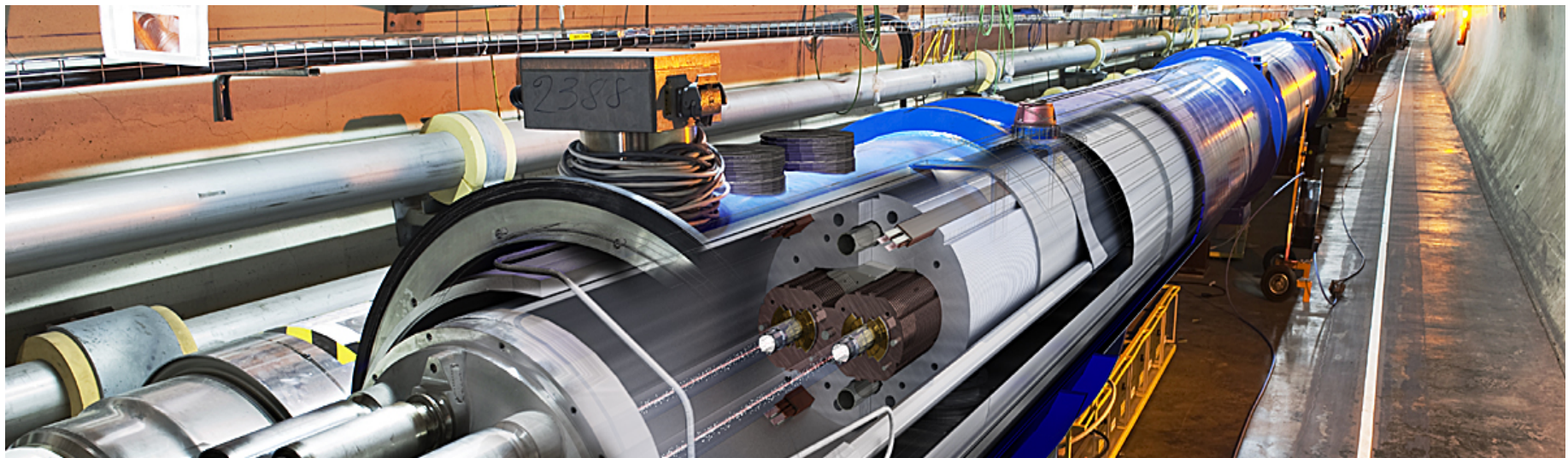




INTERNATIONAL MASTERCLASSES



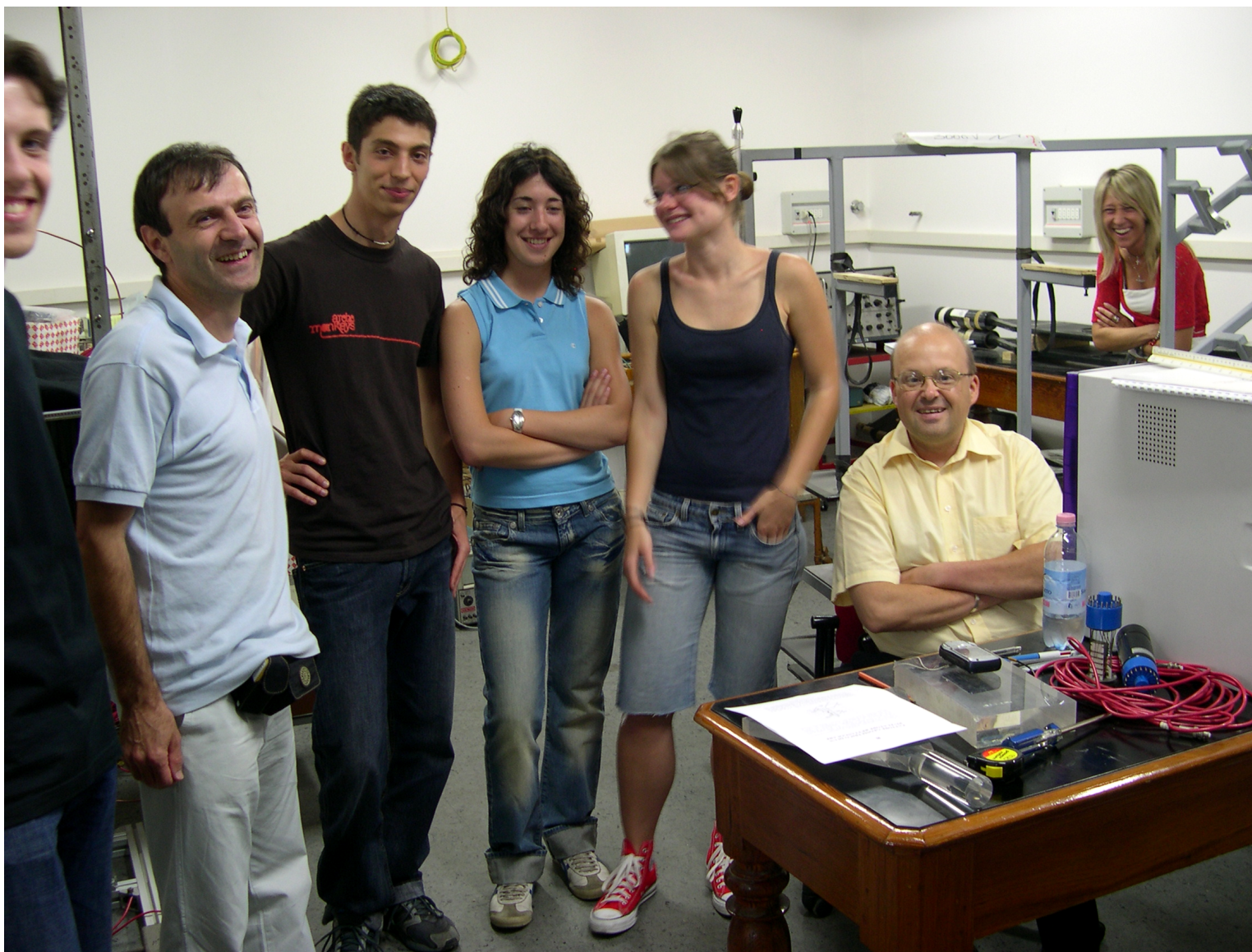
hands on particle physics



Pavia, 21 Giugno 2017



C'era una volta lo Stage



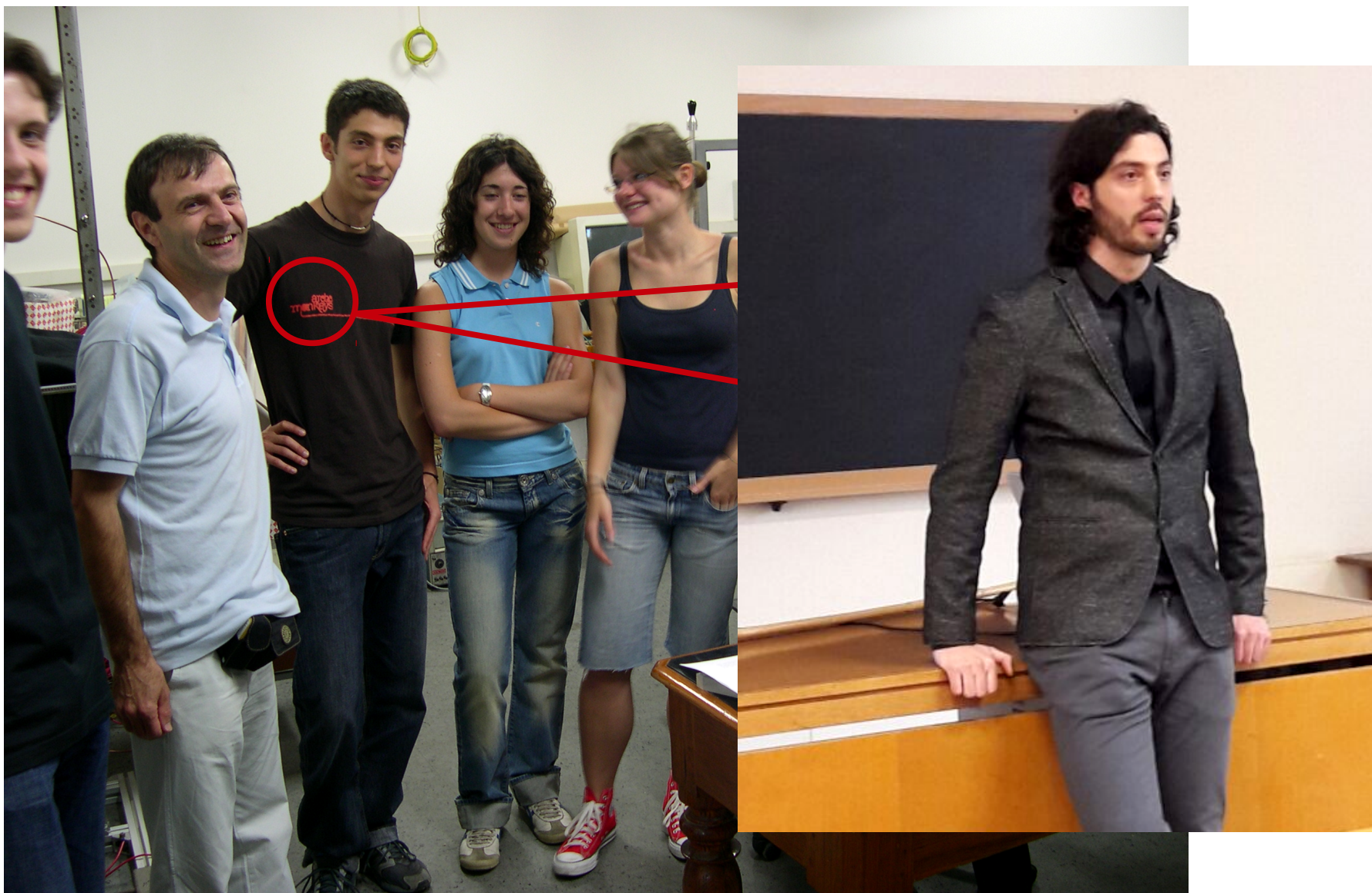
riccardo.poggi01@universitadipavia.it

C'era una volta lo Stage



riccardo.poggi01@universitadipavia.it

C'era una volta lo Stage





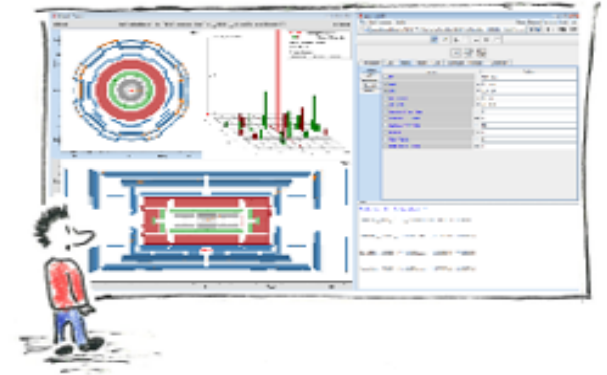
riccardo.poggi01@universitadipavia.it

Fisica delle Particelle

- Particelle Fondamentali



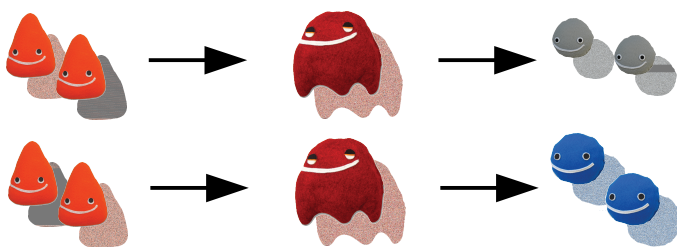
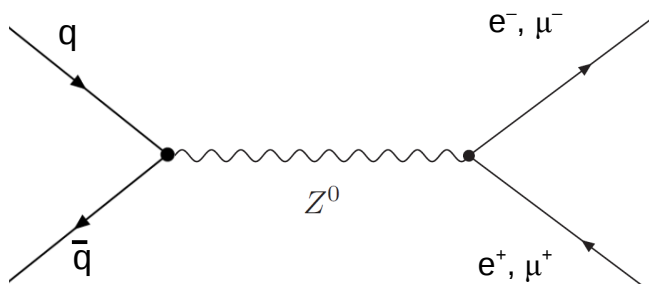
- Toccare con mouse i dati raccolti durante le collisioni in LHC
 - Arricchiti con eventi simulati
- Protagonisti: **candidati**
 - Bosone Z 
 - Bosone di Higgs 
- Scoprire se vengono prodotti ad LHC
- Selezionare tra tutte le particelle i nostri protagonisti
 - O meglio: i loro prodotti finali
 - E se ci sono più particelle che hanno gli stessi prodotti finali?
- Necessario un approccio statistico
 - Istogramma



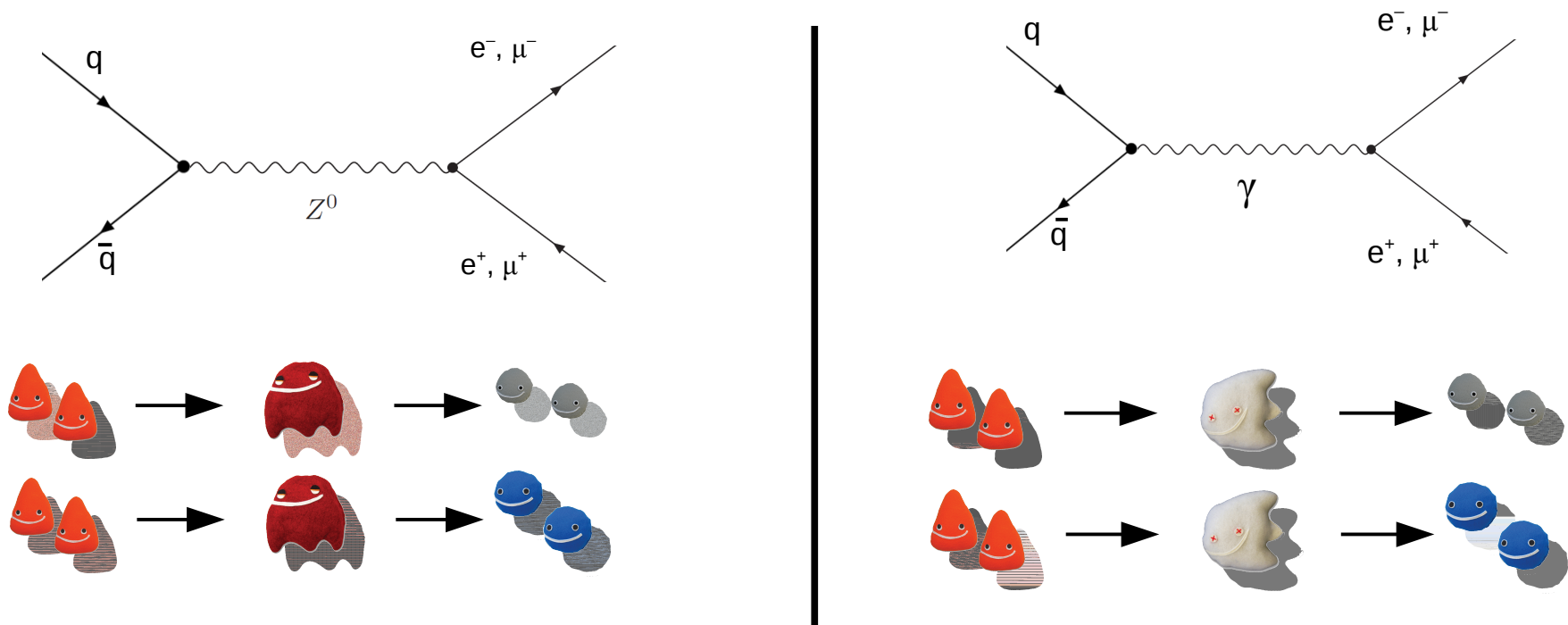
Bosone Z



- Decadimento in coppie di leptoni
 - elettroni e muoni di segno opposto

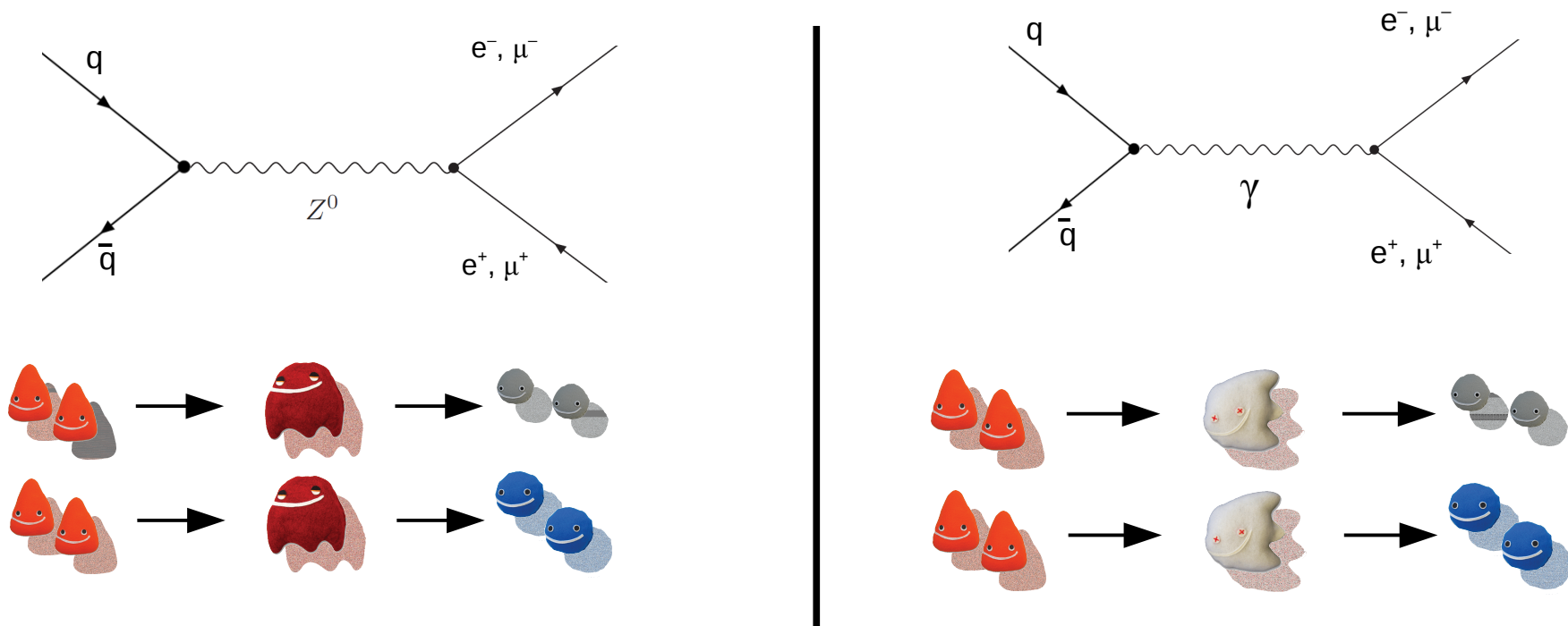


- Decadimento in coppie di leptoni
 - elettroni e muoni di segno opposto



- Come distinguiamo questi due processi?

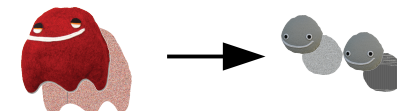
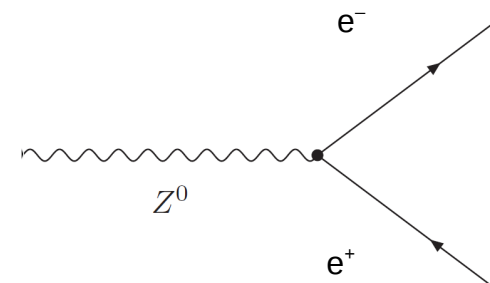
- Decadimento in coppie di leptoni
 - elettroni e muoni di segno opposto



- Come distinguiamo questi due processi?
 - Non li distinguiamo. Necessario approccio statistico

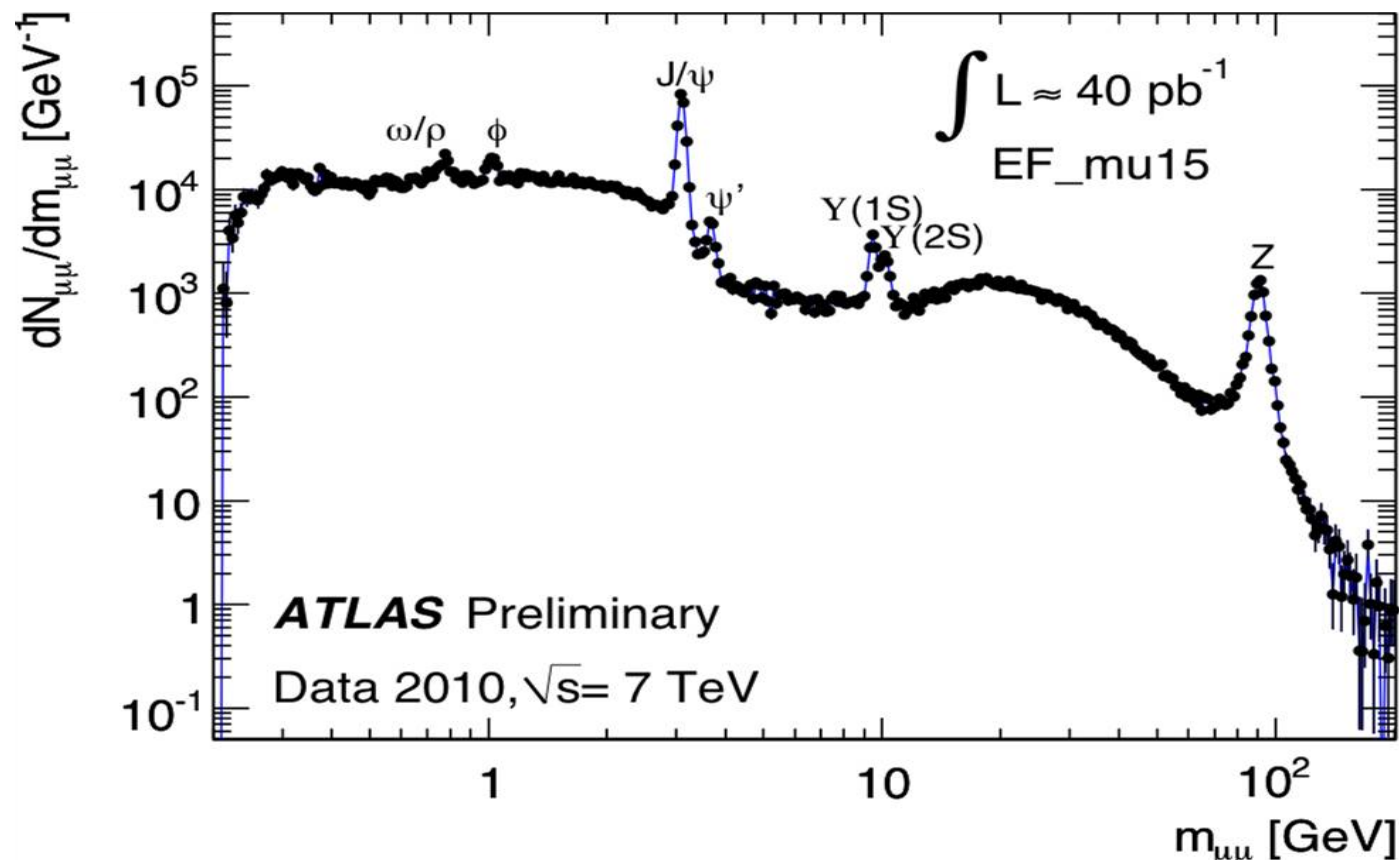
- Massa invariante
 - Proprietà della particella
- Si misurano
 - Energia
 - Quantità di moto
- Si ricava
 - La massa invariante
 - Della particella “madre”
- Risonanza
 - Quando E e p degli elettroni corrisponde alla massa dello Z
 - 20000 volte più probabile

$$m_0 = \sqrt{\left(\frac{E_1 + E_2}{c^2}\right)^2 - \left(\frac{p_1 + p_2}{c}\right)^2}$$

