



Introduzione alla CMS Masterclass

Andrea Massironi (INFN Milano Bicocca)
Bianca Sofia Pinolini (Università degli Studi di Milano Bicocca)
Flavia Cetorelli (Università degli Studi di Milano Bicocca)
Giulia Lavizzari (Università degli Studi di Milano Bicocca)
Giorgio Pizzati (Università degli Studi di Milano Bicocca)
Simona Palluotto (Università degli Studi di Milano Bicocca)

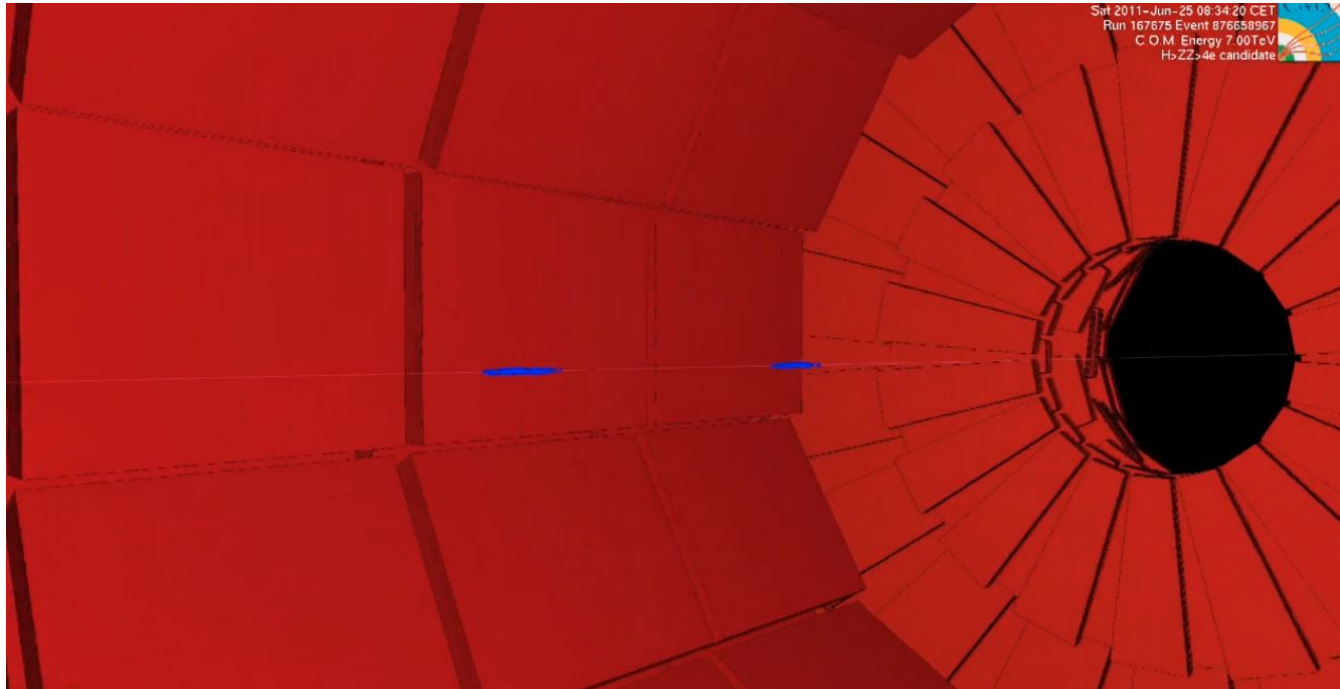
Siamo ancora noi

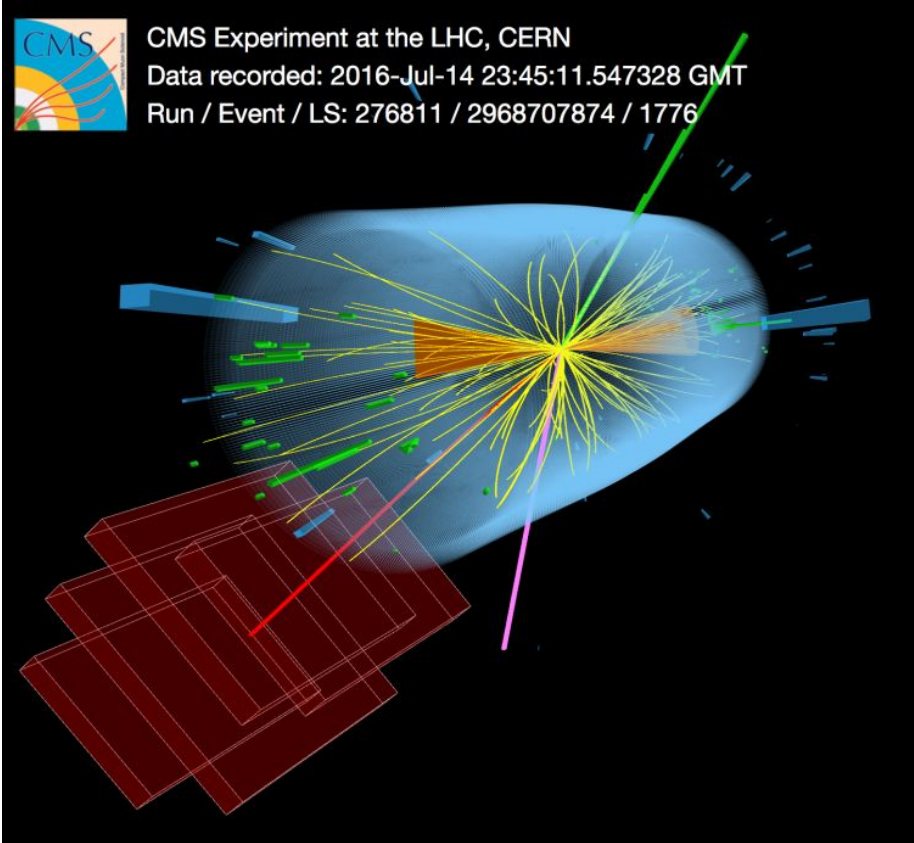


- **9:00 - 10:00** → Benvenuto e Introduzione
- **10:00 - 12:00** → Visita virtuale a CMS e al CERN
- **12:00 - 13:00** → pausa pranzo
- **13:00 - 17:00:**
 - **@ U9 lab 907/908** Masterclass
 - **@ U2** incontro con studenti, ricercatori, professori, e visita al dipartimento
- **17:00 - 18:00** → **@ U9 lab 907/908** conclusione e discussione

