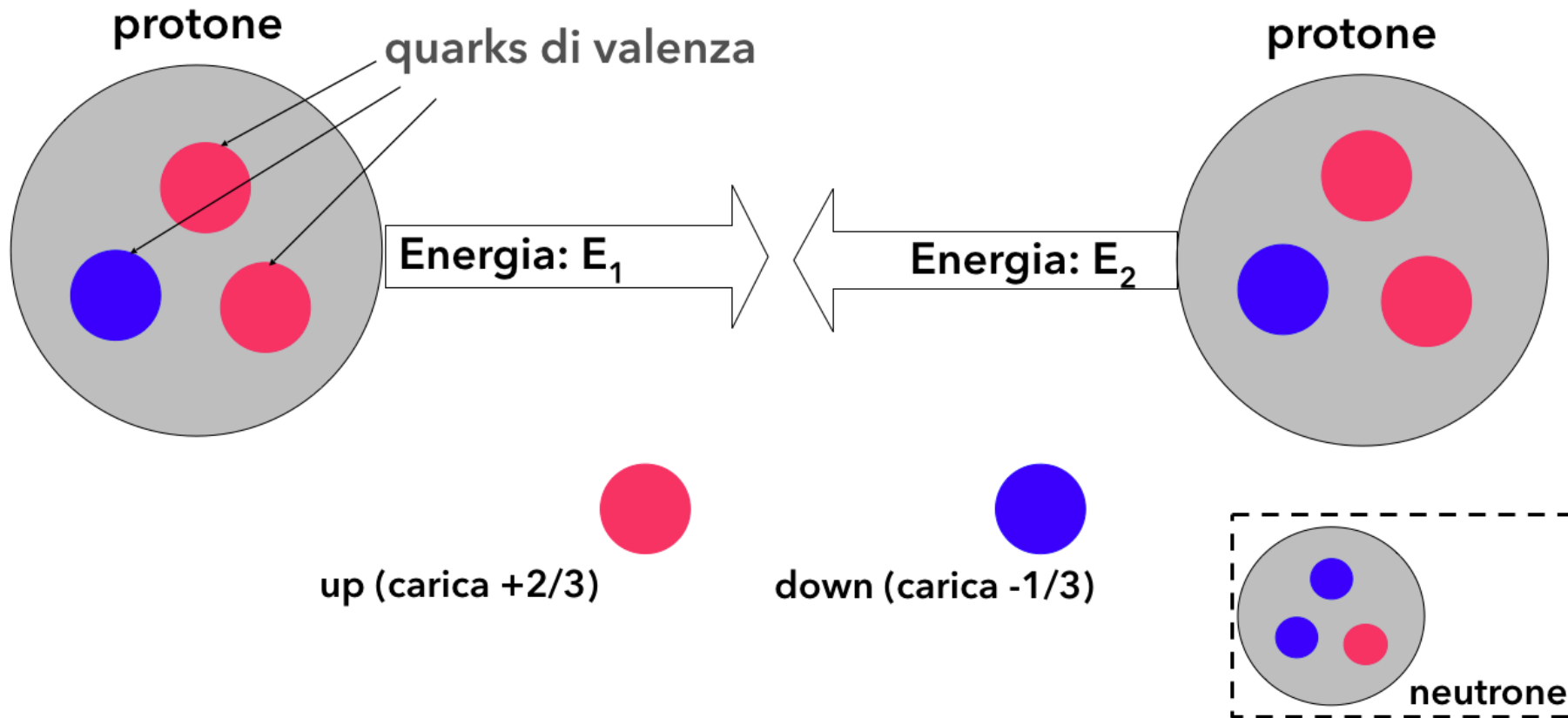
Obiettivo di oggi

- L'obiettivo di oggi è quello di identificare gli eventi in cui vengono prodotti **bosoni W**, singolarmente oppure in coppie
- Gli eventi con un solo bosone W ci permettono di ottenere informazioni sulla struttura interna dei protoni
- Gli eventi WW, invece, li utilizzeremo per studiare il **bosone di Higgs**, il quale può appunto decadere secondo la seguente reazione:

$$H \rightarrow W^+ W^-$$

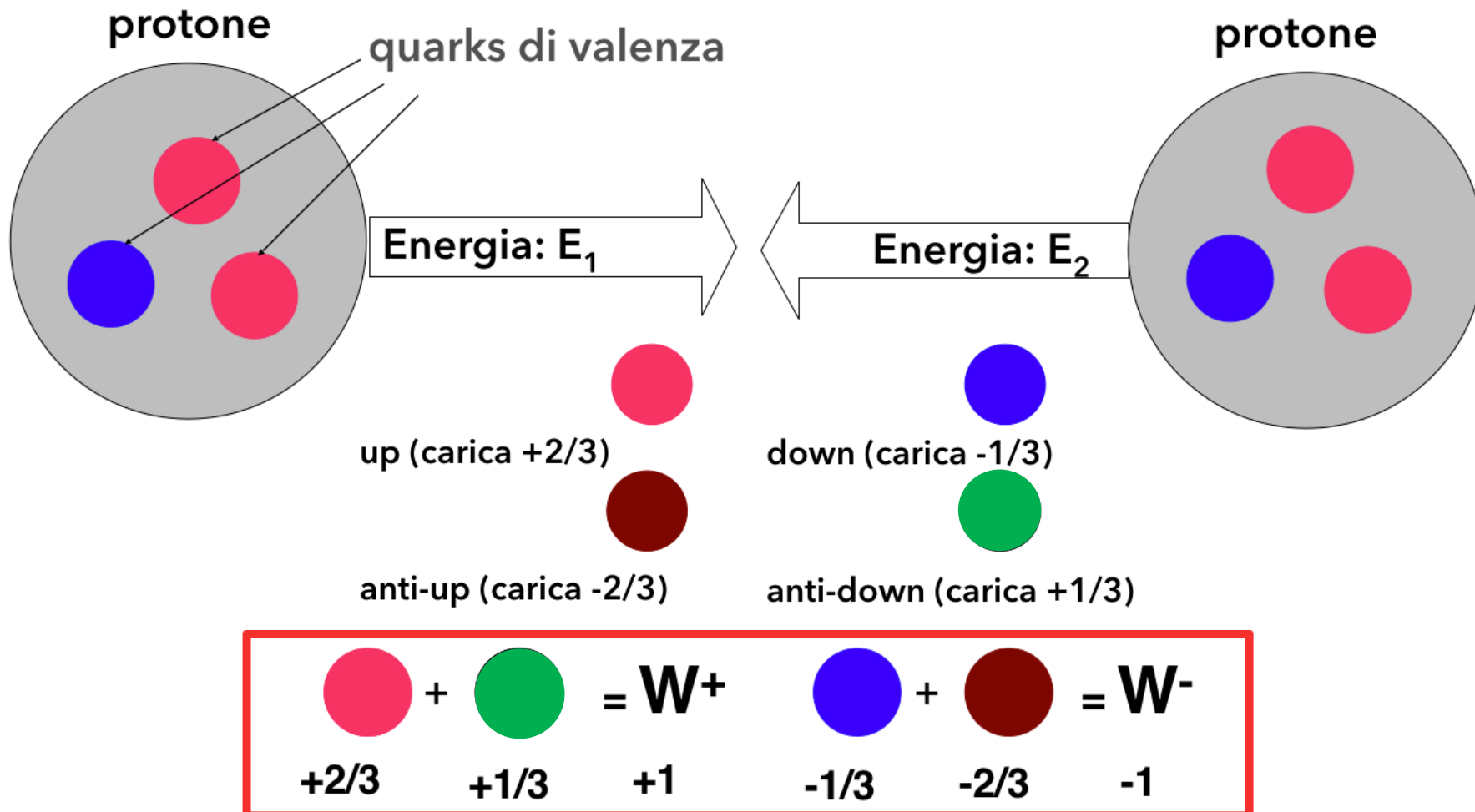
Produzione di W^\pm ai collider pp

Nelle collisioni protone – protone si possono produrre (e studiare) i **bosoni W**



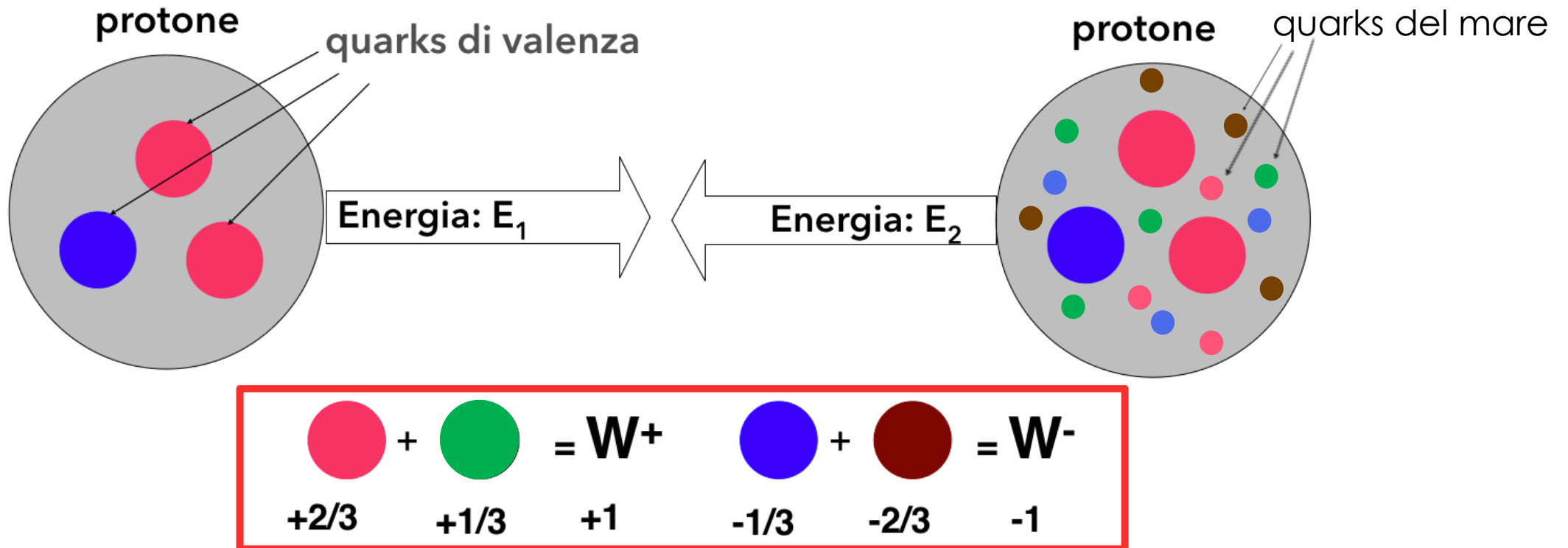
Produzione di W^\pm ai collider pp

Nelle collisioni protone – protone si possono produrre (e studiare) i **bosoni W**



Produzione di W^\pm ai collider pp

Nelle collisioni protone – protone si possono produrre (e studiare) i **bosoni W**



Il conteggio relativo del numero di W^+ e di W^- prodotti nelle interazioni pp ci dà informazioni sulla struttura del protone.