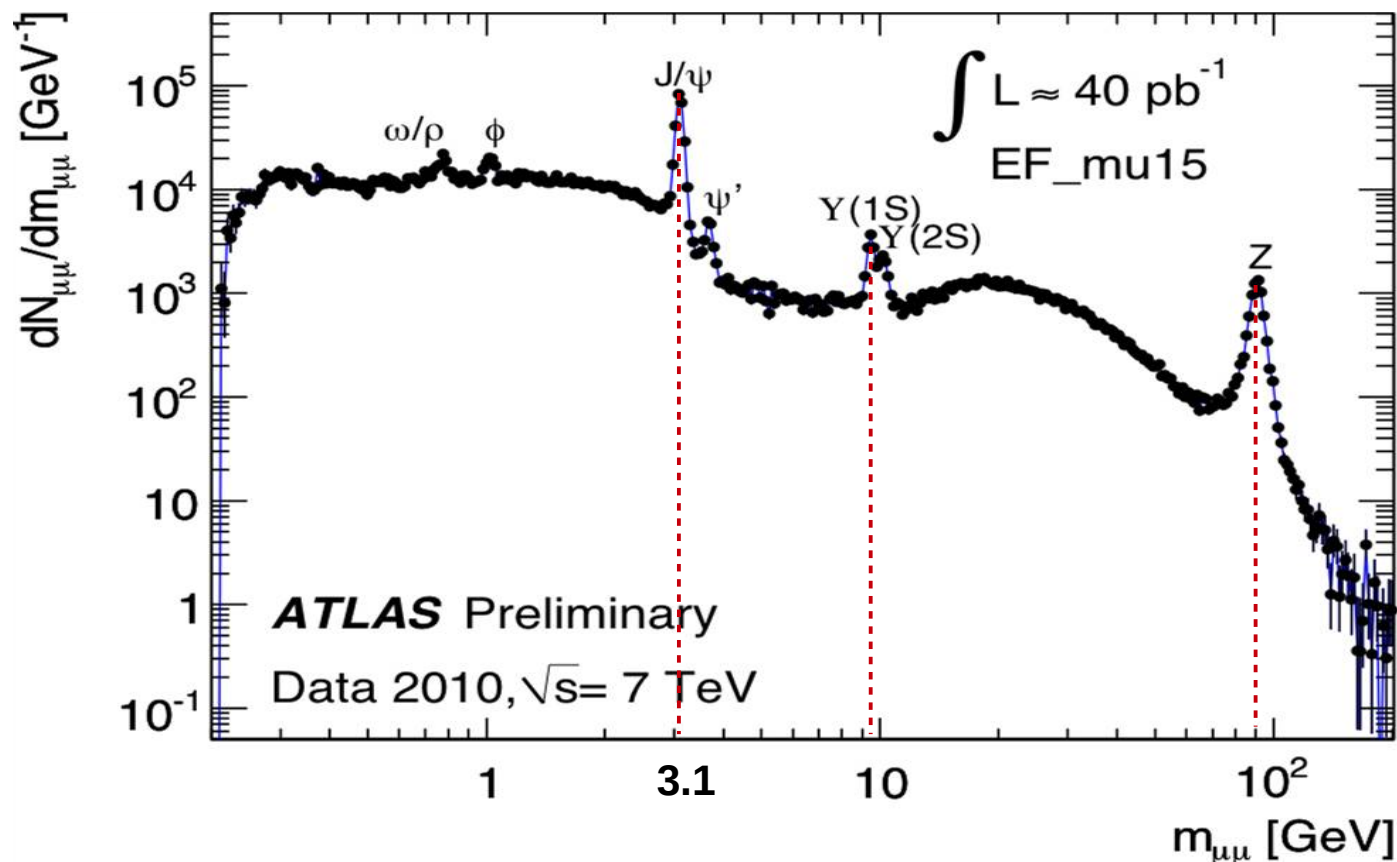


- Per ciascun evento
 - Calcolo la massa invariante

- Per ciascun evento
 - Calcolo la massa invariante
 - Inserisco il valore in un istogramma



- Per ciascun evento
 - Calcolo la massa invariante
 - Inserisco il valore in un istogramma



Bosone di Higgs

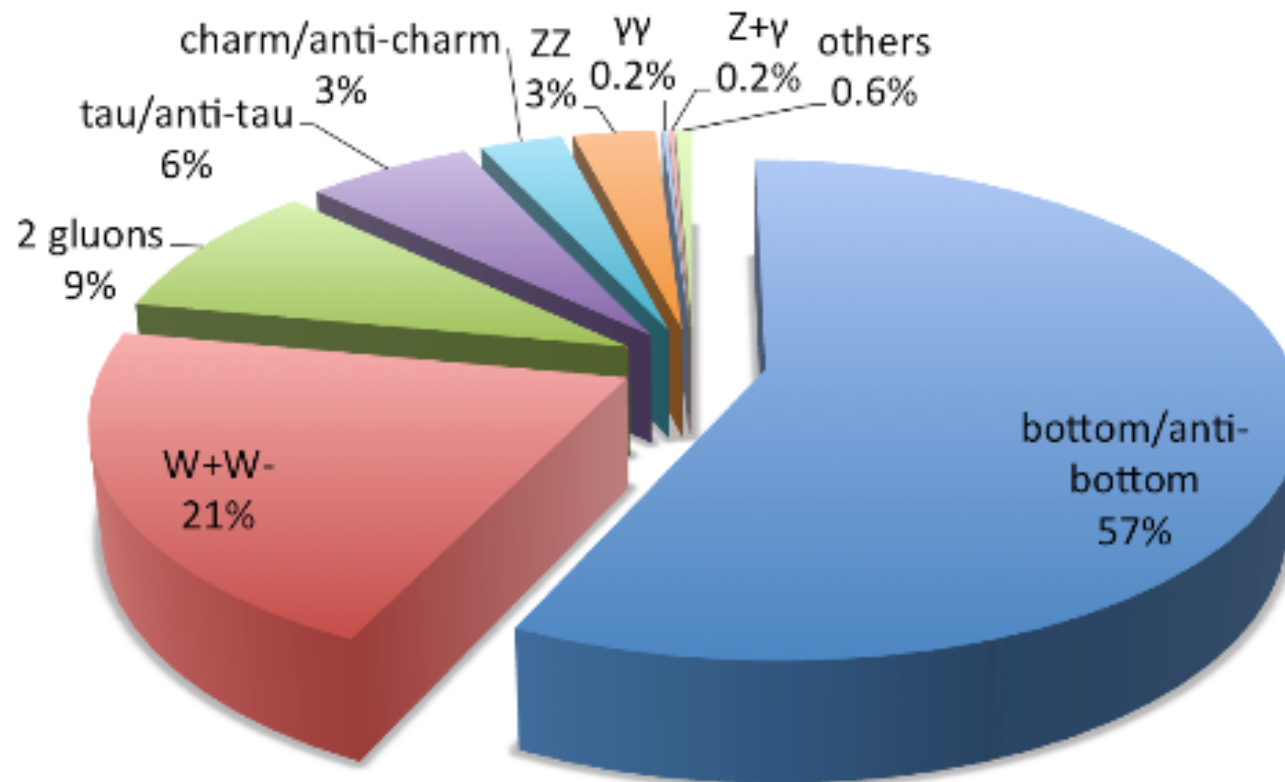


Bosone di Higgs

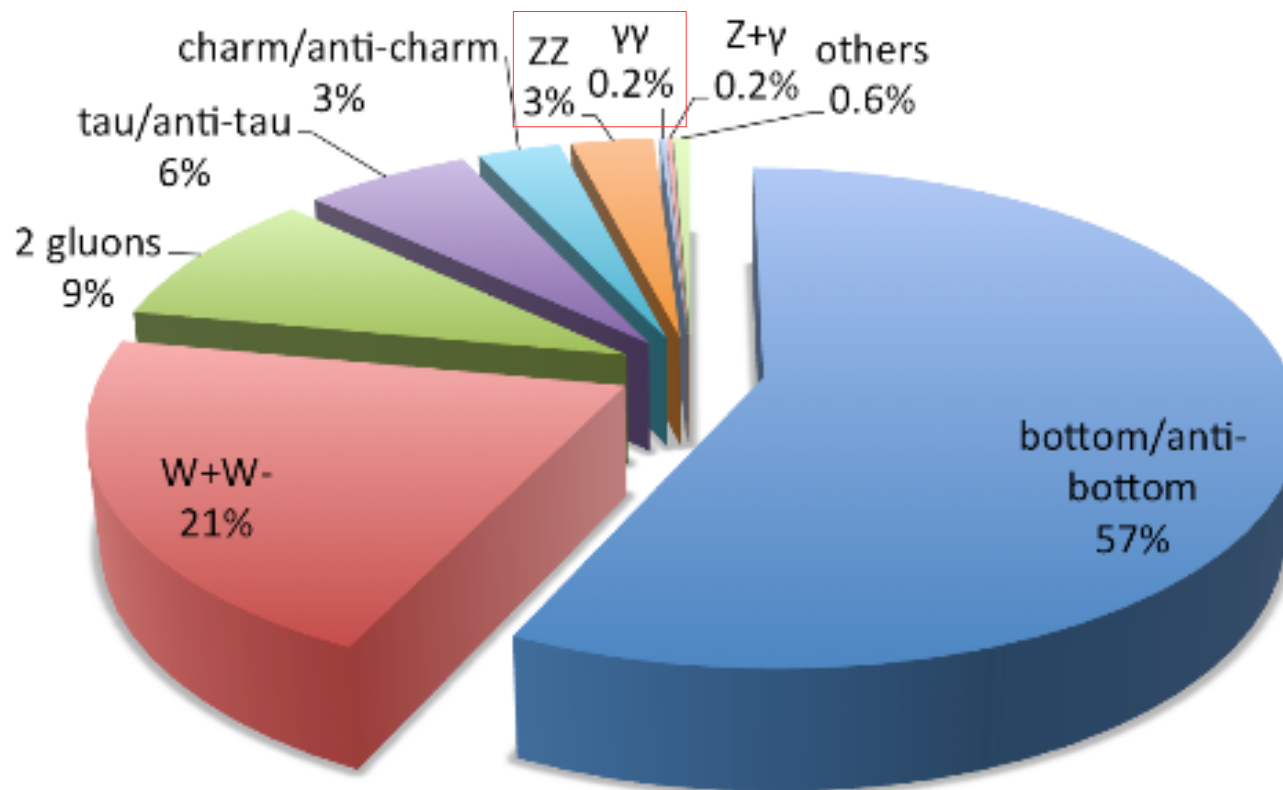
- In cosa decade il Bosone di Higgs?

Bosone di Higgs

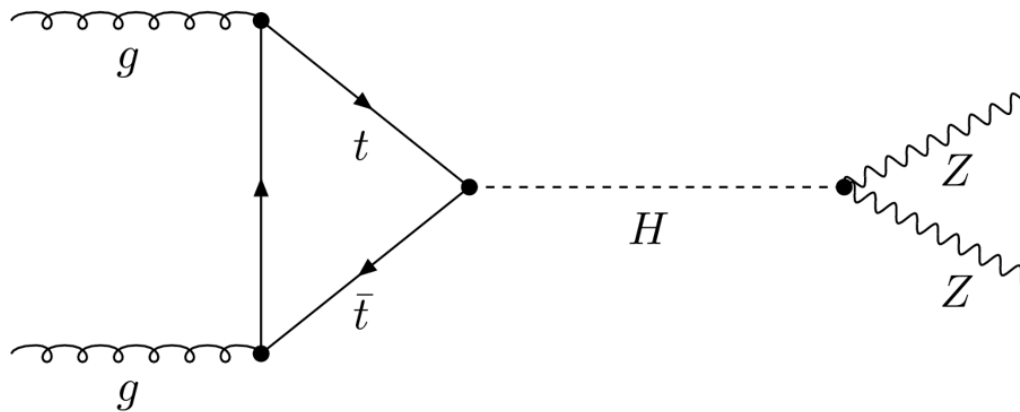
- In cosa decade il Bosone di Higgs?



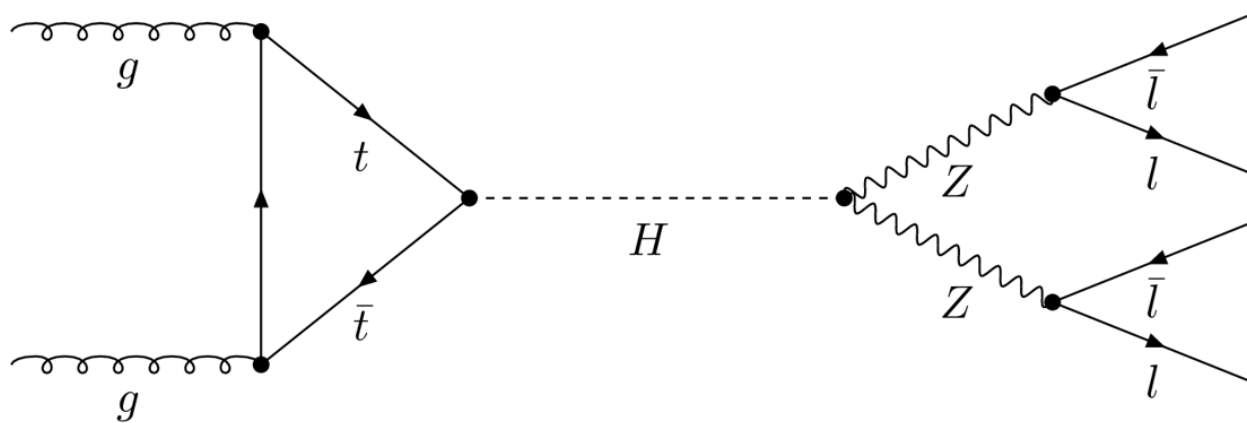
- In cosa decade il Bosone di Higgs?
- Cercheremo i canali di decadimento in
 - 2 Z (instabile)
 - 2 fotoni



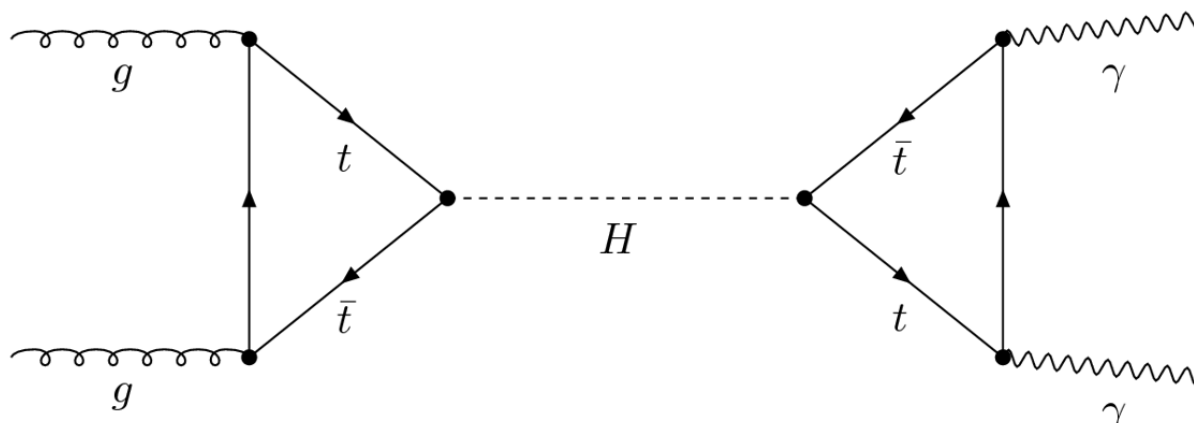
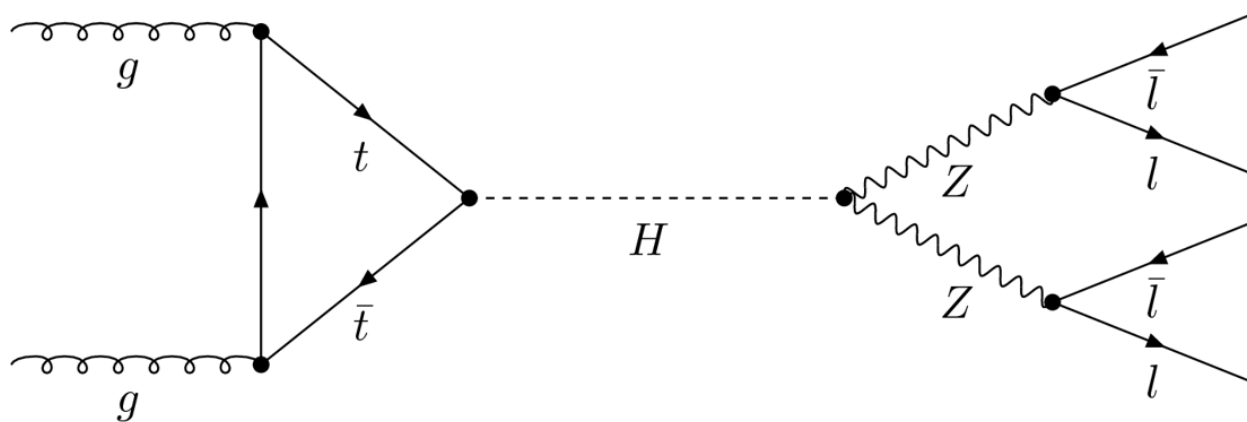
- Higgs in



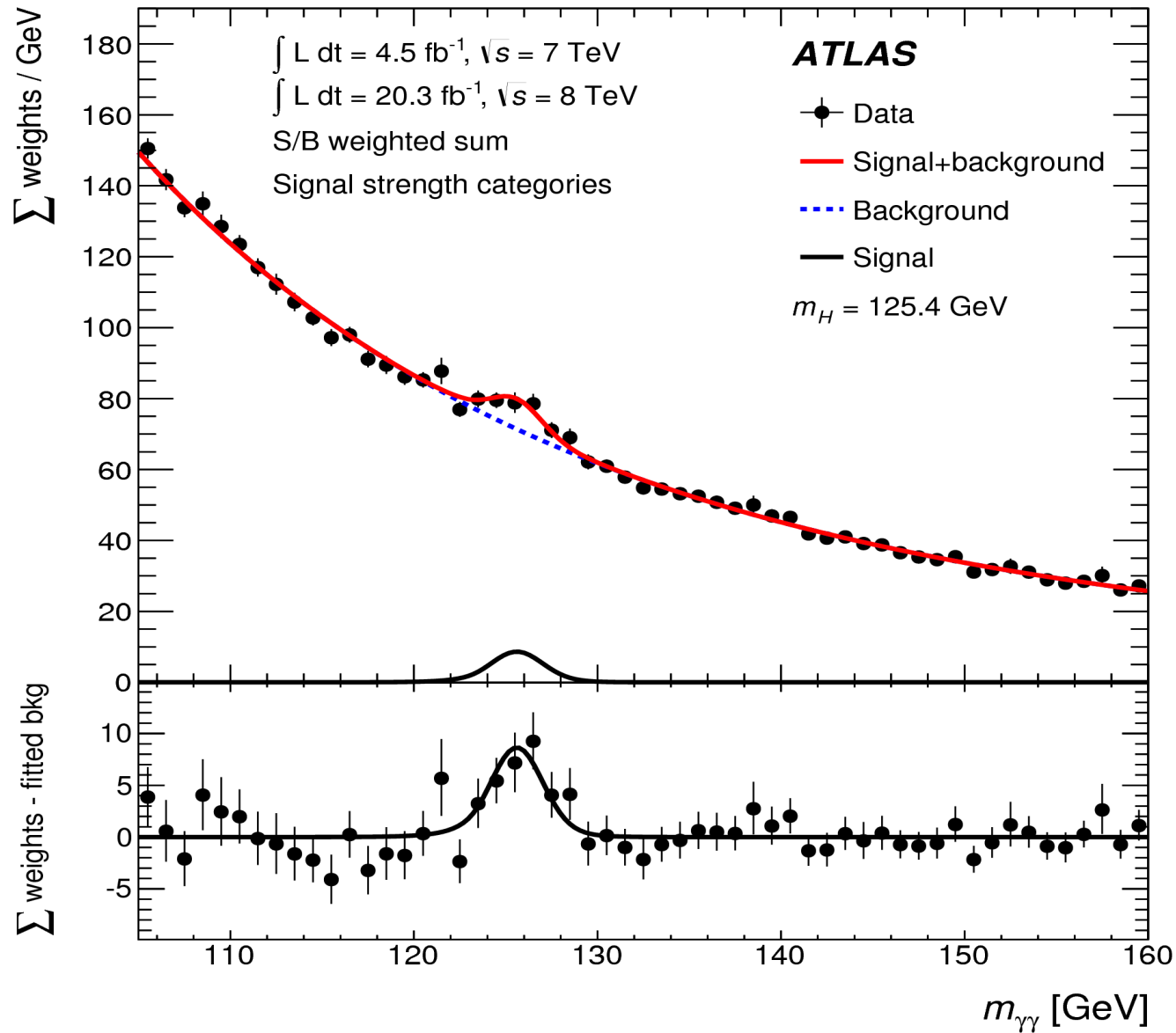
- Higgs in
 - 4 leptoni (attraverso una coppia di Z)



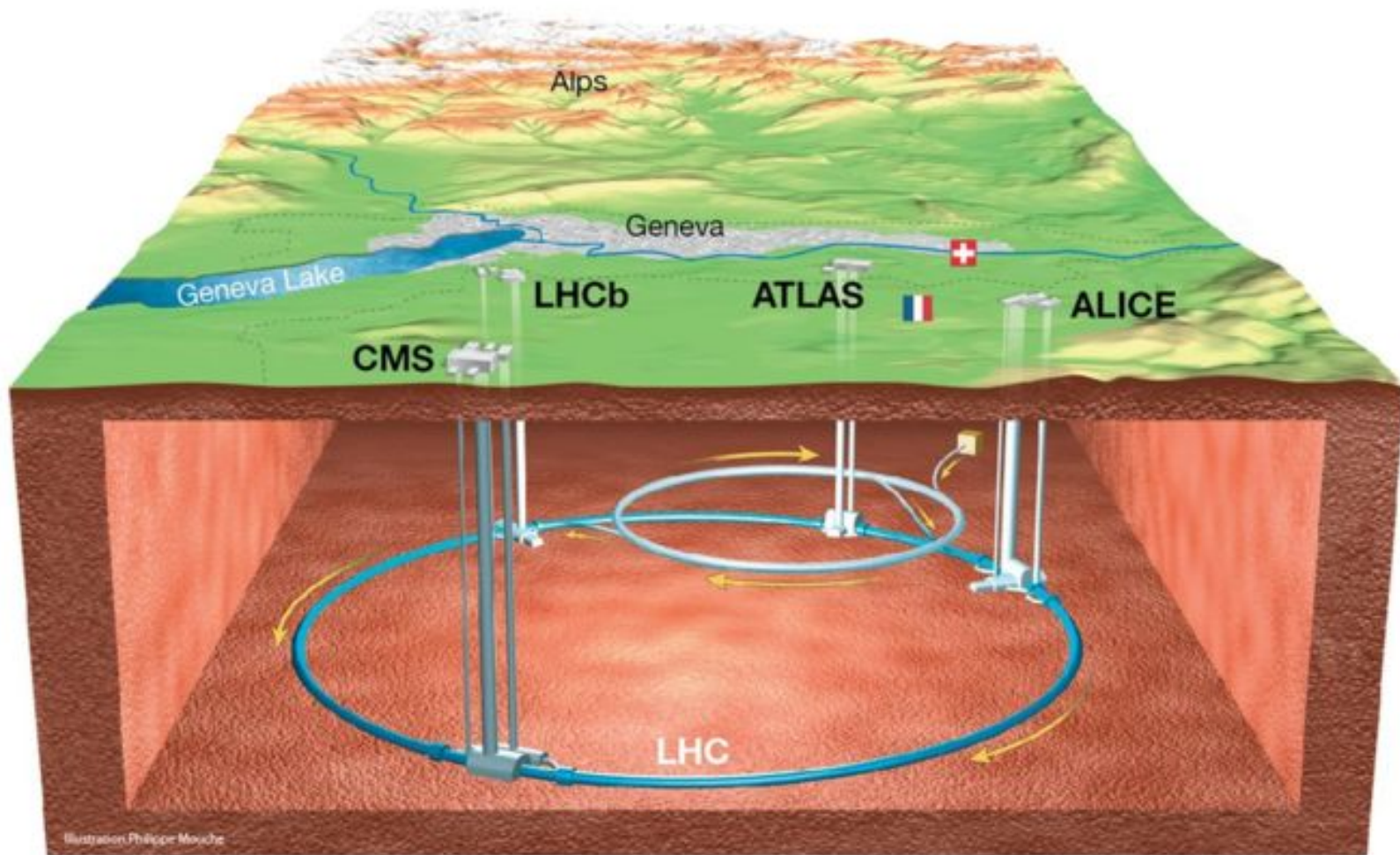
- Higgs in
 - 4 leptoni (attraverso una coppia di Z)
 - 2 fotoni