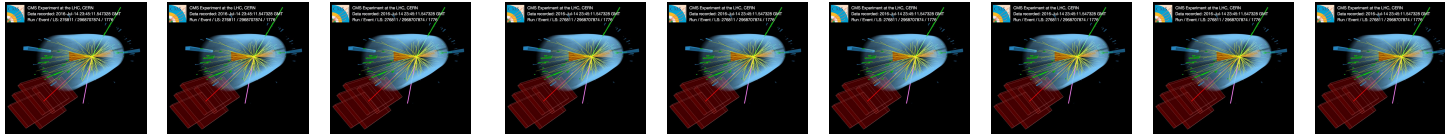
Ora	Gruppo 1	Gruppo 2
9:00	Introduzione alla fisica delle particelle ed al CERN	
10:00	Visita virtuale dell'esperimento CMS e al CERN (11:30) visita virtuale Computing Center CERN	
11:00		
12:00	Pausa pranzo	
13:00	Esercizio	Visita dipartimento
14:00	Esercizio	Visita dipartimento
15:00	Visita dipartimento	Esercizio
16:00	Visita dipartimento	Esercizio
17:00	Discussione congiunta dei risultati	

<https://videos.cern.ch/record/1406325>



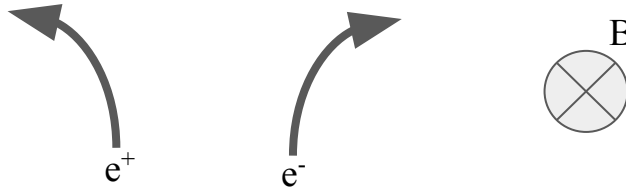


- Potrete vedere degli eventi (vere collisioni!) di CMS
- Semplice analisi degli eventi tramite *event display*
- Quando abbiamo collisioni, abbiamo una collisione ogni 25 ns
 - 40 milioni di collisioni al secondo
 - Ogni collisione e' un "evento" → in ogni evento qualcosa di differente accade