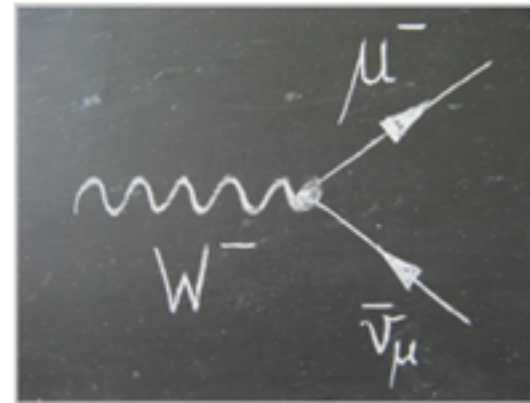
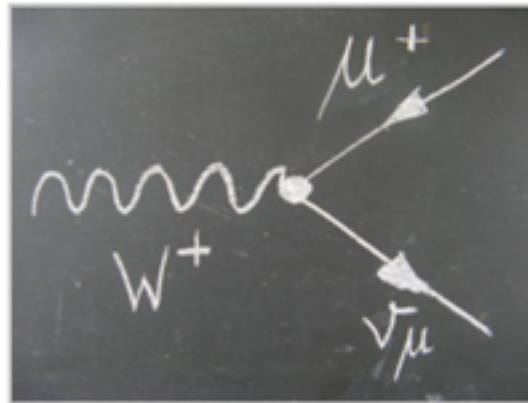
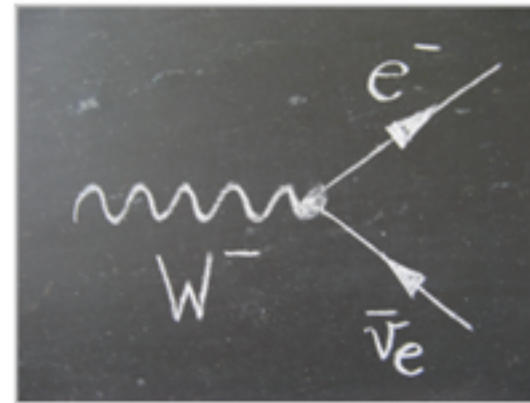
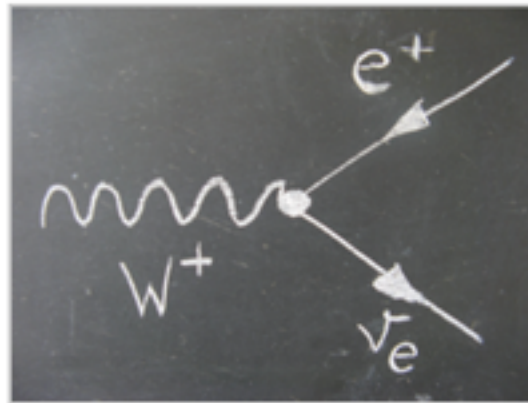
Ci aspettiamo un eccesso di W^+ , essendo i quark up di valenza il doppio dei quark down di valenza

I decadimenti dei bosoni

- La maggior parte delle particelle elementari sono instabili
- Decadono in particelle di massa inferiore con tempi caratteristici detti vite medie, le quali dipendono dall'interazione responsabile della loro disintegrazione
- In particolare, una particella W può decadere in:

• Elettrone - neutrino	$W^\pm \rightarrow e^\pm + \nu_e (\bar{\nu}_e)$	~10 %	} "Segnatura" chiara. Semplici da riconoscere
• Muone - neutrino	$W^\pm \rightarrow \mu^\pm + \nu_\mu (\bar{\nu}_\mu)$	~10 %	
• Tau - neutrino	$W^\pm \rightarrow \tau^\pm + \nu_\tau (\bar{\nu}_\tau)$	~10%	} Difficili da separare dal "fondo"
• due quarks	$W^\pm \rightarrow q + q' \quad (q=u, d, c, s)$	~70 %	

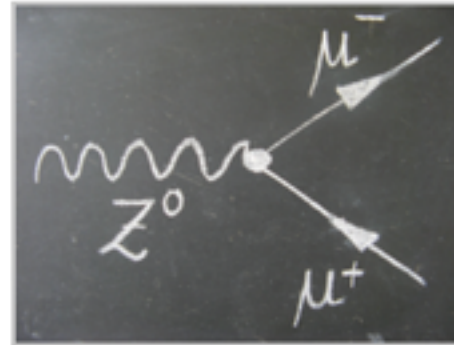
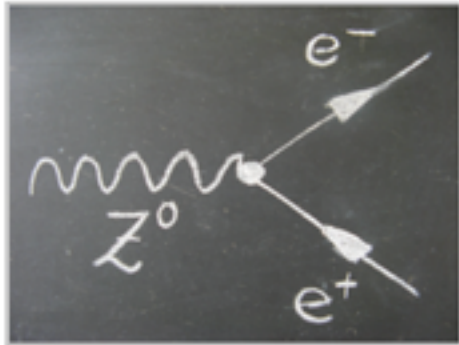
I canali di decadimento del bosone W



- In questi canali di decadimento, è sempre presente un neutrino, che non possiamo rivelare (sono sfuggenti)!
- I neutrini si manifestano come energia mancante nel nostro rivelatore: per cercare i bosoni W dobbiamo quindi richiedere che ci sia della **energia mancante**, che chiameremo **MET** (Missing Transverse Energy)

Come sfruttare la presenza di MET?

- Gli eventi di fondo (o di background) sono gli eventi caratterizzati da particelle nello stato finale identiche a quelle che stiamo cercando per il segnale W o WW
- Potremmo confondere il decadimento di una Z con quello di una coppia WW
- Ci viene in aiuto la MET, che negli eventi Z è piccola o nulla!



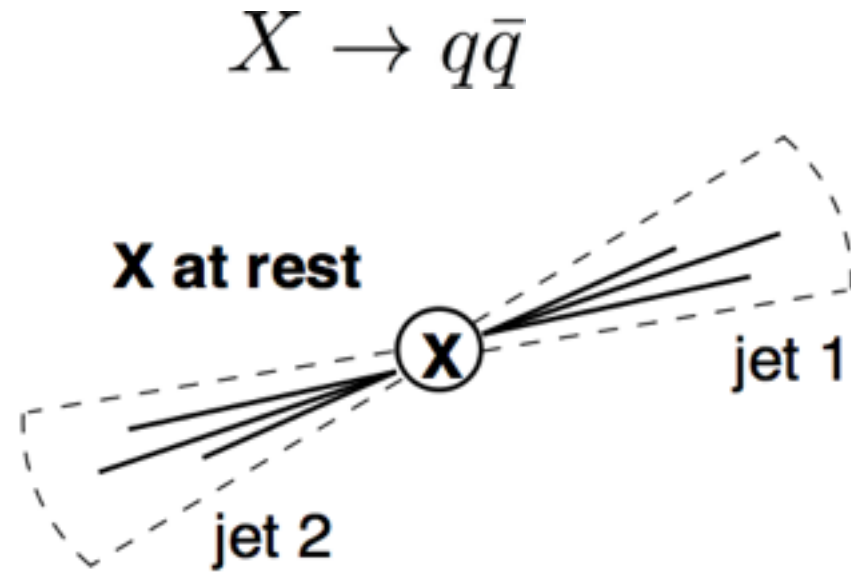
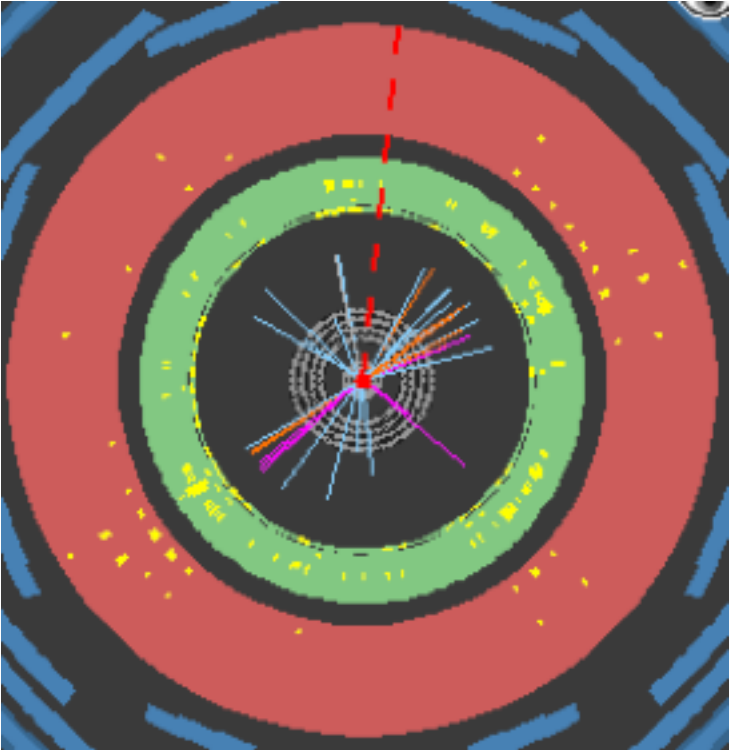
Selezione sugli eventi di segnale: MET > 20 GeV

Altri eventi di fondo:
❖ eventi con molti jets
❖ coppie di quark top



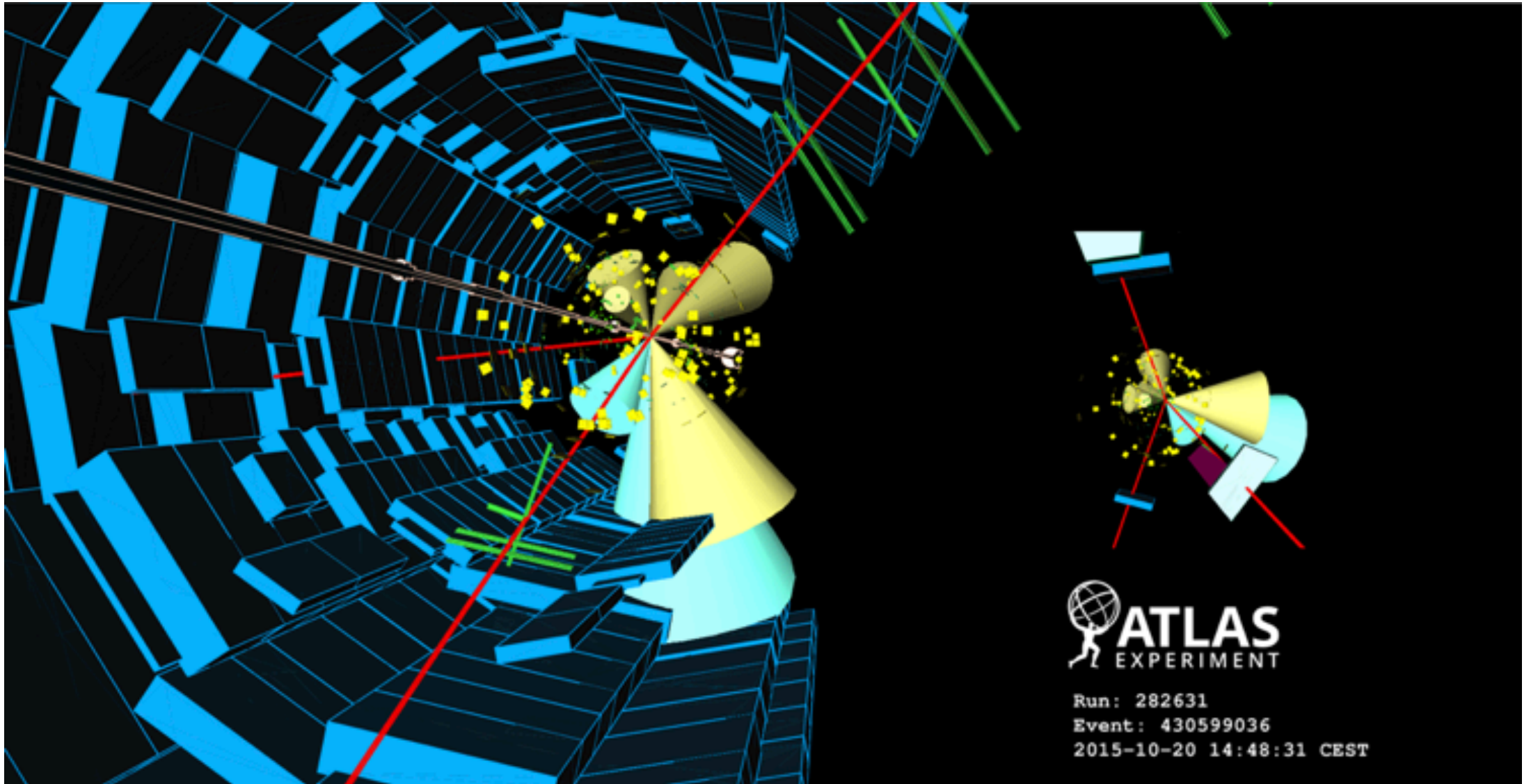
Vedremo presto come
trattare questi processi !