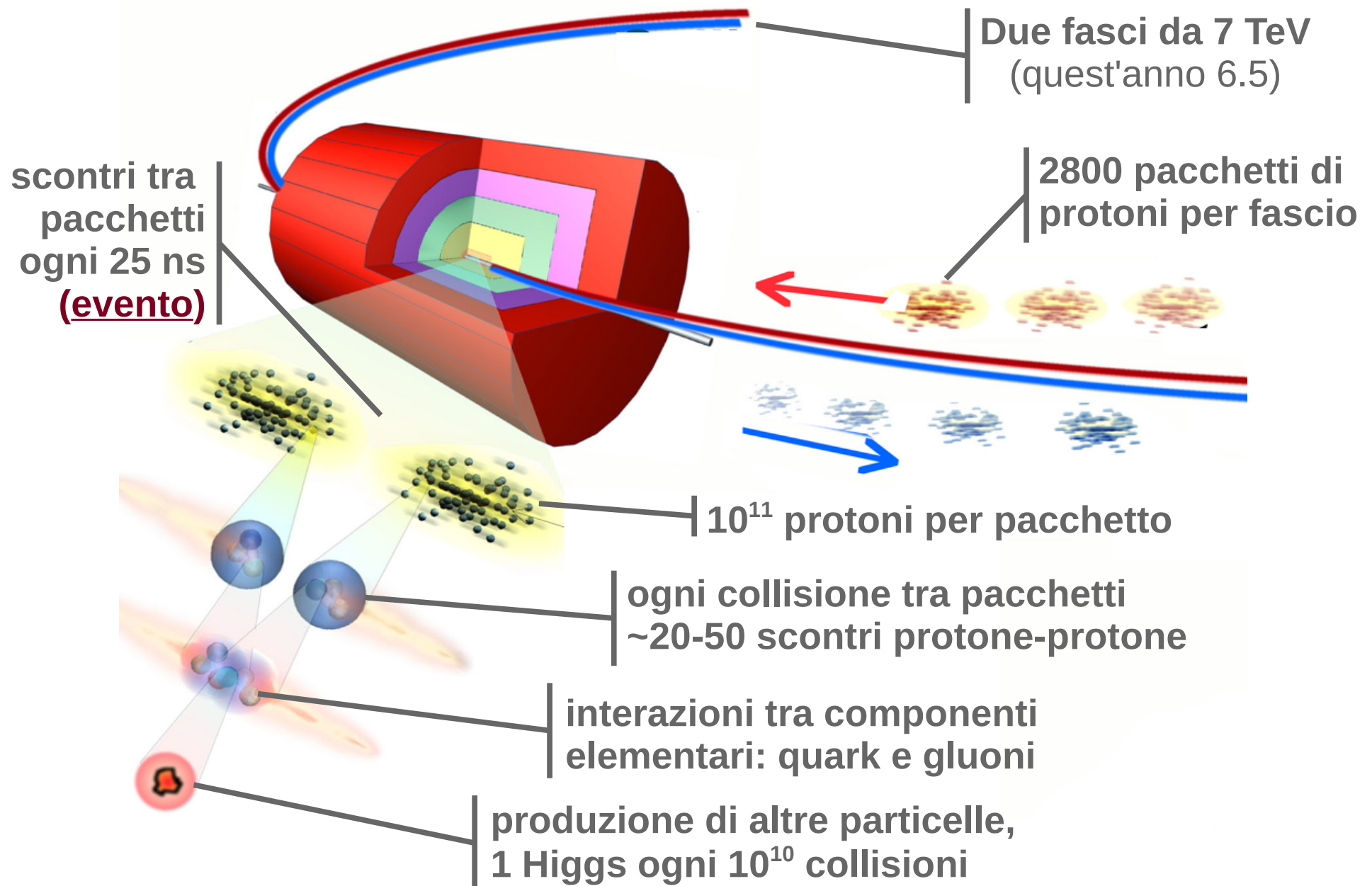
Canale - 2 fotoni



- 100 m sotto terra
- 27 km di circonferenza



Collisioni in LHC



Quanti sono 7 TeV

Quanti sono 7 TeV

- 7 Tev sono equivalenti all'energia di una zanzara che vola a 40 cm/s



Quanti sono 7 TeV

- 7 TeV sono equivalenti all'energia di una zanzara che vola a 40 cm/s
- Il protone è un milionesimo di un milionesimo più piccolo della zanzara
- Quindi 7 TeV sono tanti per un protone. Densità di energia elevata.



Quanti sono 7 TeV

- 7 TeV sono equivalenti all'energia di una zanzara che vola a 40 cm/s
- Il protone è un milionesimo di un milionesimo più piccolo della zanzara
- Quindi 7 TeV sono tanti per un protone. Densità di energia elevata.
- Facciamo il conto dell'energia totale:
 - 2800 pacchetti x
 - 10^{11} protoni per pacchetto x
 - 7 TeV = ?



Quanti sono 7 TeV

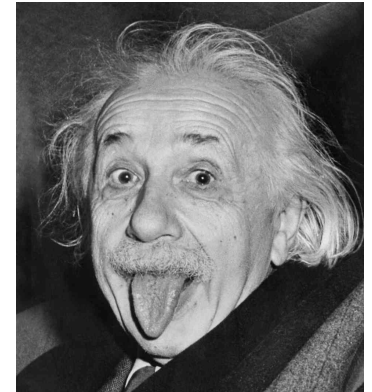
- 7 TeV sono equivalenti all'energia di una zanzara che vola a 40 cm/s
- Il protone è un milionesimo di un milionesimo più piccolo della zanzara
- Quindi 7 TeV sono tanti per un protone. Densità di energia elevata.
- Facciamo il conto dell'energia totale:
 - 2800 pacchetti x
 - 10^{11} protoni per pacchetto x
 - 7 TeV = ?
- La somma dell'energia di tutti i protoni che girano in LHC, in ogni momento, è pari a quella di un treno ad alta velocità a 250km/h



Come uso questi 7 TeV?

- Le particelle accelerando acquistano energia (relativistica)
- Al momento della collisione
 - Questa energia viene rilasciata
 - Produzione di nuove particelle
 - Con massa maggiore di quelle di partenza
- In LHC i protoni raggiungono
 - il 99.99991% della velocità della luce
 - Energia 7 TeV = 7000 volte l'energia corrispondente alla loro massa

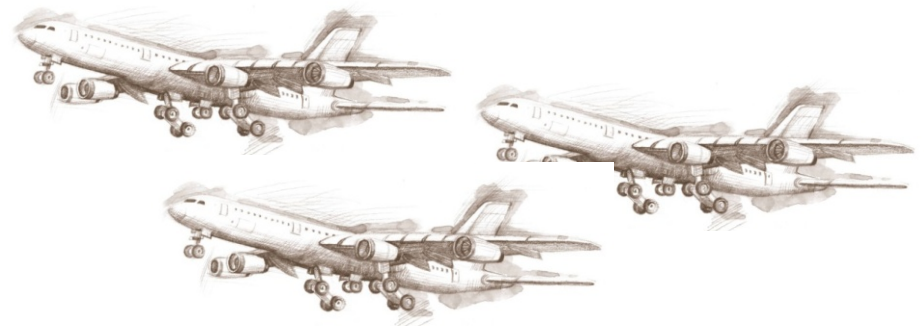
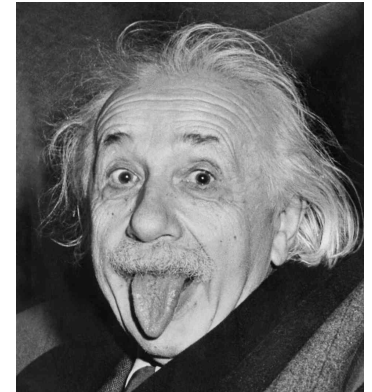
$$E = m c^2$$



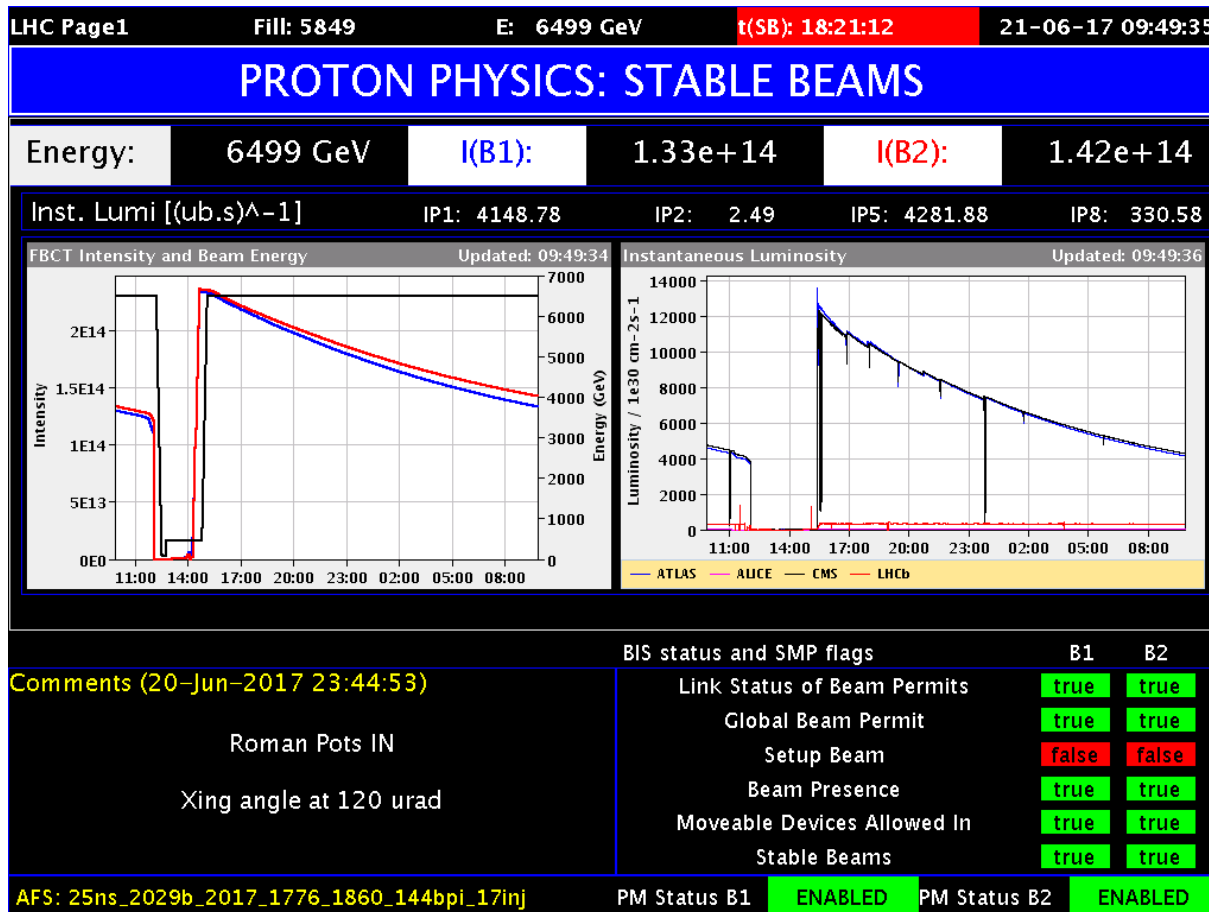
Come uso questi 7 TeV?

- Le particelle accelerando acquistano energia (relativistica)
- Al momento della collisione
 - Questa energia viene rilasciata
 - Produzione di nuove particelle
 - Con massa maggiore di quelle di partenza
- In LHC i protoni raggiungono
 - il 99.99991% della velocità della luce
 - Energia 7 TeV = 7000 volte l'energia corrispondente alla loro massa
- Equivalente a
 - due bici ad alta velocità con energia sufficiente a produrre 3 Airbus A380

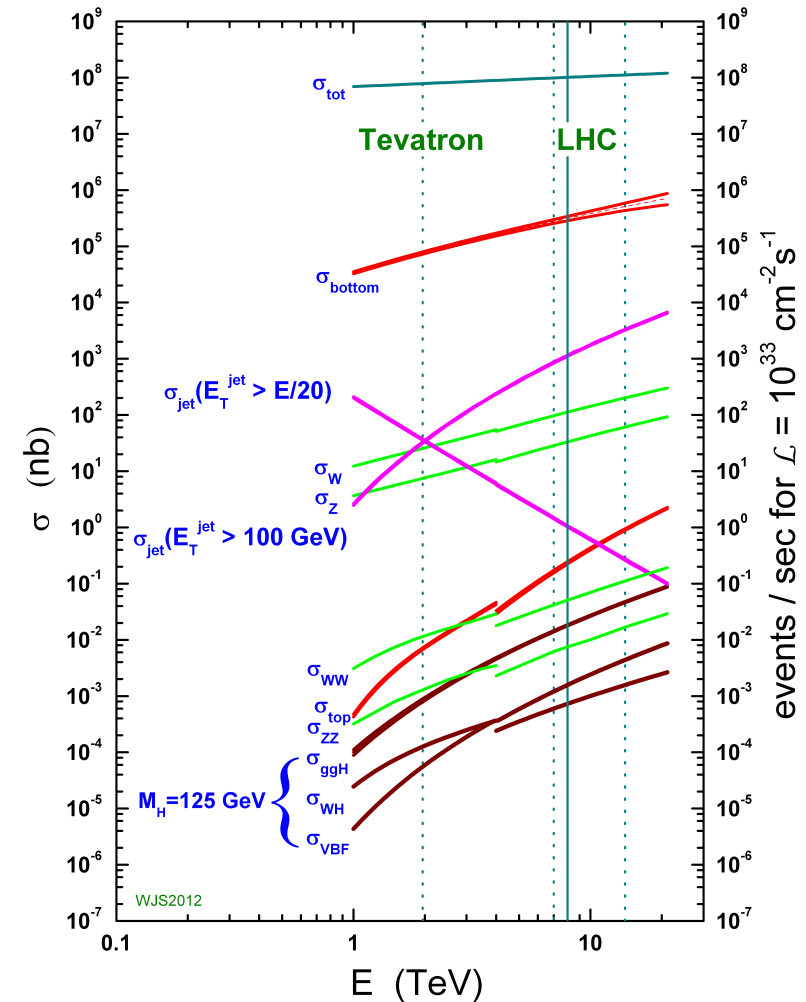
$$E = m c^2$$



- Luminosità (L)
 - Misura quante collisioni avvengono (N) in un certo intervallo di tempo (t) per un certa probabilità (σ)
 - $N/t = L \sigma$

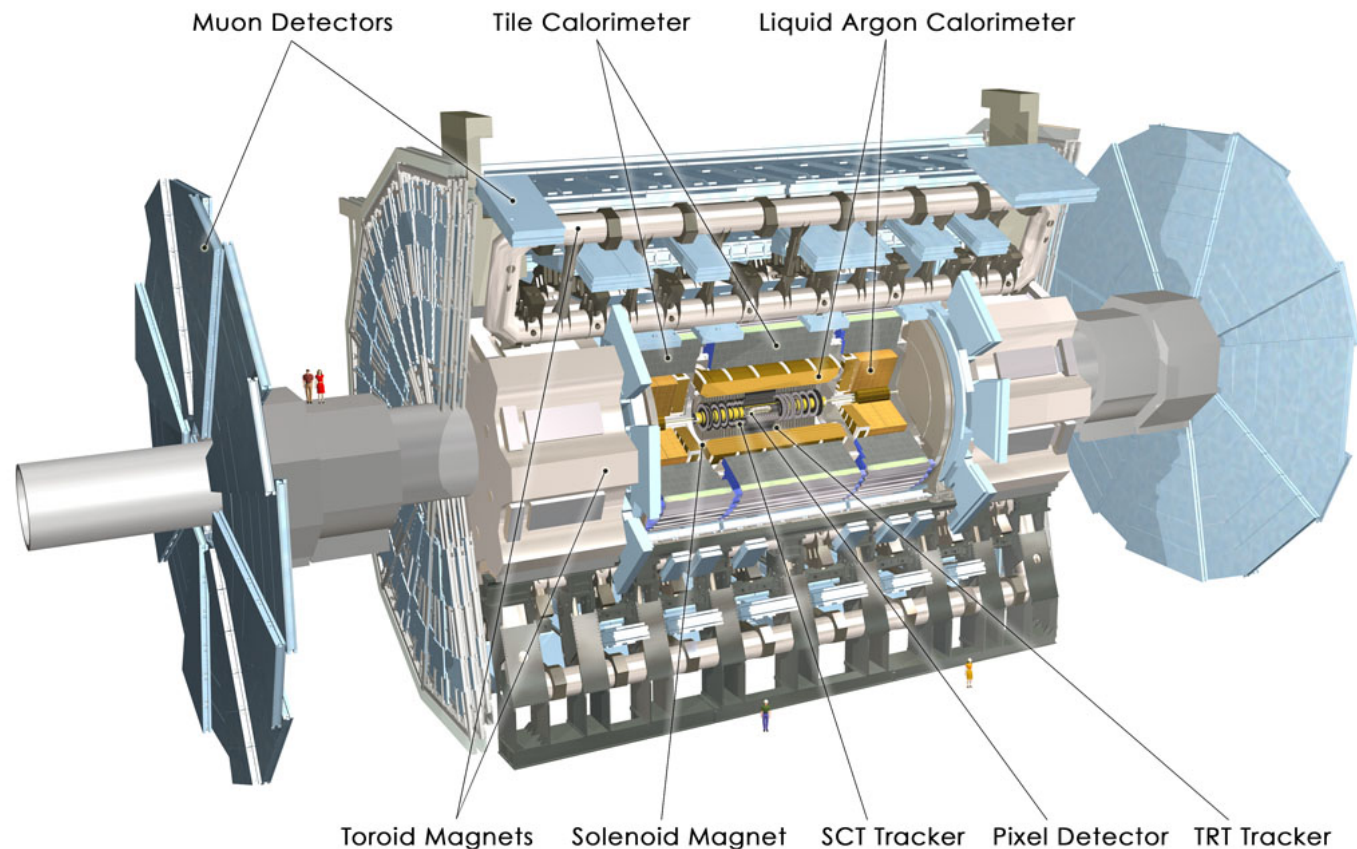


proton - (anti)proton cross sections



ATLAS

- Camere a Muoni
 - Identifica i muoni
 - Misura la quantità di moto dei muoni
- Calorimetri
 - Misura l'energia di particelle neutre e particelle cariche
- Detector Interno
 - Identifica la traccia delle particelle cariche
 - Serve per misurare la quantità di moto delle particelle cariche
- Sistema di Magneti
 - Curva le traiettorie delle particelle cariche
 - permettendo di misurarne la quantità di moto



Support Structure: 1000 tonnes

Total weight: 7000 tonnes

Diameter: 22 m

Length: 43 m

- 10^8 canali
- 3'000 Km di cavi

- Camere a Muoni

- Identifica i muoni
- Misura la quantità di moto dei muoni

- Calorimetri

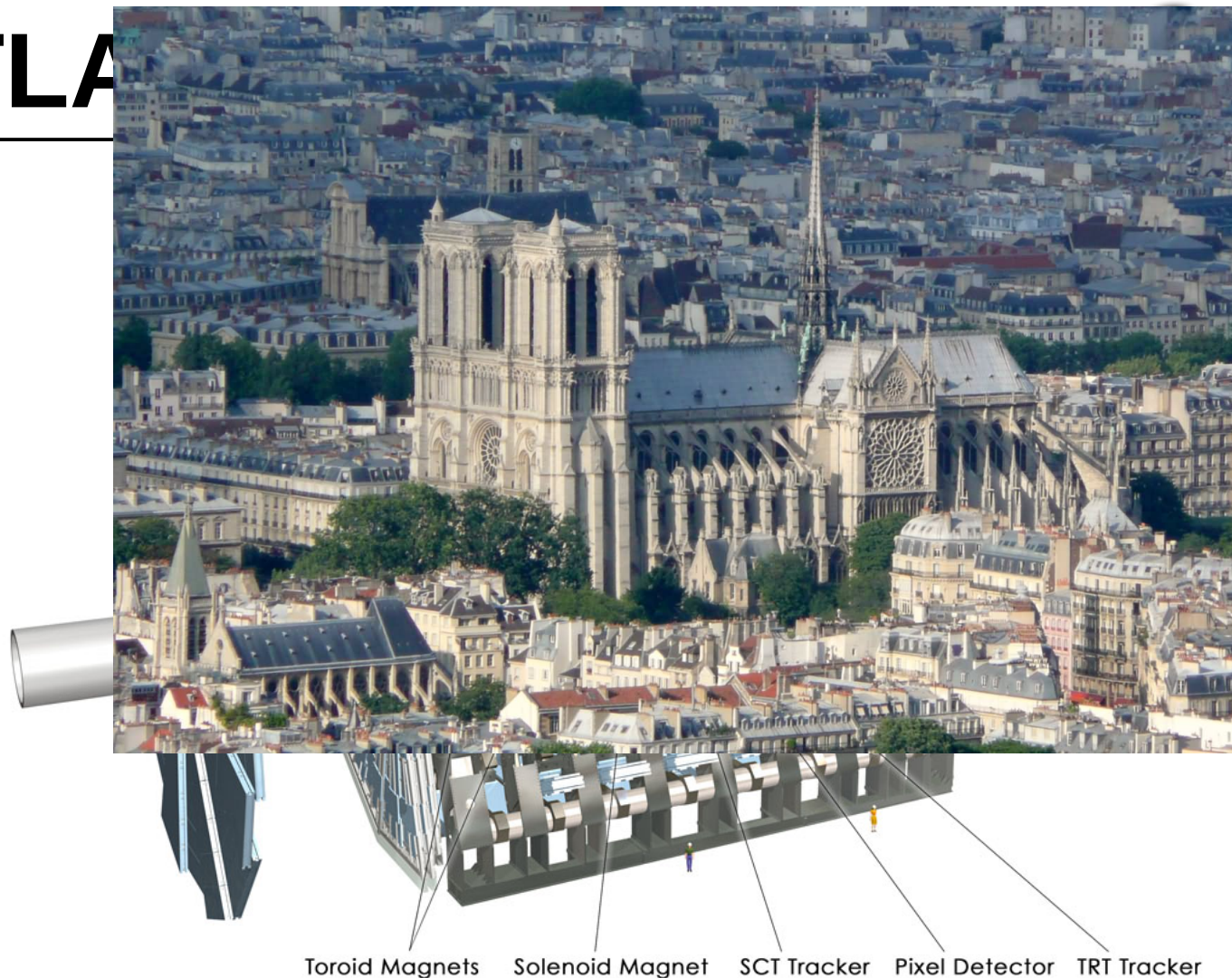
- Misura l'energia di particelle neutre e particelle cariche

- Detector Interno

- Identifica la traccia delle particelle cariche
- Serve per misurare la quantità di moto delle particelle cariche

- Sistema di Magneti

- Curva le traiettorie delle particelle cariche
- permettendo di misurarne la quantità di moto



