



SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA

Alla ricerca del bosone Z

Sapienza Università di Roma
Masterclass 2022

Maria Carnesale - 24/02/2022



Cosa facciamo?

- Lo **scopo** è analizzare ~ 50 collisioni di particelle utilizzando il programma HYPATIA
⇒ tutorial
- In questi eventi dovete cercare possibili tracce di **particelle neutre pesanti** come il bosone **Z** o il bosone di Higgs (**H**), che decadono in muoni (**μ**), elettroni (**e**), fotoni (**γ**) ...
- **Event display**: mostra le tracce lasciate nel detector dalle particelle presenti (**μ** , **e**, **γ**) nell'evento
⇒ tra cui anche i prodotti di decadimento delle particelle che cerchiamo (H, Z,...)

Hypatia 7.4

Il programma Hypatia 7.4 è già installato sui computer

Per assicurarvene controllate se lo vedete nella cartella Home

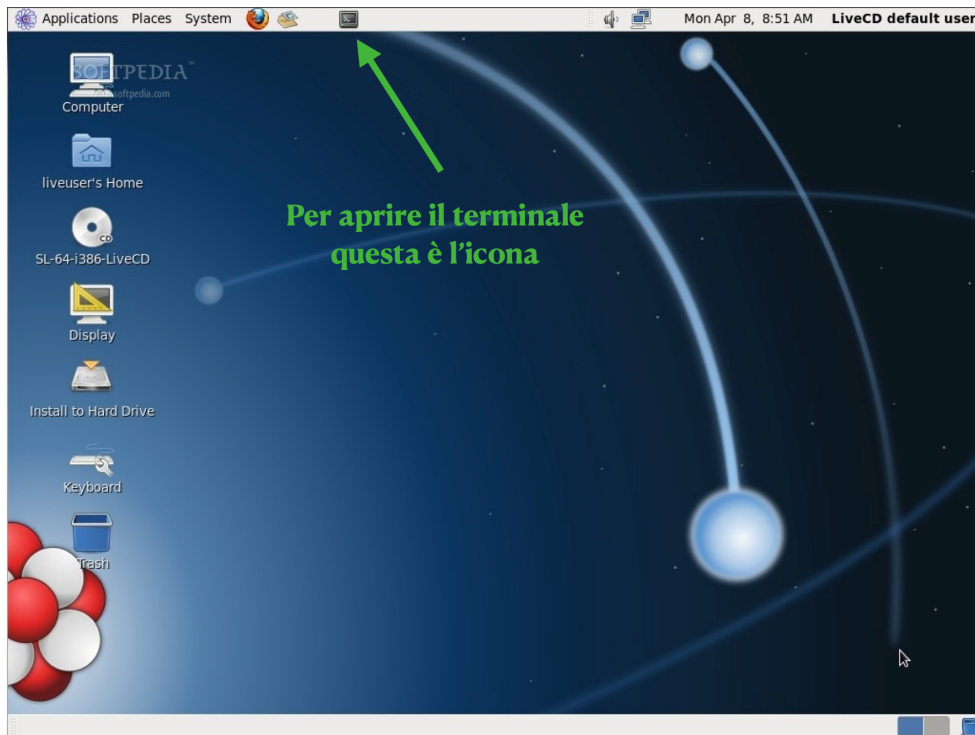
Per lanciare il programma:

1. Aprire il terminale
2. Digitare prima:

```
[studente@labcalc ~]$ cd Hypatia_7
```

3. E poi digitare:

```
[studente@labcalc Hypatia_7]$ source HYPATIA_for_Linux.sh
```



Hypatia 7.4: cosa troverete

HYbrid Pupils' Analysis Tool for Interactions in ATLAS - version 7.4 - Invariant Mass Window

File View Histograms Preferences Help

File Name ETMis [GeV] Track P [GeV] +/- Pt [GeV] ψ η M(2) [GeV] M(eeee) [GeV] M(eemm) [GeV] M(mmmm) [GeV] e/m/g

Canvas Window - File: JiveXML_106051_1950731.xml Run: 106051 Event: 1950731

Event Display

Tracce e Oggetti

Massa Invariante

HYPATIA - Track Momenta Window

File Previous Event Next Event Electron Muon Photon Delete Track Reset Canvas

ETMis: 13,877 GeV ψ : 0,785 rad Collection: MET_RefFinal

/C:/Users/User/Documents/Hypatia_7.4_Masterclass/events/evnts4.zip/JiveXML_106051_1950731.xml

Tracks	Track	+/-	P [GeV]	Pt [GeV]	ψ	θ
Tracks 0	-	11.68	4.28	-1.319	0.375	
Tracks 1	+	126.06	39.41	-2.413	0.318	
Tracks 2	+	4.57	4.56	-2.783	1.649	
Tracks 3	-	167.90	53.01	0.906	0.321	
Tracks 4	-	1.34	1.33	-2.949	1.475	
Tracks 5	-	1.75	1.74	-3.090	1.645	
Tracks 6	+	18.61	3.94	-1.818	0.214	

HYPATIA - Control Window

Parameter Control Interaction and Window Control Output Display

Projection Data Cuts InDet Calo MuonDet Objects Geometry

Data	Name	Value
<input checked="" type="checkbox"/>	Status	
<input checked="" type="checkbox"/>	InDet	
<input checked="" type="checkbox"/>	Calo	
<input checked="" type="checkbox"/>	MuonDet	
<input checked="" type="checkbox"/>	Objects	

Controlli

Hypatia 7.4: i dati

HYbrid Pupils' Analysis Tool for Interactions in ATLAS - version 7.4 - Invariant Mass Window

File View Histograms Preferences Help

File Name ETMIs [GeV] Track P [GeV] +/- PT [GeV] ψ η M(2) [GeV] M(eeee) [GeV] M(eemm) [GeV] M(mmmm) [GeV] e/m/g

Canvas Window: File: JiveXML_106051_1950731.xml Run: 106051 Event: 1950731

HYPATIA - Track Momenta Window

File Previous Event Next Event Electron Muon Photon Delete Track Reset Canvas

ETMIs: 13,877 GeV ψ : 0,785 rad Collection: MET_RefFinal

C:/Users/User/Documents/Hypatia_7.4_Masterclass/events/events4.zipUiveXML_106051_1950731.xml

Track	+	-	P [GeV]	PT [GeV]	ψ	θ
Tracks 0	-	11.68	4.28	-1.319	0.375	
Tracks 1	+	126.06	39.41	-2.413	0.318	
Tracks 2	+	4.57	4.56	-2.783	1.649	
Tracks 3	-	167.90	53.01	0.906	0.321	
Tracks 4	-	1.34	1.33	-2.949	1.475	
Tracks 5	-	1.75	1.74	-3.090	1.645	
Tracks 6	+	18.61	3.94	-1.818	0.214	

Cliccare su **File** e poi su **Read Event Locally**

Aprire il file scaricato prima

HYPATIA - Control Window

Parameter Control Interaction and Window Control Output Display

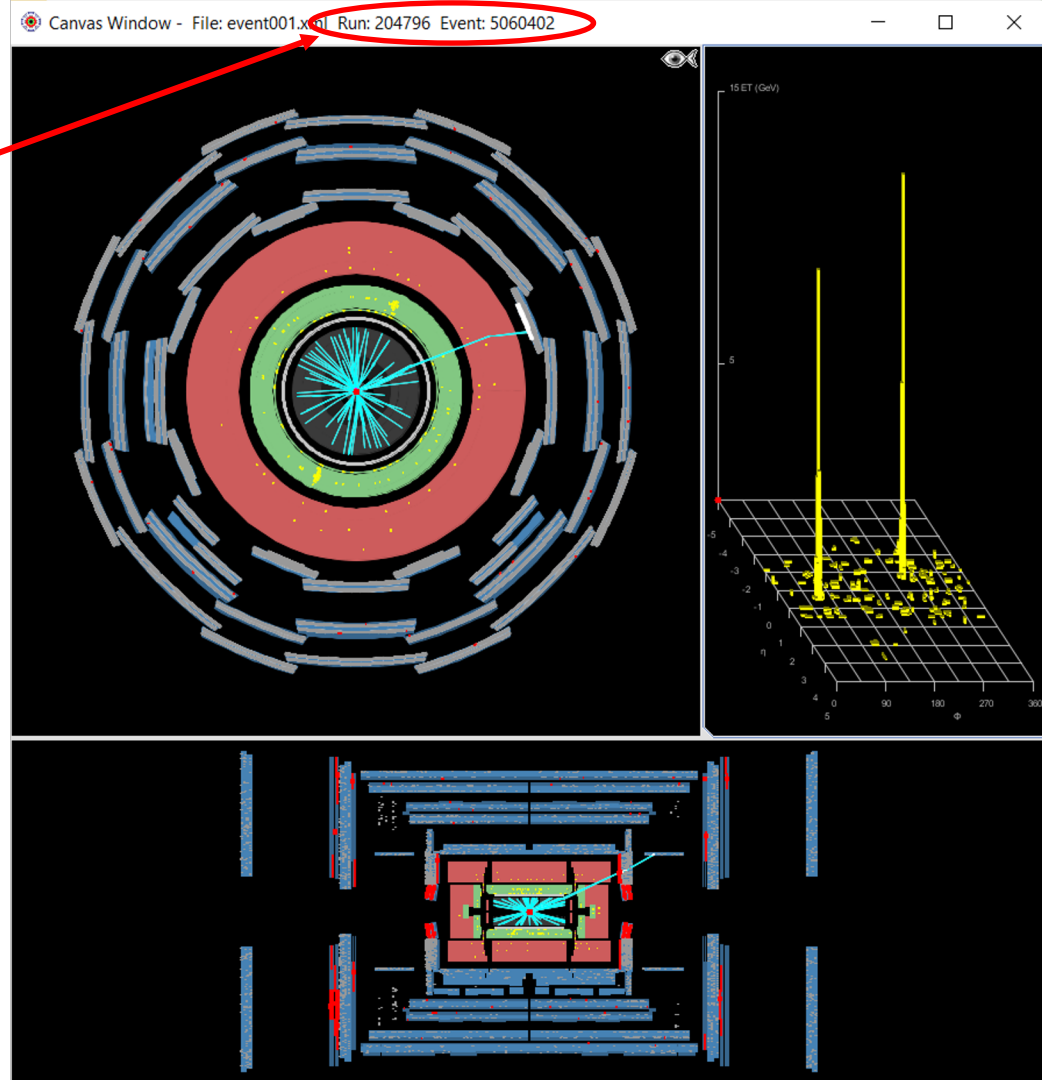
Projection Data Cuts InDet Calo MuonDet Objects Geometry

Data

Name	Value
Status	<input checked="" type="checkbox"/>
InDet	<input checked="" type="checkbox"/>
Calo	<input checked="" type="checkbox"/>
MuonDet	<input checked="" type="checkbox"/>
Objects	<input checked="" type="checkbox"/>

Event Display

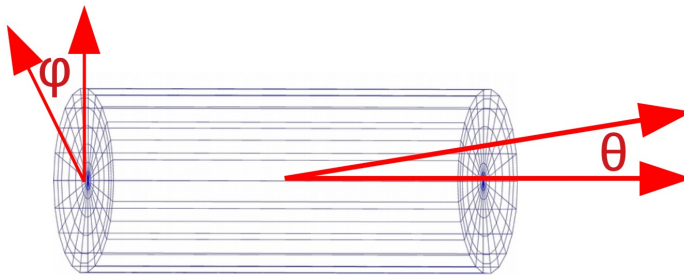
- Numero identificativo del **run di dati**
- Ogni **evento** ha un unico numero identificativo