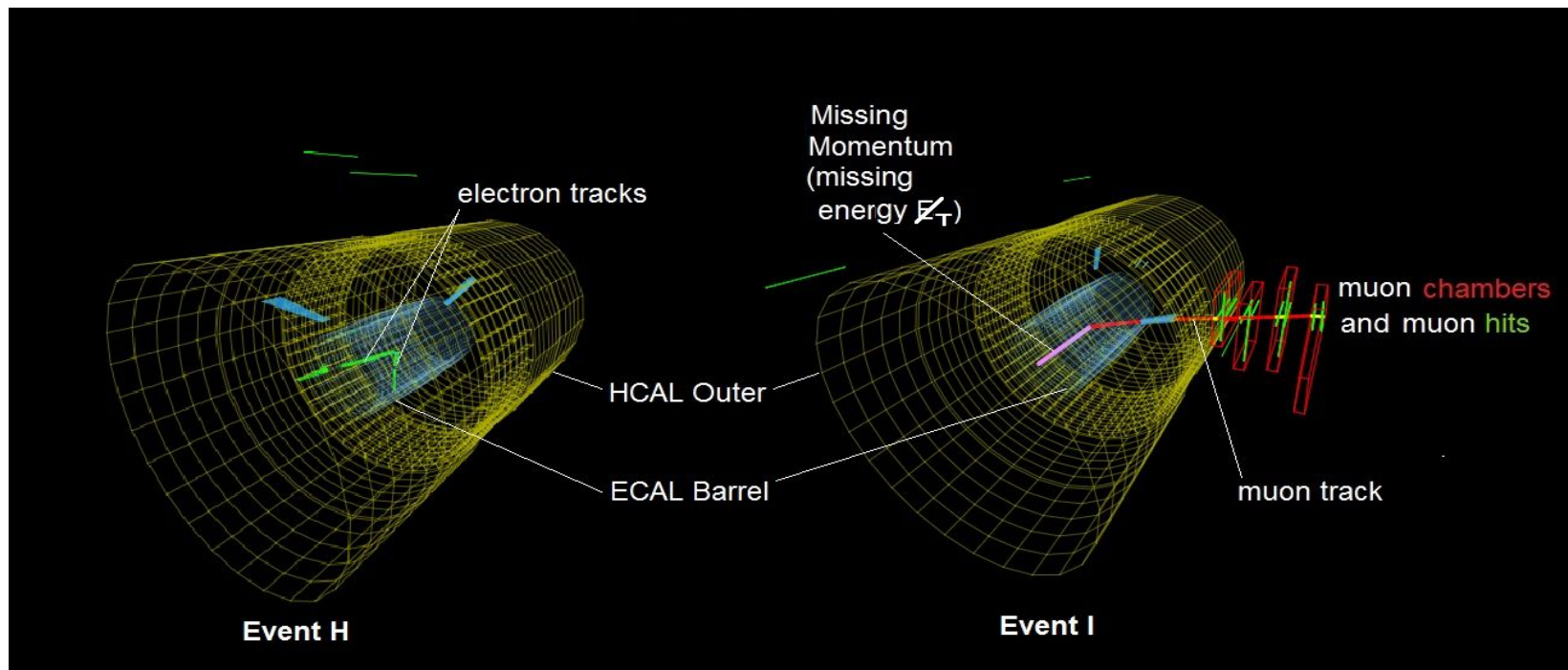


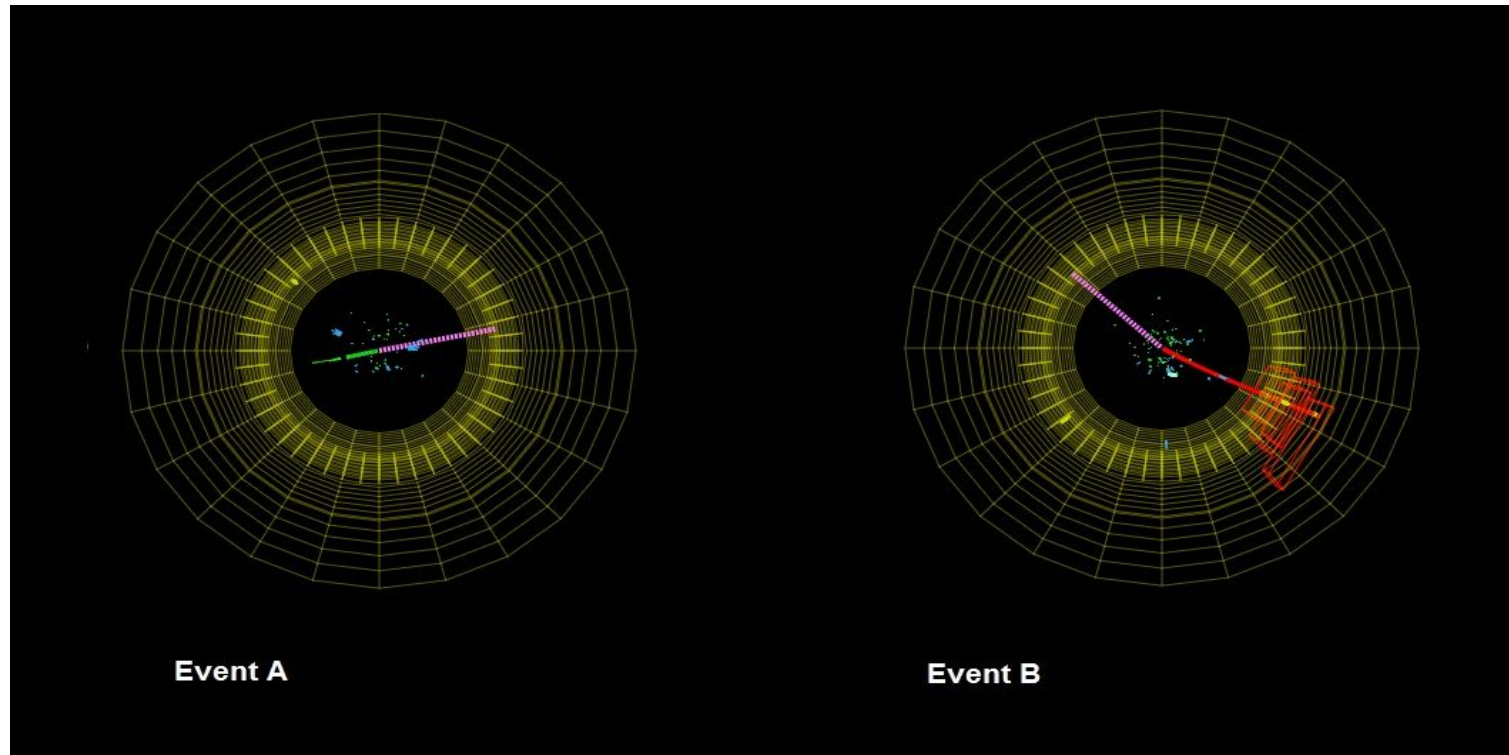
- Sara' vostro compito analizzare gli eventi, cioe' identificarli e scoprire cosa e' accaduto in ogni evento osservando le particelle che escono dalla collisione e identificandole

- Particella carica che si muove in campo magnetico
 - Forza di Lorentz $\mathbf{F} = q\mathbf{v} \times \mathbf{B}$
 - F = forza
 - q = carica
 - v = velocità
 - B = campo magnetico
 - \times → prodotto vettoriale



- Dato il campo magnetico generato dal solenoide di CMS, all'**interno** del solenoide:
 - Particella carica positiva → curva in senso orario
 - Particella carica negativa → curva in senso antiorario
- All'**esterno** del solenoide
 - Particella carica positiva → curva in senso anti orario
 - Particella carica negativa → curva in senso orario





- $W \rightarrow e \nu$ (1 elettrone e 1 neutrino)
- $W \rightarrow \mu \nu$
- $W \rightarrow \tau \nu$
- $Z \rightarrow ee$
- $Z \rightarrow \mu\mu$
- $Z \rightarrow \tau\tau$

- Le cariche si conservano:
 - Il bosone W e' carico: $W^+ \rightarrow e^+ \nu$
 - Il bosone Z e' neutro: $Z \rightarrow e^+ e^-$
 - Il bosone di Higgs e' neutro: $H \rightarrow Z Z \rightarrow e^+ e^- \mu^+ \mu^-$

- Ognuno di voi ha il suo insieme di “eventi” da analizzare (sono tutti diversi!)
- Abbiamo circa un’ora di tempo per completare l’esercizio
- Alle 17:00 ci ritroviamo insieme ai vostri compagni tutti insieme per discutere i risultati
 - Come facciamo di solito → come una conferenza!

Choose your Masterclass
Serbia-SS-2022
Vilnius-02Dec2022
Milano-22Feb2023
LAMAP-Dec2022
Sofia-16Jan2023
Belgrade-FF-2023
TestEvents-01Jan2022
SantiagoCampostela_10Feb2023
CERN-ESADE-14Feb2023
CERN-ESADE-07Feb2023
CERN-13Feb2023
CERN-24Feb2023
CERN-28Feb2023
CERN-03Mar2023
CERN-04Mar2023
CERN-09Mar2023
CERN-13Mar2023
CERN-16Mar2023
CERN-21Mar2023
CERN-22Mar2023
CERN-24Mar2023
CERN-28Mar2023