Support Structure: 1000 tonnes

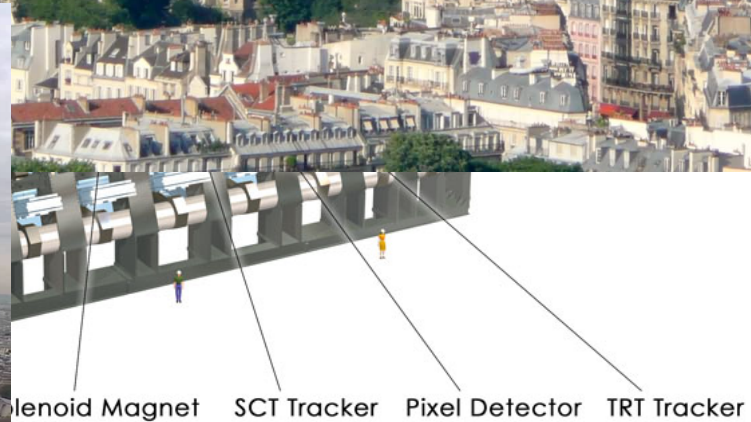
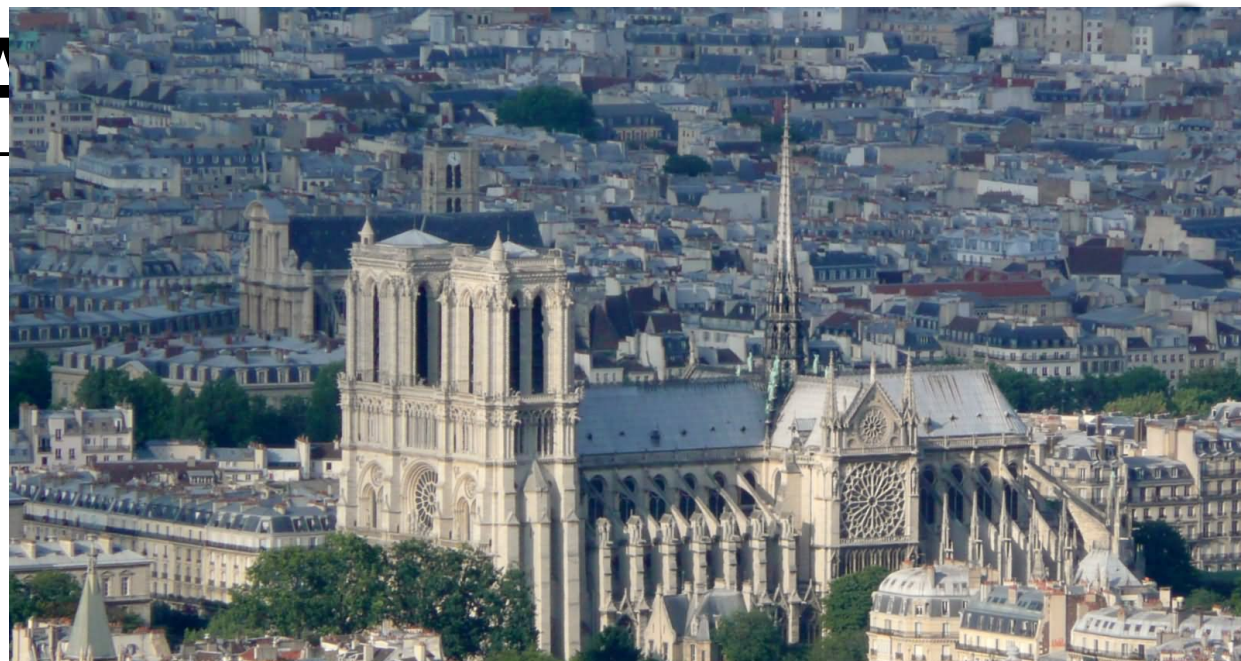
Total weight: 7000 tonnes

Diameter: 22 m

Length: 43 m

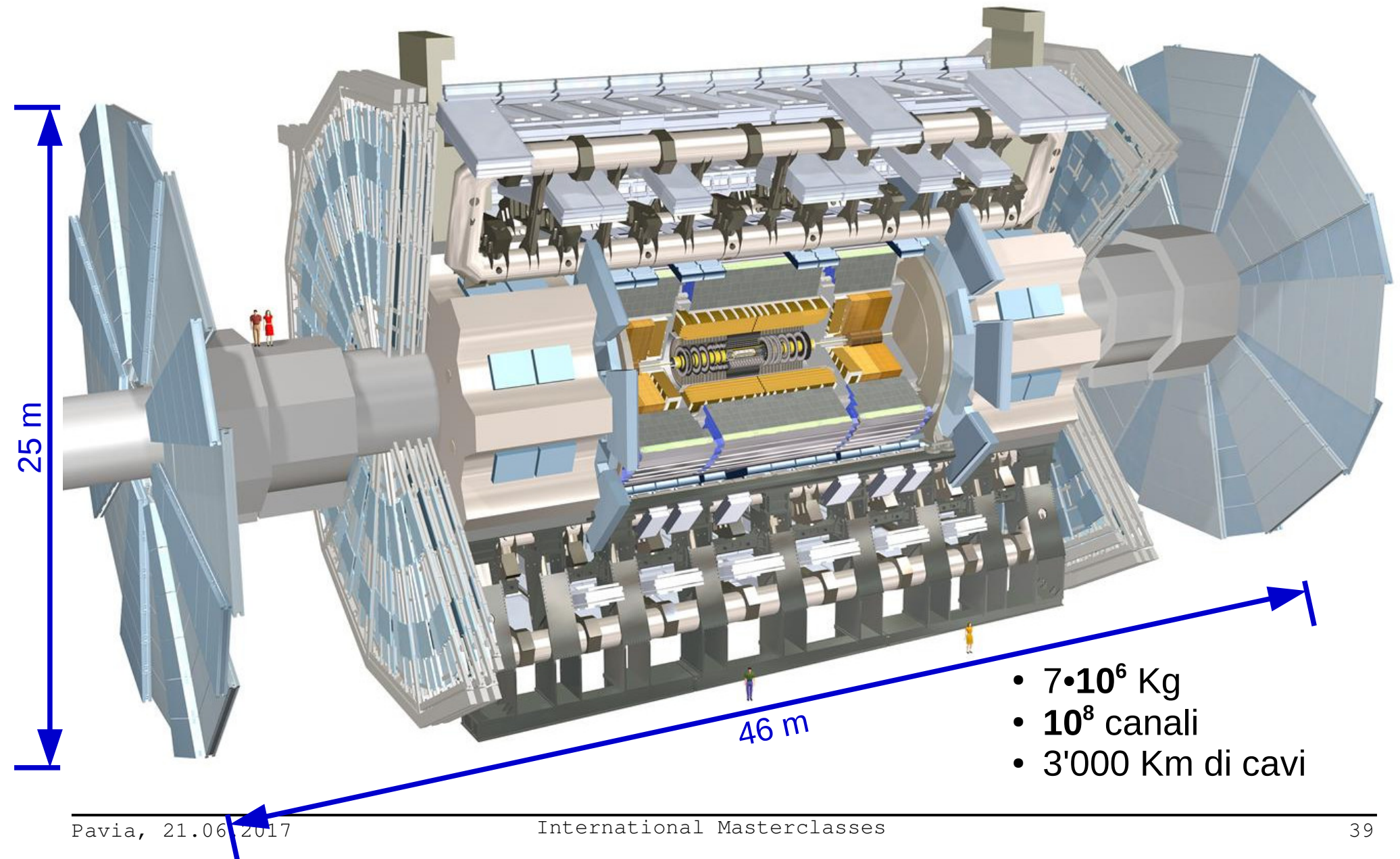
- 10^8 canali
- 3'000 Km di cavi

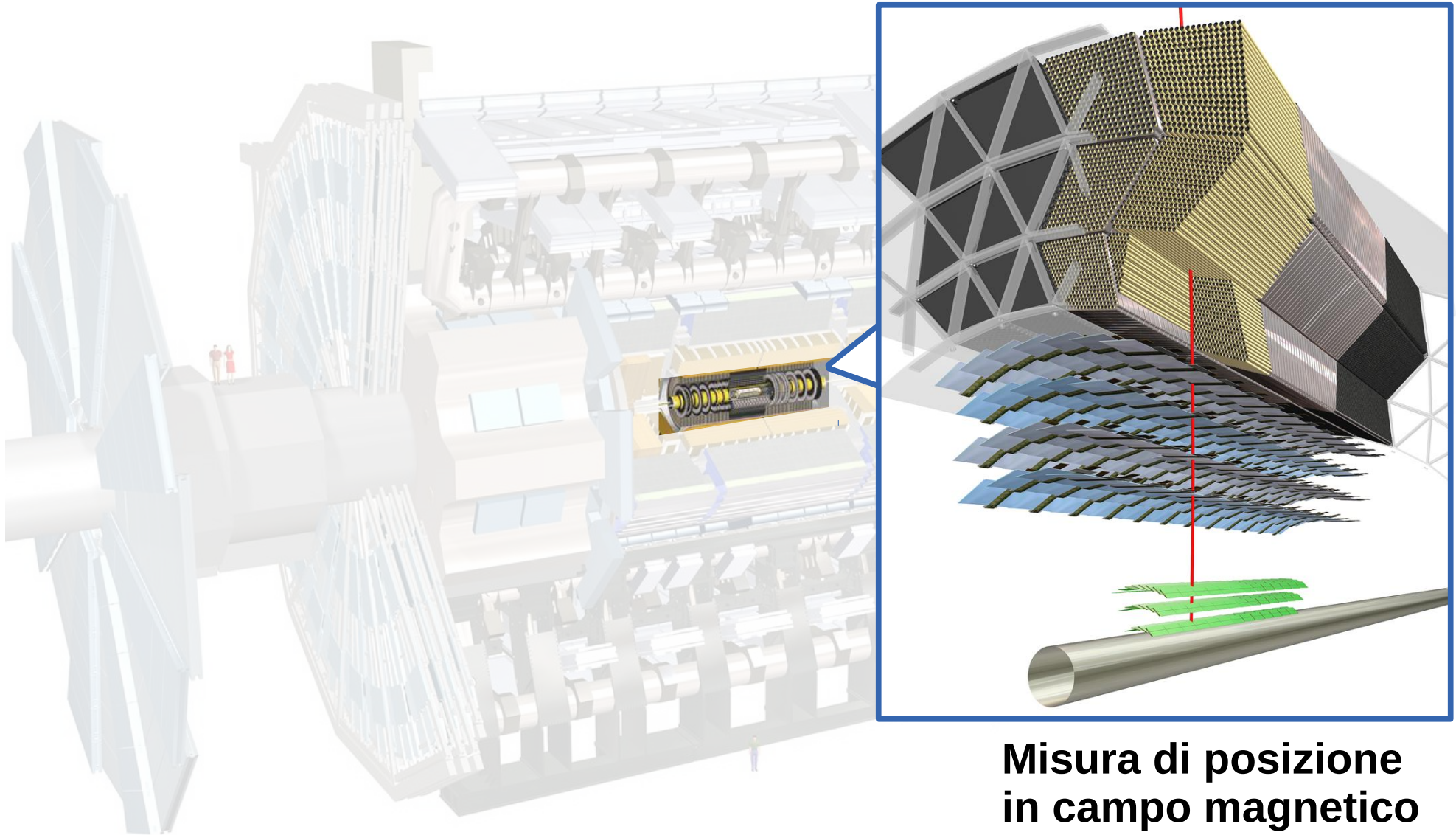
- Camere a Muoni
 - Identifica i muoni
 - Misura la quantità di moto dei muoni
- Calorimetri
 - Misura l'energia di particelle



Structure: 1000 tonnes
Weight: 7000 tonnes
 Height: 22 m
 Diameter: 43 m

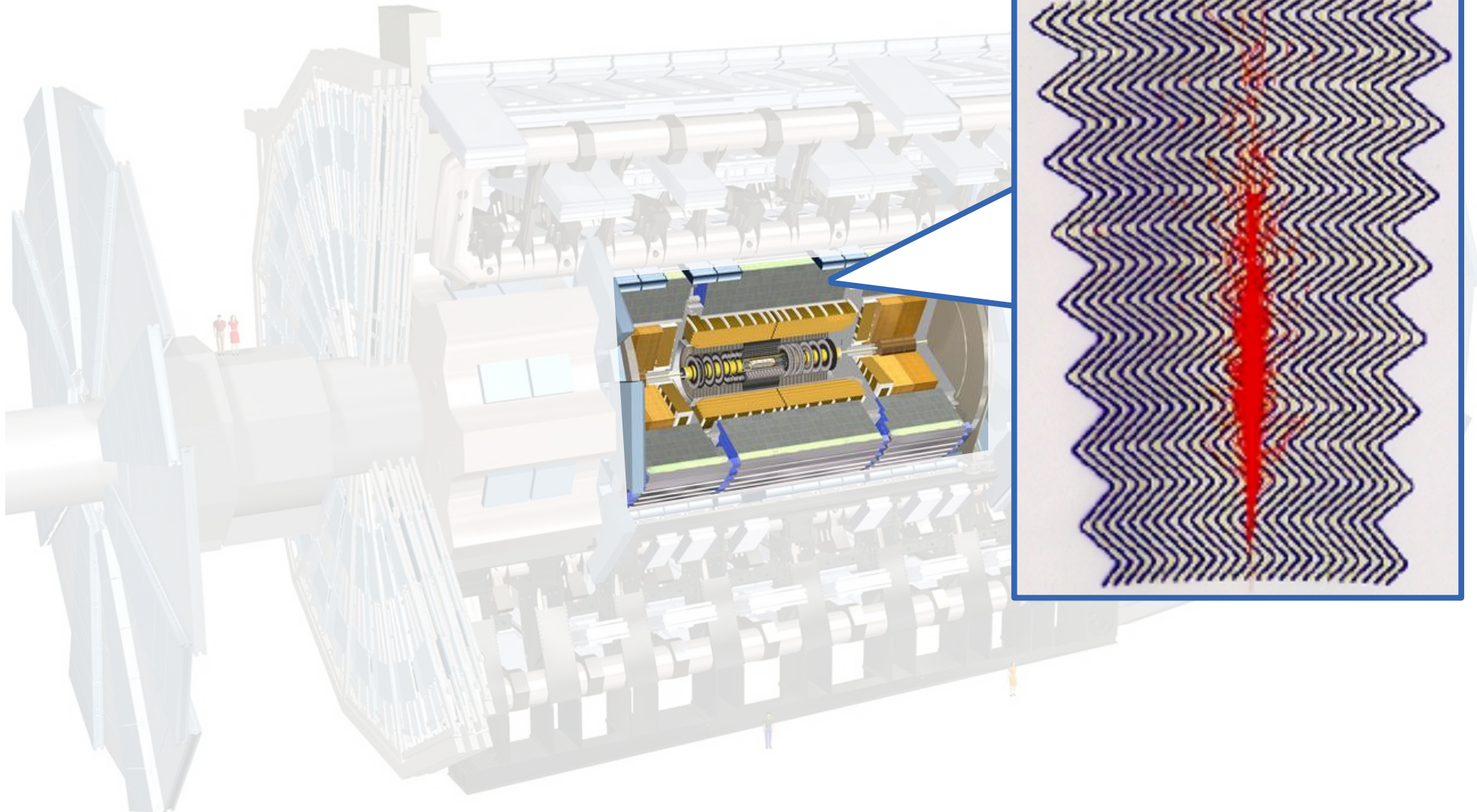
- 10^8 canali
- 3'000 Km di cavi



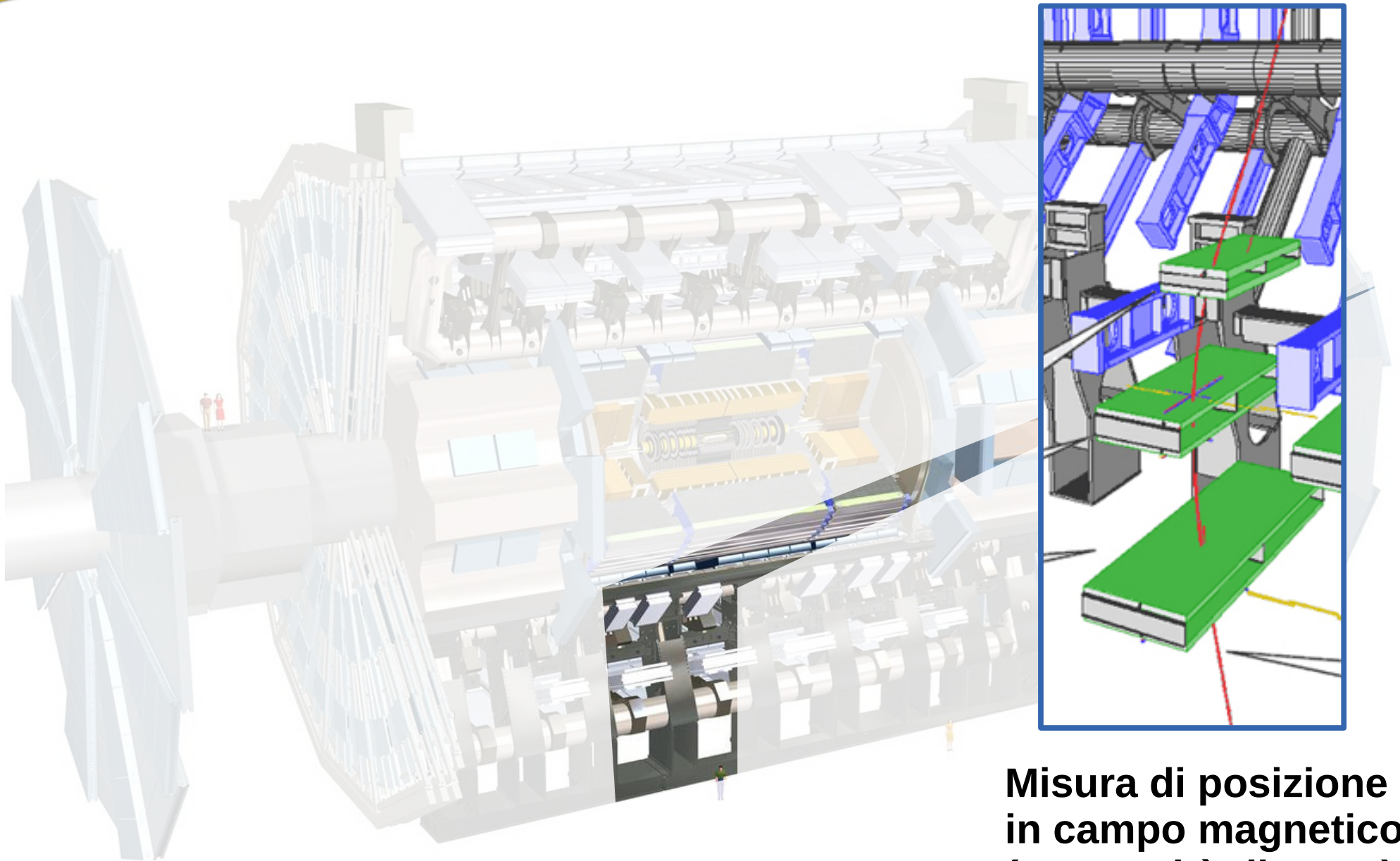


**Misura di posizione
in campo magnetico
(\rightarrow momento)**

Misura energia



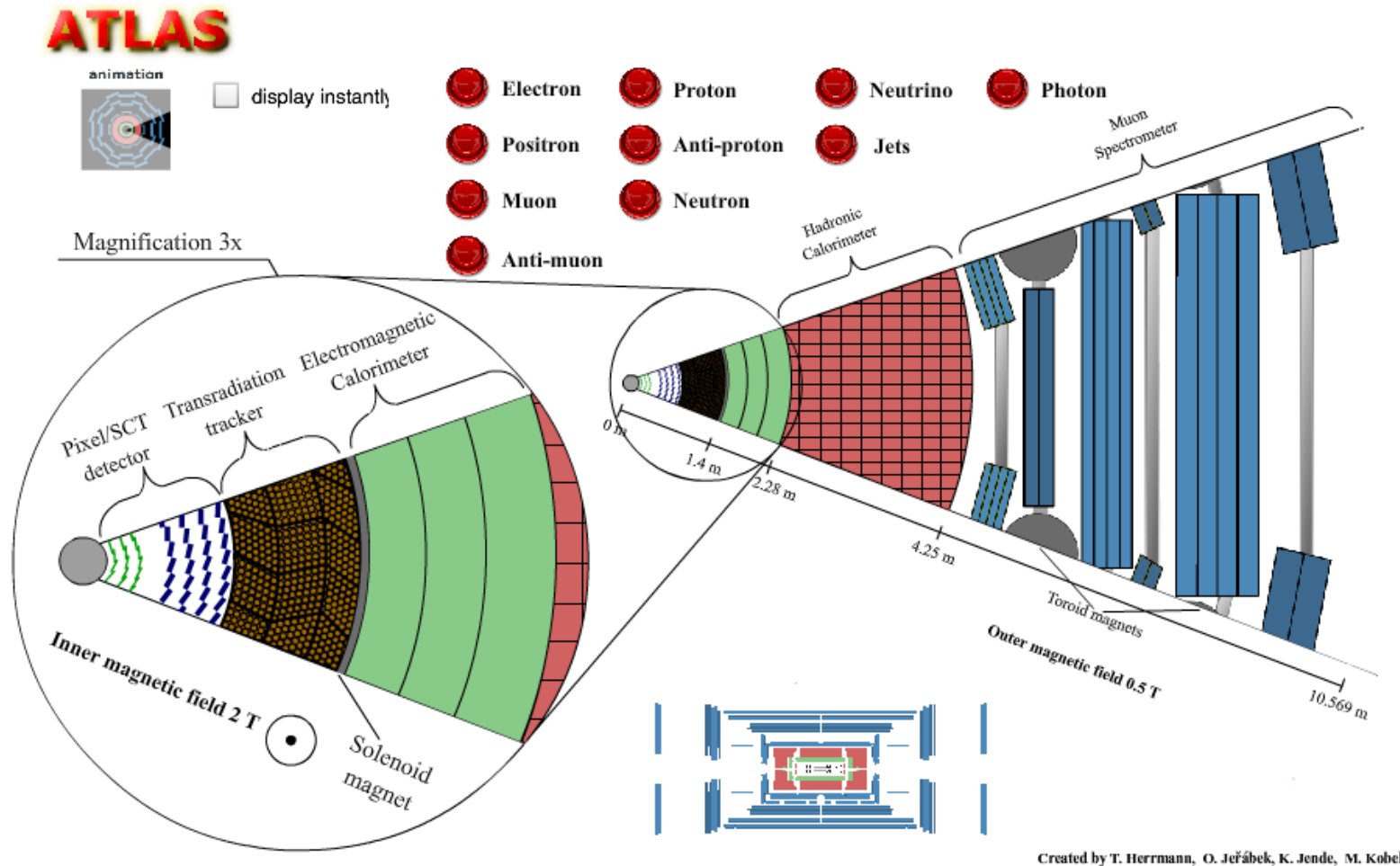
Camere a muoni



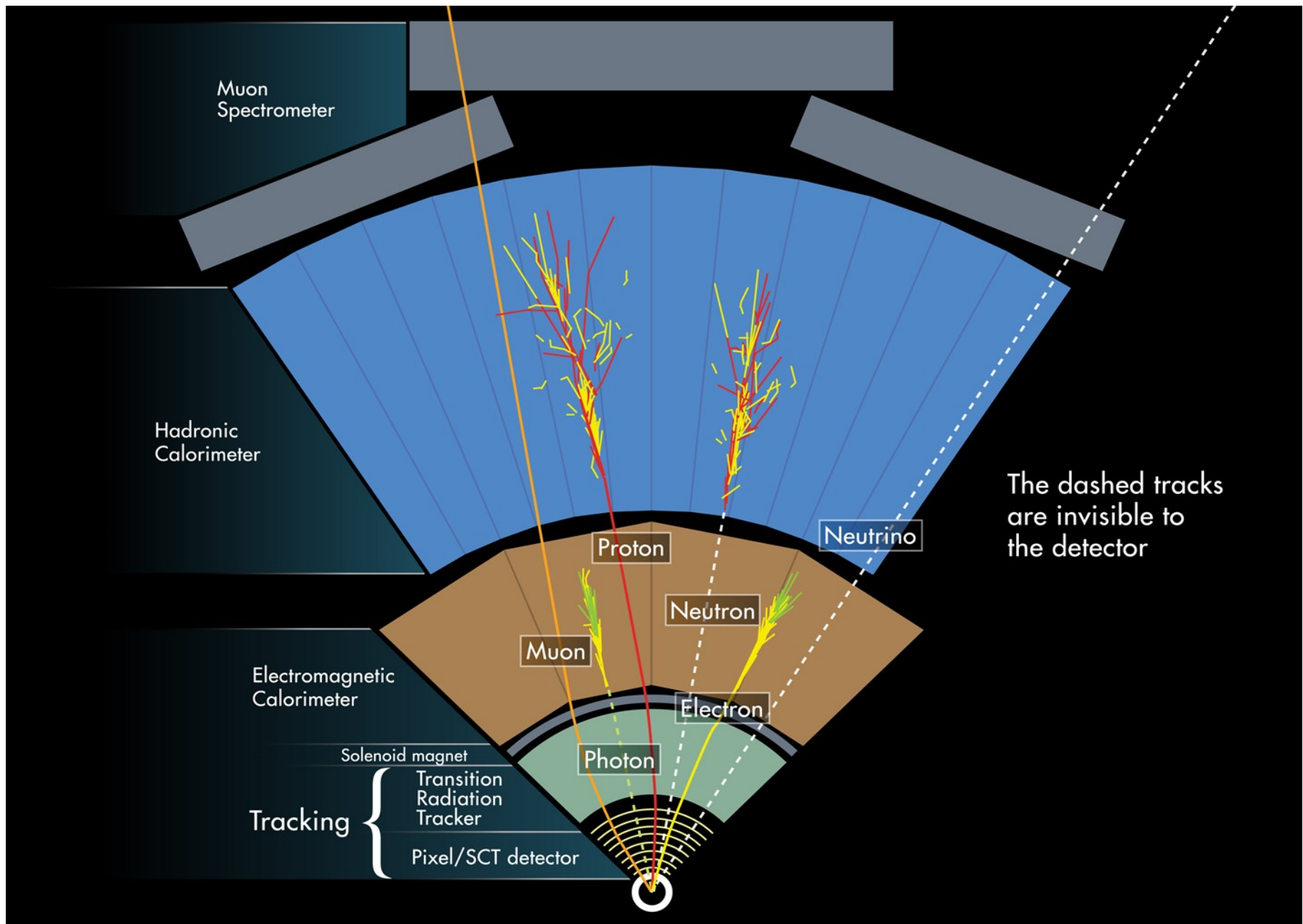
**Misura di posizione
in campo magnetico
(→ quantità di moto)**