Altri fondi → jet adronici



- Non è possibile rivelare in maniera diretta quark liberi
- Questi “adronizzano” molto velocemente → formano adroni (π , K, etc...)
- Un jet si presenta come un cono sottile di adroni e sono generati dal processo di adronizzazione di un quark o un gluone

Sbam! Un evento di ATLAS

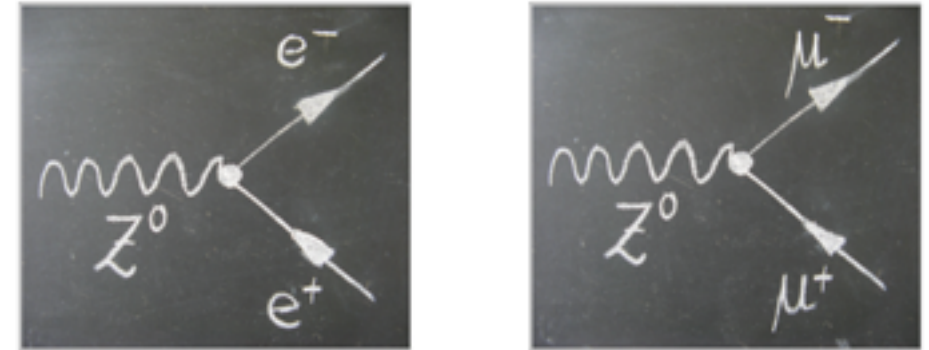
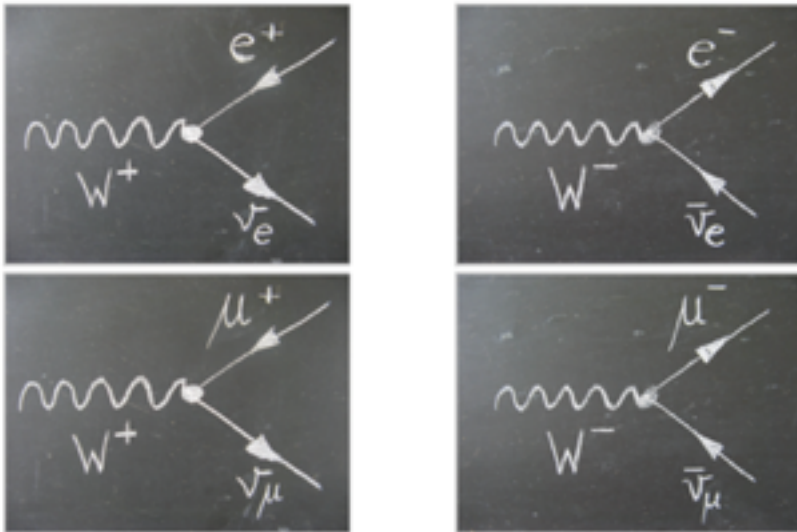


Riepiloghiamo un po'...

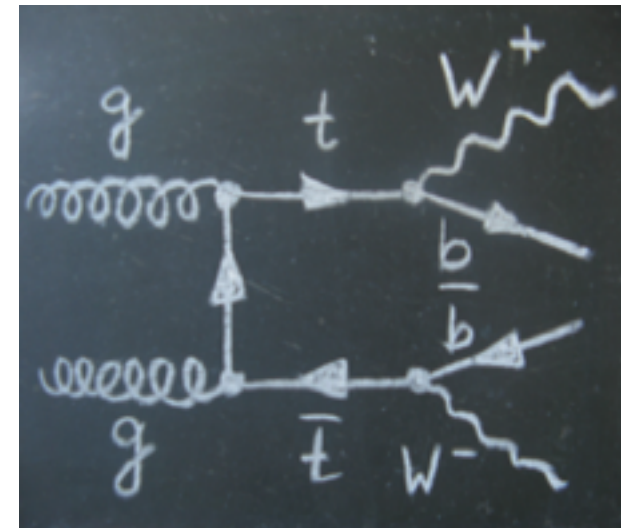
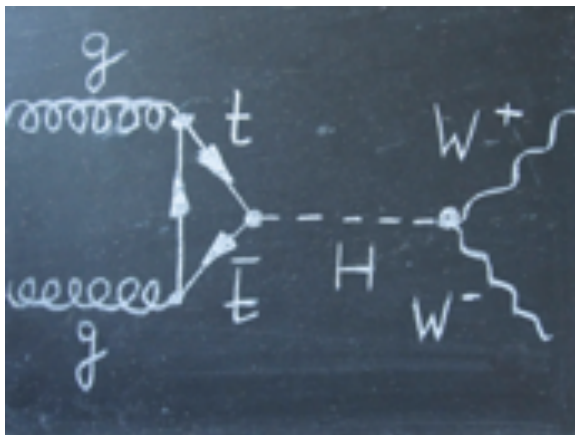
Segnale

Fondi

Struttura
interna
del
protone



Produzione
del bosone
di Higgs

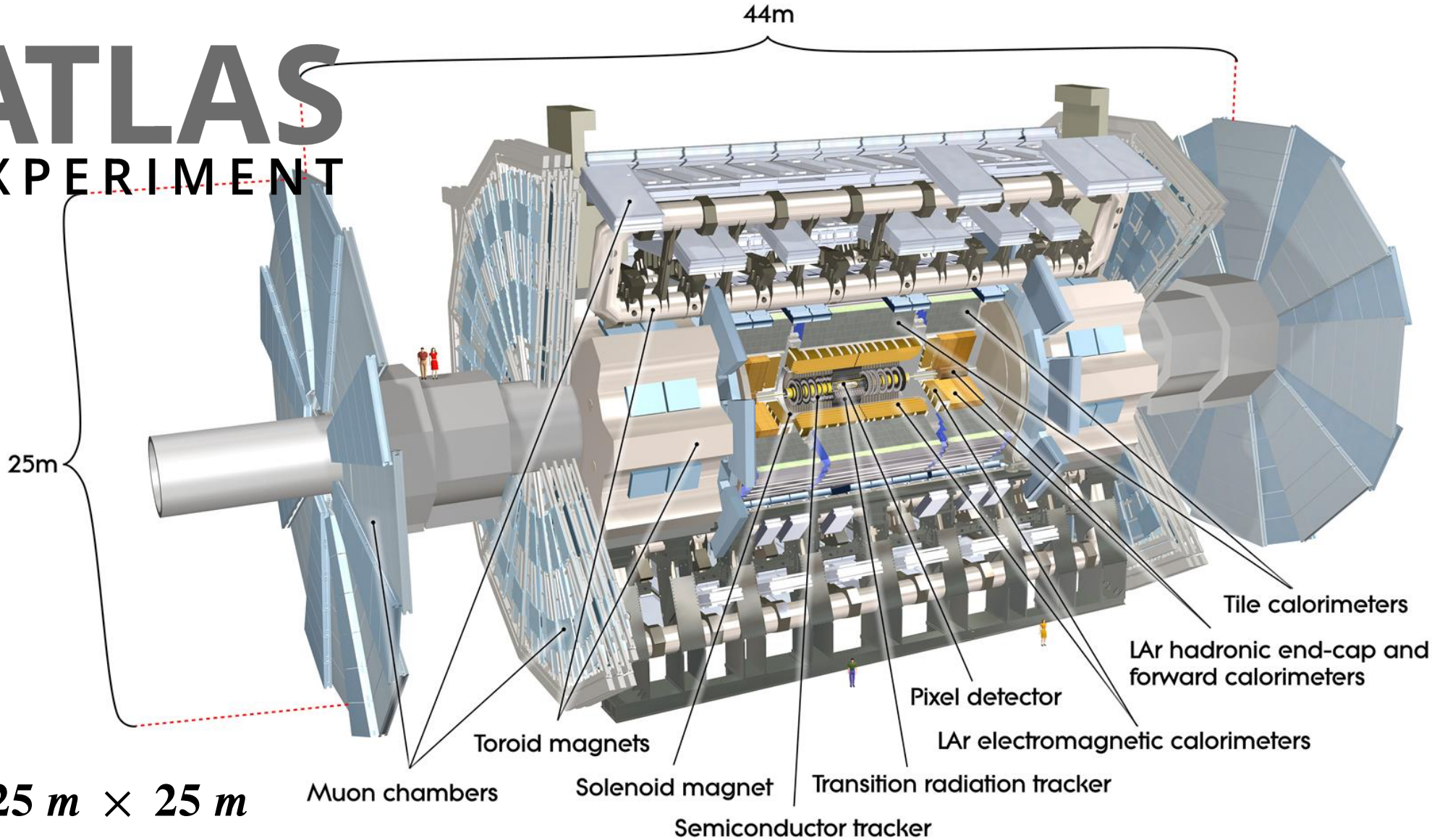


Il rivelatore ATLAS a LHC



ATLAS

EXPERIMENT



Più in dettaglio...

Più in dettaglio...