CERN-30Mar2023
CERN-IDWGS-10Feb2023

Choose your location
Milano2022Squadra1
Milano2022Squadra2

Choose your data file
100.1
100.11
100.12
100.13
100.14
100.15
100.16
100.17
100.18
100.19
100.2
100.21
100.22
100.23
100.24
100.25
100.26
100.27
100.28
100.29
100.3
100.31
100.32
100.33
100.34

Selezionare il gruppo

Selezionare il giorno corretto

- Pagina CIMA (CMS Instrument for Masterclass Analysys)

- <https://www.i2u2.org/elab/cms/cima-wzh/>

- Questi sono i 2 gruppi

- Ognuno di voi ha accesso ad 1 file di dati

- Ve l'abbiamo assegnato noi

- **Suddivisione studenti in gruppi**

- <http://cern.ch/go/Oj8V>

Gruppo A				Gruppo B			
	Istituto Maria Ausiliatrice - Milano			Liceo scientifico F. Lussana di Bergamo			
	Istituto Santa, Bergamo			Liceo Melchiorre Gioia - Piacenza			
	Liceo M. G. Agnesi Merate (LC)			Liceo scientifico Lorenzo Mascheroni			
	Liceo Amaldi, Anzano Lombardo			IBS Maxwell (Liceo Scientifico - Scienze applicate) - Milano			
	Liceo e Istituto tecnico Bruno Levi, Bollate			Liceo Scientifico Statale Elio Vittorini			
1	Umberto Del Bianco	100.1	Milano2022Squadra1	Filippo Fumagalli	100.51	Milano2022Squadra2	
2	Annalisa Gjolaj	100.11	Milano2022Squadra1	Davide Previ	100.52	Milano2022Squadra2	
3	Michele Lino Grasso	100.12	Milano2022Squadra1	Andrea Zucchini	100.53	Milano2022Squadra2	
4	Niccolò Maria Maistri	100.13	Milano2022Squadra1	elia Agostoni	100.54	Milano2022Squadra2	
5	Paolo Ricotti	100.14	Milano2022Squadra1	Sofia Grumelli	100.55	Milano2022Squadra2	
6	Flavia Taini	100.15	Milano2022Squadra1	caterina mercenaro	100.56	Milano2022Squadra2	
7	INGRID ALBORGHETTI	100.16	Milano2022Squadra1	Anna Peggiani	100.57	Milano2022Squadra2	
8	MARCO BRAVI	100.17	Milano2022Squadra1	Lidia Ferro	100.58	Milano2022Squadra2	
9	ANDREA BRESCCIANI	100.18	Milano2022Squadra1	matia oregoni	100.59	Milano2022Squadra2	
10	BRESCIANI	100.19	Milano2022Squadra1		100.60	Milano2022Squadra2	