Identificazione delle particelle

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



Identificazione delle particelle



- Elettroni, positroni

- Tracce nel rivelatore interno
- che puntano a depositi di energia nel calorimetro elettromagnetico



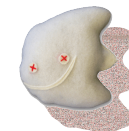
- Muoni, antimuoni

- Tracce sia nel rivelatore interno
- che nello spettrometro a muoni



- Fotoni

- Depositi di energia nel calorimetro
- senza tracce associate
- o due elettroni collimati con $m_0 \sim 0$



- Jet (decadimenti di quark e gluoni)

- “Fascio” di tracce
- che puntano a depositi di energia
- in entrambi i tipi di calorimetri

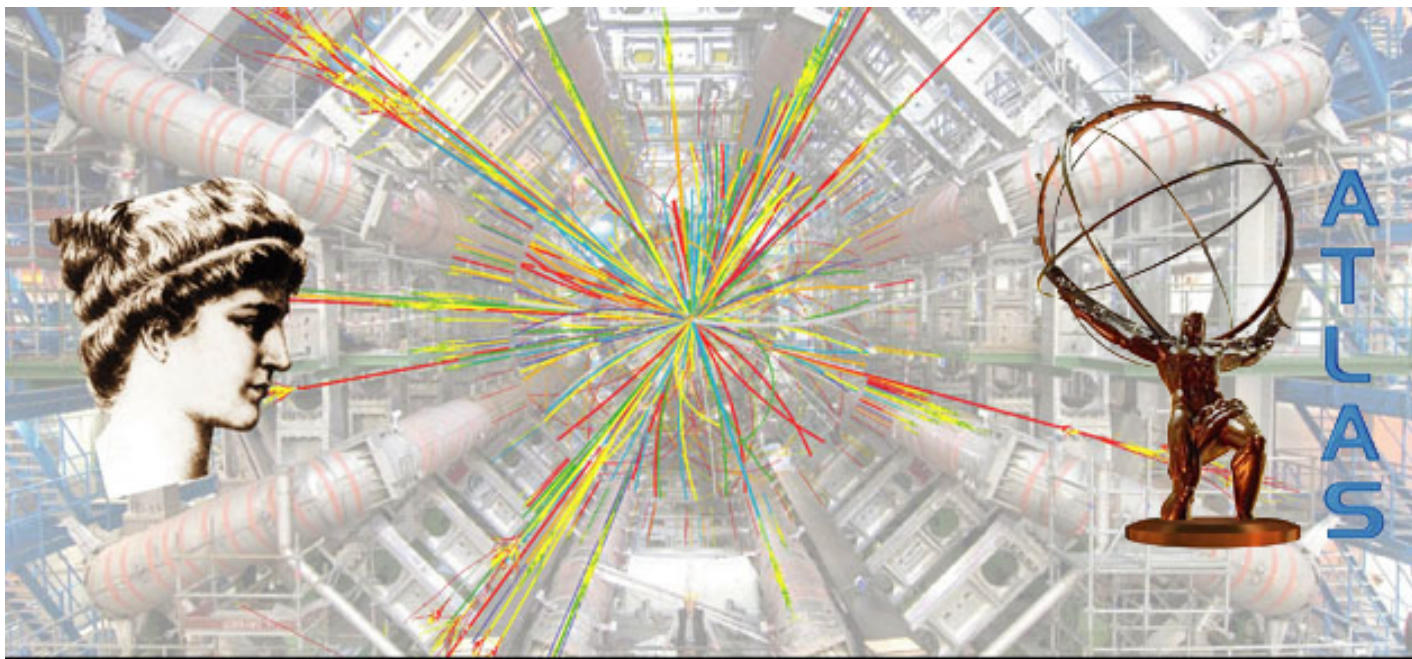


- Neutrini

- Energia mancante
- nel piano trasversale (perpendicolare) rispetto al fascio



Hypatia Event Viewer



UNIVERSITY
OF
ATHENS



INSTITUTE
OF PHYSICS
BELGRADE

H Y P A T I A
HYbrid Pupil's Analysis Tool for Interactions in ATLAS

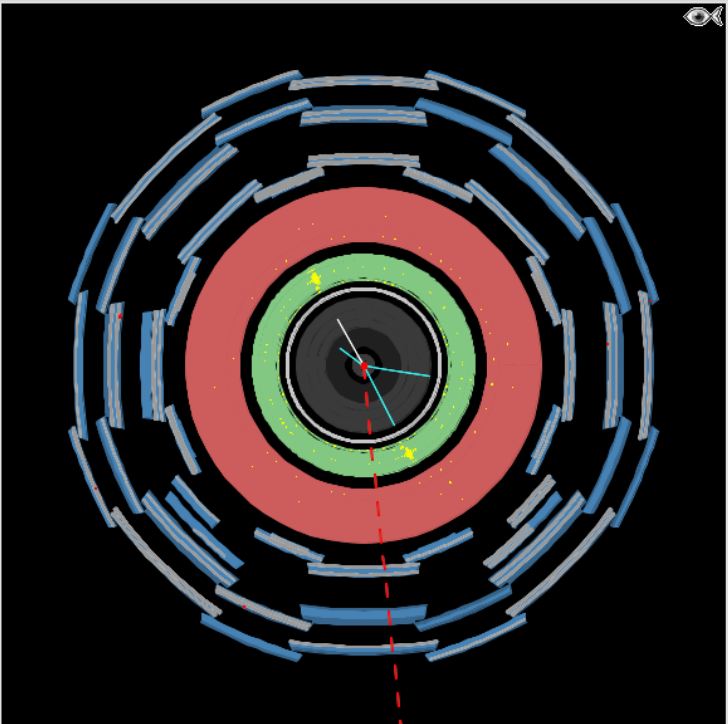
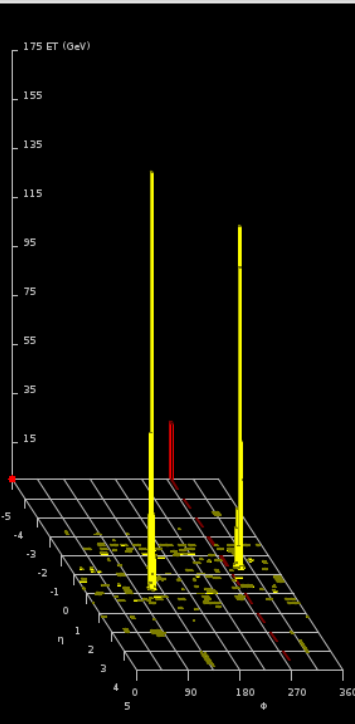
Hypatia Event Viewer

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
event002.xml	23.199	Tracks 0	217.0	-	42.6	-1.479	2.310	94.165				e
		Tracks 76	93.3	+	42.9	1.779	1.413					e
event003.xml	22.805	Tracks 184	449.7	+	423.3	-1.090	-0.352	994.430				e
		Tracks 247	567.5	-	434.3	2.080	0.764					e

Canvas Window - File: event003.xml Run: 110158020 Event: 3101

HYPATIA - Track Momenta Window

Previous Event Next Event Electron Muon Photon Delete Track Reset Canvas

ETHis: 22.805 GeV ϕ : -1.466 rad Collection: MET_RefFinal

/home/negri/MasterClasses/groupA.zip/event003.xml

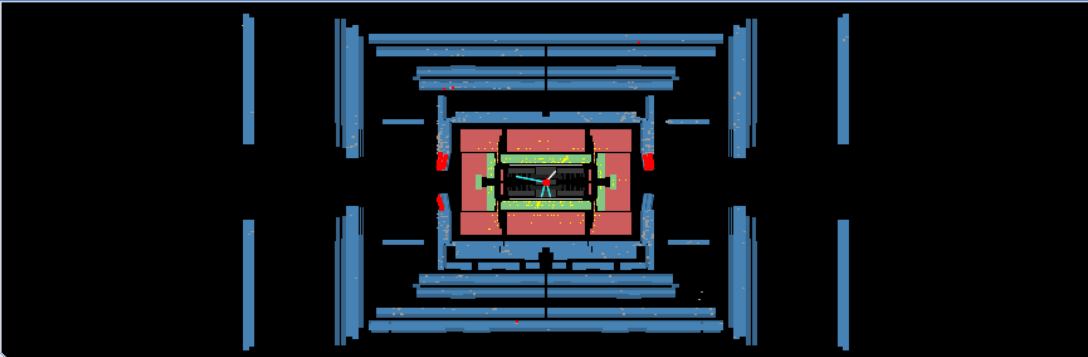
Track	+/-	P [GeV]	Pt [GeV]	ϕ	θ
Tracks 4	-	9.77	9.42	-0.195	1.302
Tracks 184	+	449.71	423.28	-1.090	1.915
Tracks 218	-	28.13	5.75	2.487	2.936
Tracks 247	-	567.48	434.30	2.080	0.872

HYPATIA - Control Window

Parameter Control Interaction and Window Control Output Display

Projection Data Cuts InDet Calo MuonDet Objects Geometry

InDet	Name	Value
Calo	<input type="checkbox"/> Pt	> 5.0 GeV
MuonDet	<input type="checkbox"/> Pt2	< 700.0 MeV
Objects	<input checked="" type="checkbox"/> d0	< 2.5 mm
ATLAS	<input checked="" type="checkbox"/> z0	< 20.0 cm
	<input type="checkbox"/> d0 Loose	< 2.0 cm
	<input type="checkbox"/> z0-zVtx	< 2.5 mm
	<input type="checkbox"/> Layer	> 0
	<input type="checkbox"/> Number Pixel Hits	>= 2



Finestra grafica

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

	P [GeV]	+/-	Pt [GeV]	ϕ	η	M(2) [GeV]	M(eeee) [GeV]	M(eemm) [GeV]	M(mmmm) [GeV]	e/m/g
event002.xml	217.0	-	42.6	-1.479	2.310	94.165				e
	93.3	+	42.9	1.779	1.413					e
event003.xml	449.7	+	423.3	-1.090	-0.352	994.430				e
	567.5	-	434.3	2.080	0.764					e

Vista trasversale

Canvas Window - File: event003.xml Run: 110158020 Event: 3101

HYPATIA - Track Momenta Window

Previous Event Next Event Electron Muon Photon Delete Track Reset Canvas

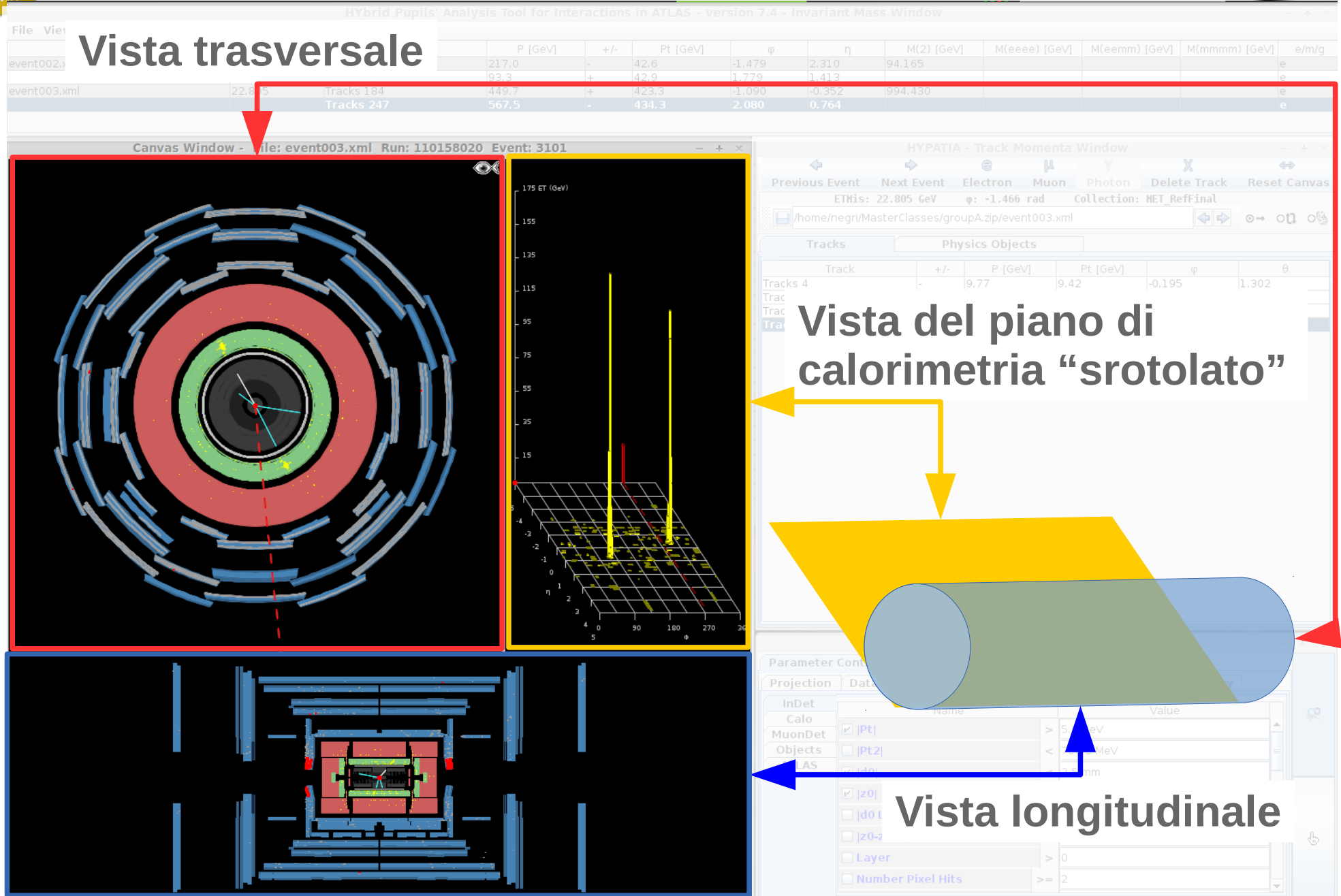
ETHis: 22.805 GeV ϕ : -1.466 rad Collection: MET_Reffinal

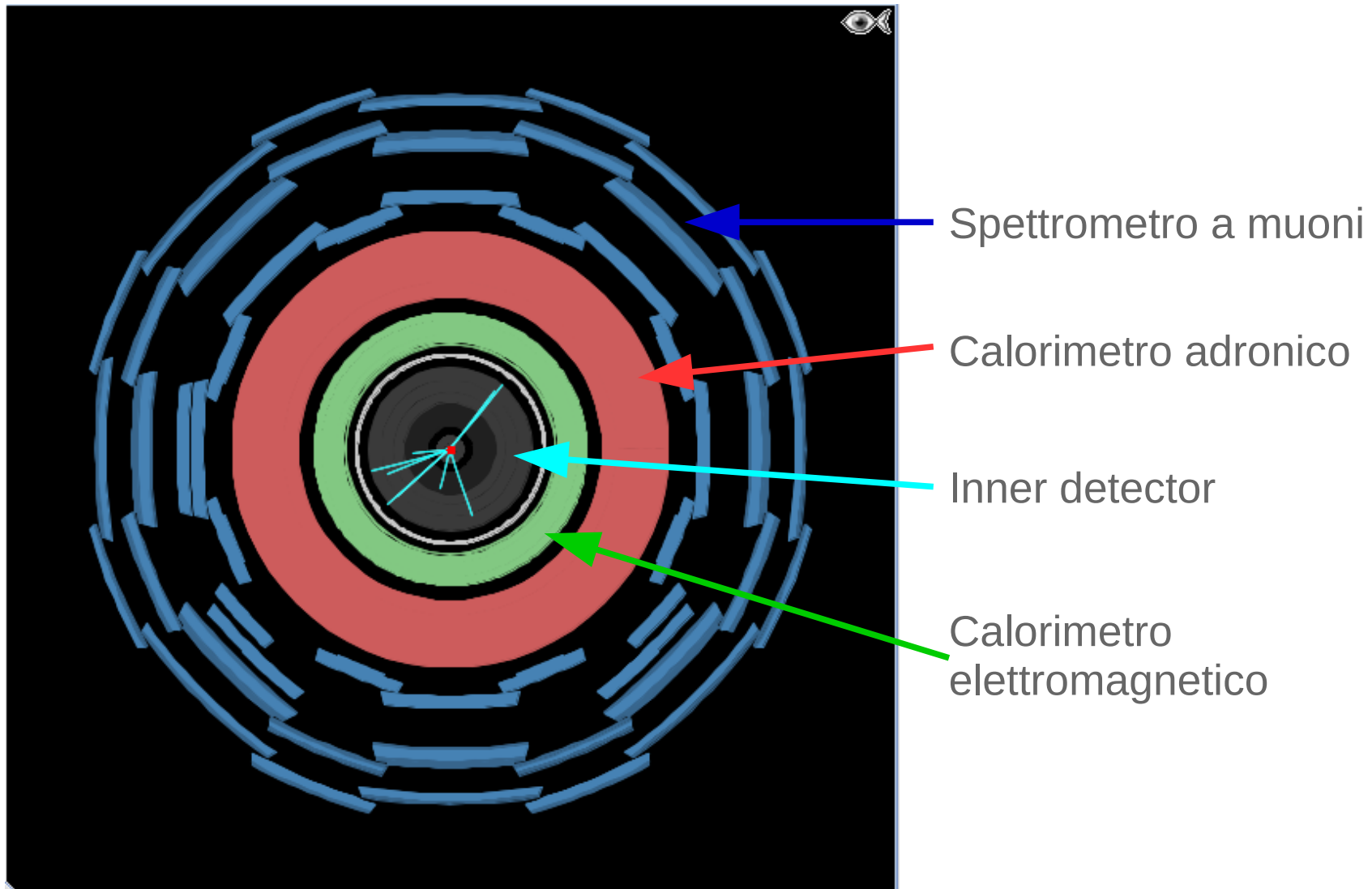
/home/negri/MasterClasses/groupA.zip/event003.xml

Tracks	Track	+/-	P [GeV]	Pt [GeV]	ϕ	θ
Tracks 4			9.77	9.42	-0.195	1.302
Trac						
Tra						

Vista del piano di calorimetria "srotolato"

Vista longitudinale





Finestra grafica

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

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
event002.xml	23.199	Tracks 0	217.0	-	42.6	-1.479	2.310	94.165				e
		Tracks 76	93.3	+	42.9	1.779	1.413					e
event003.xml	22.805	Tracks 184	449.7	+	423.3	-1.090	-0.352	994.430				e
		Tracks 247	567.5	-	434.3	2.080	0.764					e

Canvas Window - File: event003.xml Run: 110158020 Event: 3101

HYPATIA - Track Momenta Window

Previous Event Next Event Electron Muon Photon Delete Track Reset Canvas

ETHis: 22.805 GeV ϕ : -1.466 rad Collection: MET_Reffinal

/home/negri/MasterClasses/groupA.zip/event003.xml

Track	+/-	P [GeV]	Pt [GeV]	ϕ	θ
Tracks 4	-	9.77	9.42	-0.195	1.302
Tracks 184	+	449.71	423.28	-1.090	1.915
Tracks 218	-	28.13	5.75	2.487	2.936
Tracks 247	-	567.48	434.30	2.080	0.872

Col mouse è possibile

- selezionare una traccia
- fare lo zoom

HYPATIA - Control Window

Parameter Control Interaction and Window Control

Projection Data Cuts InDet Calo MuonDet

Detector	Name	Value
InDet		
Calo		
MuonDet	<input checked="" type="checkbox"/> PT	> 5.0 GeV
Objects	<input type="checkbox"/> PT2	< 700.0 MeV
ATLAS	<input checked="" type="checkbox"/> d0	< 2.5 mm
	<input checked="" type="checkbox"/> z0	< 20.0 cm
	<input type="checkbox"/> d0 Loose	< 2.0 cm
	<input type="checkbox"/> z0-zVtx	< 2.5 mm
	<input type="checkbox"/> Layer	> 0
	<input type="checkbox"/> Number Pixel Hits	>= 2

Tasto per modalità zoom

Tasto per modalità selezione

Finestra di controllo

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]	+/-					
event002.xml	23.199	Tracks 0	217.0	-	42.6				
		Tracks 76	93.3	+	42.9				
event003.xml	22.805	Tracks 184	449.7	+	423.3	-1.090	352	994.30	
		Tracks 247	567.5	-	434.3	2.080	764		

Avanzamento eventi

numero evento

Canvas Window - File: event003.xml Run: 110158020 Event: 3101



PATIA - Track Momenta Window

Previous Event Next Event Electron Muon Photon Delete Track Reset Canvas

ETHis: 22.805 GeV ϕ : -1.466 rad Collection: MET_RefFinal

/home/negri/MasterClasses/groupA.../event003.xml

Track	+/-	P [GeV]	Pt [GeV]	ϕ	θ
Tracks 4	-	9.77	9.42	-0.195	1.302
Tracks 184	+	449.71	423.28	-1.090	1.915
Tracks 218	-	28.13	5.75	2.487	2.936
Tracks 247	-	567.48	434.30	2.080	0.872

Analisi tracce:
selezionando una riga la corrispondente traccia nella finestra grafica viene colorata di bianco

HYPATIA - Control Window

Parameter Control Interaction and Window Control Output Display

Projection Data Cuts InDet Calo MuonDet Objects Geometry

InDet	Name	Value
Calo		
MuonDet	<input checked="" type="checkbox"/> Pt	> 5.0 GeV
Objects	<input type="checkbox"/> Pt2	< 700.0 MeV
ATLAS	<input checked="" type="checkbox"/> d0	< 2.5 mm
	<input checked="" type="checkbox"/> z0	< 20.0 cm
	<input type="checkbox"/> d0 Loose	< 2.0 cm
	<input type="checkbox"/> z0-zVtx	< 2.5 mm
	<input type="checkbox"/> Layer	> 0
	<input type="checkbox"/> Number Pixel Hits	>= 2

Finestra massa invariante

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

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
event002.xml	23.199	Tracks 0	217.0	-	42.6	-1.479	2.310	94.165				e
		Tracks 76	93.3	+	42.9	1.779	1.413					e
event003.xml	22.805	Tracks 184	449.7	+	423.3	-1.090	-0.352	994.430				e
		Tracks 247	567.5	-	434.3	2.080	0.764					e

Canvas Window - File: event003.xml Run: 110158020 Event: 3101

HYPATIA - Track Momenta Window

Previous Event Next Event Electron Muon Photon Delete Track Reset Canvas

ETHis: 22.805 GeV ϕ : -1.466 rad Collection: MET_RefFinal

/home/negri/MasterClasses/groupA.zip/event003.xml

Track	+/-	P [GeV]	Pt [GeV]	ϕ	θ
Tracks 4	-	9.77	9.42	-0.195	1.302
Tracks 184	+	449.71	423.28	-1.090	1.915
Tracks 218	-	28.13	5.75	2.487	2.936
Tracks 247	-	567.48	434.30	2.080	0.872

massa invariante

Menu file
Per il salvataggio delle masse alla fine dell'analisi di tutti i 50 eventi
"Export Invariant Masses"

- **Calcola massa invariante**
 - di ogni coppia di fotoni o
 - di leptoni di carica opposta
- **Inserimento tracce**
 - selezionare riga della traccia
 - premere tasto opportuno
- **Rimozione tracce**
 - selezionare traccia
 - premere "delete track"

Number Pixel Hits >= 2

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

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
event002.xml	23.199	Tracks 0	217.0	-	42.6	-1.479	2.310	94.165				e
		Tracks 76	93.3	+	42.9	1.779	1.413					e
event003.xml	22.805	Tracks 184	449.7	+	423.3	-1.090	-0.352	994.430				e
		Tracks 247	567.5	-	434.3	2.080	0.764					e

Canvas Window - File: event003.xml Run: 110158020 Event: 3101

HYPATIA - Track Momenta Window

Previous Event Next Event Electron Muon Photon Delete Track Reset Canvas

ETHis: 22.805 GeV ϕ : -1.466 rad Collection: MET_Reffinal

/home/negri/MasterClasses/groupA.zip/event003.xml

Track	+/-	P [GeV]	Pt [GeV]	ϕ	θ
Tracks 4	-	9.77	9.42	-0.195	1.302
Tracks 184	+	449.71	423.28	-1.090	1.915
Tracks 218	-	28.13	5.75	2.487	2.936
Tracks 247	-	567.48	434.30	2.080	0.872