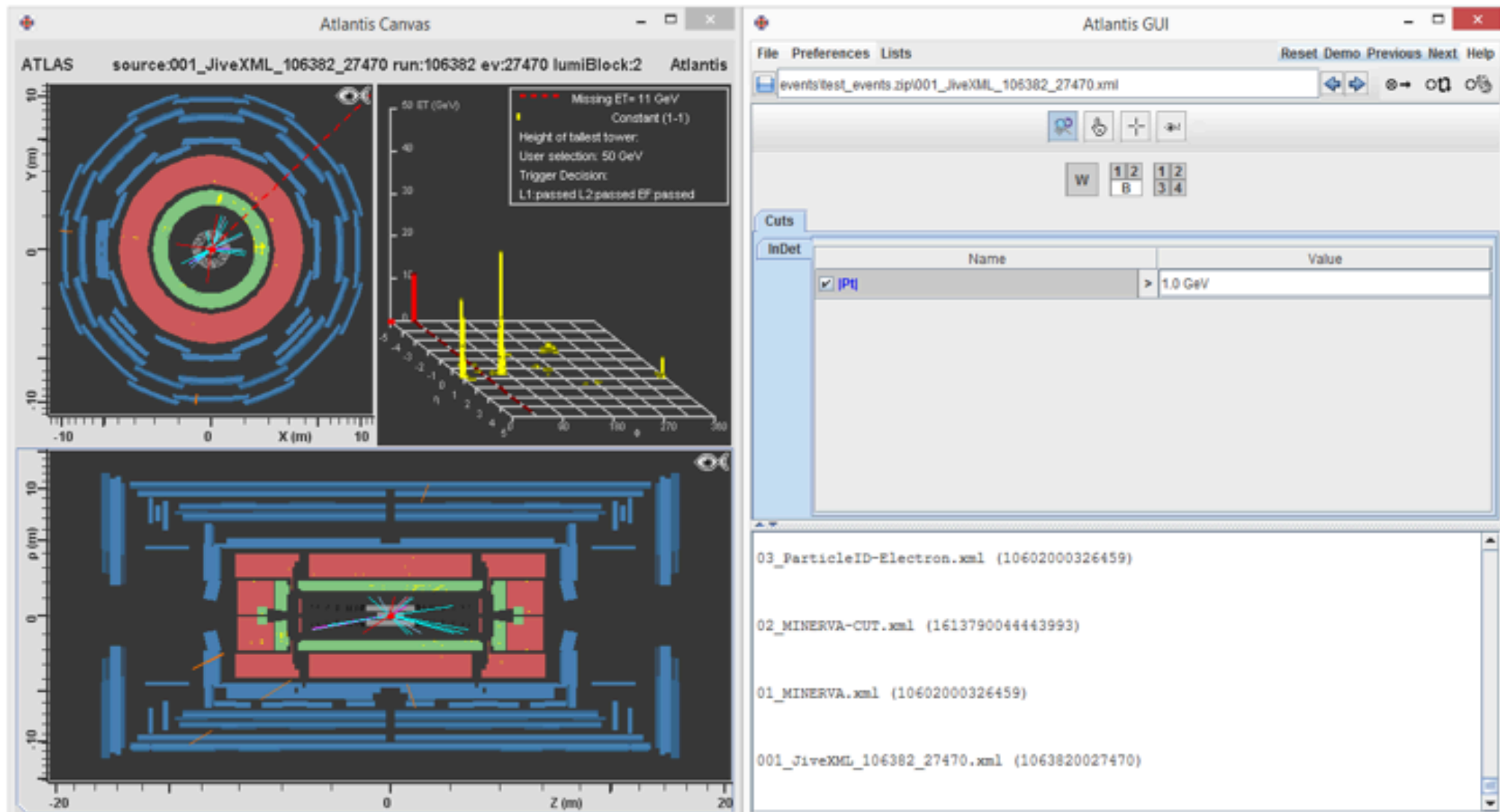


Impariamo ad utilizzare Minerva

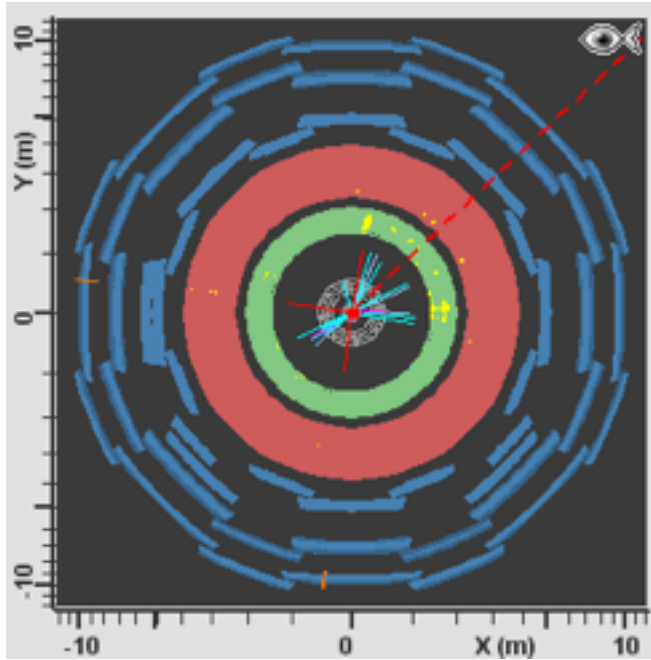
Impariamo ad utilizzare Minerva

Minerva – interfaccia grafica

Aprite Minerva (Desktop → MINERVA_Windows.bat)



Proiezione di ATLAS sul piano XY



**ATLAS visto lungo la direzione dell'asse del fascio di protoni
(sezione trasversa XY)**

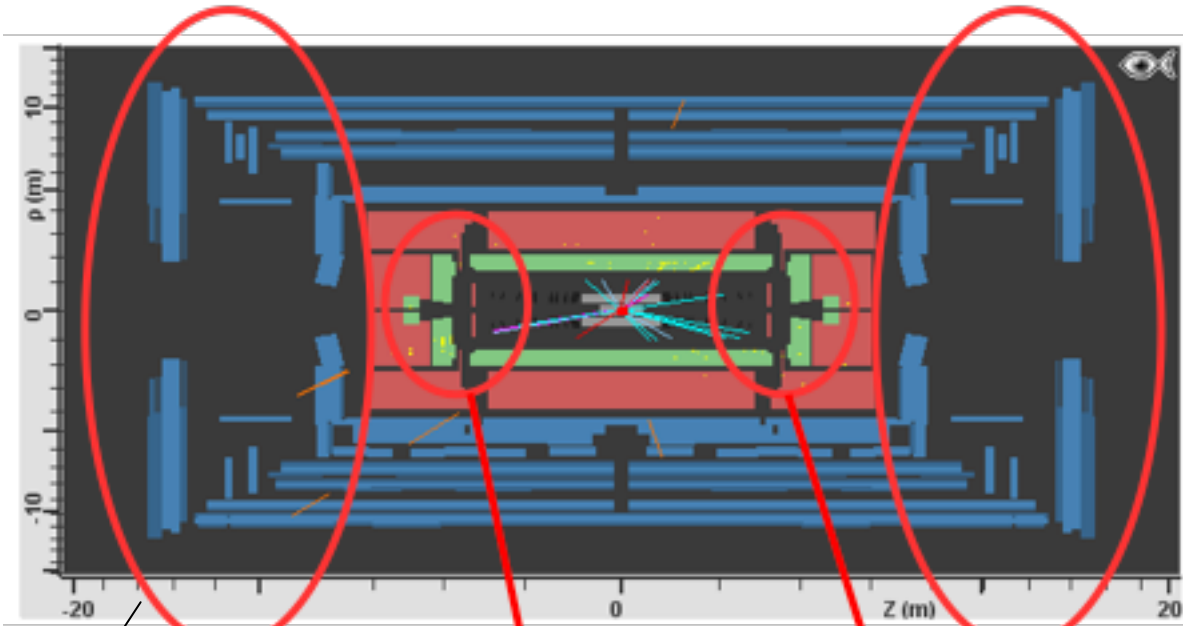


Permette di visualizzare tutte le particelle emergenti dalla superficie laterale

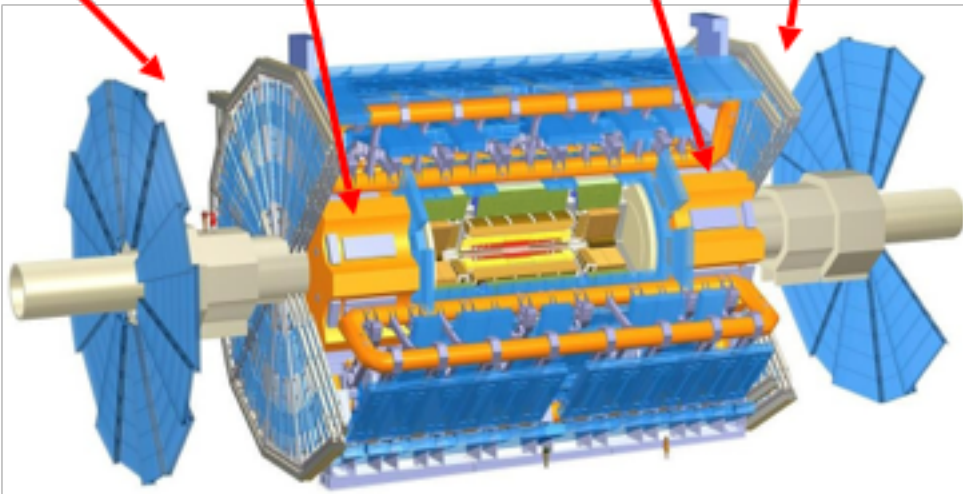
- Attenzione: una particella potrebbe attraversare la superficie di base (area rossa). In questa proiezione non la vedreste!
- Ci viene in aiuto quest'altra schermata di Minerva...

Proiezione di ATLAS sul piano $Z\rho$

Visuale longitudinale

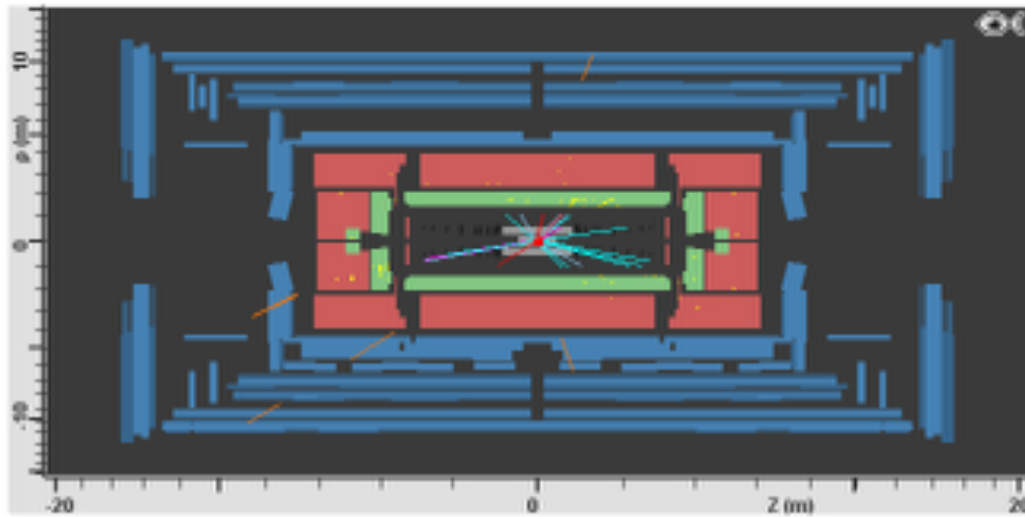


Rivelatori in avanti
(o End-cap)