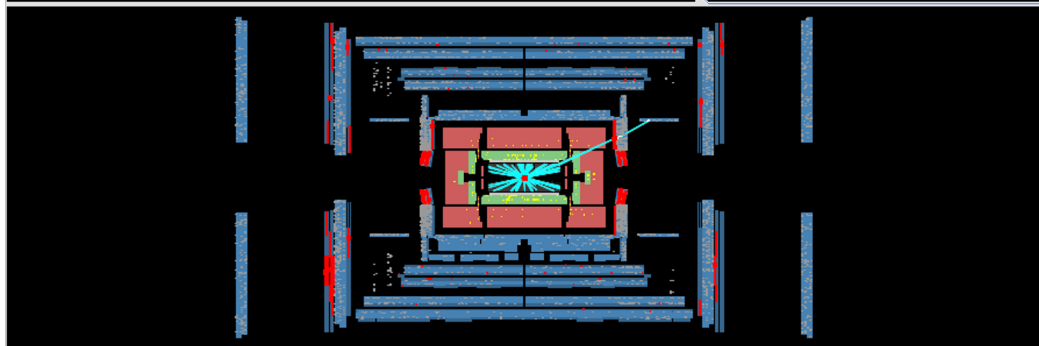
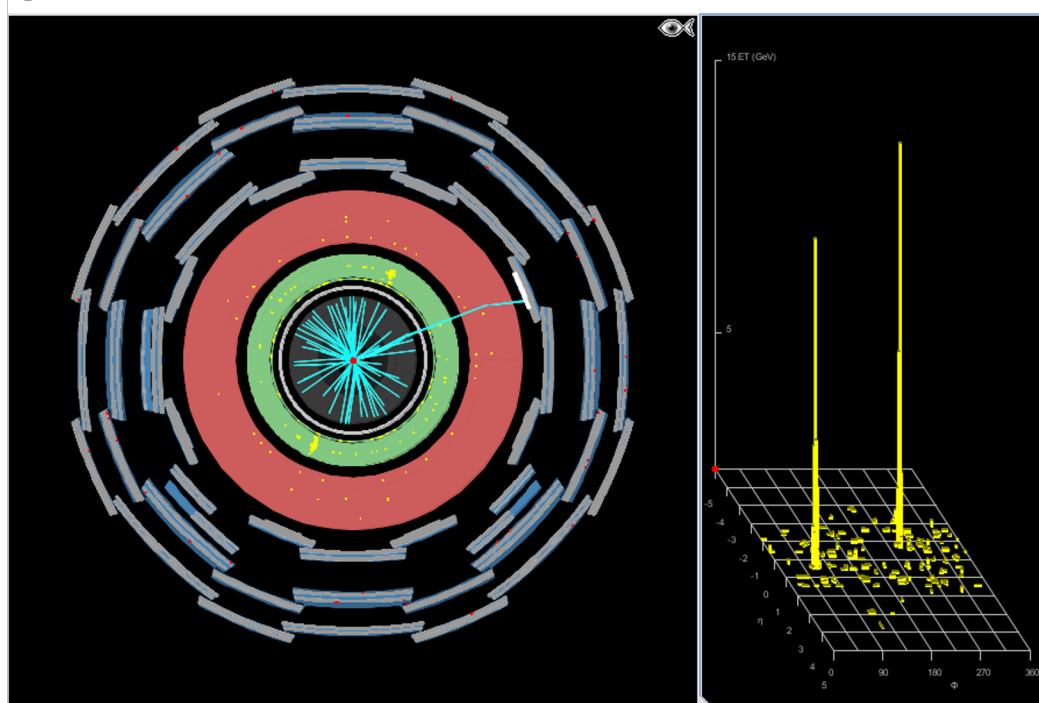
Event Display

Abbiamo due viste:

- Trasversale
- Laterale



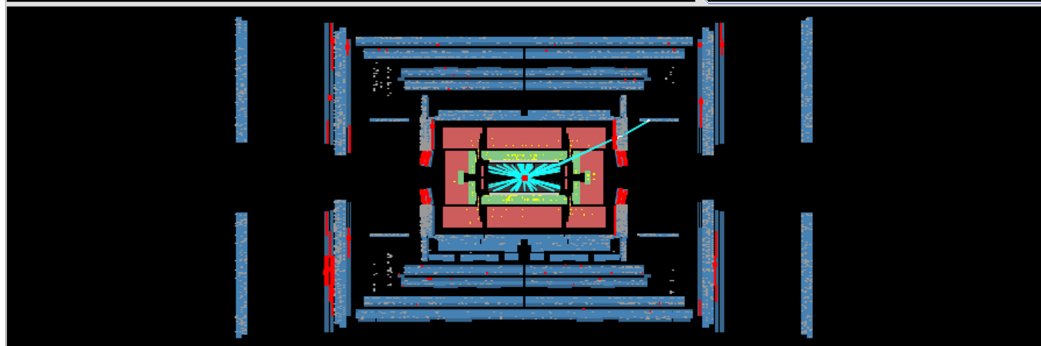
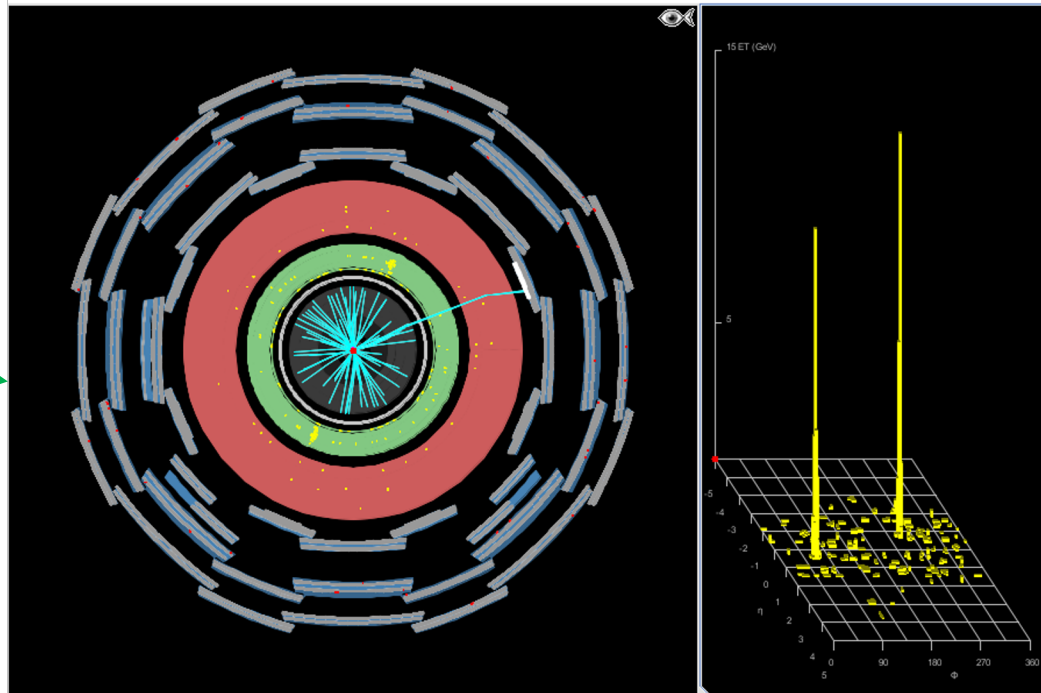
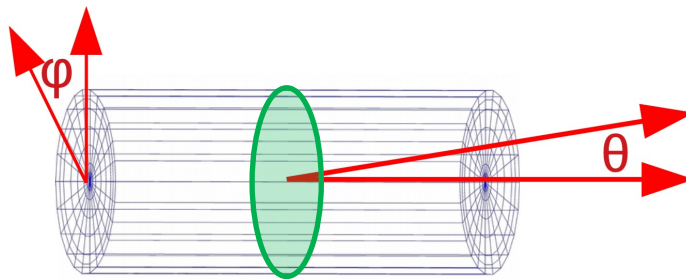
Canvas Window - File: event001.xml Run: 204796 Event: 5060402



Event Display

Abbiamo due viste:

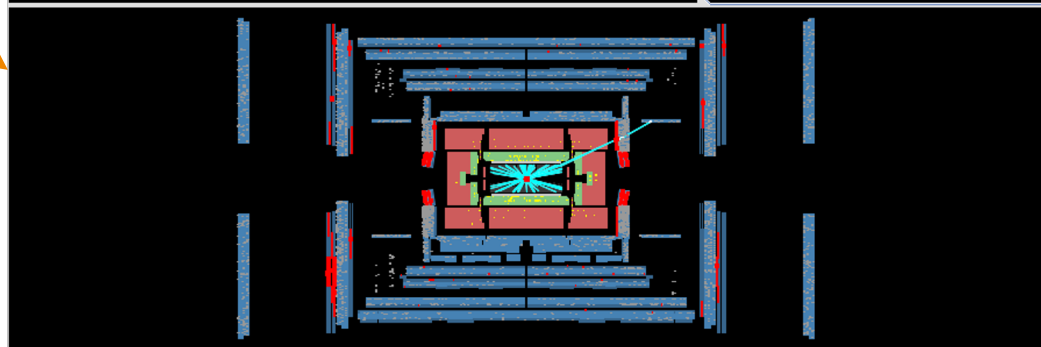
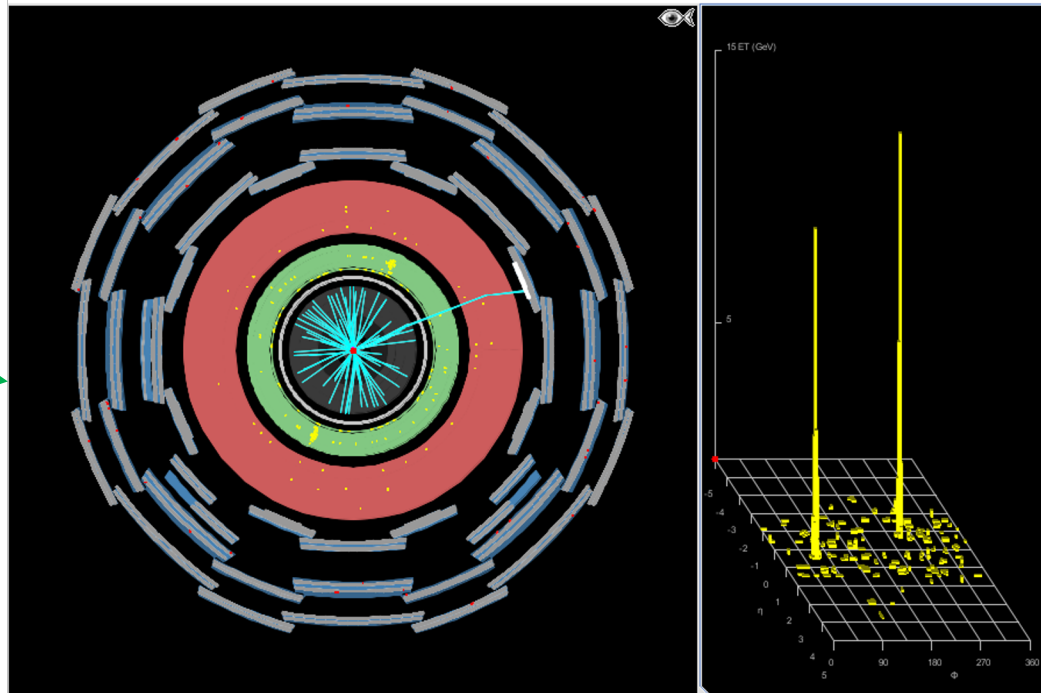
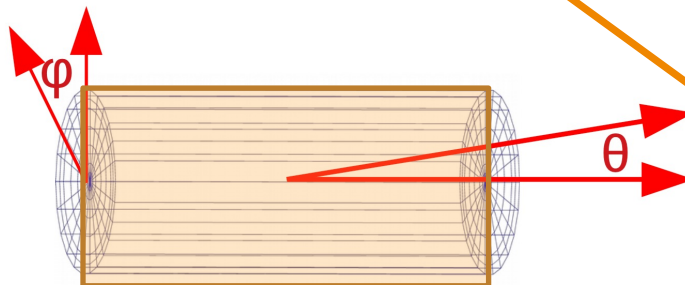
- Trasversale
- Laterale



Event Display

Abbiamo due viste:

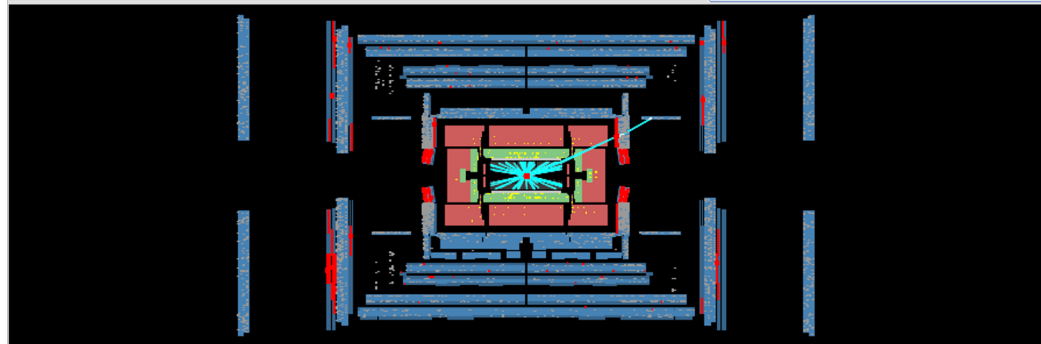
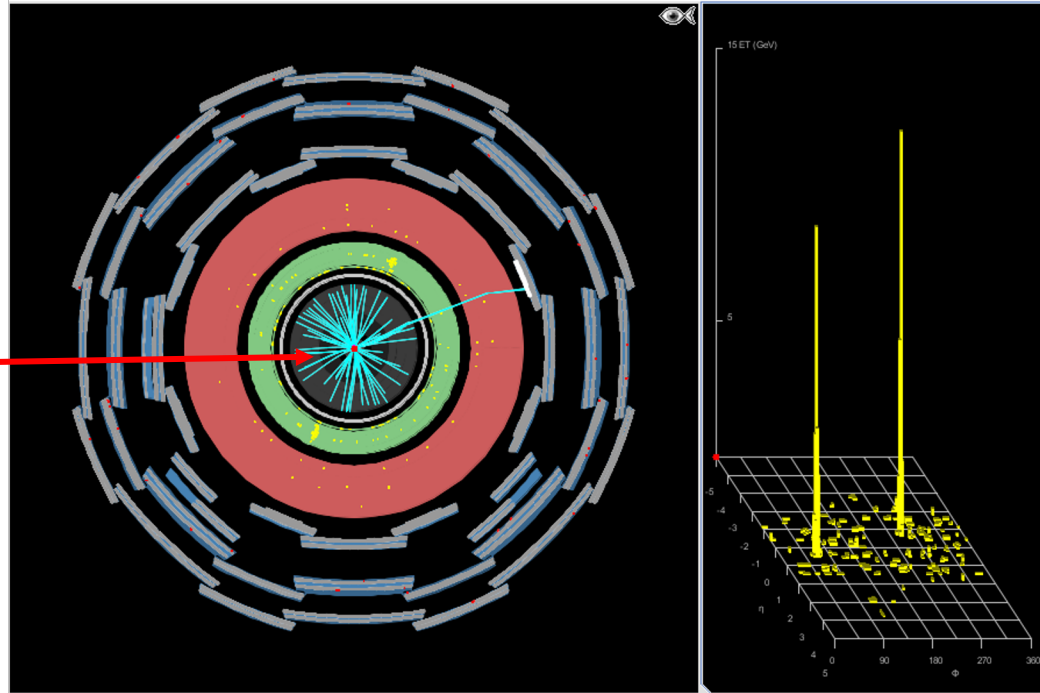
- Trasversale
- Laterale



Event Display

Vista **trasversale**

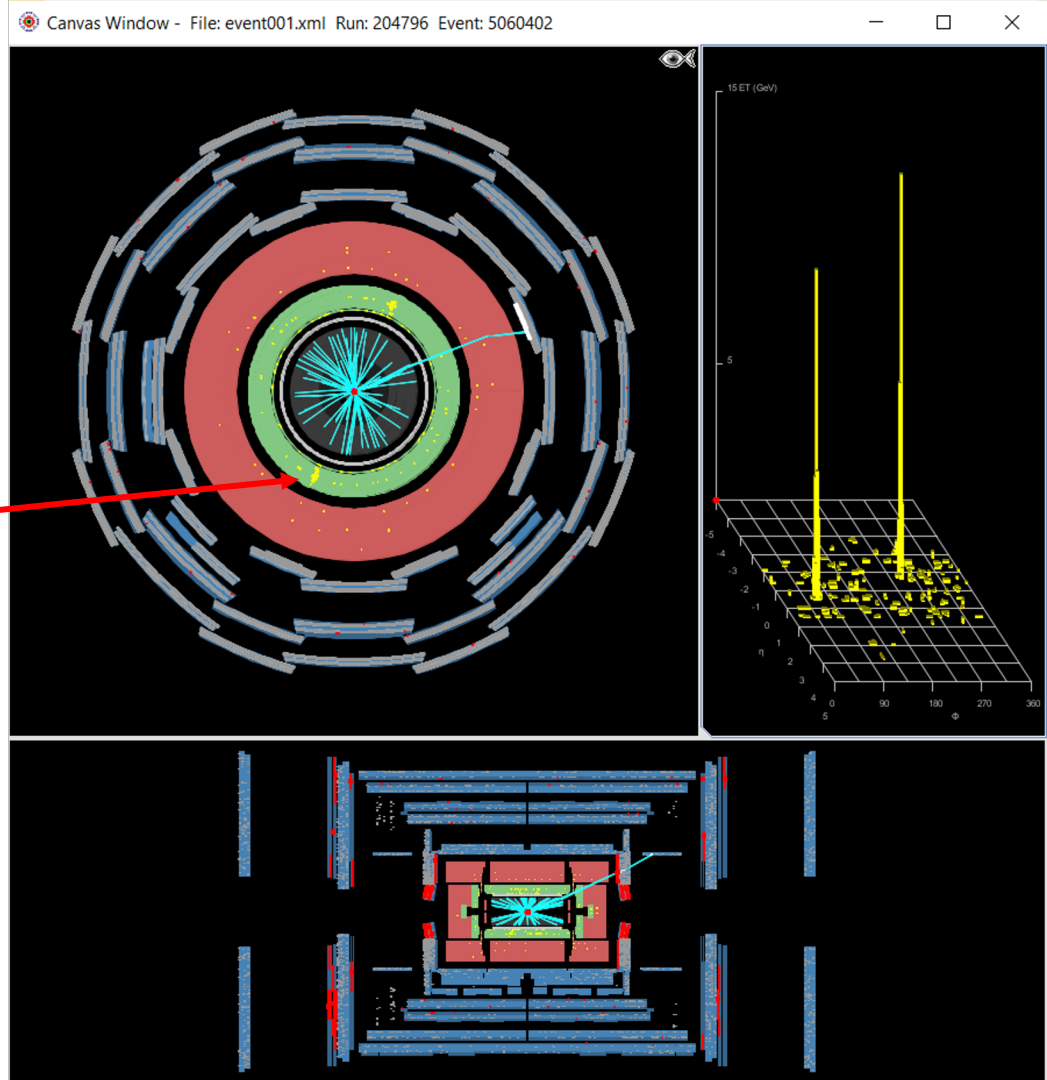
- **Tracciatore interno** con tracce in azzurro
- Calorimetro elettromagnetico con depositi di energia in giallo
- Calorimetro adronico con depositi di energia in giallo
- Camere per muoni con gli hit in rosso



Event Display

Vista **trasversale**

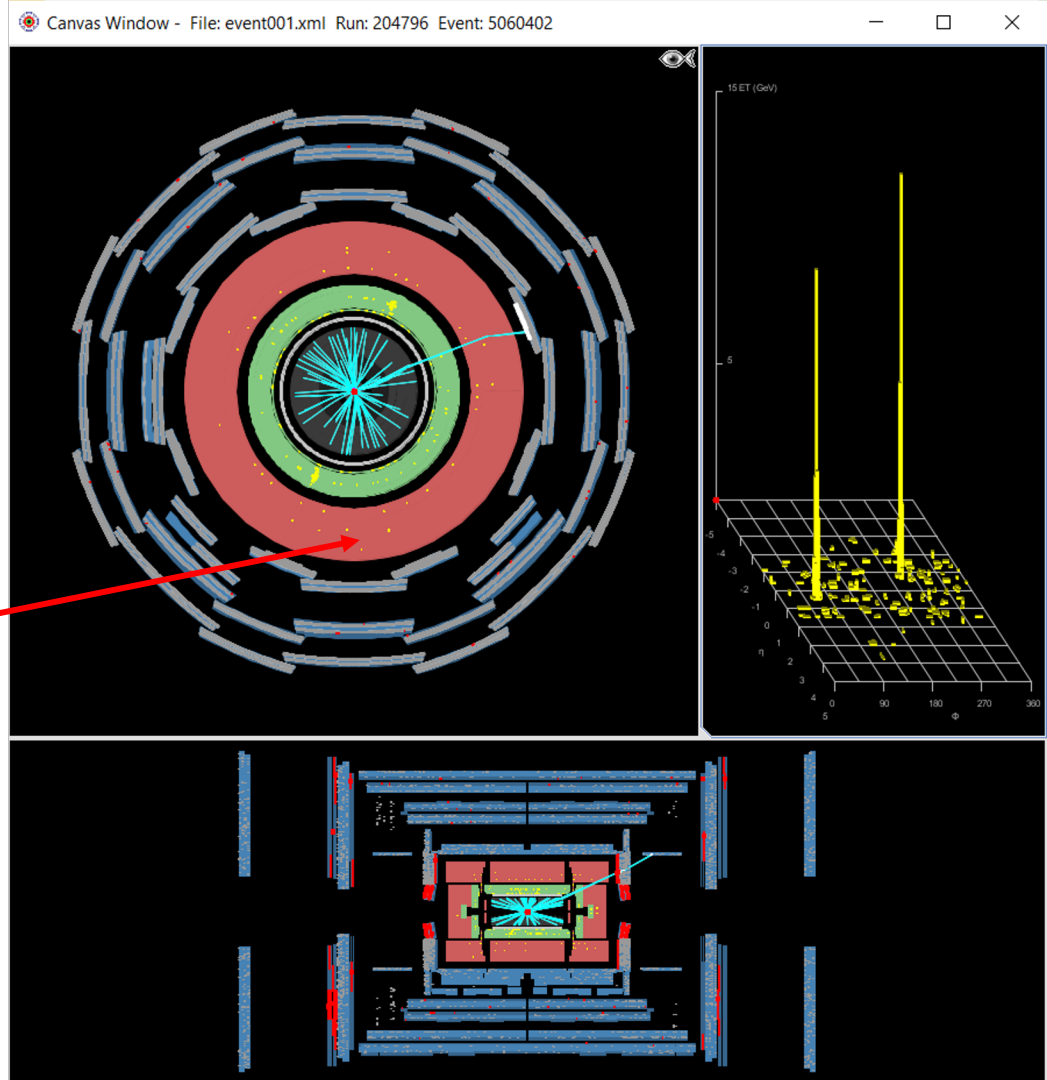
- Tracciatore interno con tracce in azzurro
- **Calorimetro elettromagnetico** con depositi di energia in giallo
- Calorimetro adronico con depositi di energia in giallo
- Camere per muoni con gli hit in rosso