Taglio sulle tracce

- Visualizzazione delle sole con momento superiore alla soglia
- Partire sempre da 5 GeV

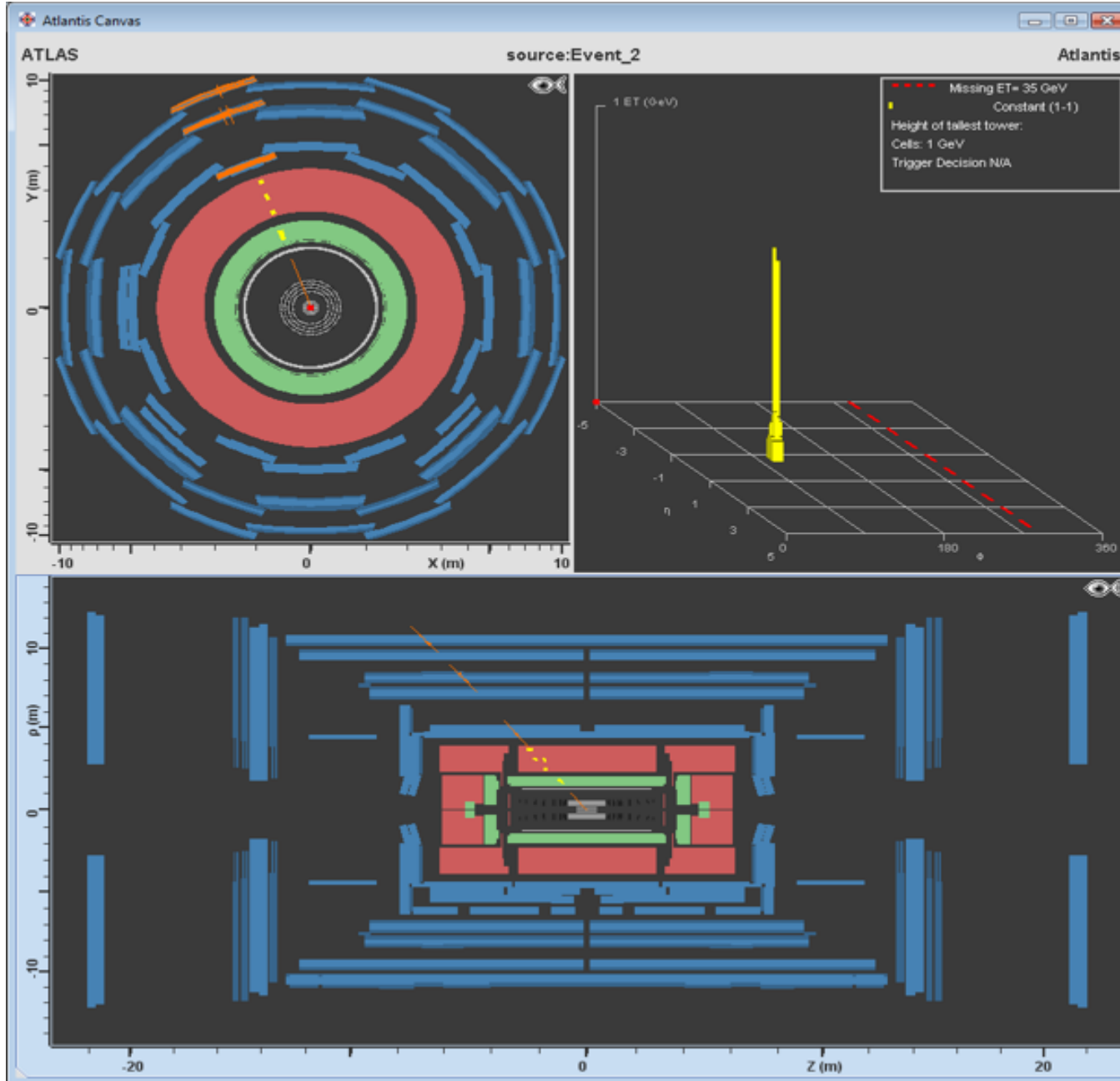
HYPATIA - Control Window

Parameter Control Interaction and Window Control Output Display

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

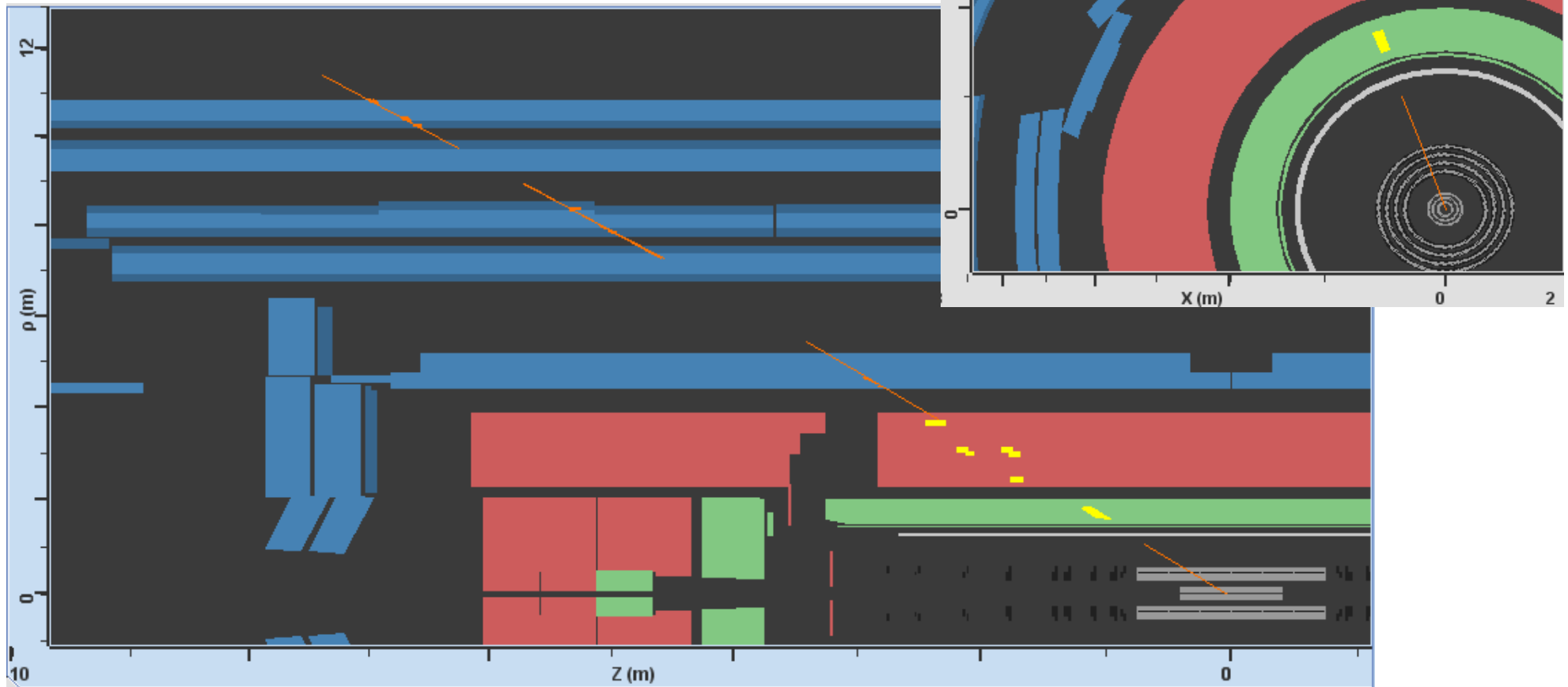
	Name	Value
InDet		
Calo		
MuonDet	<input checked="" type="checkbox"/> Pt	> 5.0 GeV
Objects	<input type="checkbox"/> Pt2	< 700.0 MeV
ATLAS	<input checked="" type="checkbox"/> d0	< 2.5 mm
	<input checked="" type="checkbox"/> z0	< 20.0 cm
	<input type="checkbox"/> d0 Loose	< 2.0 cm
	<input type="checkbox"/> z0-zVtx	< 2.5 mm
	<input type="checkbox"/> Layer	> 0
	<input type="checkbox"/> Number Pixel Hits	>= 2

Identikit: (anti)muoni

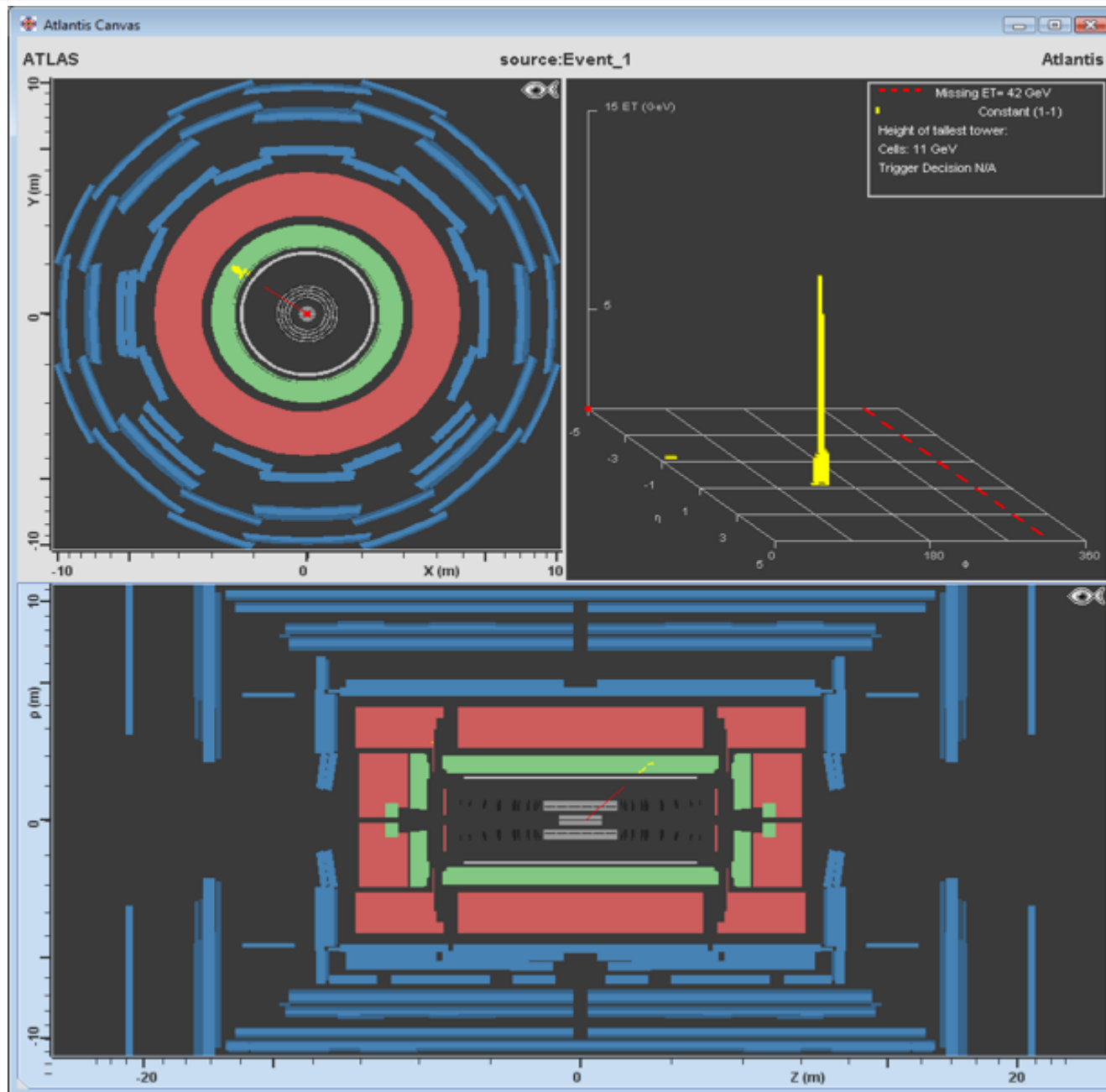


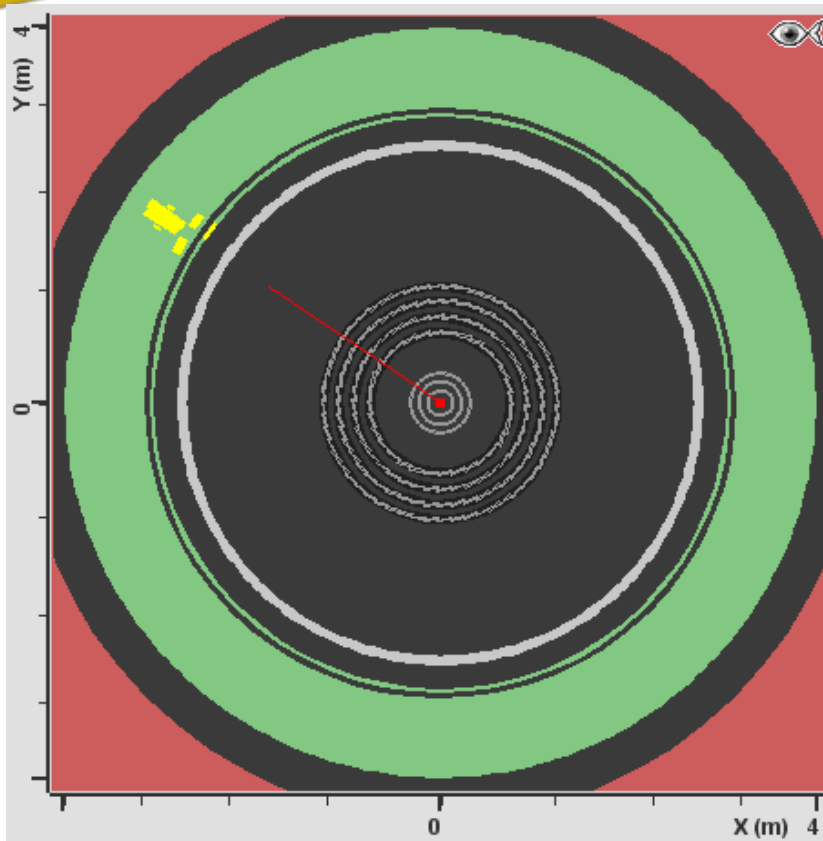
Identikit: (anti)muoni

Traccia nel rivelatore interno
e nello spettrometro senza
significativi depositi di
energia nei calorimetri

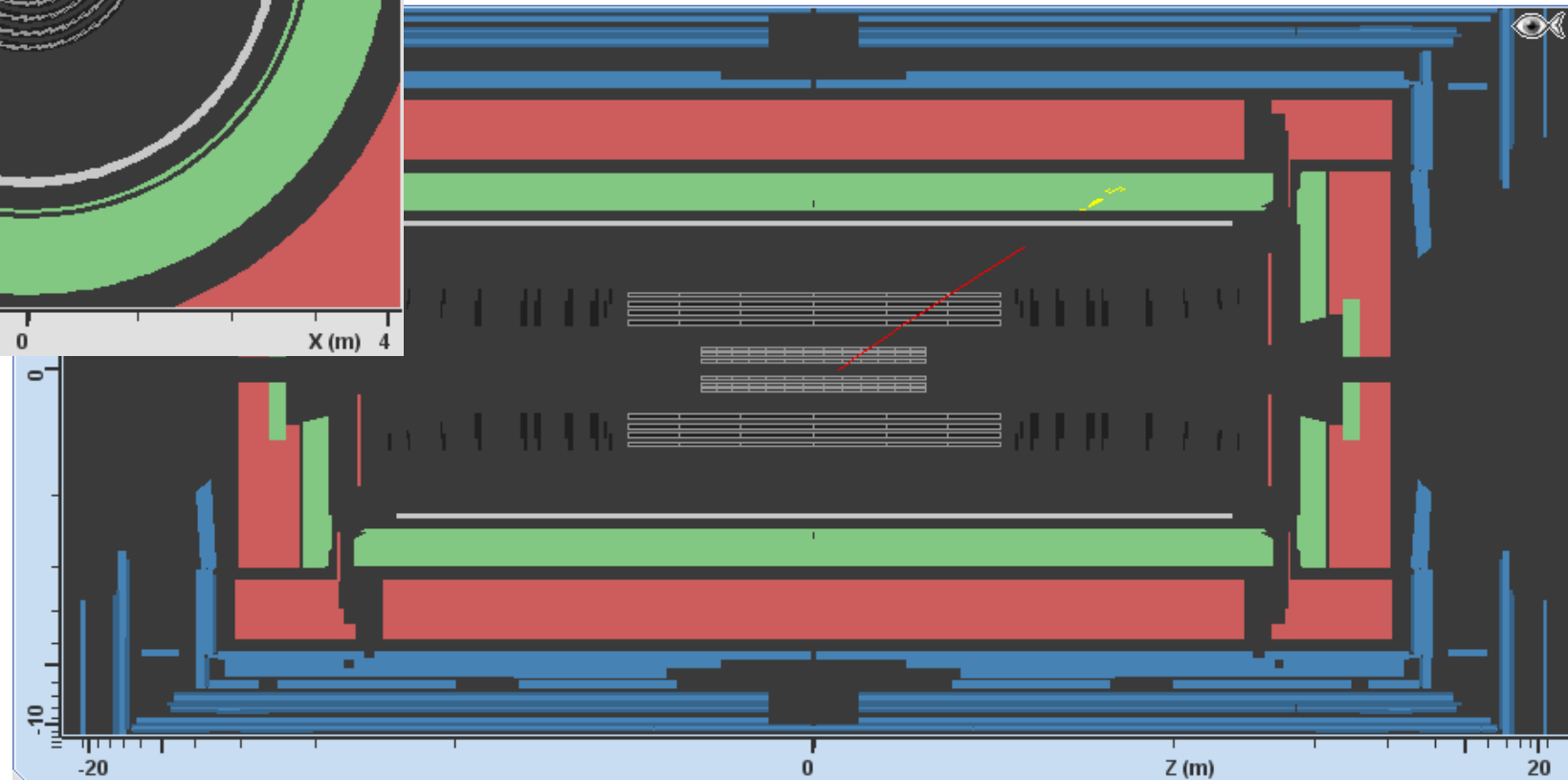


Identikit: elettroni/positroni

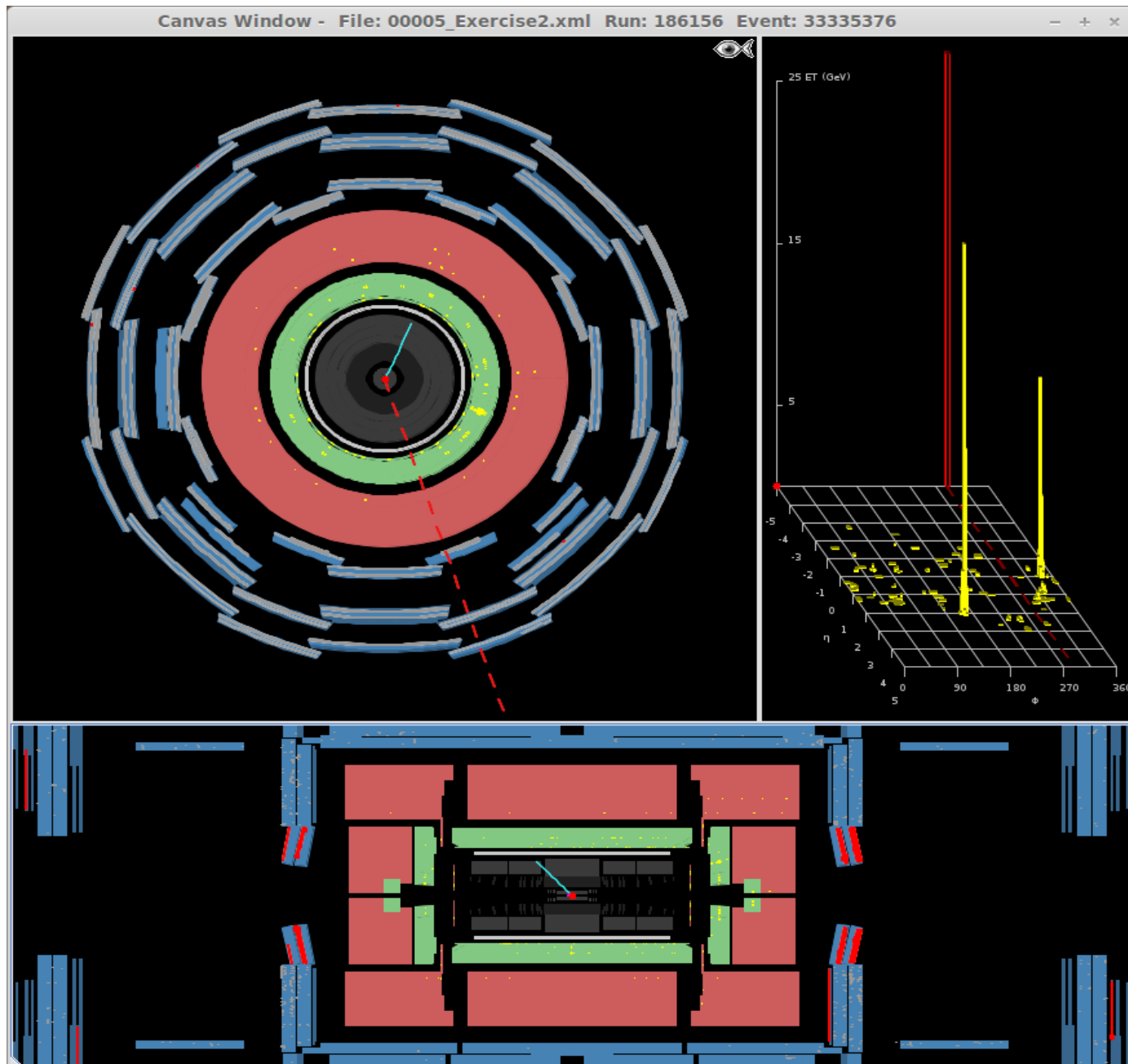




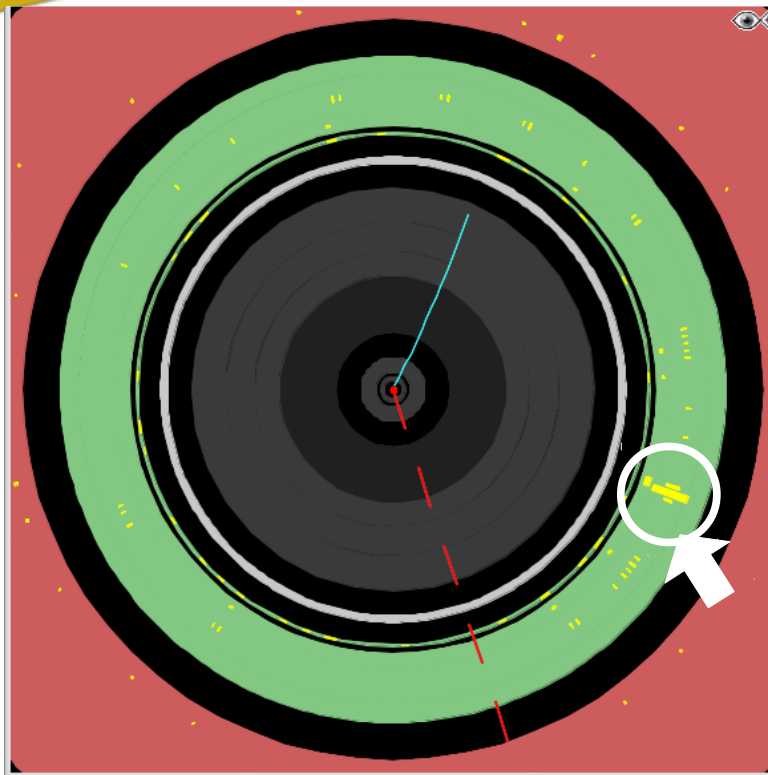
Tracce nel rivelatore interno
che puntano a depositi di
energia nel calorimetro
elettromagnetico