Dove inserire i risultati “evento per evento”

Select Event

Event index:

Event number: 25.1-23

Final State

e v μ v
 e e μ μ
 4e 4 μ
 2e 2 μ

Primary State

Charged Particle:

W+ W- W \pm
 Neutral Particle (Z, H)
 Zoo

Enter Mass

GeV/c²

Event index	Event number	Final state	Primary state	Mass
16022	25.1-22	ev	W-	
16021	25.1-21	μ v	W+	
16020	25.1-20	μ μ	neutral	11.09
16019	25.1-19	ev	W-	
16018	25.1-18	μ μ	neutral	9.72
16017	25.1-17	μ v	W-	

- Per ogni evento analizzato identificate che tipo di evento sia
- Per evento con più di una particella (e.g. 2 elettroni), si può inserire anche la massa invariante ricostruita
- Quando si compila il modulo in alto, la tabella sottostante si riempie evento per evento

Osservare ed identificare gli eventi

- Click su “event display”



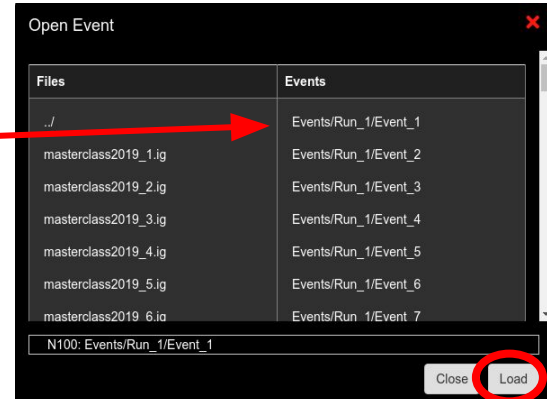
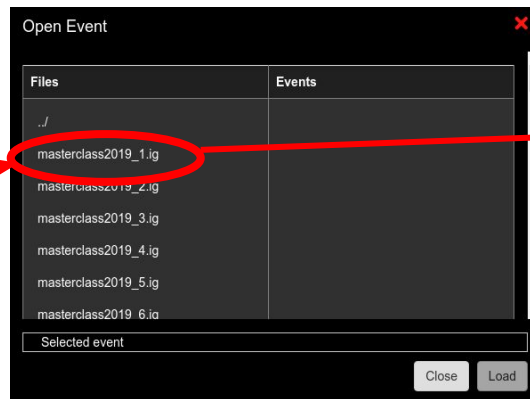
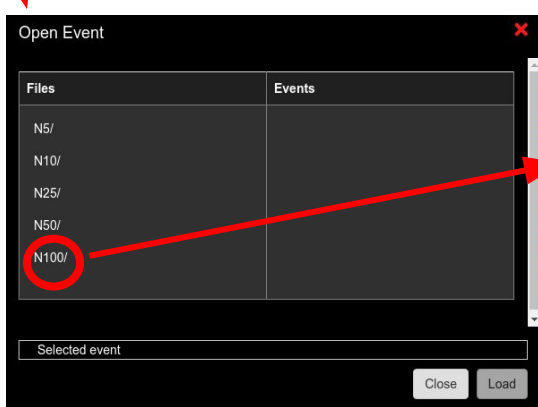
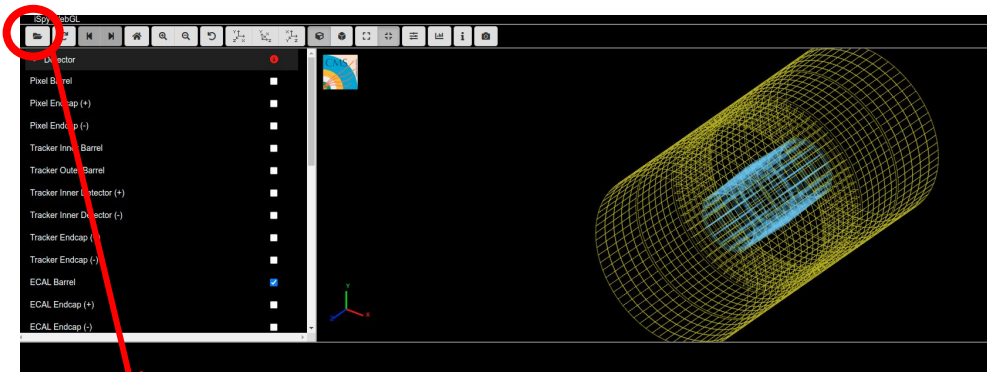
Back Events Table (Group 25.1) Mass Histogram (Pavia2021) Results (Pavia2021) **Event Display**

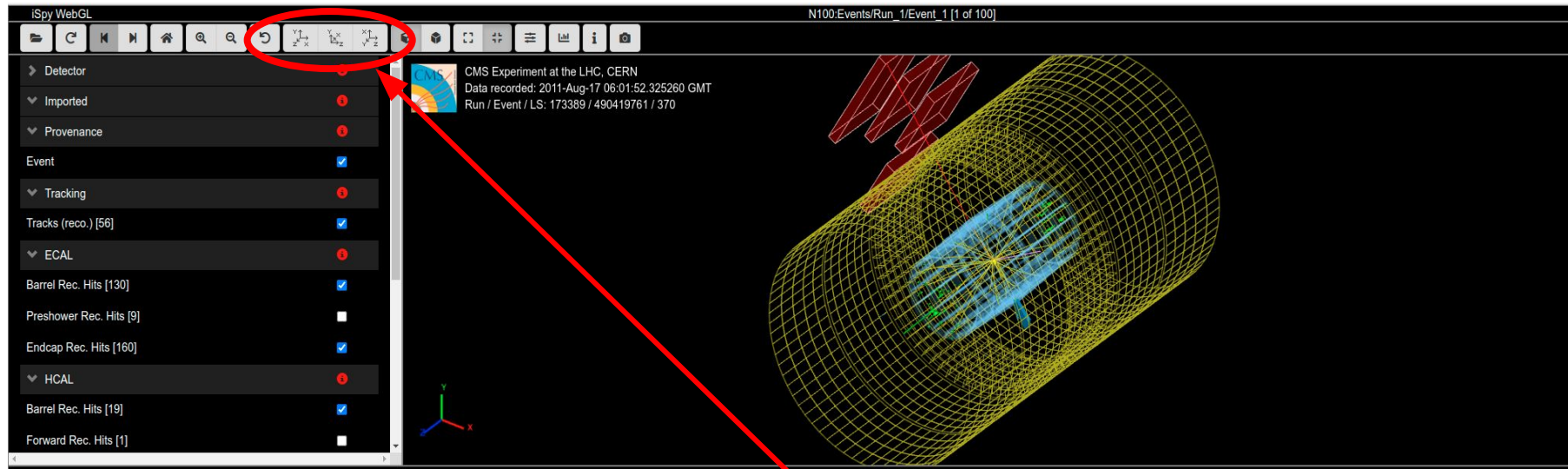
Masterclass: CERN-12Feb2021
Location: Pavia2021
Group: 25.1