Event Display

Vista **trasversale**

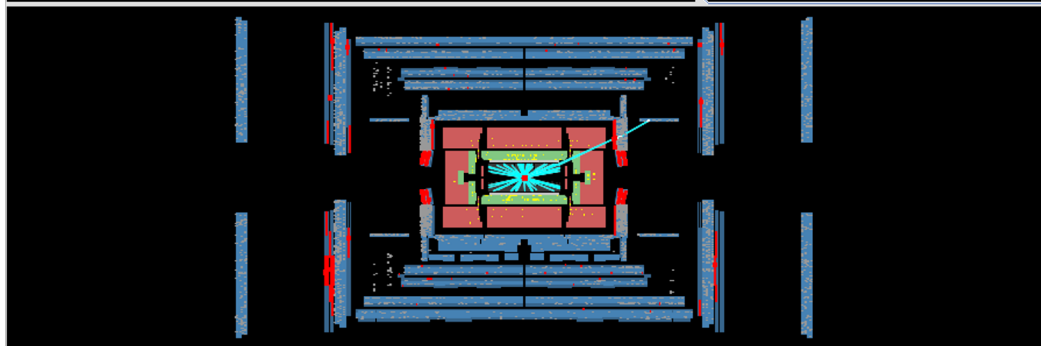
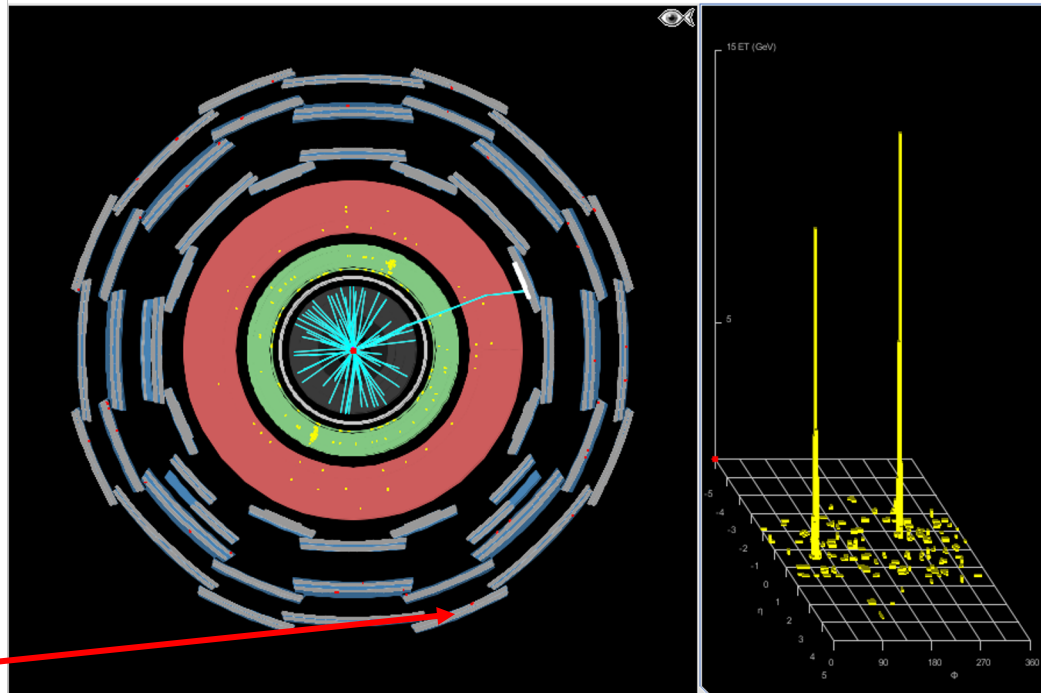
- Tracciatore interno con tracce in azzurro
- Calorimetro elettromagnetico con depositi di energia in giallo
- **Calorimetro adronico** con depositi di energia in giallo
- Camere per muoni con gli hit in rosso



Event Display

Vista **trasversale**

- Tracciatore interno con tracce in azzurro
- Calorimetro elettromagnetico con depositi di energia in giallo
- Calorimetro adronico con depositi di energia in giallo
- **Camere per muoni** con gli hit in rosso

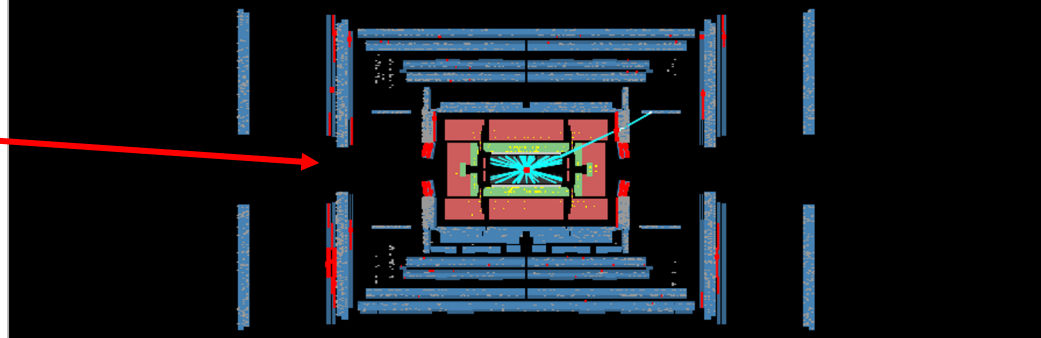
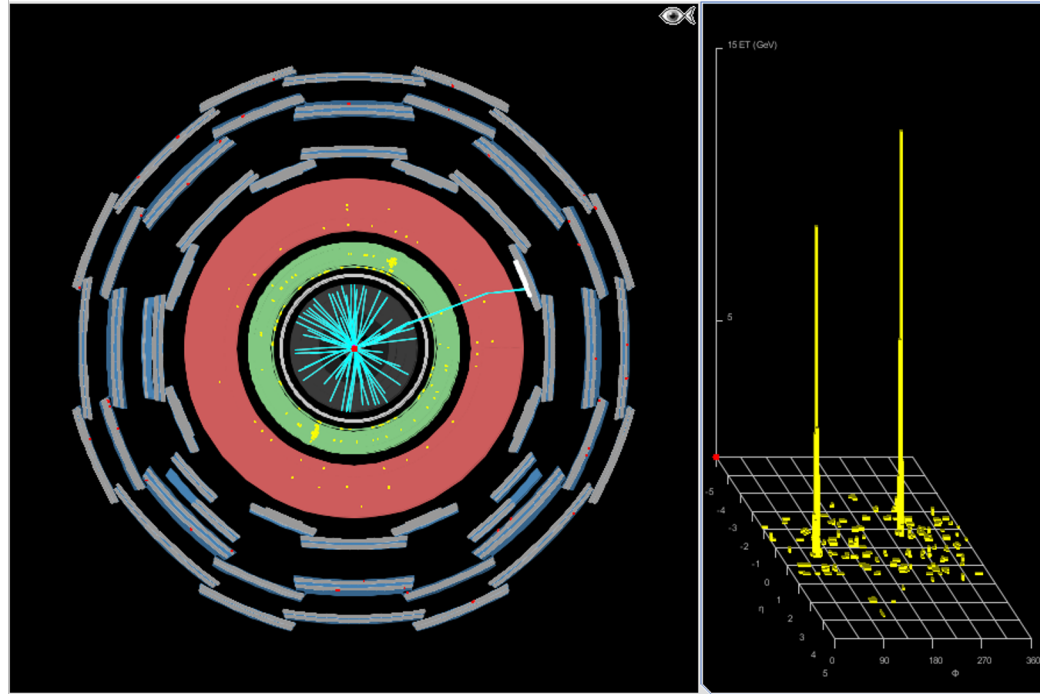


Event Display

Vista trasversale

- Tracciatore interno con tracce in azzurro
- Calorimetro elettromagnetico con depositi di energia in giallo
- Calorimetro adronico con depositi di energia in giallo
- Camere per muoni con gli hit in rosso

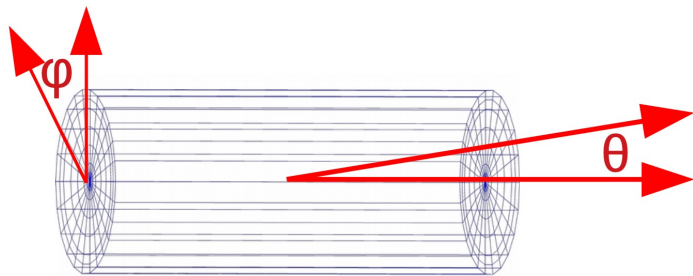
Lo stesso per la vista **laterale**



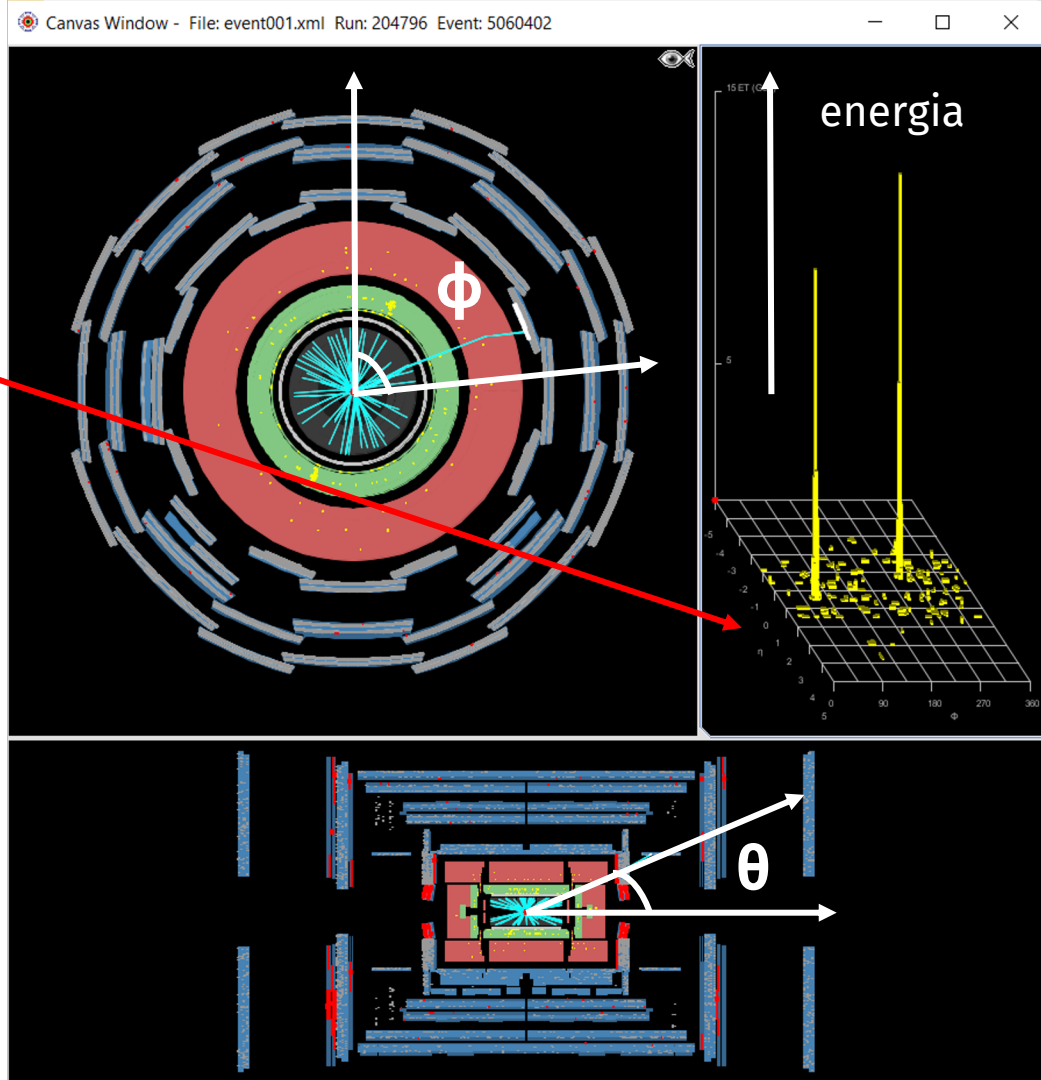
Event Display

Display **depositi elettromagnetici**:

Diagramma delle energie nel calorimetro elettromagnetico in funzione della posizione nel rivelatore, in coordinate (η, ϕ)



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



Cosa cerchiamo?

Il **bosone Z** nei suoi decadimenti leptonici:

- $Z \rightarrow e^+e^-$
 - gli elettroni (e i positroni) sono particelle cariche, quindi dobbiamo cercare una **coppia di tracce con carica opposta nel tracciatore interno**
 - il bosone Z ha una massa alta, quindi ci aspettiamo che le tracce degli elettroni abbiano **mediamente** un alto impulso trasverso (p_T)
 - gli elettroni nella materia interagiscono e producono sciami elettromagnetici: vedrò dei **depositi di energia nel calorimetro elettromagnetico** (quello verde)

Attenzione a non confonderci con i **fotoni**: questi producono depositi di energia simili a quelli degli elettroni, ma non hanno nessuna traccia associata nel rivelatore interno (o ne hanno due, ma ne parliamo dopo...)

Cosa cerchiamo?

Il bosone Z nei suoi decadimenti leptonici:

- $Z \rightarrow \mu^+\mu^-$
 - i muoni (e gli antimuoni) sono particelle cariche, quindi dobbiamo cercare una **coppia di tracce con carica opposta nel tracciatore interno**
 - i muoni lasciano modesti depositi elettromagnetici, però riescono a superare i calorimetri e hanno **tracce anche nello spettrometro per muoni...**
 - il bosone Z ha una massa alta, quindi mi aspetto che le tracce dei muoni abbiano un alto impulso trasverso (p_T)

Come lo cerchiamo?

Nel pannello delle tracce troviamo tutto ciò che serve per la nostra ricerca:

- Possiamo scorrere tra gli eventi
- Possiamo vedere le proprietà di tutte le tracce:
 - Carica
 - Impulso
 - Impulso trasverso
- Vedere l'energia mancante o invisibile (es. neutrini)

The screenshot displays the HYPATIA software interface, which is used for analyzing particle tracks. The top window, titled "HYPATIA - Track Momenta Window", shows a table of track properties. The bottom window, titled "HYPATIA - Control Window", shows the configuration for the data display.