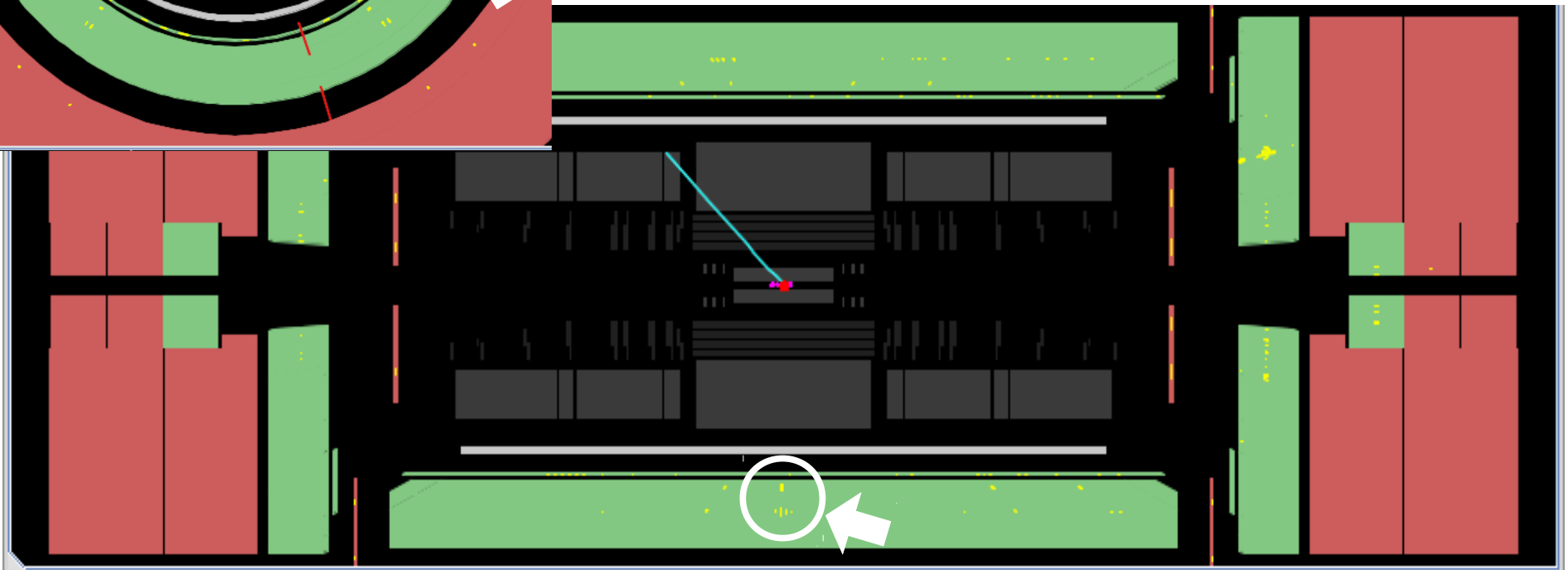
Identikit: fotoni



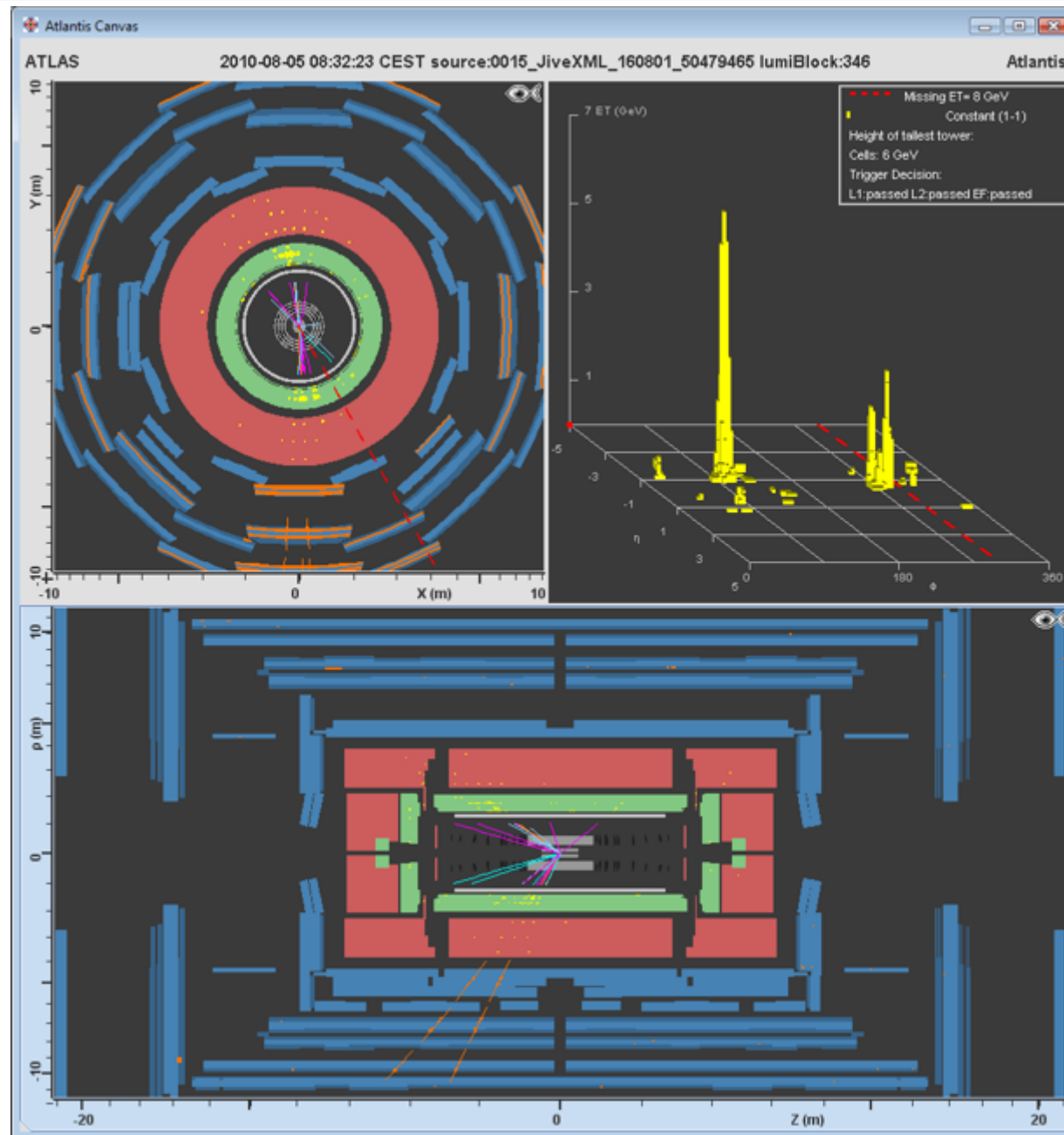
Identikit: fotoni

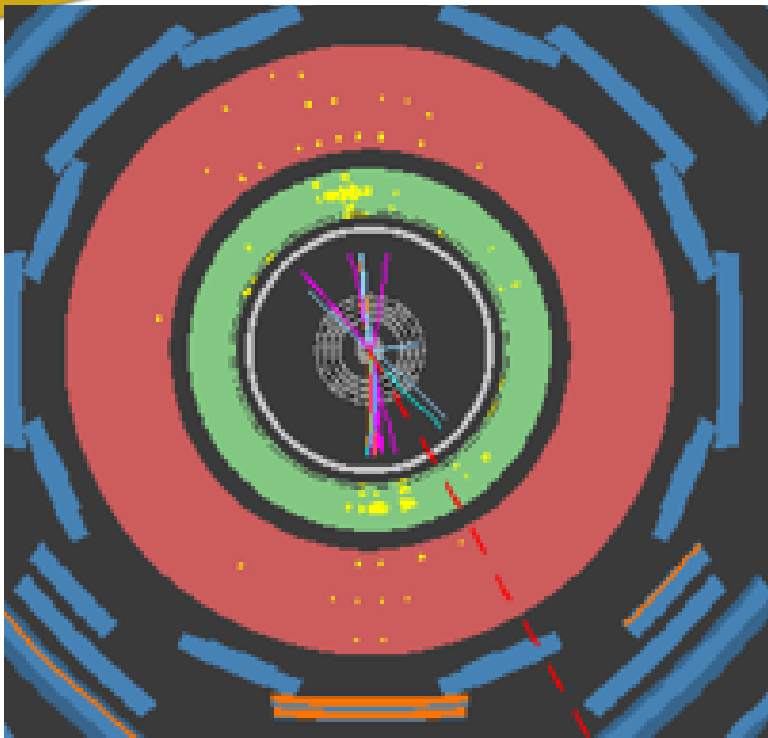


Depositi di energia nel
calorimetro elettromagnetico
senza tracce associate

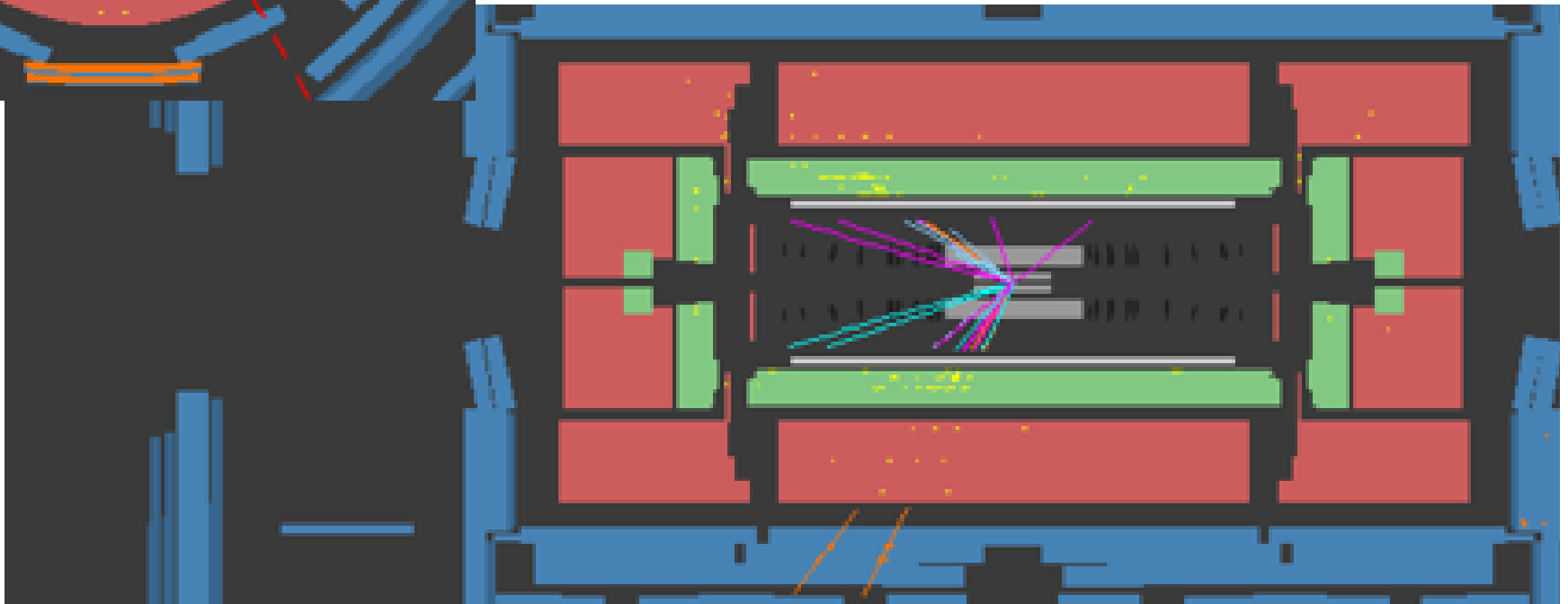


Identikit: jets

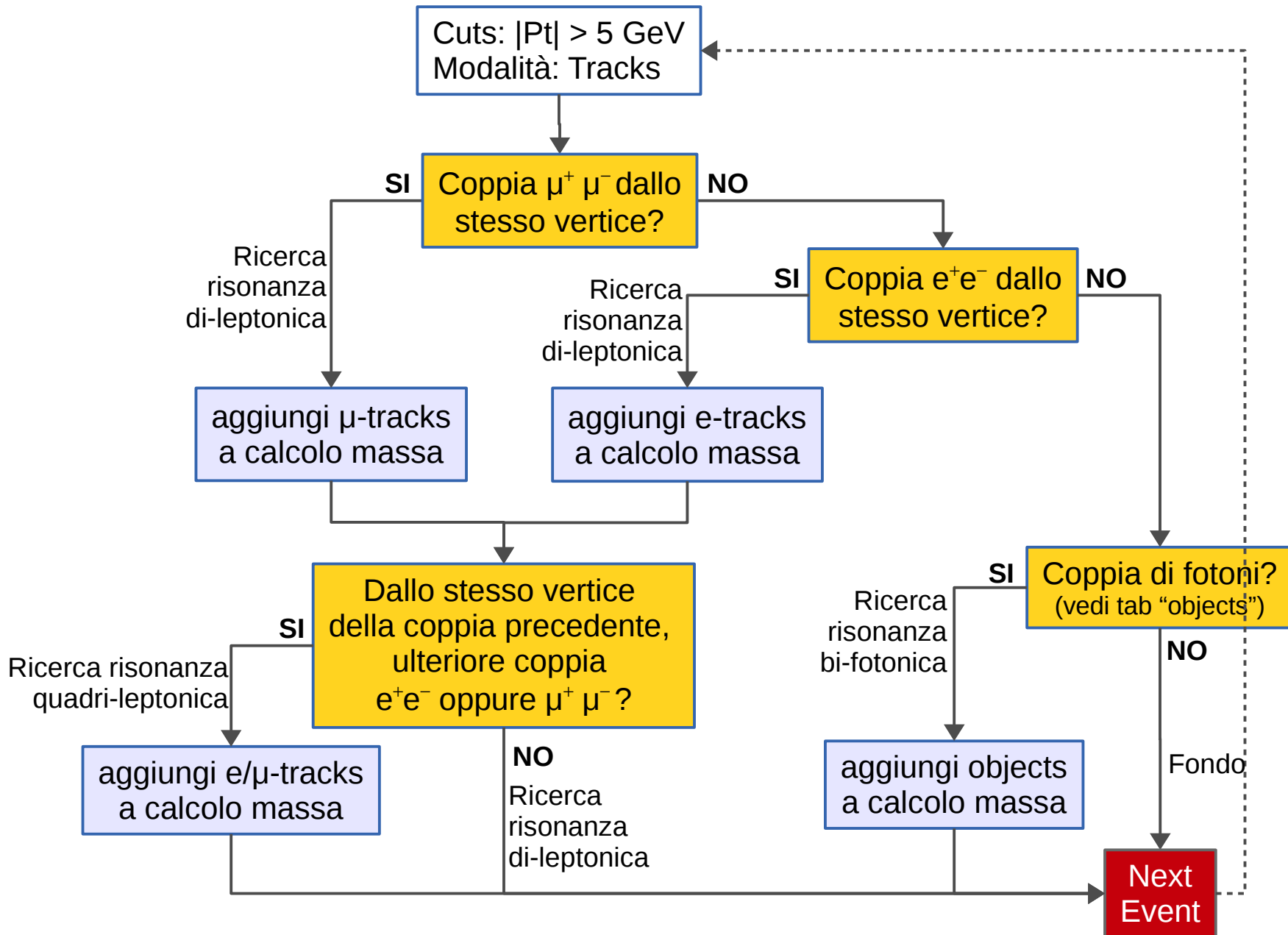




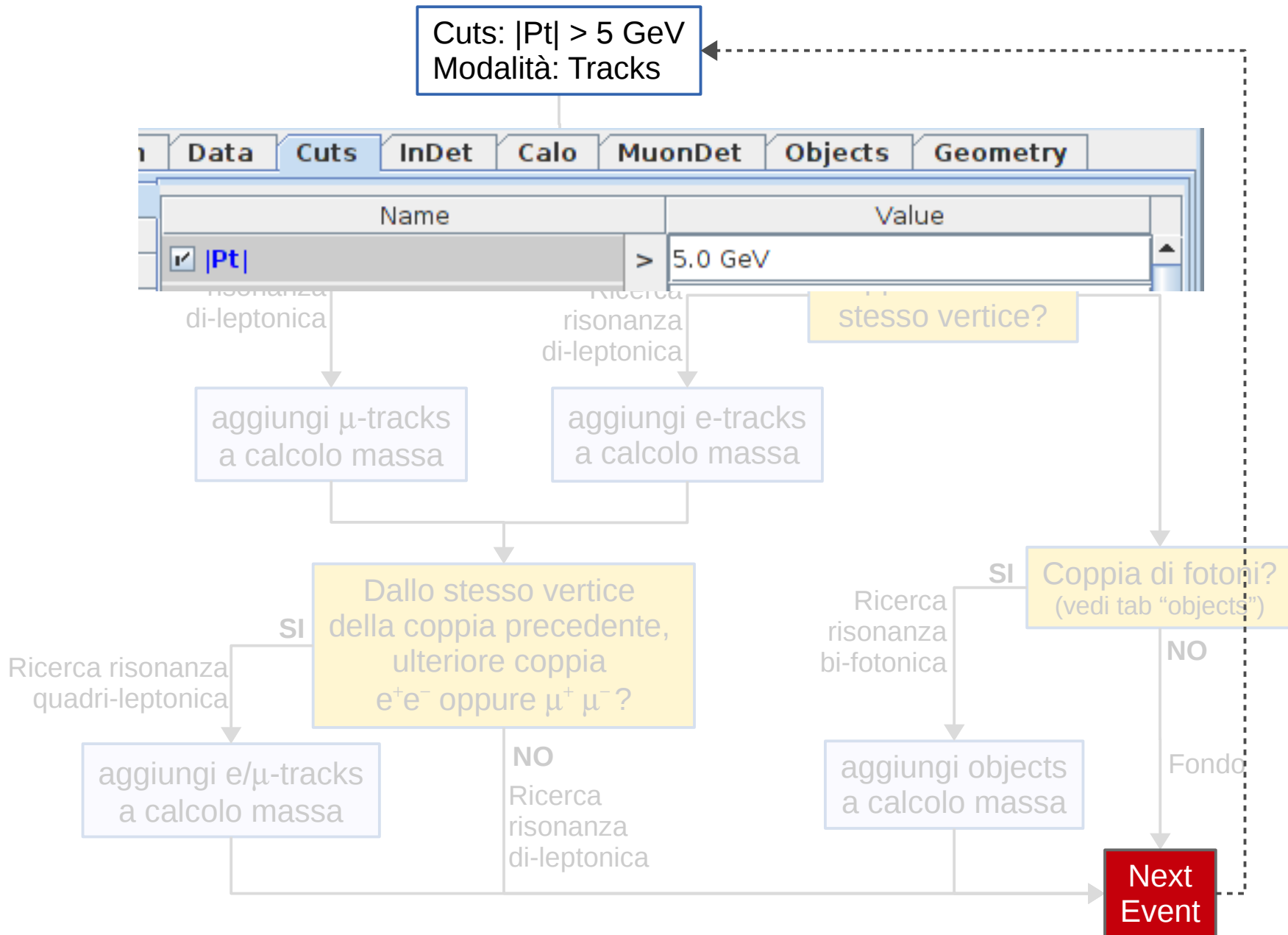
“Fascio” di tracce che puntano a depositi di energia in entrambi i tipi di calorimetri

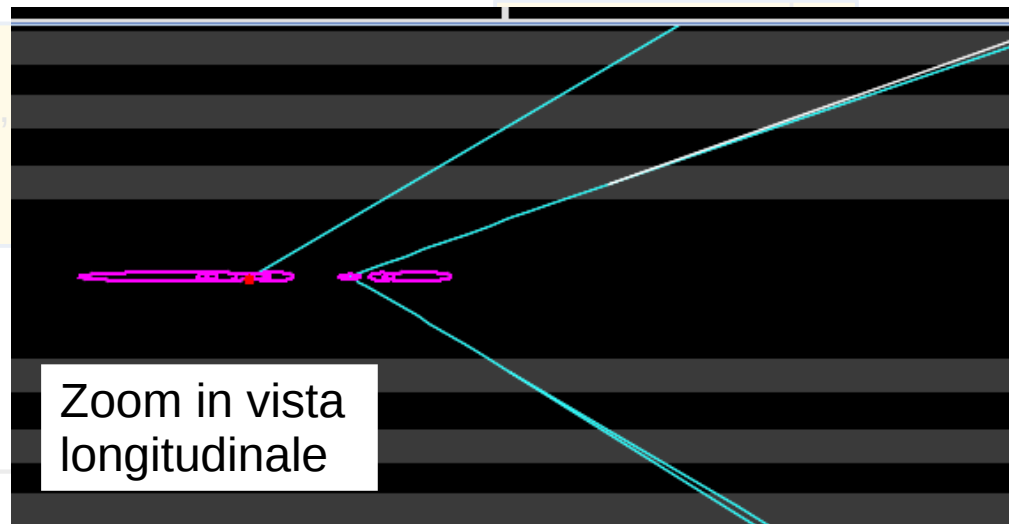
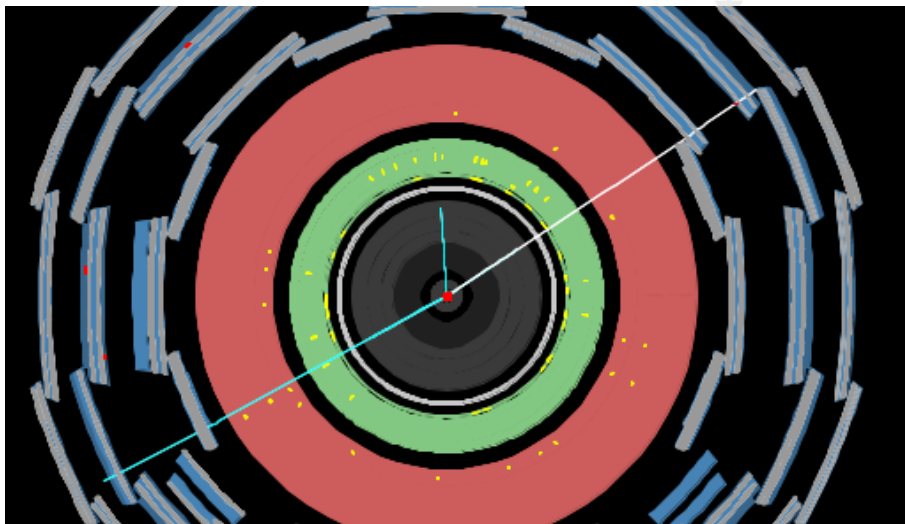
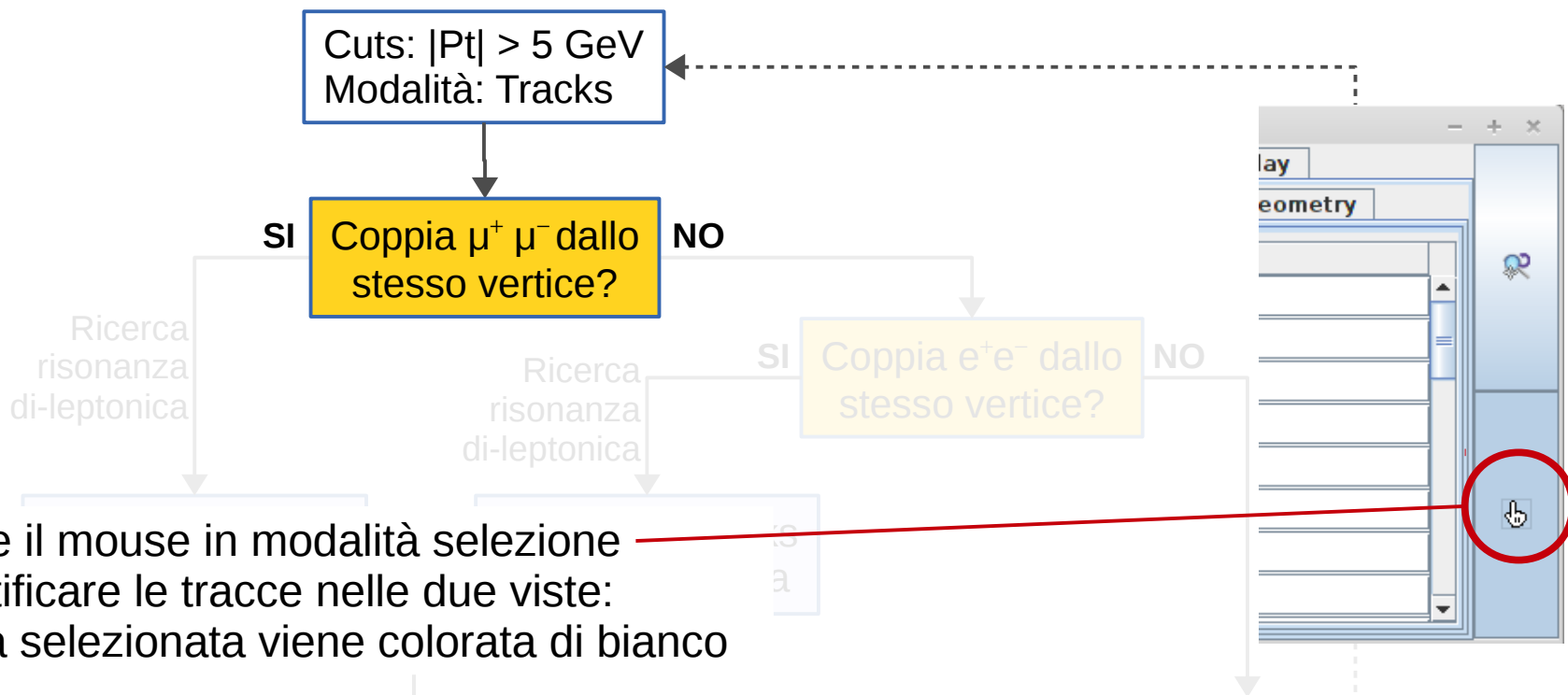