Select Event Event index: <input type="text" value="23"/> Event number: 25.1-23	Final State <input type="radio"/> e v <input type="radio"/> μ v <input type="radio"/> e e <input type="radio"/> μ μ <input type="radio"/> 4e <input type="radio"/> 4 μ <input type="radio"/> 2e 2 μ	Primary State Charged Particle: <input type="radio"/> W+ <input type="radio"/> W- <input type="radio"/> W \pm <input type="radio"/> Neutral Particle (Z, H) <input type="radio"/> Zoo	Enter Mass <input type="text" value=""/> GeV/c ² <input type="button" value="Next"/>
--	--	--	---

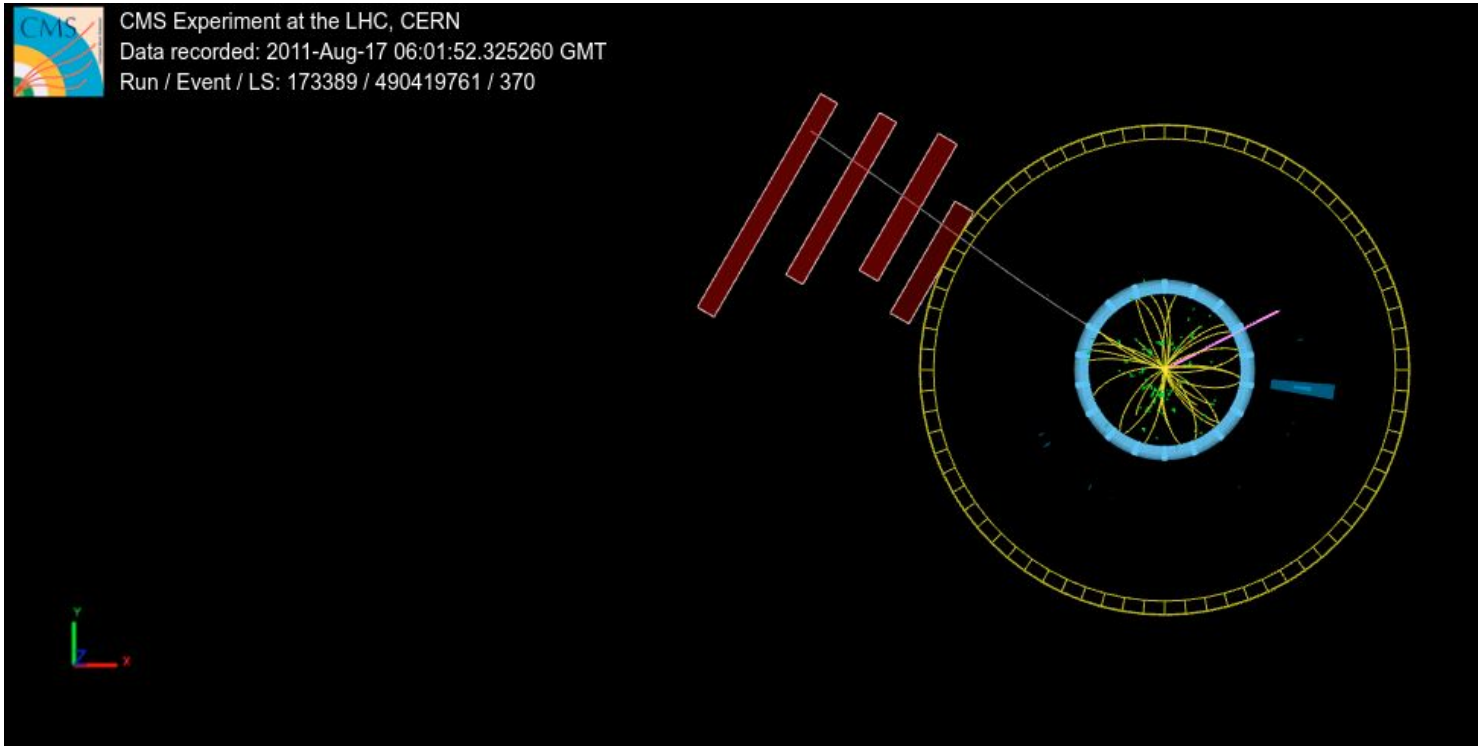
Event index	Event number	Final state	Primary state	Mass
16022	25.1-22	ev	W-	
16021	25.1-21	μ v	W+	
16020	25.1-20	μ μ	neutral	11.09
16019	25.1-19	ev	W-	
16018	25.1-18	...	neutral	11.73

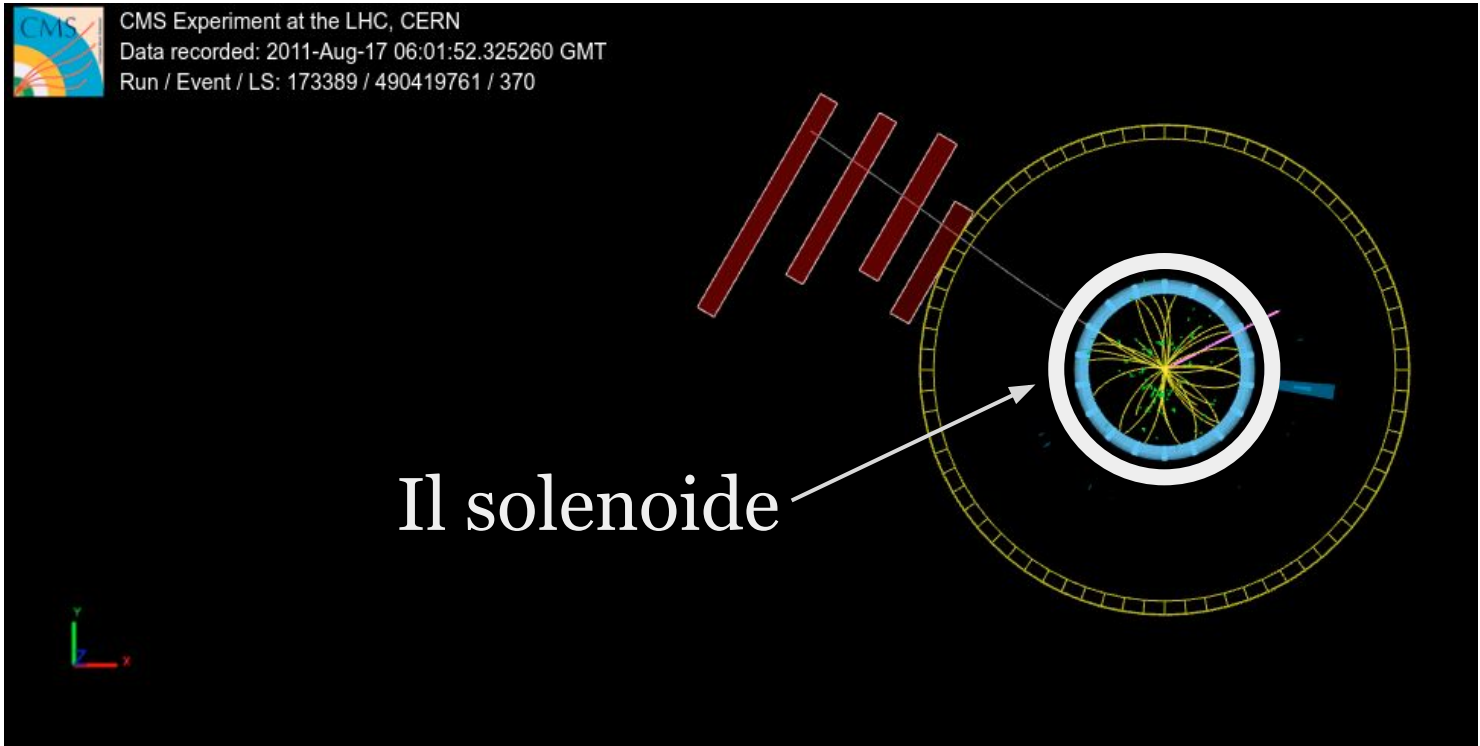
- Selezionare il file voluto: il numero che compariva sulla prima pagina web
- Selezionare il primo evento e poi “load”