HYPATIA - Track Momenta Window

File | Previous Event | Next Event | Electron | Muon | Photon | Delete Track | Reset Canvas

ETMis: 4,167 GeV ϕ : 3,040 rad Collection: MET_RefFinal

C:\Users\User\Documents\Hypatia_7.4_Masterclass\groupA\zip\event001.xml

Track	+/-	P [GeV]	Pt [GeV]	ϕ	θ
Tracks 4	-	5,83	1,43	0,509	0,248
Tracks 7	-	3,40	1,06	-2,977	0,316
Tracks 8	+	47,07	37,95	-1,978	2,204
Tracks 10	-	2,34	1,28	2,093	0,580
Tracks 11	-	5,42	1,44	0,516	0,269
Tracks 12	-	2,96	1,20	-2,802	2,724
Tracks 13	-	8,30	1,47	2,483	2,964
Tracks 14	-	6,58	2,03	-1,081	0,313
Tracks 15	+	7,59	1,50	-1,220	2,943
Tracks 17	-	2,00	1,12	2,214	2,546
Tracks 21	+	2,65	1,91	-0,290	2,338
Tracks 25	+	6,27	1,30	2,975	0,209
Tracks 27	-	4,12	1,43	0,256	0,355
Tracks 28	-	1,92	1,65	2,064	1,039
Tracks 31	-	1,58	1,54	-1,098	1,367
Tracks 33	-	3,08	1,21	-1,953	0,406
Tracks 35	-	2,88	1,13	-2,993	0,404
Tracks 36	+	2,09	1,86	-1,513	1,094
Tracks 41	-	2,52	1,86	2,745	0,832
Tracks 42	+	1,29	1,22	1,668	1,247
Tracks 44	+	3,95	1,00	-2,840	0,256
Tracks 48	+	3,90	1,10	2,977	0,286
Tracks 49	-	2,86	1,09	0,165	0,391
Tracks 58	+	1,95	1,95	2,874	1,561
Tracks 63	-	8,03	1,87	-0,613	2,906
Tracks 67	-	1,02	1,01	-2,092	1,491

HYPATIA - Control Window

Parameter Control | Interaction and Window Control | Output Display

Projection | Data | Cuts | InDet | Calo | MuonDet | Objects | Geometry

Data

Name	Value
<input checked="" type="checkbox"/> Status	
<input checked="" type="checkbox"/> InDet	
<input checked="" type="checkbox"/> Calo	
<input checked="" type="checkbox"/> MuonDet	
<input checked="" type="checkbox"/> Objects	

Come lo cerchiamo?

Nel pannello delle tracce troviamo tutto ciò che serve per la nostra ricerca:

- Possiamo scorrere tra gli eventi
- Possiamo vedere le proprietà di tutte le tracce:
 - Carica
 - Impulso
 - Impulso trasverso
- Vedere l'energia mancante o invisibile (es. neutrini)

The screenshot displays the HYPATIA software interface, which is used for analyzing particle tracks. The main window, titled "HYPATIA - Track Momenta Window", shows a table of track properties. The table has columns for Track, +/-, P [GeV], Pt [GeV], η , and θ . The data is organized into rows for various tracks, with some tracks highlighted in blue. Three blue arrows point from the text in the first block to the columns: the first arrow points to the Track column, the second to the P [GeV] column, and the third to the Pt [GeV] column.

Below the main window, there is a "HYPATIA - Control Window" with tabs for "Parameter Control", "Interaction and Window Control", and "Output Display". The "Data" tab is selected, showing a table with columns for Name and Value. The table lists several parameters: Status, InDet, Calo, MuonDet, and Objects, each with a checkbox next to it.

Track	+/-	P [GeV]	Pt [GeV]	η	θ
Tracks 4	-	5.83	1.43	0.509	0.248
Tracks 7	-	3.40	1.06	-2.977	0.316
Tracks 8	+	4.07	27.95	-1.978	2.204
Tracks 10	-	2.34	1.28	2.093	0.580
Tracks 11	-	5.42	1.44	0.516	0.269
Tracks 12	-	2.96	1.20	-2.802	2.724
Tracks 13	-	8.26	1.47	2.483	2.964
Tracks 14	-	6.58	2.03	-1.081	0.313
Tracks 15	+	7.59	1.50	-1.220	2.943
Tracks 17	-	2.00	1.12	2.214	2.546
Tracks 21	+	2.65	1.91	-0.290	2.338
Tracks 25	+	6.27	1.30	2.975	0.209
Tracks 27	-	4.12	1.43	0.256	0.355
Tracks 28	-	1.92	1.65	2.064	1.039
Tracks 31	-	1.58	1.54	-1.098	1.367
Tracks 32	-	3.08	1.21	-1.953	0.406
Tracks 35	-	2.88	1.13	-2.993	0.404
Tracks 36	+	2.09	1.86	-1.513	1.094
Tracks 41	-	2.52	1.86	2.745	0.832
Tracks 42	+	1.29	1.22	1.668	1.247
Tracks 44	+	3.95	1.00	-2.840	0.256
Tracks 48	+	3.90	1.10	2.977	0.286
Tracks 49	-	2.86	1.09	0.165	0.391
Tracks 58	+	1.95	1.95	2.874	1.561
Tracks 63	-	8.03	1.87	-0.613	2.906
Tracks 67	-	1.02	1.01	-2.092	1.491

Come lo cerchiamo?

Nel pannello delle tracce troviamo tutto ciò che serve per la nostra ricerca:

- Possiamo scorrere tra gli eventi
- Possiamo vedere le proprietà di tutte le tracce:
 - Carica
 - Impulso
 - Impulso trasverso
- Vedere l'energia mancante o invisibile (es. neutrini)

The screenshot displays the HYPATIA software interface, which is used for analyzing particle tracks. The main window, titled "HYPATIA - Track Momenta Window", shows a table of track properties. A blue arrow points from the text "Vedere l'energia mancante o invisibile (es. neutrini)" to the "Tracks" tab in the "Physics Objects" section of the interface.

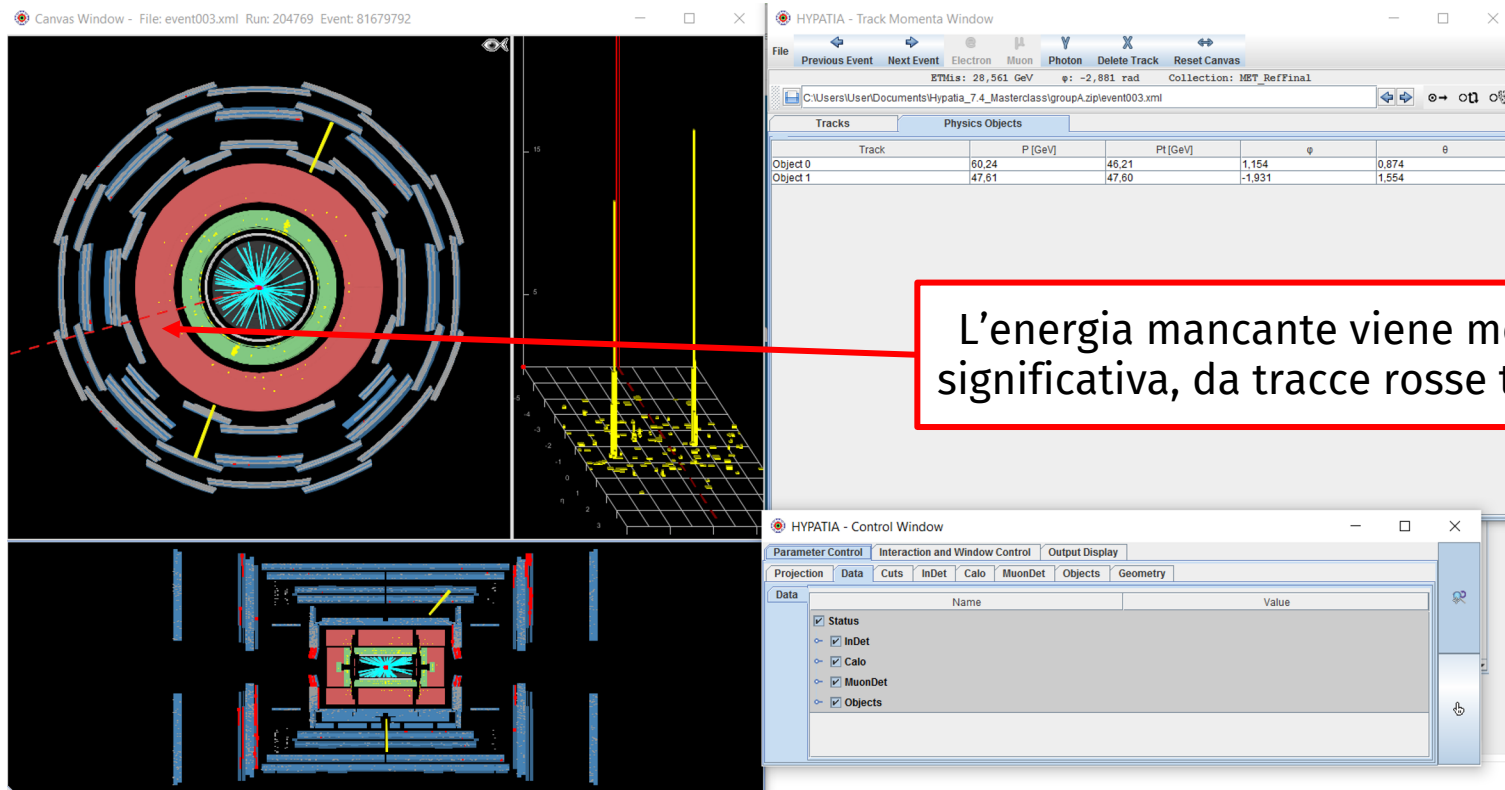
The "Tracks" tab displays the following data:

Track	+/-	P [GeV]	Pt [GeV]	η	θ
Tracks 4	-	5.83	1.43	0.509	0.248
Tracks 7	-	3.40	1.06	-2.977	0.316
Tracks 8	+	47.07	37.95	-1.978	2.204
Tracks 10	-	2.34	1.28	2.093	0.580
Tracks 11	-	5.42	1.44	0.516	0.269
Tracks 12	-	2.96	1.20	-2.802	2.724
Tracks 13	-	8.30	1.47	2.483	2.964
Tracks 14	-	6.58	2.03	-1.081	0.313
Tracks 15	+	7.59	1.50	-1.220	2.943
Tracks 17	-	2.00	1.12	2.214	2.546
Tracks 21	+	2.65	1.91	-0.290	2.338
Tracks 25	+	6.27	1.30	2.975	0.209
Tracks 27	-	4.12	1.43	0.256	0.355
Tracks 28	-	1.92	1.65	2.064	1.039
Tracks 31	-	1.58	1.54	-1.098	1.367
Tracks 33	-	3.08	1.21	-1.953	0.406
Tracks 35	-	2.88	1.13	-2.993	0.404
Tracks 36	+	2.09	1.86	-1.513	1.094
Tracks 41	-	2.52	1.86	2.745	0.832
Tracks 42	+	1.29	1.22	1.668	1.247
Tracks 44	+	3.95	1.00	-2.840	0.256
Tracks 48	+	3.90	1.10	2.977	0.286
Tracks 49	-	2.86	1.09	0.165	0.391
Tracks 58	+	1.95	1.95	2.874	1.561
Tracks 63	-	8.03	1.87	-0.613	2.906
Tracks 67	-	1.02	1.01	-2.092	1.491