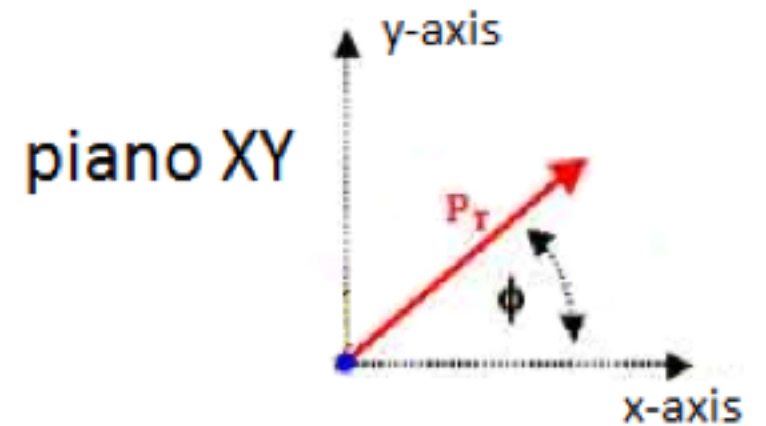
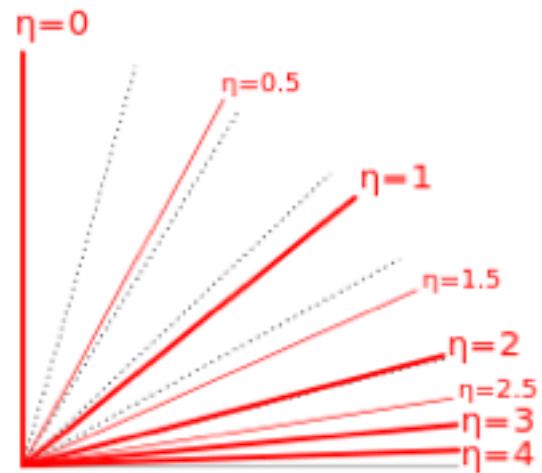
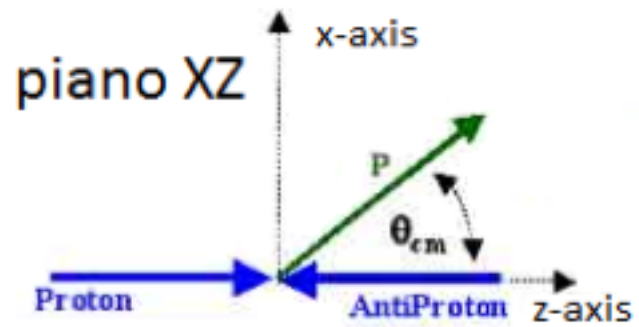
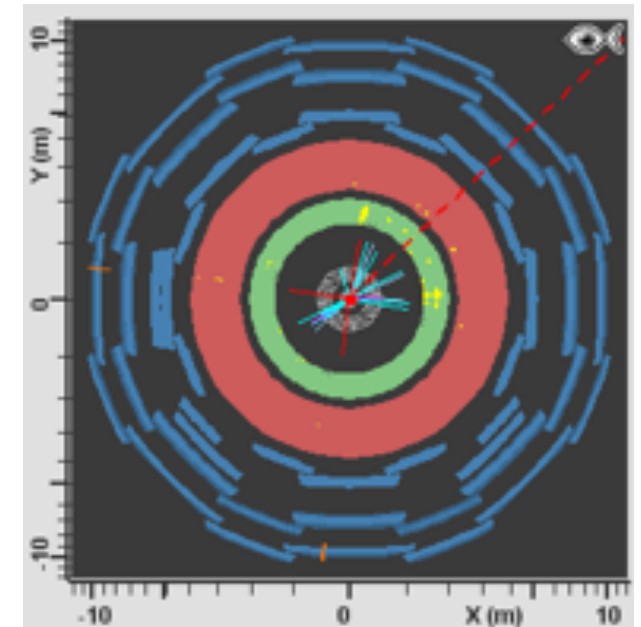


Coordinate η e ϕ

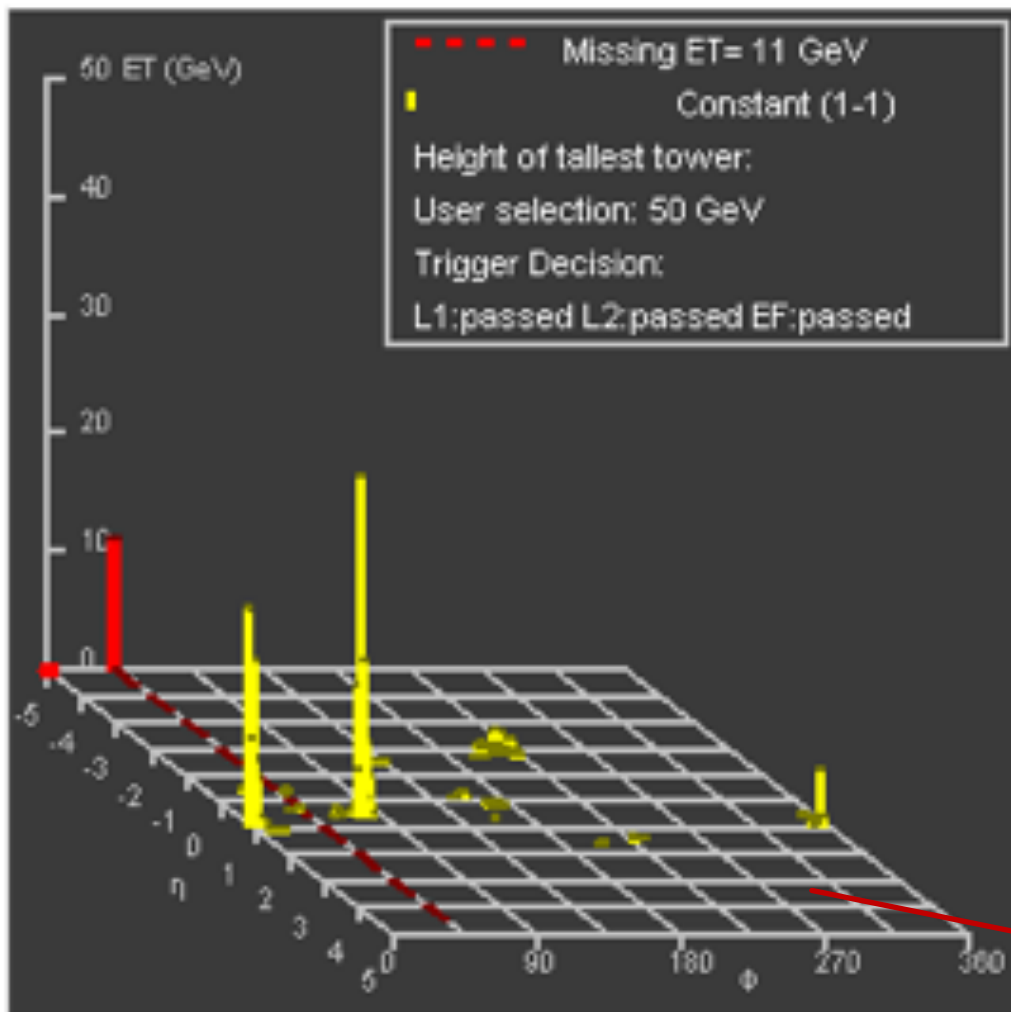
Angolo polare η



Angolo azimutale Φ



Deposito di energia nel calorimetro e MET



- Torri gialle: energia rilasciata nel calorimetro EM
- Non abbiamo informazioni riguardo i depositi di energia nel calorimetro adronico
- Freccia rossa: Energia mancante nel piano trasverso (MET)



Piano $\eta\phi$: Rivelatore "srotolato"

Come riconosciamo le particelle

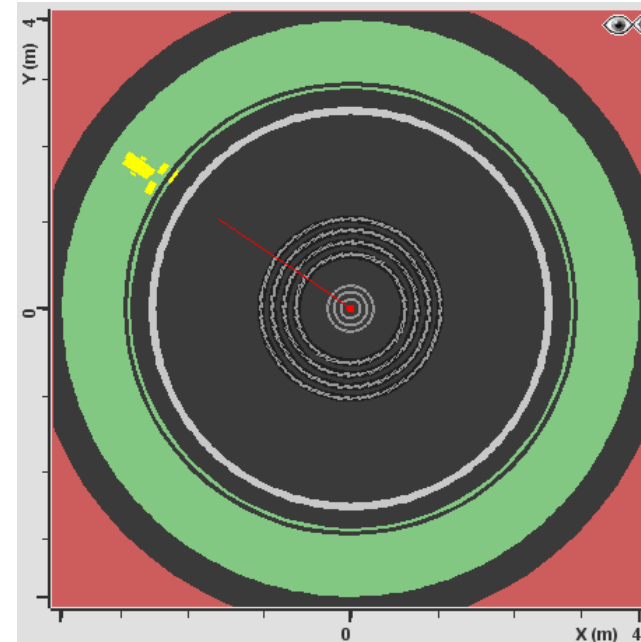
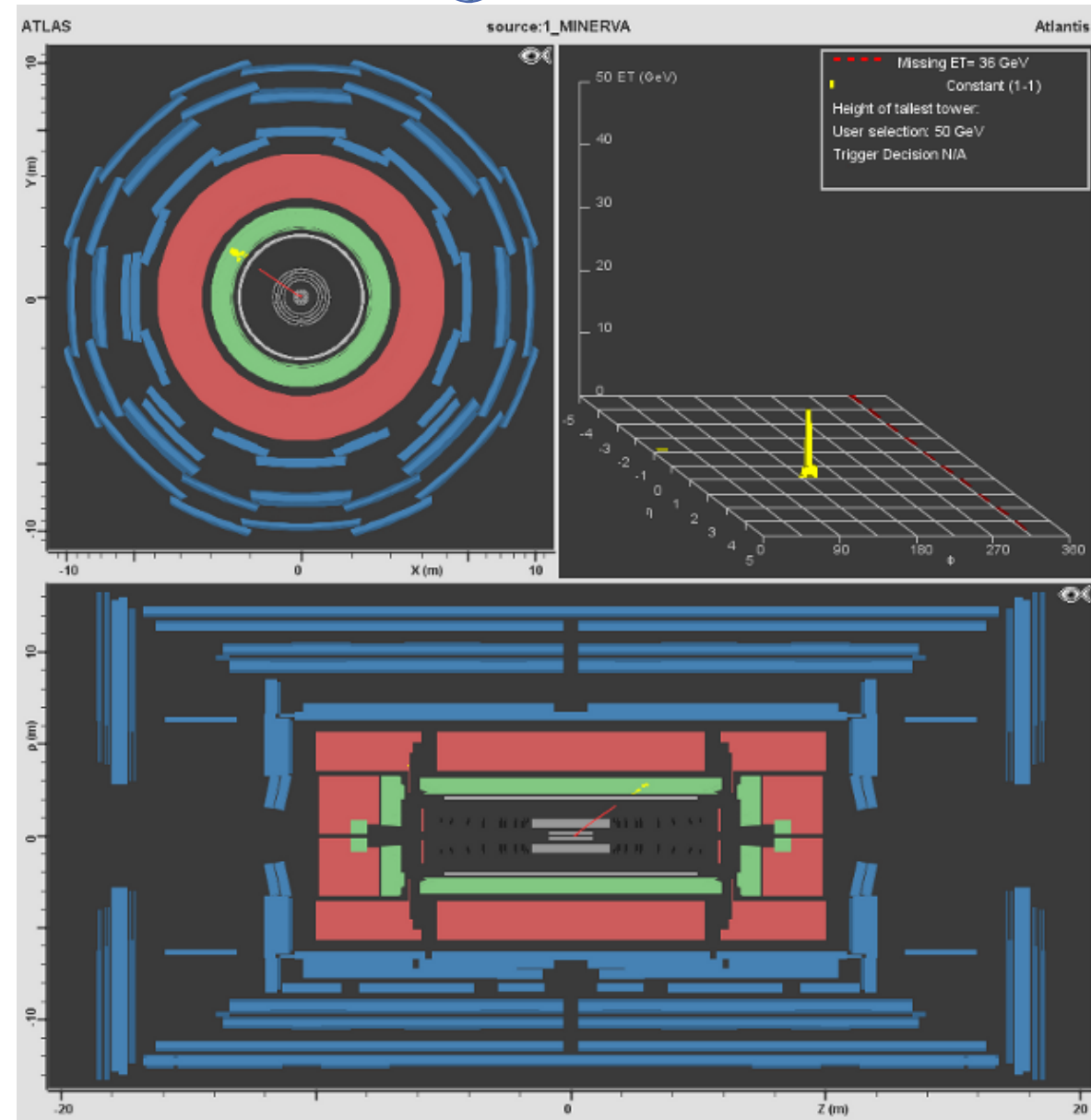
Come riconosciamo le particelle