Piano di lavoro: flow chart

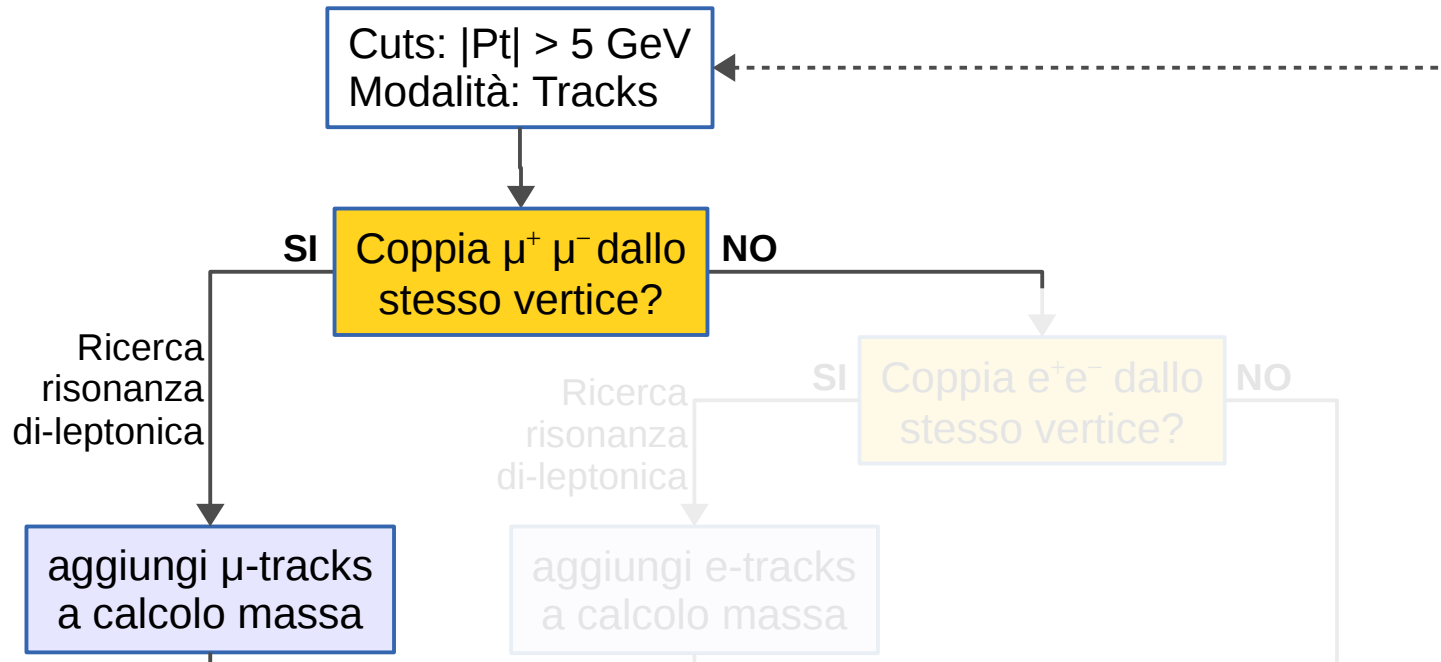


Piano di lavoro: flow chart





Piano di lavoro: flow chart



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]
event003.xml	22.805	Tracks 184	449.7	+	423.3	-1.090	-0.352	994.430
00007_Exercise2.xml	7.369	Tracks 22	139.5	-	47.7	0.576	1.736	86.854
		Tracks 139	73.7	+	37.7	-2.627	1.291	

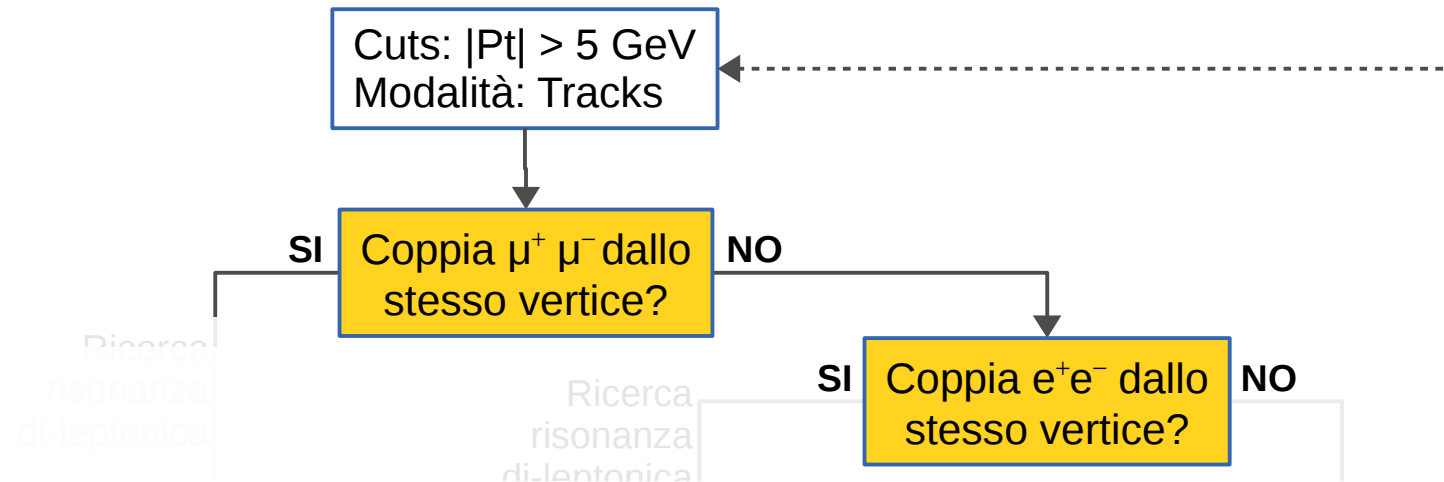
Previous Event Next Event Electron **Muon** Photon Delete Track Reset Canvas

ETMis: 7.369 GeV φ: 2.796 rad Collection: MET_Reffinal

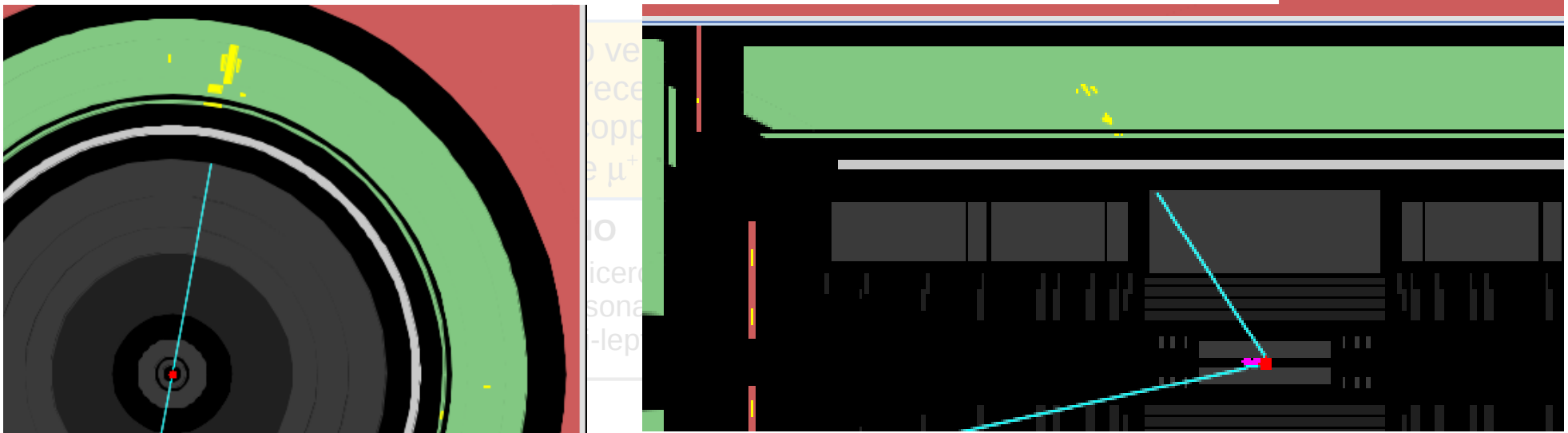
/home/negri/MasterClasses/exercise2_Z.zip/00007_Exercise2.xml

Tracks Physics Objects

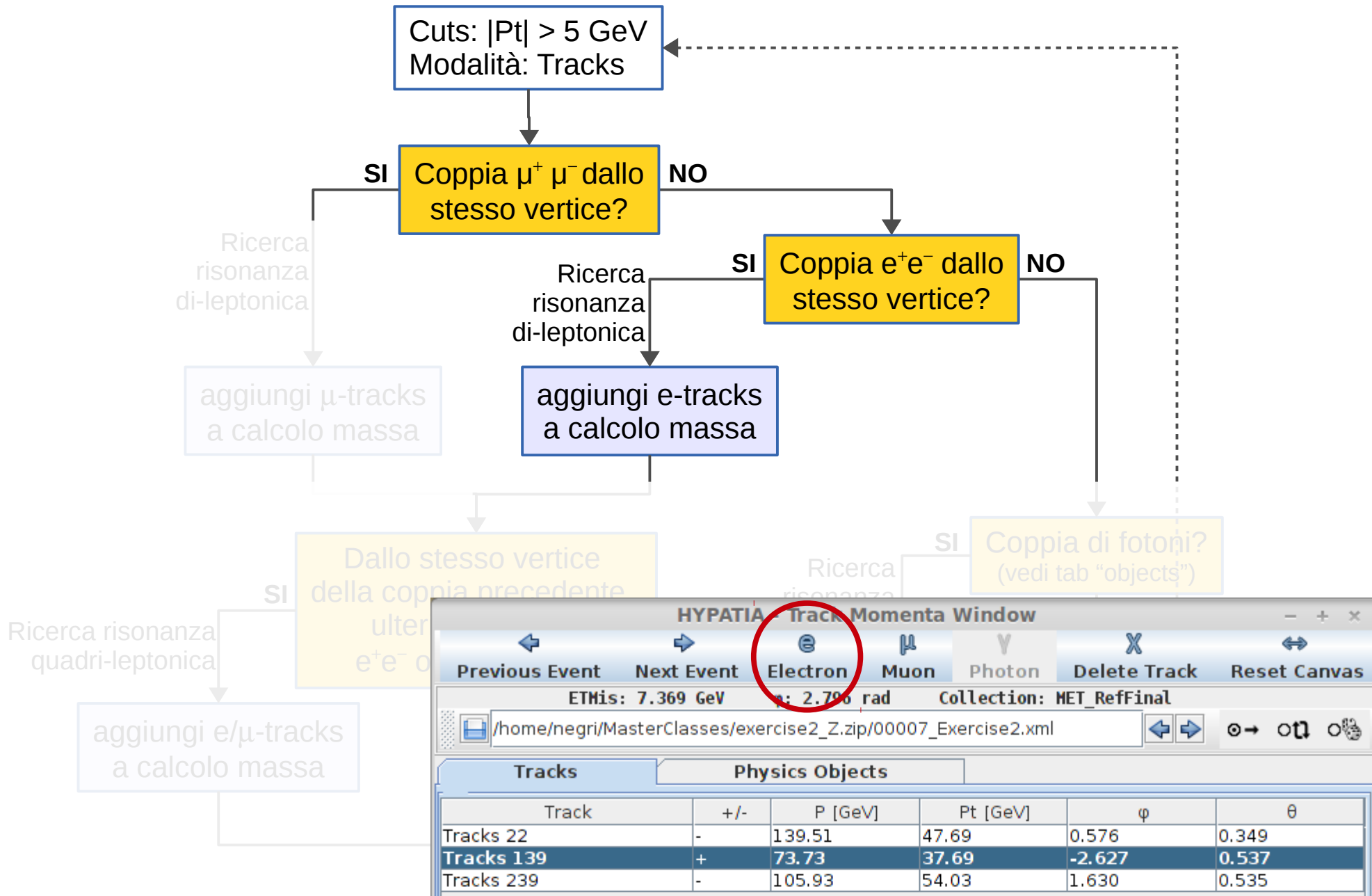
Track	+/-	P [GeV]	Pt [GeV]	φ	θ
Tracks 22	-	139.51	47.69	0.576	0.349
Tracks 139	+	73.73	37.69	-2.627	0.537
Tracks 239	-	105.93	54.03	1.630	0.535



- Cercare depositi di energia nel calorimetro
- Verificare la presenza di tracce che puntano ai depositi
- Verificare che puntino allo stesso vertice primario



Piano di lavoro: flow chart

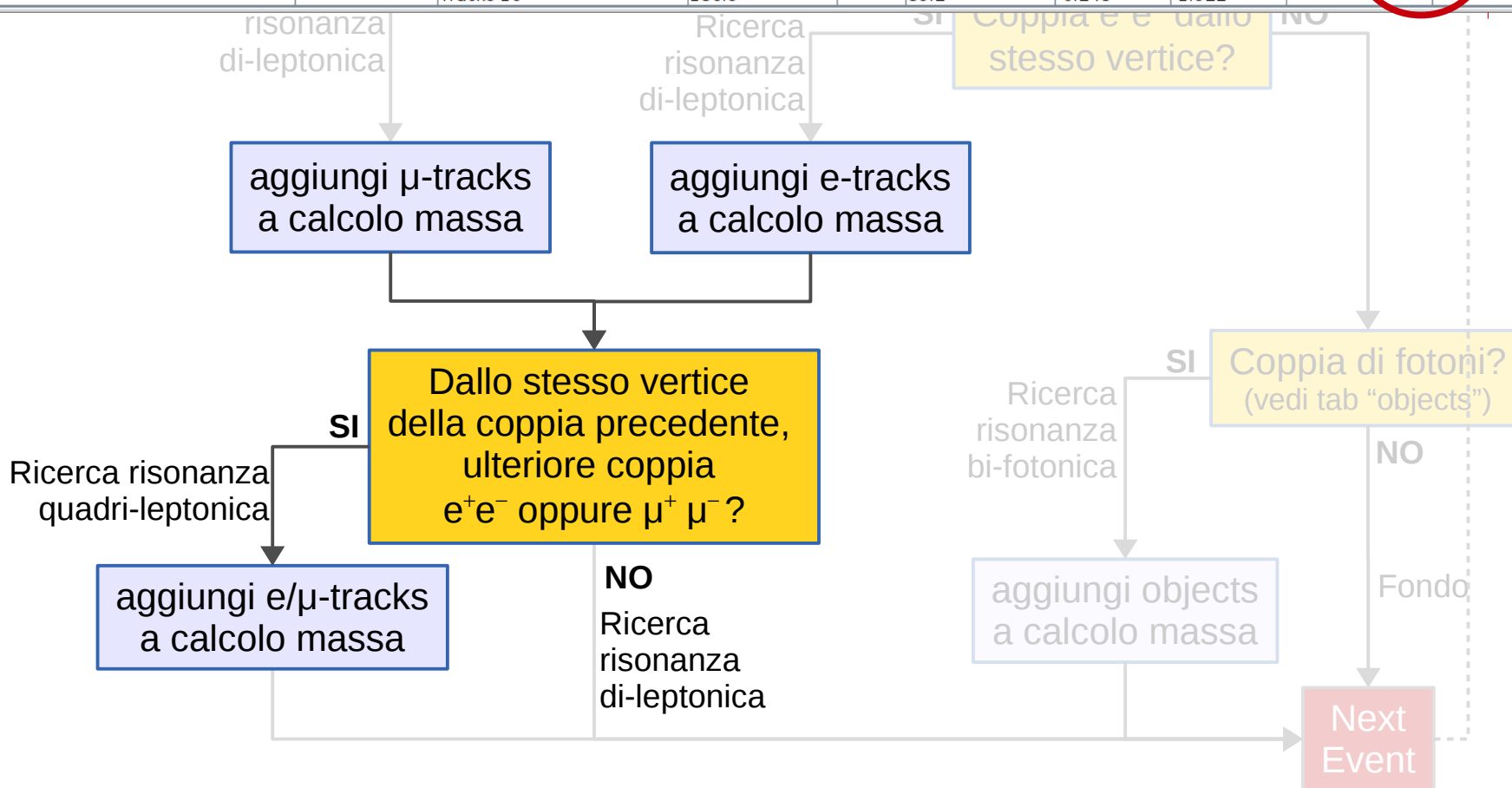


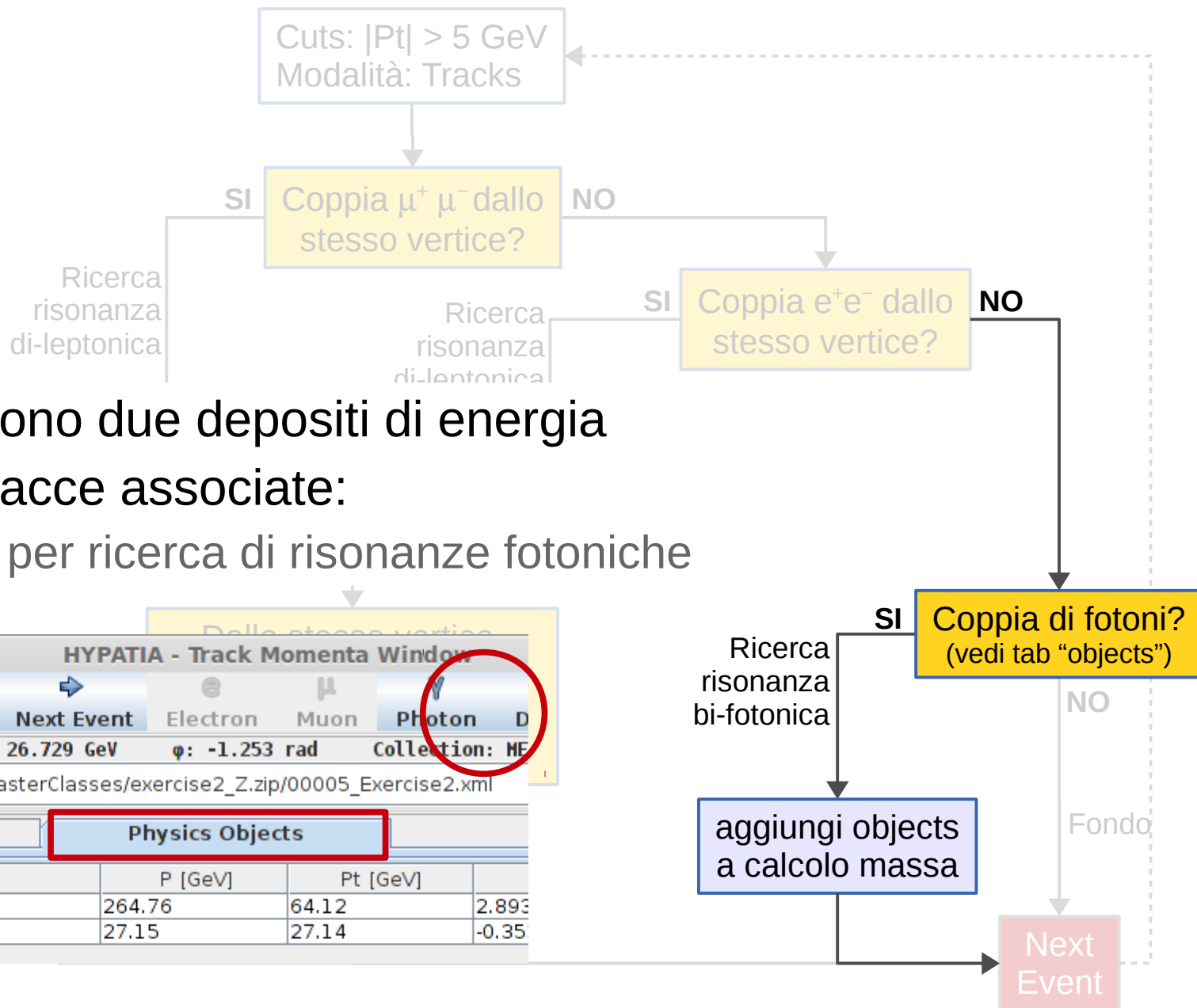
Piano di lavoro: flow chart

Cuts: $|Pt| > 5$ GeV
Modalità: Tracks

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

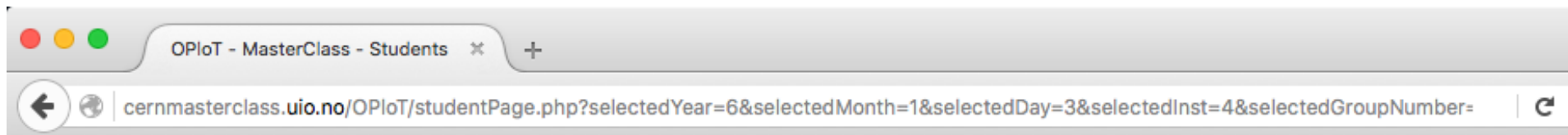
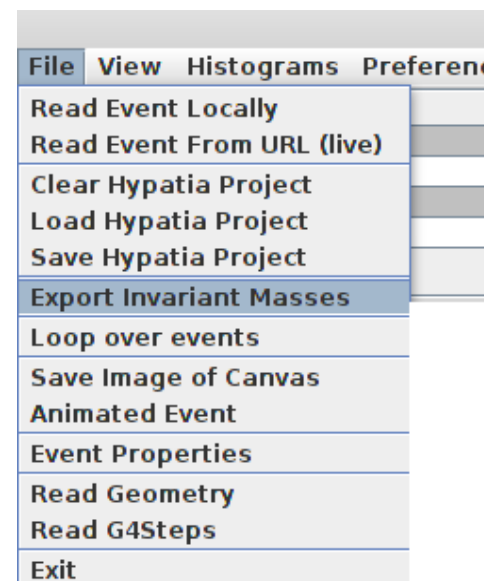
File Name	ETMis [GeV]	Track	P [GeV]	+/-	Pt [GeV]	ϕ	η	M(2) [GeV]	M(n mmm) [GeV]	e/m/g
event046.xml	37.975	Tracks 2	108.7	-	58.0	1.525	1.242	90.333	364.000	m
		Tracks 21	43.4	+	41.7	2.277	-0.289			m
		Tracks 4	98.8	+	61.2	-2.171	-1.058	91.492		m
		Tracks 10	136.9	-	39.2	-0.248	-1.922			m





Alla fine dei 50 eventi

- Salvare sul desktop file delle masse →
- Aprire firefox: <http://cernmasterclass.uio.no/OPlot>
 - Username/Password: ippog/imc
- Selezionare “Student”
 - 2017 June 21, Pavia, Num = 7, Letter = la vostra
- Caricare il file “Invariant_masses.txt”
 - Choose file → Submit



OPlot – MasterClass – Student page

Start Student Moderator Tutor Administrator

Student Tasks

Please select items from the drop-down boxes to submit your results!

- Fisica delle particelle
- Come funziona LHC
- Come funziona ATLAS
- Come funziona HYPATIA

=

- Conferma presenza bosone Z
- Scoprire il bosone di Higgs
- Eventi di ATLAS e simulati
 - Higgs \rightarrow ZZ \rightarrow 4l
 - Higgs \rightarrow 2 γ



- Fisica delle particelle
- Come funziona LHC
- Come funziona ATLAS
- Come funziona HYPATIA

=

- Conferma presenza bosone Z
- Scoprire il bosone di Higgs
- Eventi di ATLAS e simulati
 - Higgs \rightarrow ZZ \rightarrow 4l
 - Higgs \rightarrow 2γ



Buon Divertimento!

Extra

- Collider protone \leftrightarrow protone
 - In realtà: quark/gluone \leftrightarrow quark/gluone
 - Oltre ai quark di valenza, ci sono i quark del mare