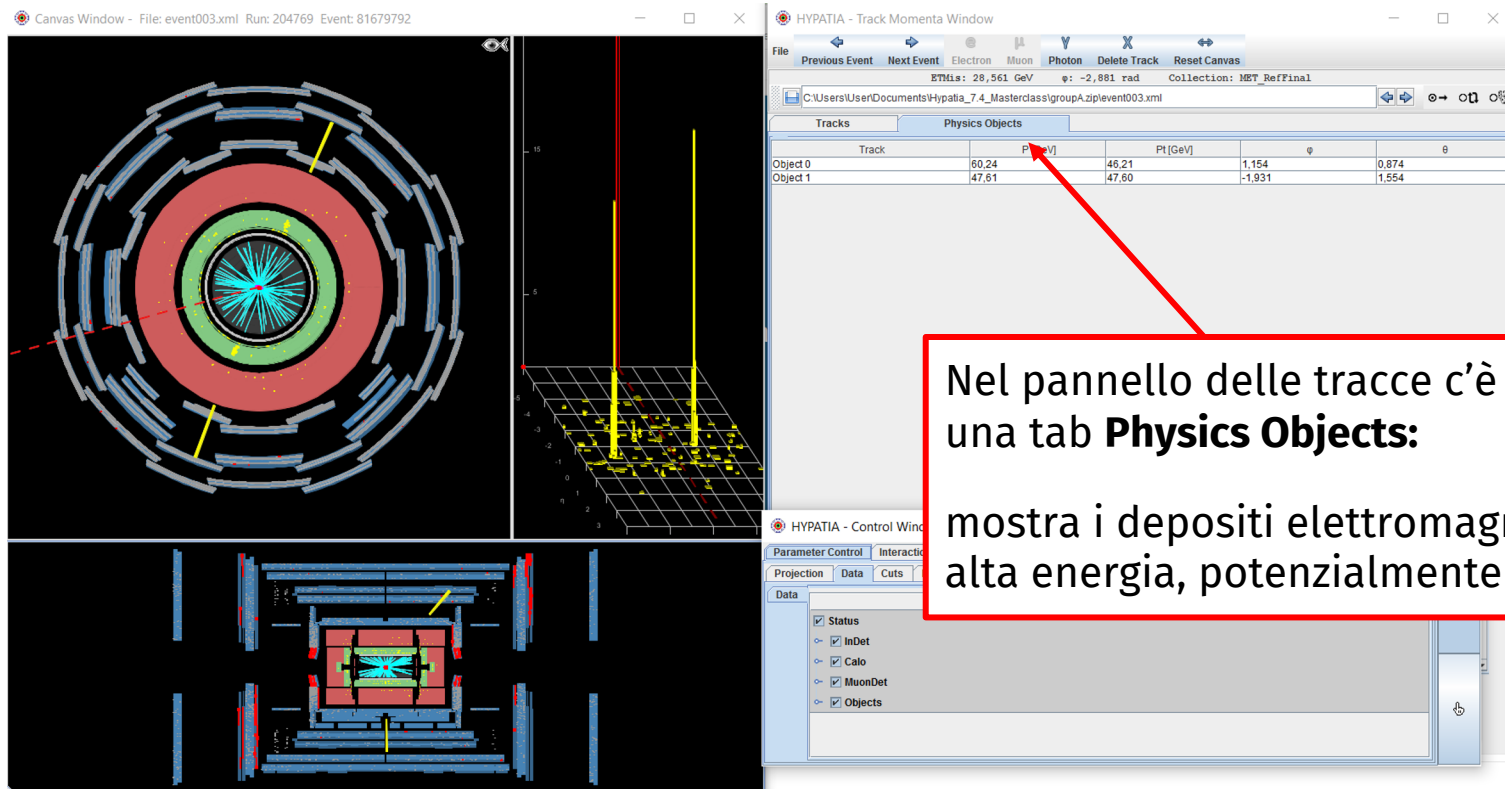
The bottom window, titled "HYPATIA - Control Window", shows the "Data" tab with the following settings:

Name	Value
Status	<input checked="" type="checkbox"/>
InDet	<input checked="" type="checkbox"/>
Calo	<input checked="" type="checkbox"/>
MuonDet	<input checked="" type="checkbox"/>
Objects	<input checked="" type="checkbox"/>

Come lo cerchiamo?



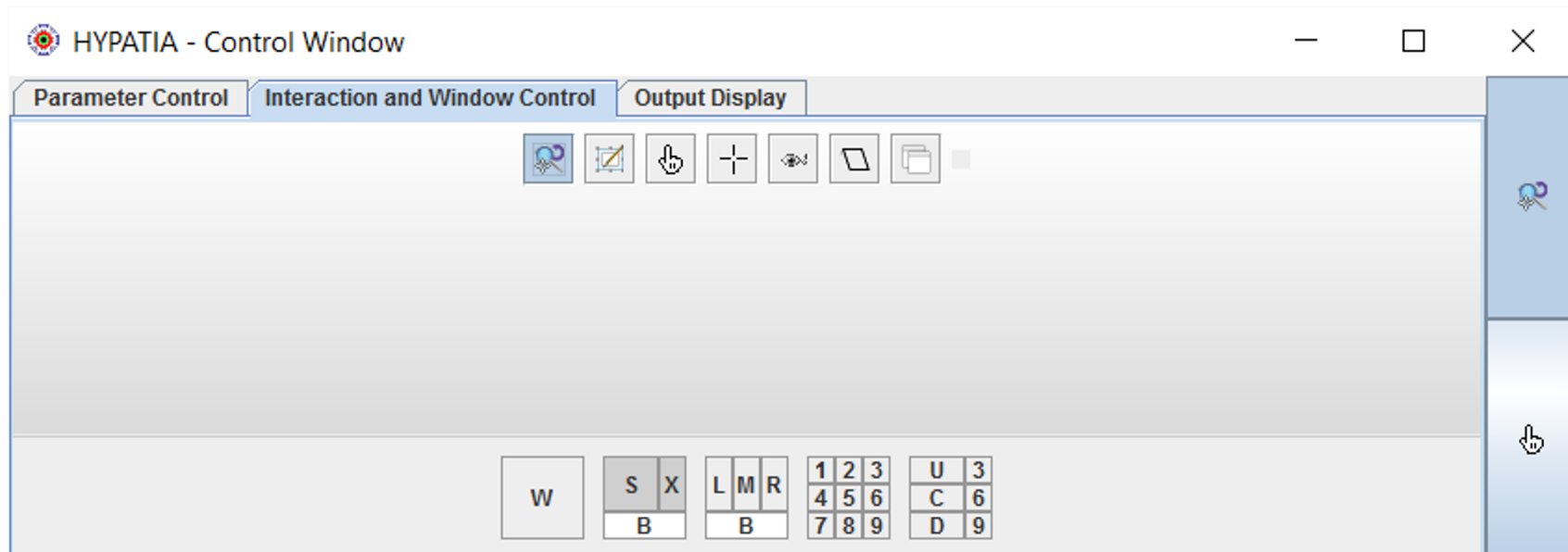
Come lo cerchiamo?



Nel pannello delle tracce c'è anche una tab **Physics Objects**:

mostra i depositi elettromagnetici di alta energia, potenzialmente fotoni

Il pannello di controllo



Nel pannello di controllo ci sono molte funzionalità
Si può ad esempio navigare nell'event display: zoomare, spostarsi, ecc.

Il pannello di controllo

HYPATIA - Control Window

Parameter Control Interaction and Window Control Output Display

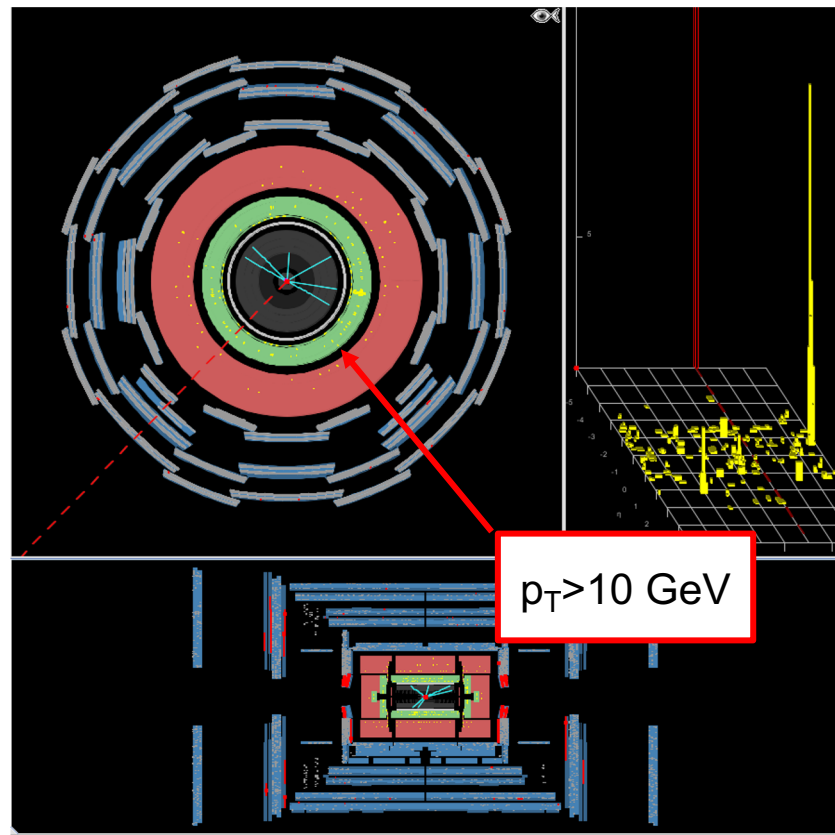
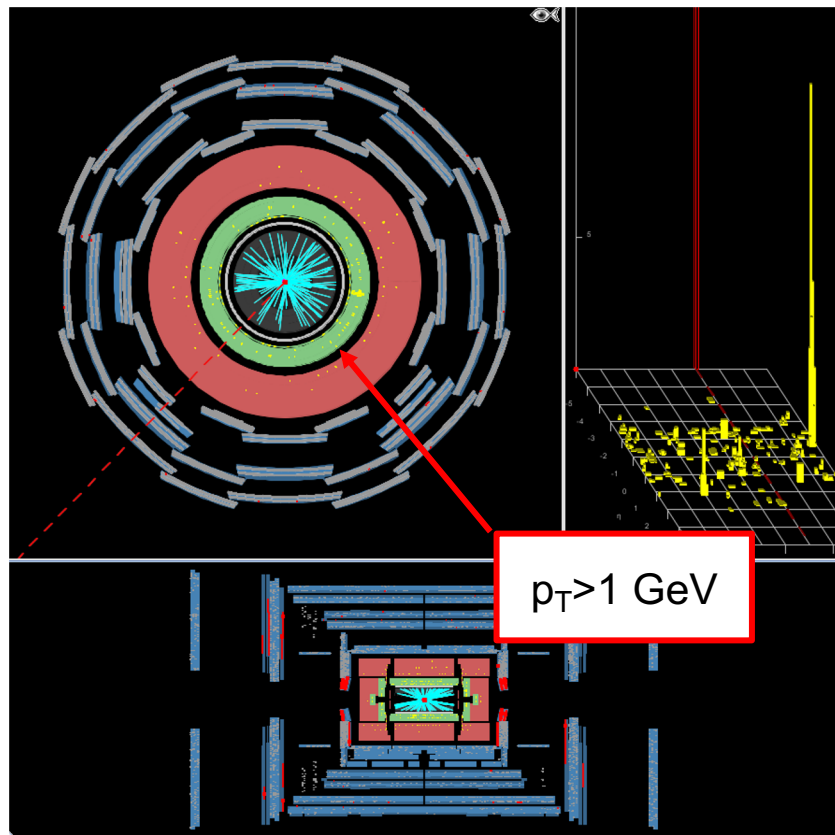
Projection Data **Cuts** InDet Calo MuonDet Objects Geometry