Come riconosciamo le particelle

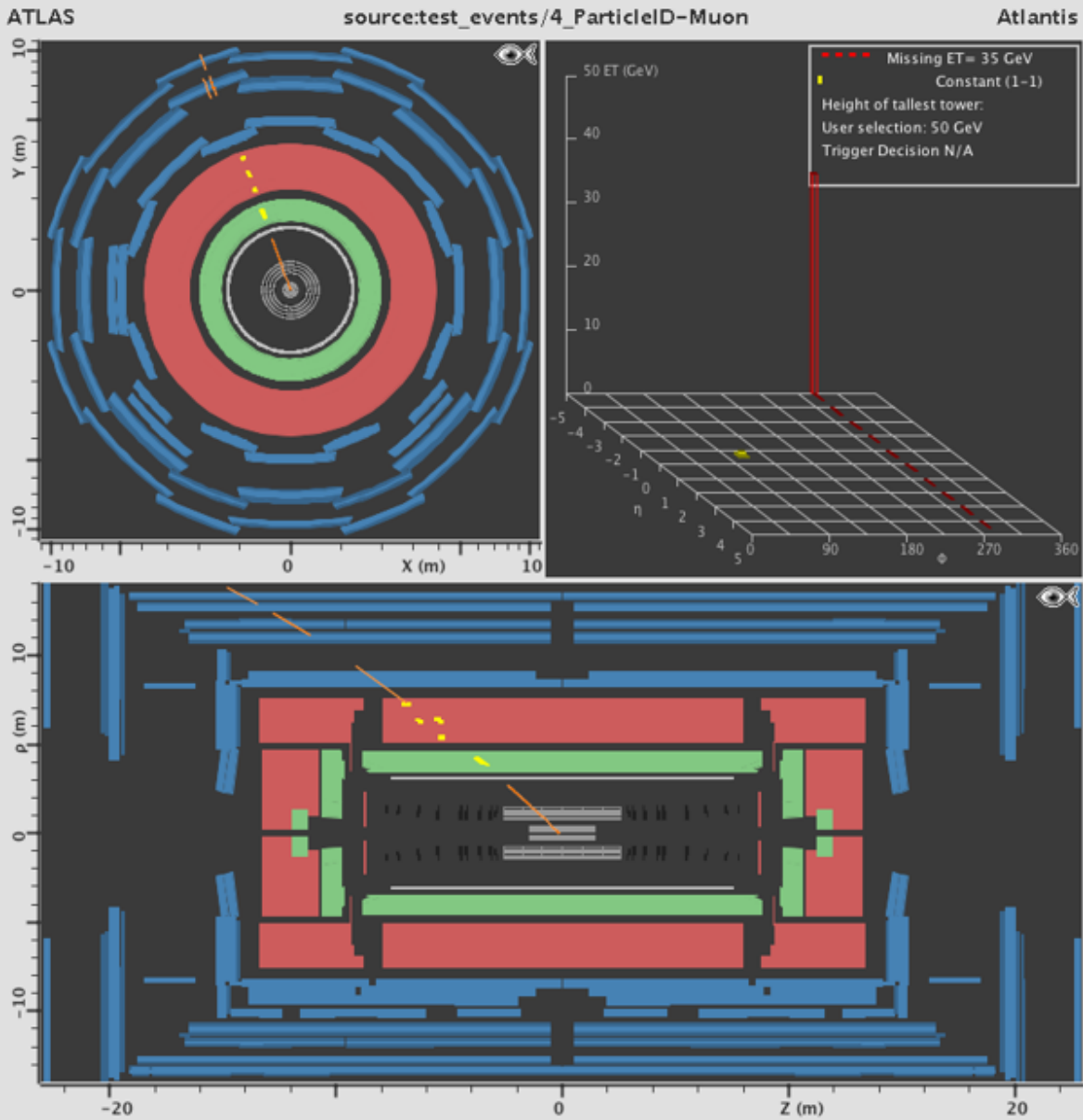
Gli elettroni



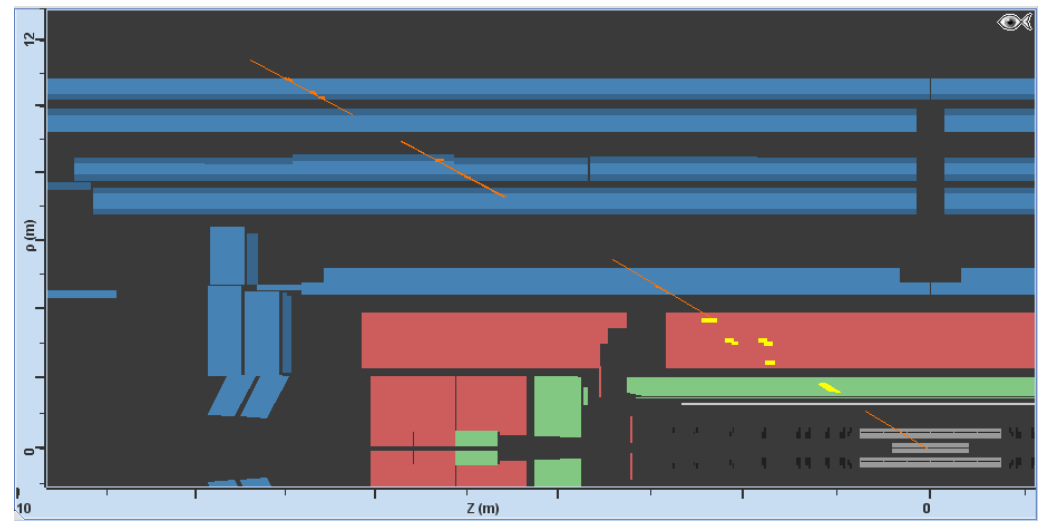
- Gli elettroni sono oggetti carichi quindi lasceranno una traccia nel detector interno
- Sono oggetti inoltre che depositano energia nel calorimetro elettromagnetico