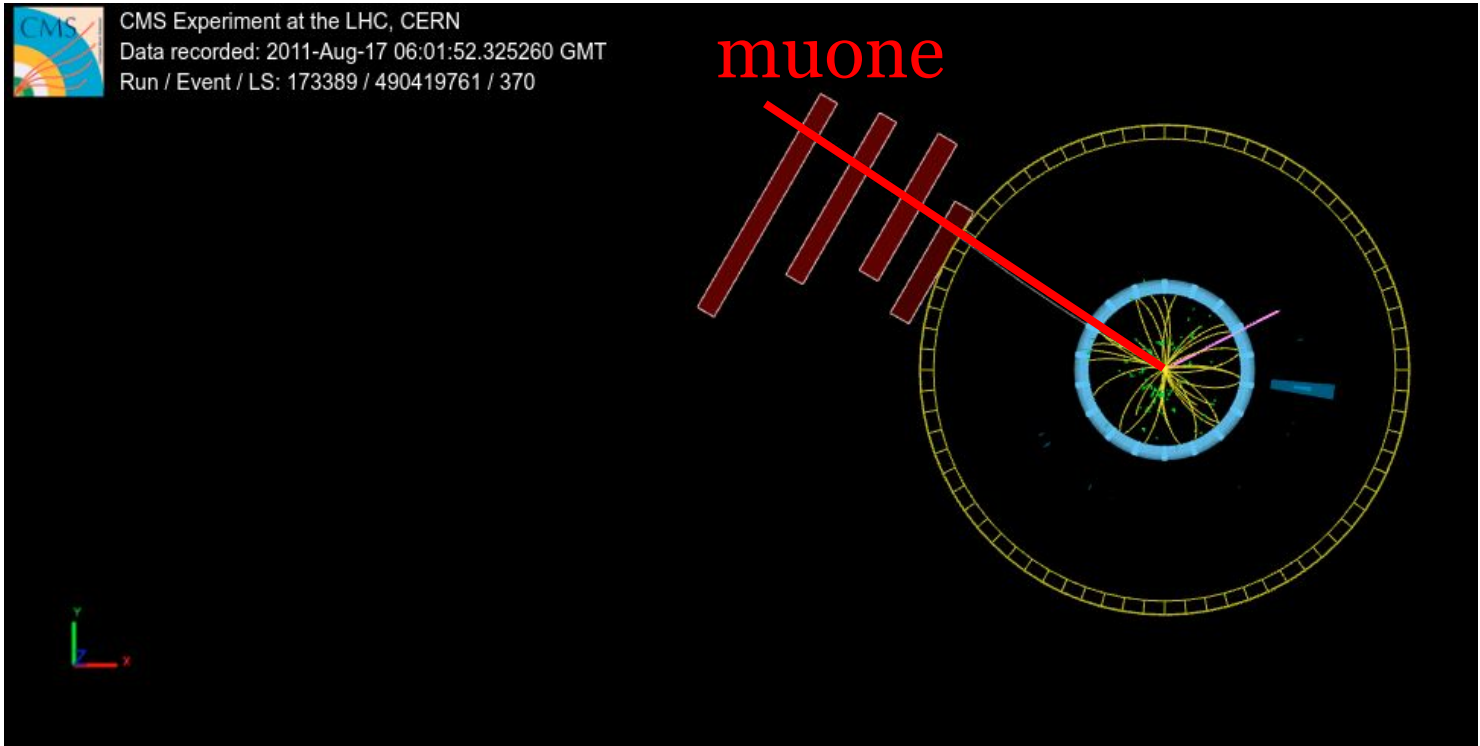


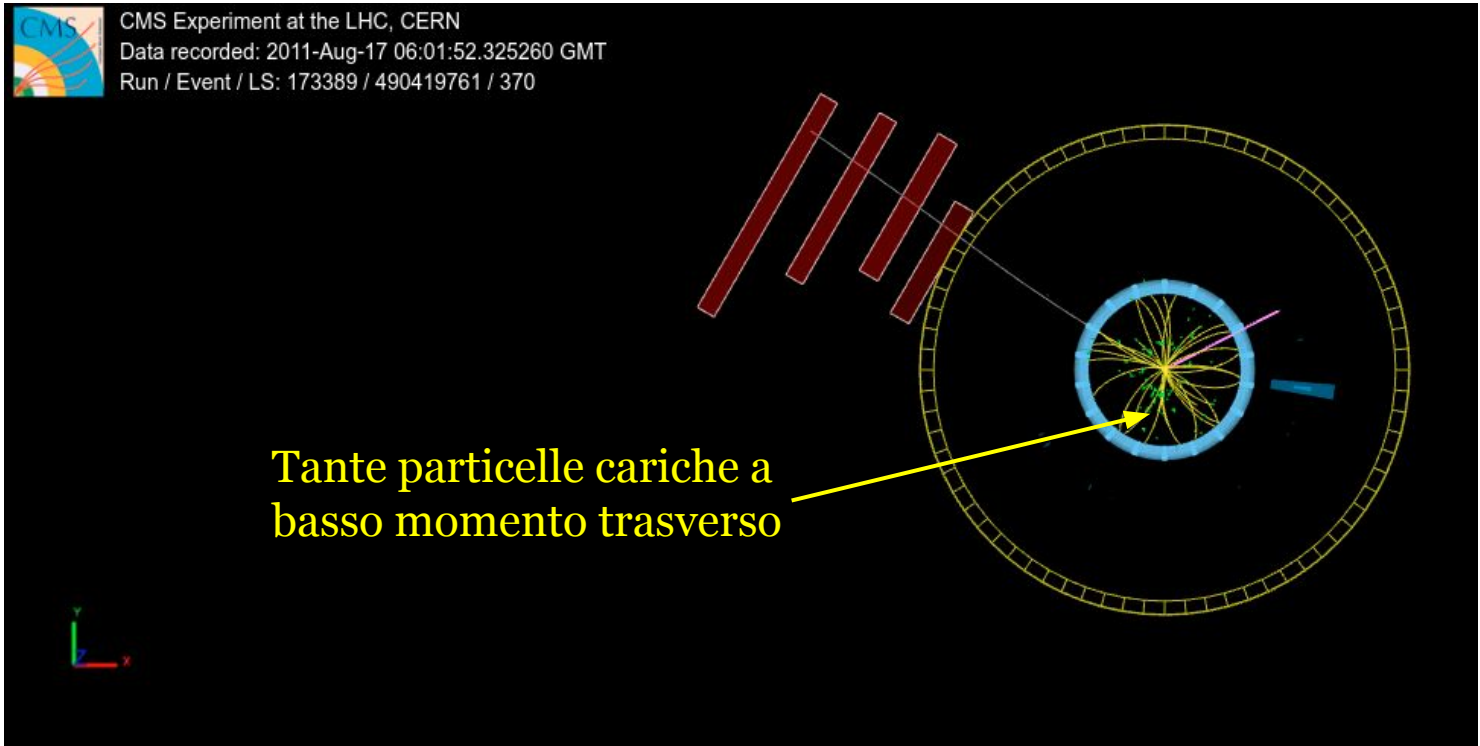
- Questo è un vero (!) evento di CMS
- Si può cambiare la visuale, attivare la visualizzazione di vari rivelatori, ... giocare un po'