InDet
Calo
MuonDet
Objects
ATLAS

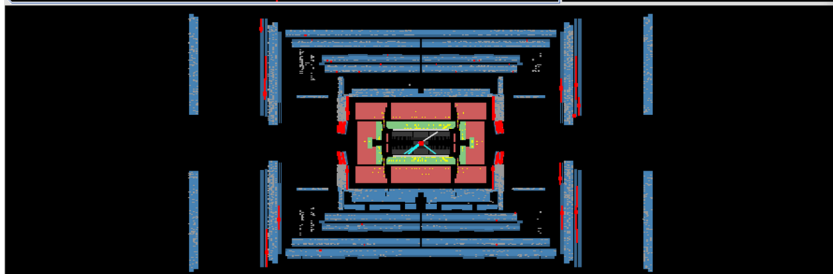
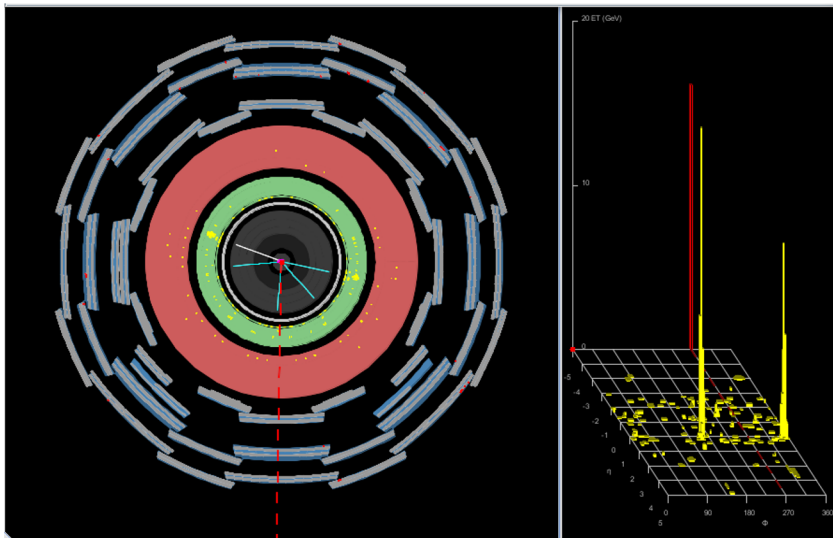
Name	Value
<input checked="" type="checkbox"/> Pt	> 10.0 GeV
<input type="checkbox"/> Pt2	^ 700.0 MeV
<input checked="" type="checkbox"/> d0	^ 2.5 mm
<input checked="" type="checkbox"/> z0	^ 20.0 cm
<input type="checkbox"/> d0 Loose	^ 2.0 cm

Nella tab **Cuts** ci sono funzionalità che possono aiutare nell'esercizio:
Se si cerca uno Z, si possono selezionare le tracce con un impulso trasverso alto, facendo sparire dall'event display tutto ciò che non serve

Il pannello di controllo



Esempio 1



HYPATIA - Track Momenta Window

File Previous Event Next Event Electron Muon Photon Delete Track Reset Canvas

ETMis: 16,125 GeV ψ : -1,588 rad Collection: MET_ReFinal

C:\Users\User\Documents\Hypatia_7_4_Masterclass\groupA\zip\event031.xml

Tracks Physics Objects

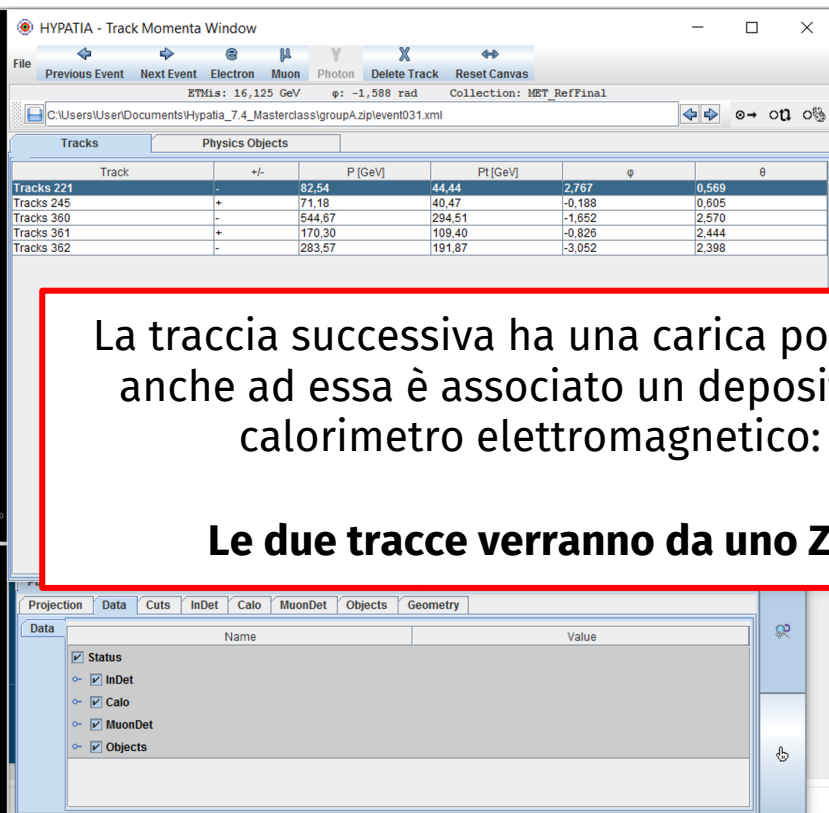
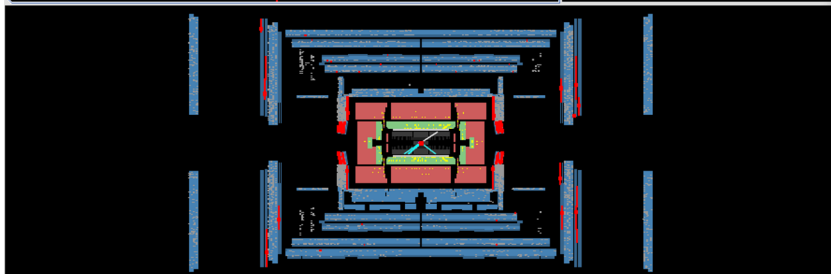
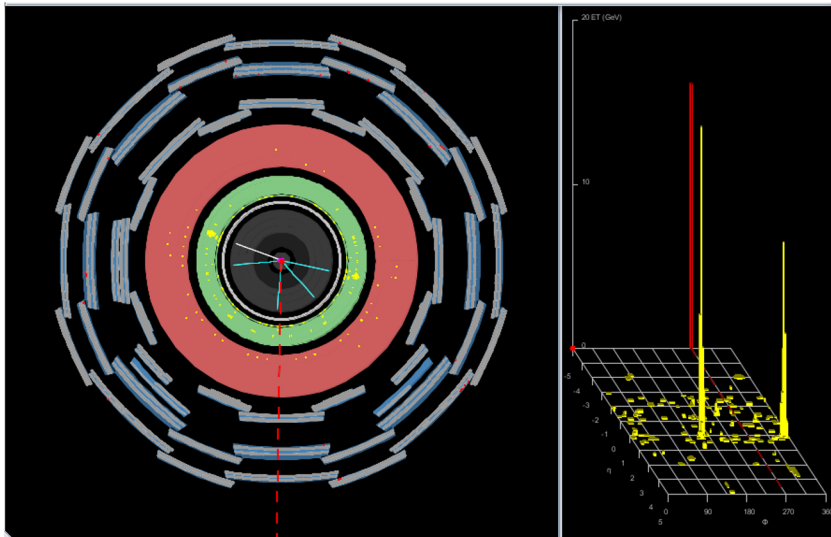
Track	+/-	P [GeV]	Pt [GeV]	ψ	θ
Tracks 221	-	82.54	44.44	2.767	0.569
Tracks 245	+	71.18	40.47	-0.188	0.605
Tracks 360	-	544.67	294.51	-1.652	2.570
Tracks 361	+	170.30	109.40	-0.826	2.444
Tracks 362	-	283.57	191.87	-3.052	2.398

In questo evento, una volta richiesto $p_T > 10$ GeV, rimangono solo 5 tracce

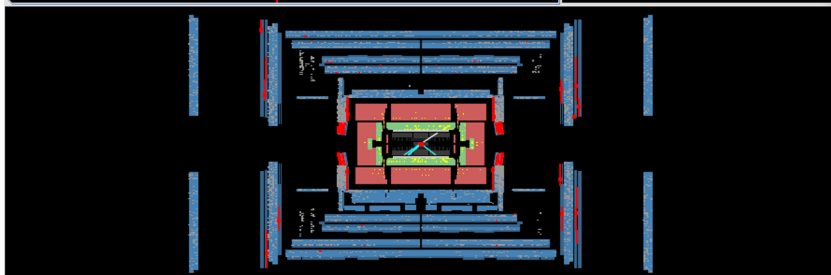
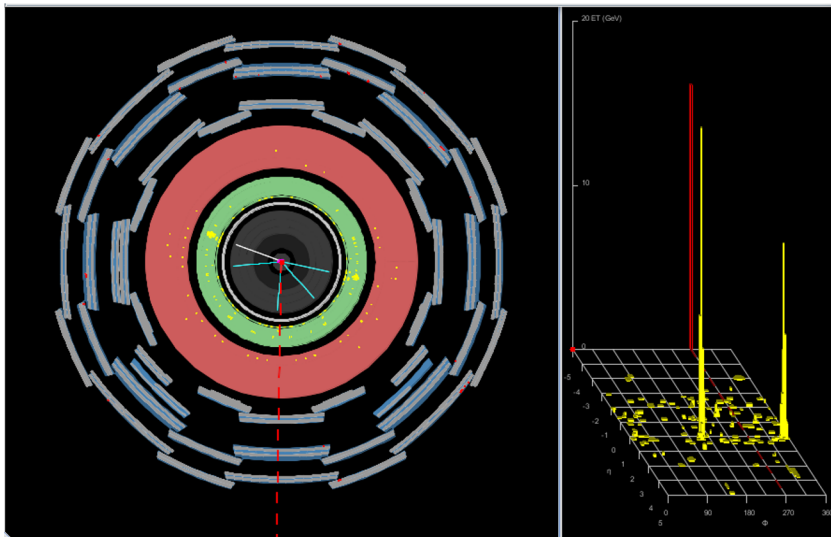
Quando seleziono le tracce, queste diventano bianche nell'event display

Alla prima traccia, **se guardo in entrambe le viste**, capisco che è associato un deposito calorimetrico e vedo che ha carica negativa

Esempio 1



Esempio 1



HYPATIA - Track Momenta Window

File Previous Event Next Event **Electron** Muon Photon Delete Track Reset Canvas

Energy [GeV] ψ : -1.588 rad Collection: MET_ReFinal

C:\Users\User\Documents\Hypatia_7\Masterdass\groupA\zip\event031.xml

Track	P [GeV]	Pt [GeV]	ψ	θ
Tracks 221	82.54	44.44	2.767	0.569
Tracks 245	71.18	40.47	-0.188	0.605
Tracks 360	544.67	294.51	-1.652	2.570
Tracks 361	170.30	109.40	-0.826	2.444
Tracks 362	283.57	191.87	-3.052	2.398

Le identifico entrambe come **elettroni**

Projection Data Cuts InDet Calo MuonDet Objects Geometry

Data	Name	Value
<input checked="" type="checkbox"/> Status		
<input checked="" type="checkbox"/> InDet		
<input checked="" type="checkbox"/> Calo		
<input checked="" type="checkbox"/> MuonDet		
<input checked="" type="checkbox"/> Objects		

Esempio 1 – massa invariante

Quando le identifico come elettroni, le tracce mi appaiono nella finestra **massa invariante**.
La massa invariante di questa coppia e^+e^- mi appare qui

E' molto alta: 84.5 GeV !

Questo evento sembra un buon candidato $Z \rightarrow e^+e^-$

HYbrid Pupils' Analysis Tool for Interactions in ATLAS - version 7.4 - Invariant Mass Window

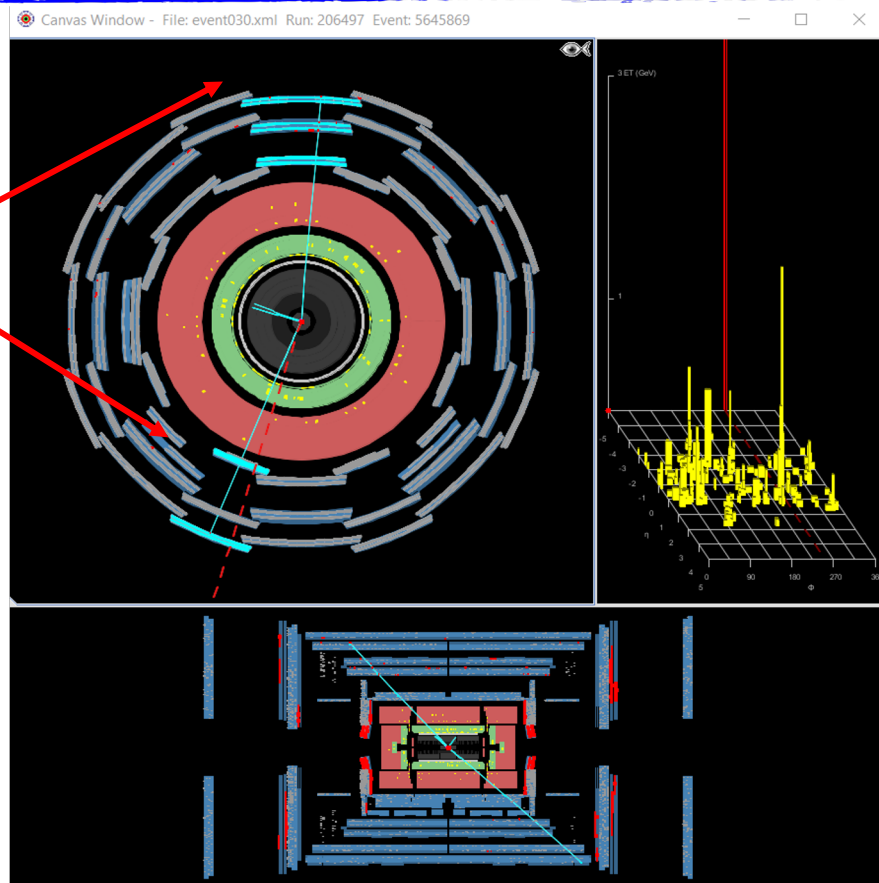
File View Histograms Preferences Help

File Name	ETMis [GeV]	Track	P [GeV]	+/-	Pt [GeV]	φ	η	M(2) [GeV]	M(eeee) [GeV]	M(eemm) [GeV]	M(mmmm) [GeV]	e/m/g
event031.xml	16,125	Tracks 221	82.5	-	44.4	2.767	1.230	84,490				e
		Tracks 245	71.2	+	40.5	-0.188	1.165					e

Esempio 2

Qui vedo un evento con due tracce,
che arrivano fino allo spettrometro per
muoni...