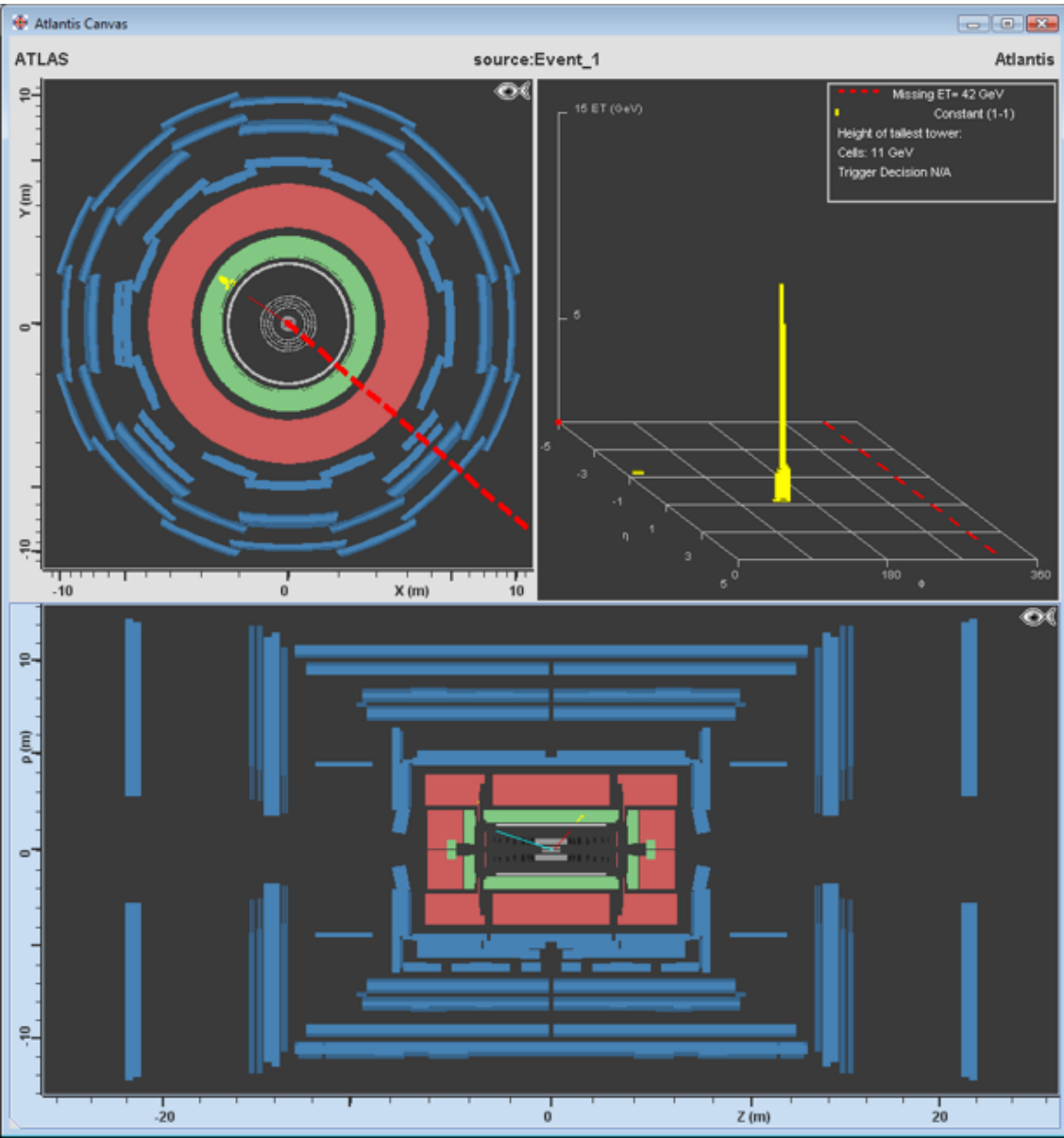
I muoni



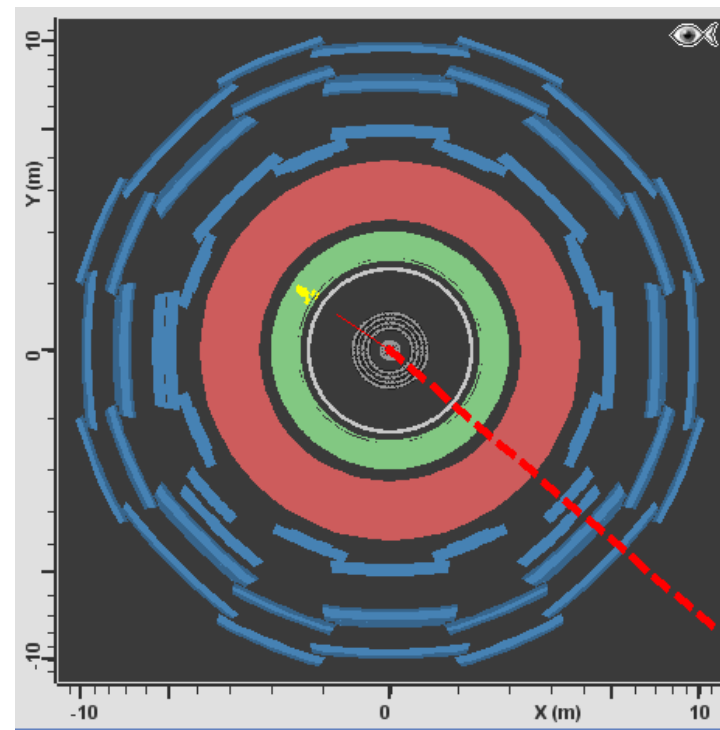
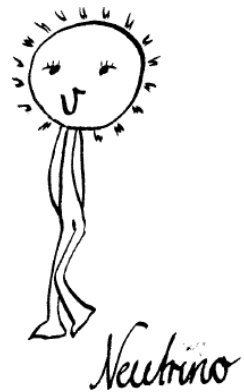
- I muoni sono oggetti carichi quindi lasceranno una traccia nel detector interno
- Sono oggetti inoltre che depositano poca energia nei calorimetri
- Infine vengono ricostruiti come traccia anche nello spettrometro a muoni



I neutrini

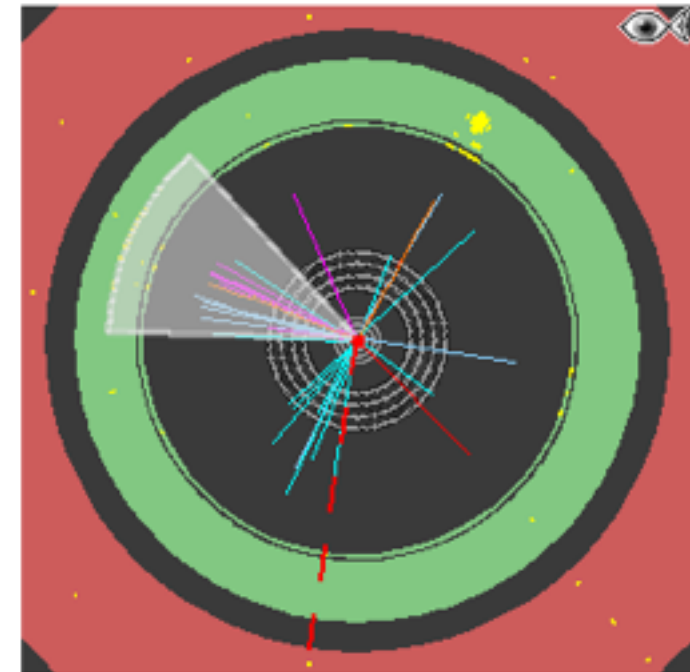
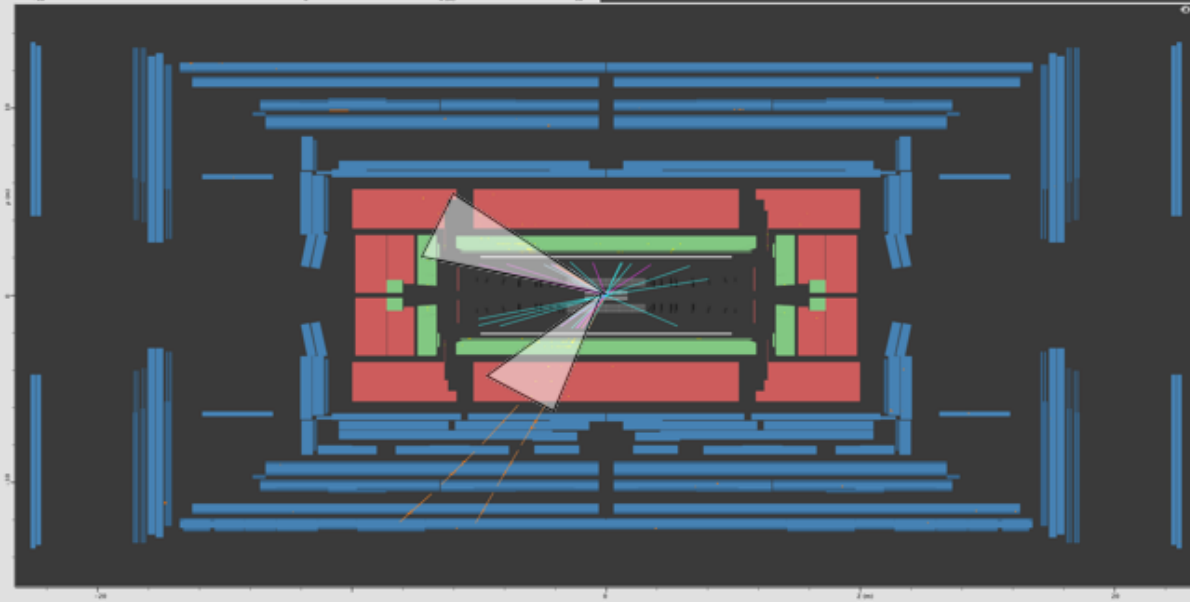
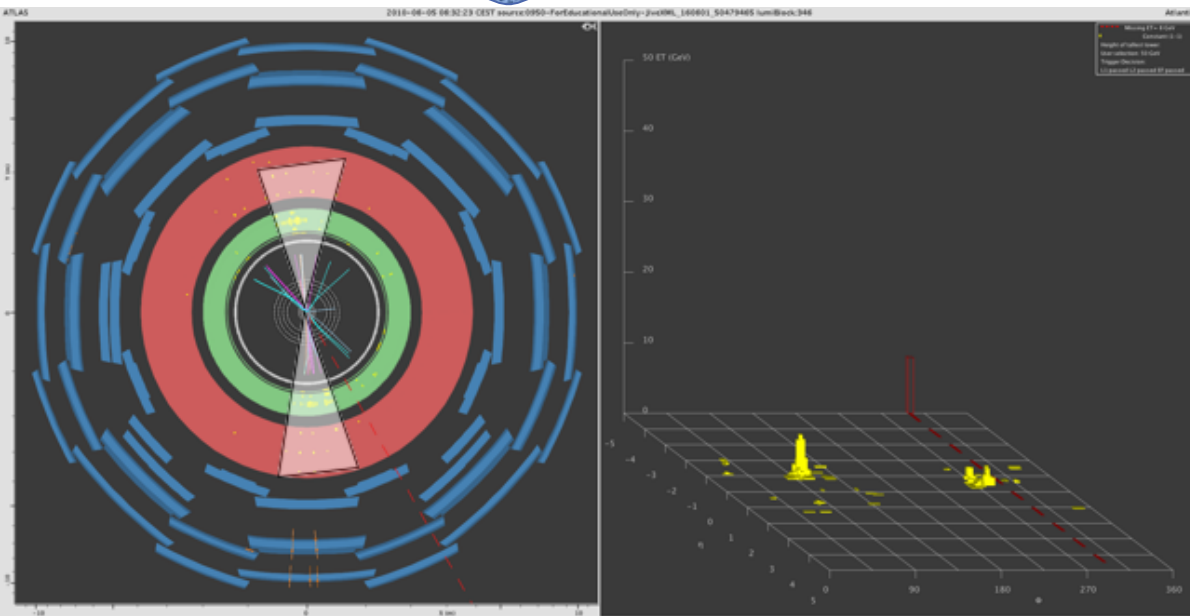
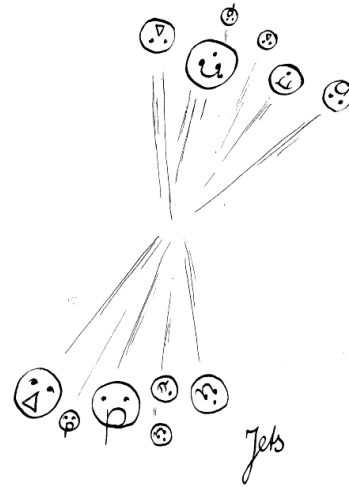


- I neutrini sono particelle sfuggenti!
- Non sono rivelate da nessun detector e sappiamo del loro passaggio attraverso l'energia mancante (MET)



I jets

- I jet sono agglomerati di particelle, alcune cariche che creano tracce nel detector interno.
- Essi rilasciano anche tanta energia nei calorimetri e vengono visualizzato in Minevra con dei coni grigiastri

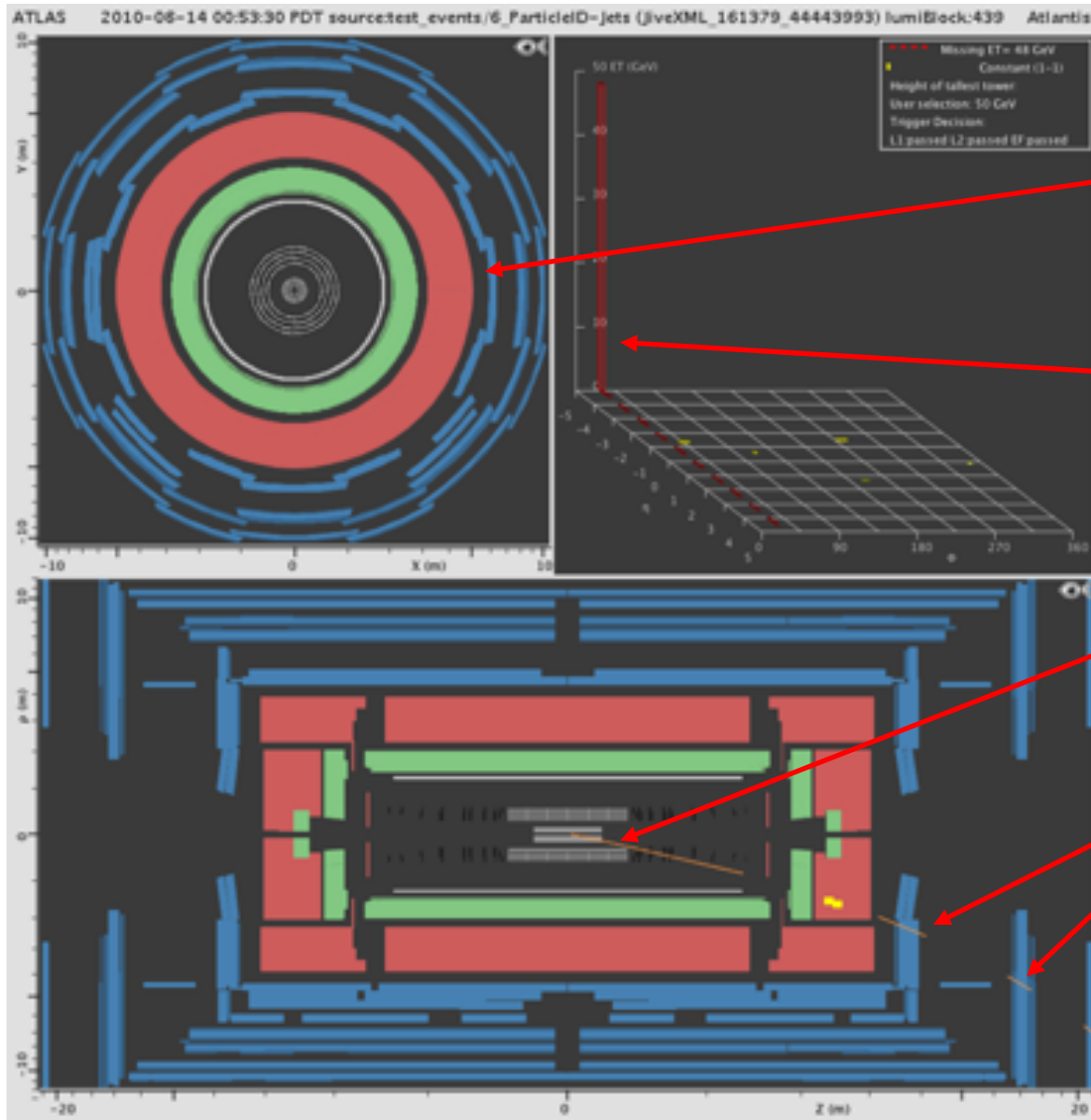


Facciamo un esempio!

Facciamo un esempio!

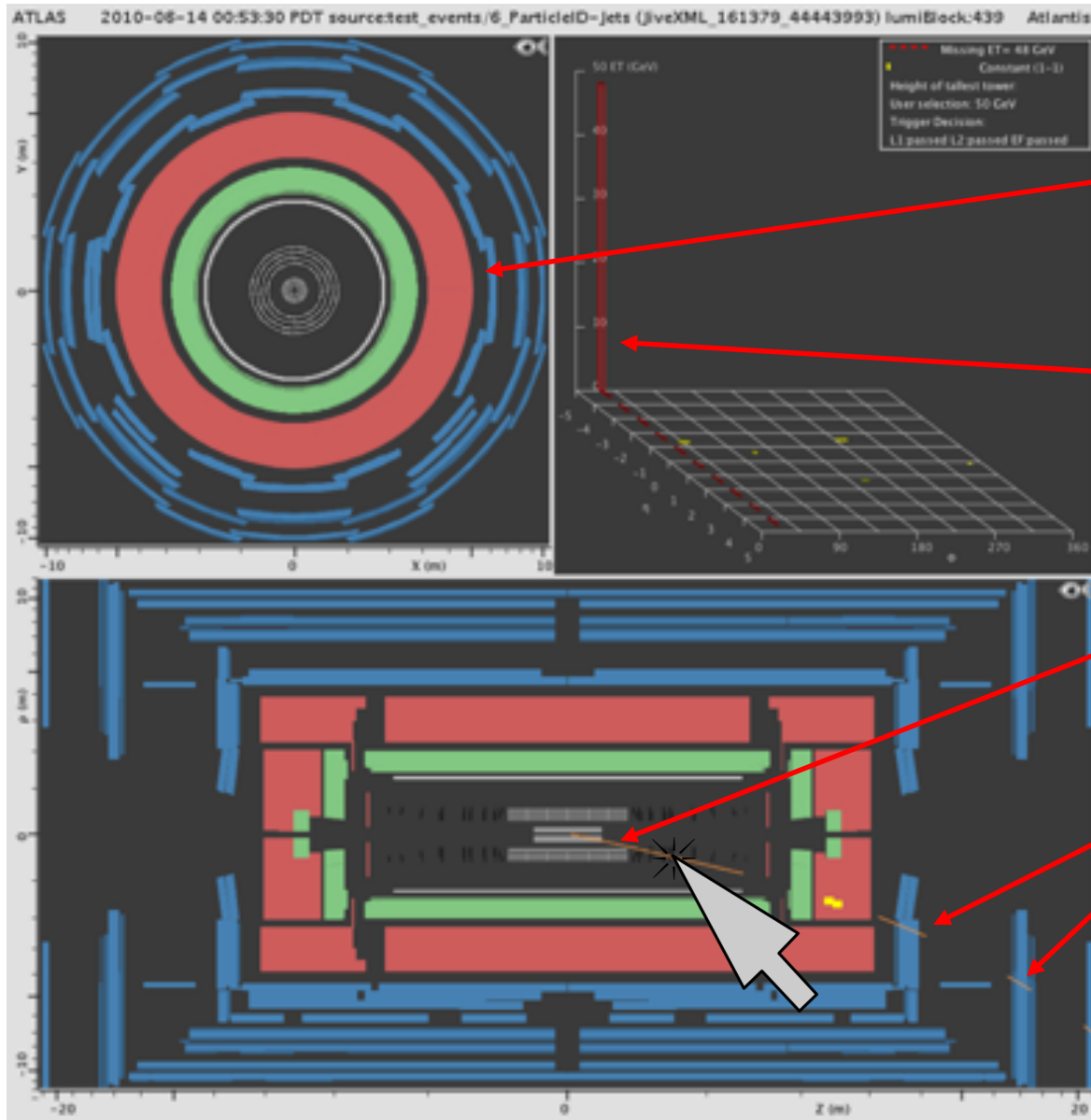
Facciamo un esempio!

Di che particella si tratta?

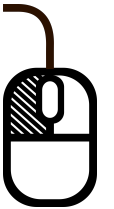


- Nessuna particella nella sezione trasversale
- Energia trasversa mancante (MET) visibile nel calorimetro srotolato
- Traccia nell'Inner Detector
- Segnale nello Spettrometro a Muoni

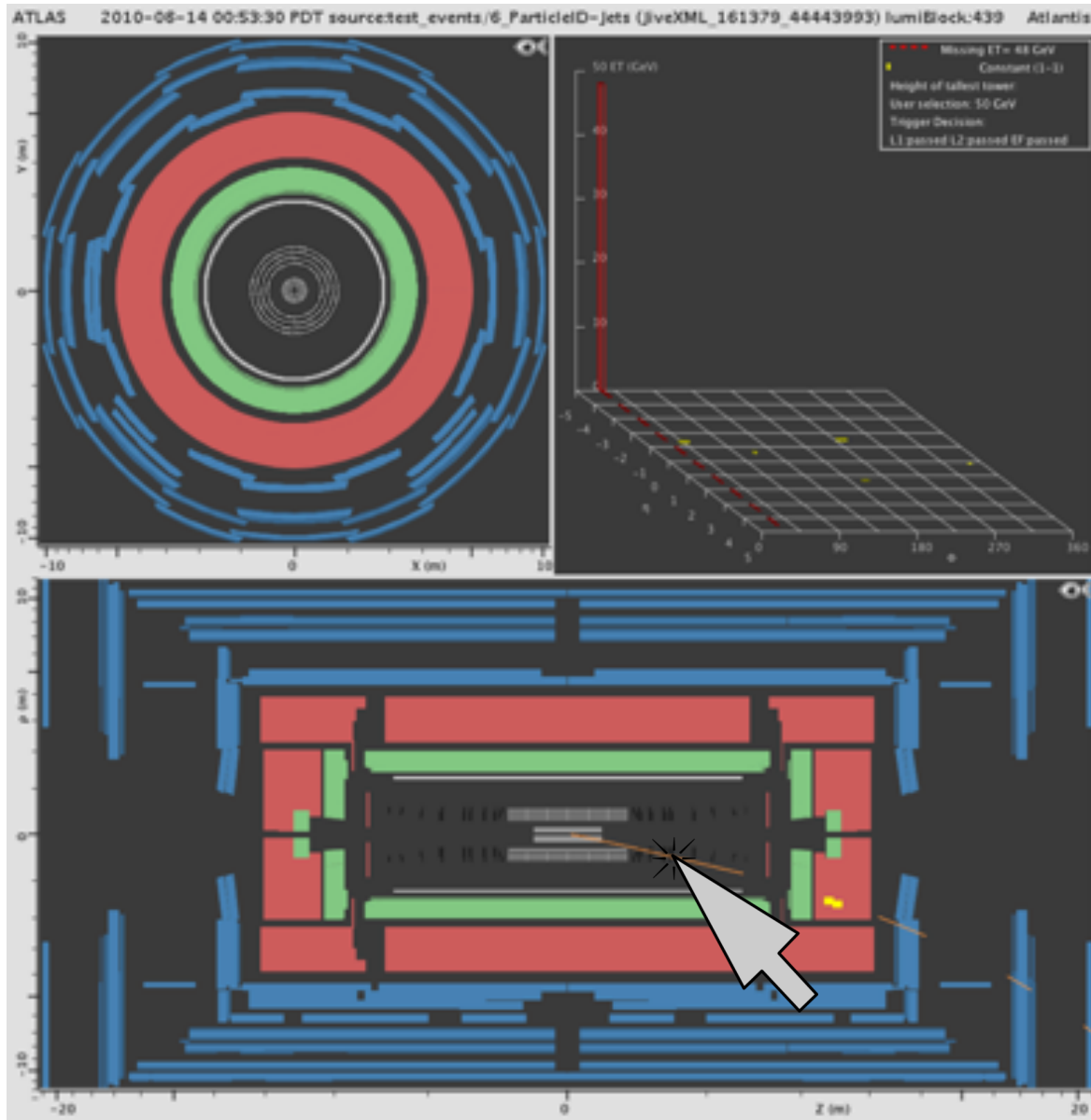
Di che particella si tratta?



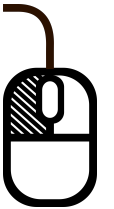
- Nessuna particella nella sezione trasversale
- Energia trasversa mancante (MET) visibile nel calorimetro srotolato
- Traccia nell'Inner Detector
- Segnale nello Spettrometro a Muoni



Di che particella si tratta?



InDet Track index: 0
 $PT = 53.290$ GeV
 $\eta = 1.728$
 $\Phi = 321.668^\circ$
 $P_x = 41.802$ GeV
 $P_y = -33.051$ GeV
 $P_z = 145.215$ GeV
Charge = 1



μ^+

μ^+

μ^+

μ^+

È un anti-muone!!!

μ^+

μ^+

μ^+