Sarà un evento $Z \rightarrow \mu^+ \mu^-$?

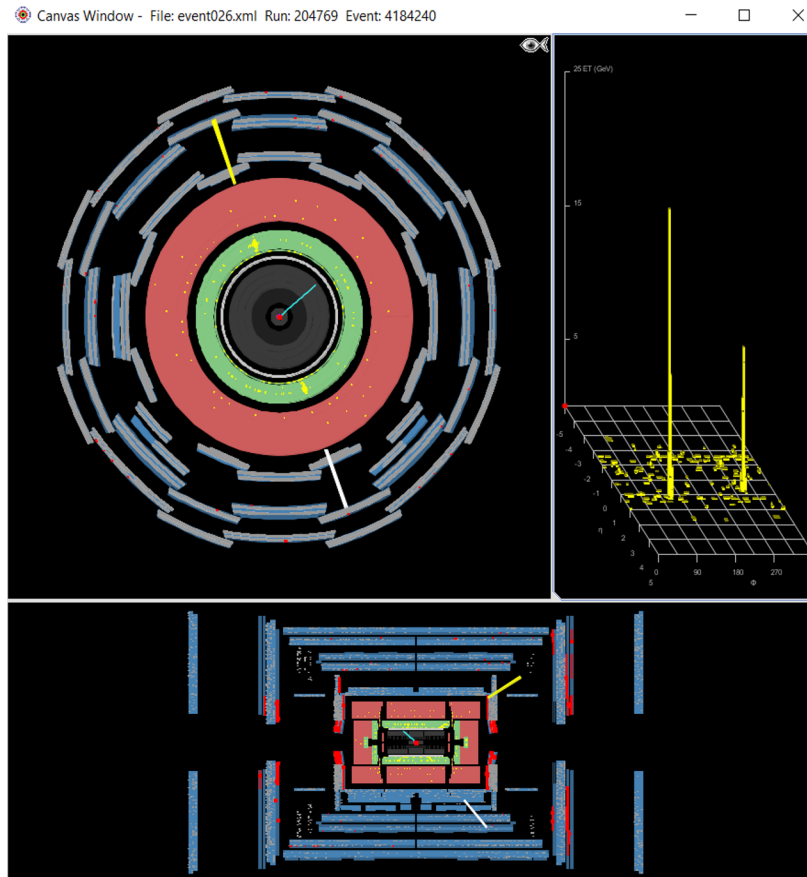


Esempio 2

In questo evento ci sono due depositi elettromagnetici senza tracce corrispondenti... sembrano dei **fotoni**.

Ma lo Z non può decadere in due fotoni!

Cosa può essere?



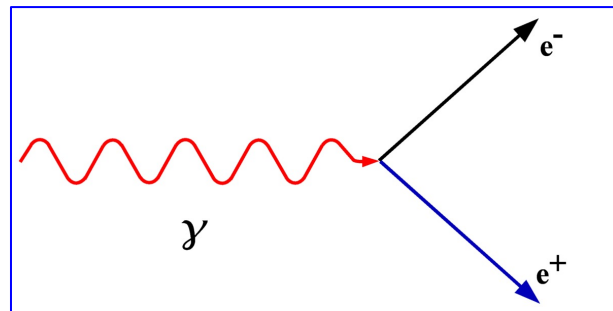
Cosa c'è negli eventi?

- La J/ψ o la Y sono particelle che decadono (tra le altre cose) in e^+e^- o in $\mu^+\mu^-$; hanno però massa invariante bassa (circa 3 e 10 GeV rispettivamente)
- Lo Z decade (tra le altre cose) in e^+e^- o in $\mu^+\mu^-$ con massa invariante alta (molte decine di GeV)
- Il **bosone di Higgs** può decadere (tra le altre cose) in due Z o in due fotoni: se trovo una coppia di fotoni, o due coppie di elettroni/muoni ognuna delle quali corrisponde a uno Z , forse ho visto un **bosone di Higgs**!
Mi aspetto abbia una massa poco superiore ai 100 GeV
- Lo Z' è una particella ipotetica, simile allo Z (ha gli stessi decadimenti) ma con massa invariante altissima (>1000 GeV)
- Il **gravitone**, altra particella ipotetica, può avere gli stessi decadimenti del **bosone di Higgs**, ma ha una massa molto più alta!
- Ci sono poi eventi in cui non c'è niente di tutto questo: sono gli eventi di **fondo**

I fotoni...

- I fotoni tipicamente appaiono come un deposito di energia nel **calorimetro elettromagnetico** senza **nessuna traccia** associata

- Però è possibile che un fotone interagisca nel tracciatore interno e **produca una coppia e^+e^-** !
- In questo caso vedrei un **deposito di energia** nel calorimetro con **due tracce** associate!



- Come lo riconosco? Le due tracce hanno **carica opposta**, ma soprattutto il fotone ha massa nulla...

Allora la massa invariante delle due tracce deve essere molto vicina a 0!

In **ATLAS** circa il 40% dei fotoni viene ricostruito così!

Cosa fare nella pratica?

- Scorrete gli eventi che avete a disposizione, riconoscete le coppie di elettroni, muoni o fotoni, cercate di capire se l'evento e' associato a una **Z** o a una delle altre particelle interessanti (**J/ψ** , **Y**, **bosone di Higgs**, **Z'**, **gravitone**)
- Se pensate che l'evento sia un semplice **evento di fondo**, ignoratelo
- Altrimenti selezionate le particelle rilevanti e salvatele nel pannello della massa invariante
- Nel pannello vedrete sia la massa invariante delle **coppie di particelle** che selezionate, sia quella combinata di **4 particelle**, se ne selezionate 4 in un evento

HYbrid Pupils' Analysis Tool for Interactions in ATLAS - version 7.4 - Invariant Mass Window

File View Histograms Preferences Help

File Name	ETMis [GeV]	Track	P [GeV]	+/-	Pt [GeV]	φ	η	M(2) [GeV]	M(eeee) [GeV]	M(eemm) [GeV]	M(mmmm) [GeV]	e/m/g
event026.xml	13,402	Object 0	101.6		52.4	1.904	1.280	102,048				g
		Object 1	61.5		46.6	-1.220	0.777					g
event028.xml	23,527	Tracks 5	42.0	+	21.3	0.362	-1.301	84,922				m
		Tracks 166	310.6	-	83.7	2.827	-1.986					m
event030.xml	40,730	Tracks 6	37.4	-	24.7	-1.994	0.974	82,014				m
		Tracks 206	45.8	+	33.7	1.504	-0.821					m

Cosa fare nella pratica?

- Dal pannello **Histograms** potete produrre tanti grafici
 - $M(1)$: massa delle singole particelle selezionate
 - $M(2)$: massa invariante delle coppie di particelle selezionate. Se ho visto tanti Z, dovrei vedere che ho tante coppie di massa simile, la massa dello Z!
 - Grafici delle masse invarianti combinate di 4 leptoni qualsiasi (elettroni/muoni), o di 4 elettroni, o di 4 muoni, o di 2 elettroni e 2 muoni: qui mi posso aspettare di vedere eventi corrispondenti a un bosone di Higgs
- Non vi scordate inoltre di scrivere sui fogli di appunti che avete a disposizione cosa avete scoperto di ogni evento che analizzate!

HYbrid Pops - Analysis Tool for Interactions in ATLAS - version 7.4 - Invariant Mass Window

File View **Histograms** References Help

File Name	ETMis [GeV]	Track	P [GeV]	+/-	Pt [GeV]	ϕ	η	M(2) [GeV]	M(eeee) [GeV]	M(eemm) [GeV]	M(mmmm) [GeV]	e/m/g
event026.xml	13,402	Object 0	101.6		52.4	1.904	1.280	102,048				g
		Object 1	61.5		46.6	-1.220	0.777					g
event028.xml	23,527	Tracks 5	42.0	+	21.3	0.362	-1.301	84,922				m
		Tracks 166	310.6	-	83.7	2.827	-1.986					m
event030.xml	40,730	Tracks 6	37.4	-	24.7	-1.994	0.974	82,014				m
		Tracks 206	45.8	+	33.7	1.504	-0.821					m

Cosa fare nella pratica?

- Scaricate i dati secondo il **gruppo** che vi è stato assegnato

<http://cernmasterclass.uio.no/datasets/>

- Aprite un **terminale** e avviate Hypatia

-

```
source HYPATIA_for_Linux.sh
```

- Caricate il file con gli eventi e cercate gli eventi interessanti, come spiegato
- Alla fine dovete andare su **File** → **Export Invariant Masses**
- Verrà prodotto un file chiamato Invariant_Masses.txt → Mettetelo sul Desktop
- Andate al link

<http://cernmasterclass.uio.no/OPloT/index.php>

- Selezionate **Student**, inserite username=**ippog** e password=**imc**
- Selezionate giorno, istituto e gruppo e caricate il file

Help!

<http://atlas.physicsmasterclasses.org/it/zpath.htm>

Nella sezione “Al lavoro” ci sono spiegazioni utili su come procedere

<http://cernmasterclass.uio.no/material/Zpath-Cuts.pdf>

Trovate un po' di esempi di tagli di selezione che si possono applicare

<http://cernmasterclass.uio.no/material/Zpath-SignalEvents.pdf>

Esempi di eventi di segnale

http://atlas.physicsmasterclasses.org/it/zpath_analysis.htm

Dopo aver completato l'esercizio andate a questo link e provate a rispondere alle domande

Prima di tutto...

Ci servono i **dati** necessari per l'esercizio di oggi!
Andate alla pagina:

<http://cernmasterclass.uio.no/datasets/>

Controllate data e luogo

The dataset package number is to be used as "Group number", and the dataset letter to be used as "Group letter" in the student result upload page ([OPloT](#)).

NB!! The files should be unzipped before using them in HYPATIA. (It will work without unzipping also, but some functionality will be lost)

Date	Inst/Datasets			Inst/Datasets			Inst/Datasets			Inst/Datasets			Inst/Datasets		
24.02	Krakow	<u>1</u>	<u>2</u>	Rome, Sapienza	<u>3</u>	<u>4</u>	Pavia	<u>5</u>	<u>6</u>						
25.02	Braga	<u>1</u>	<u>2</u>	Louisiana Tech	<u>3</u>	<u>4</u>	Udine	<u>5</u>	<u>6</u>						
02.03	Genova	<u>1</u>	<u>2</u>	Siegen	<u>3</u>	<u>4</u>	Rome, Tor Vergata	<u>5</u>	<u>6</u>	Thessaloniki	<u>7</u>	<u>8</u>	Bratislava	<u>9</u>	<u>10</u>
04.03	Braga	<u>1</u>	<u>2</u>												
07.03	Napoli	<u>1</u>	<u>2</u>	Krakow	<u>3</u>	<u>4</u>									

Vi verrà assegnato un **gruppo** e voi dovrete scaricare il file corrispondente