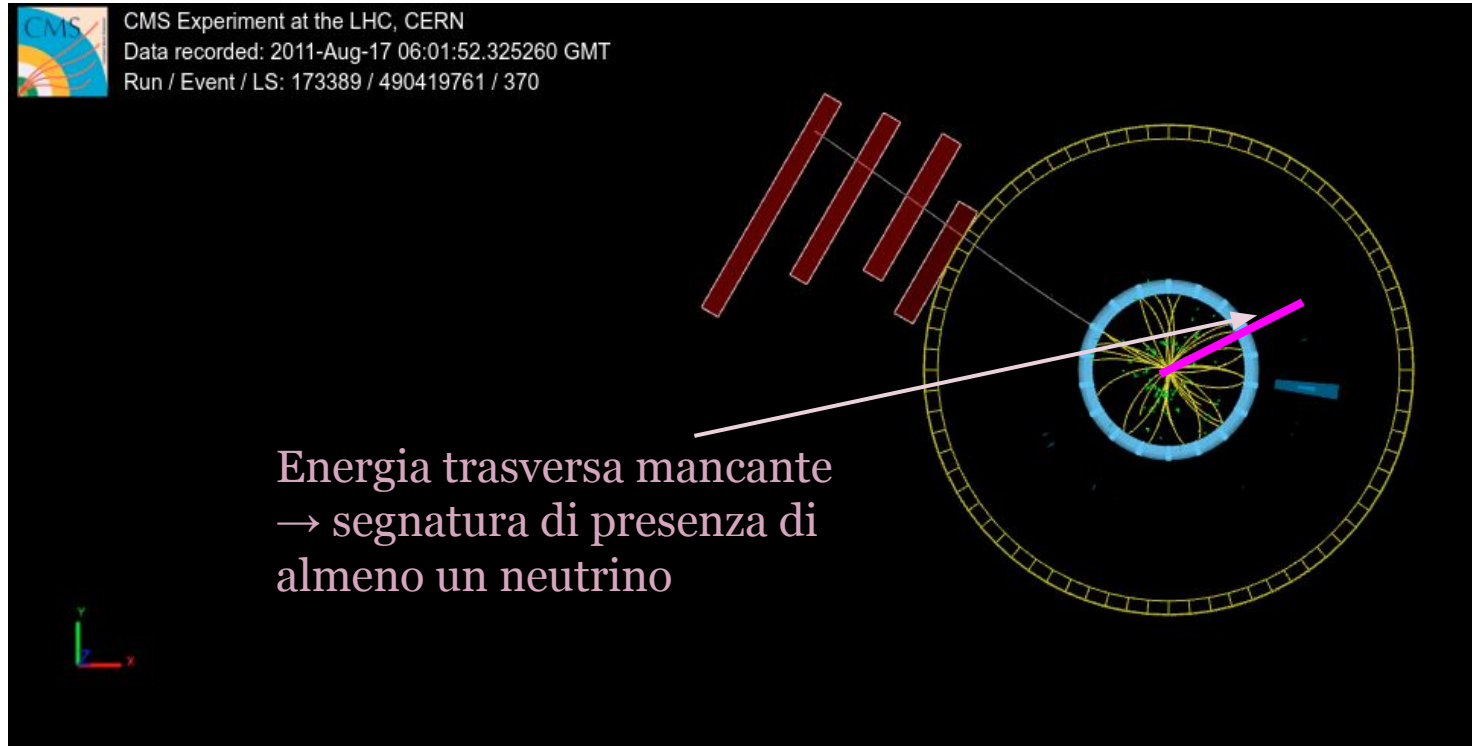


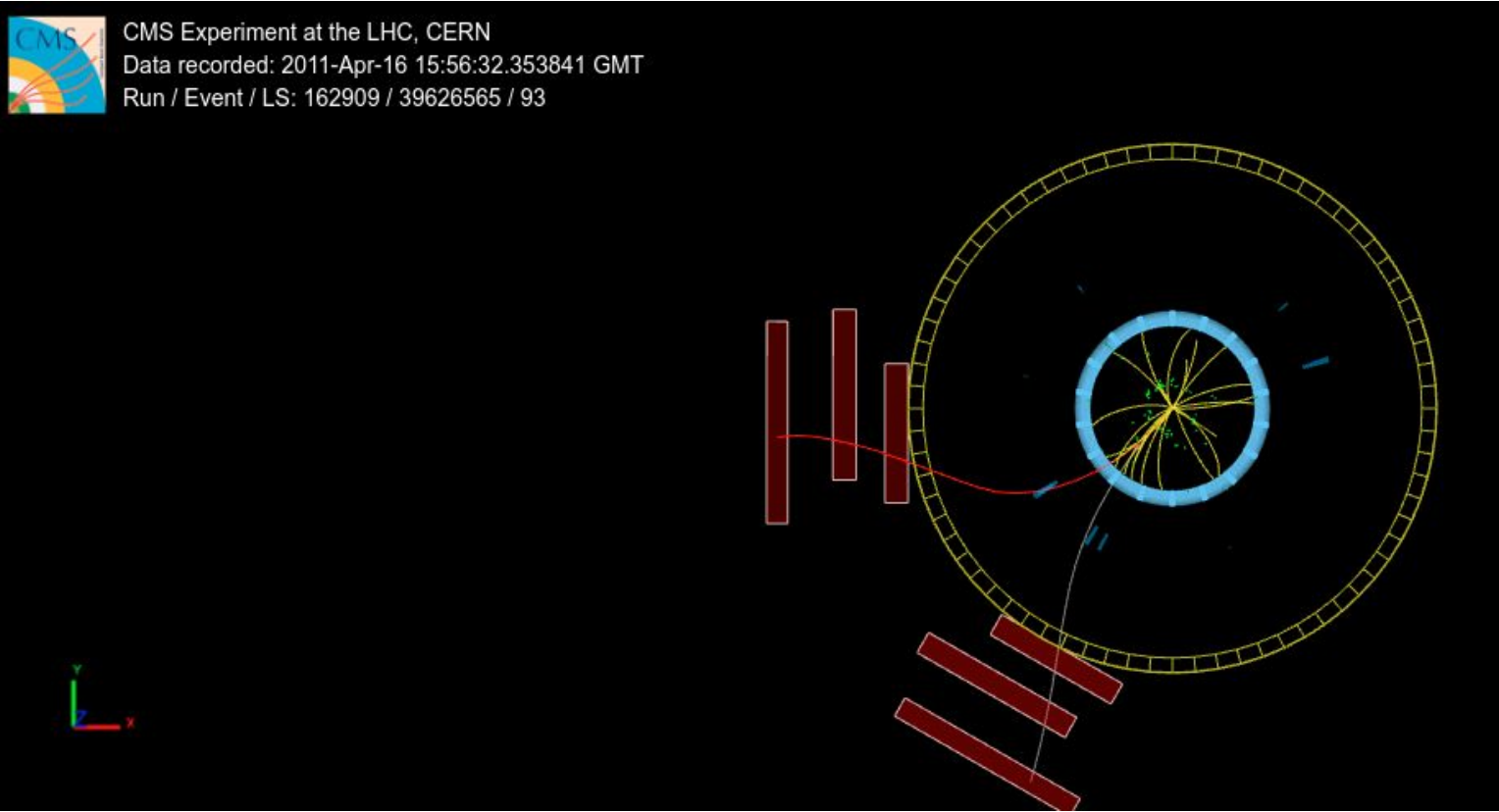


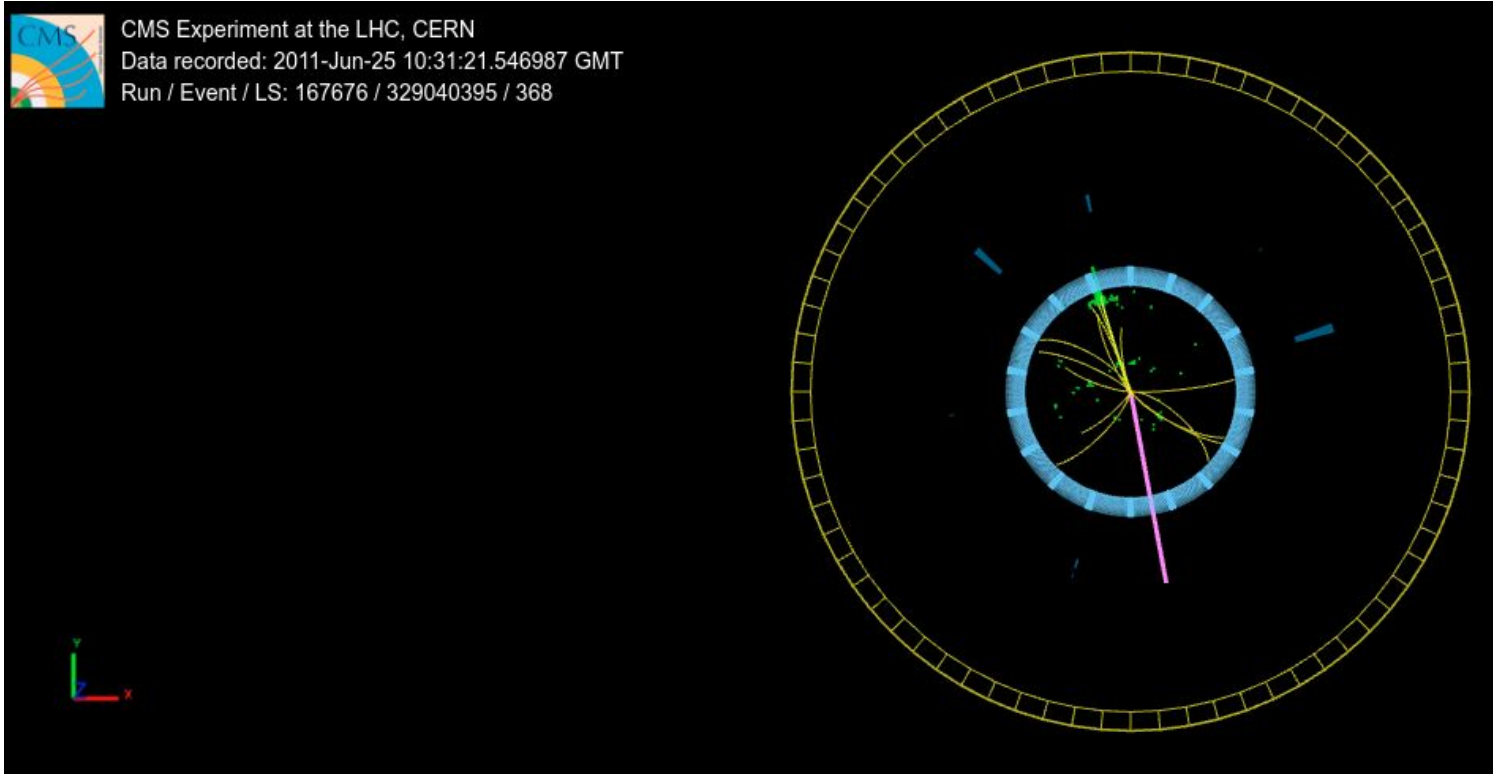


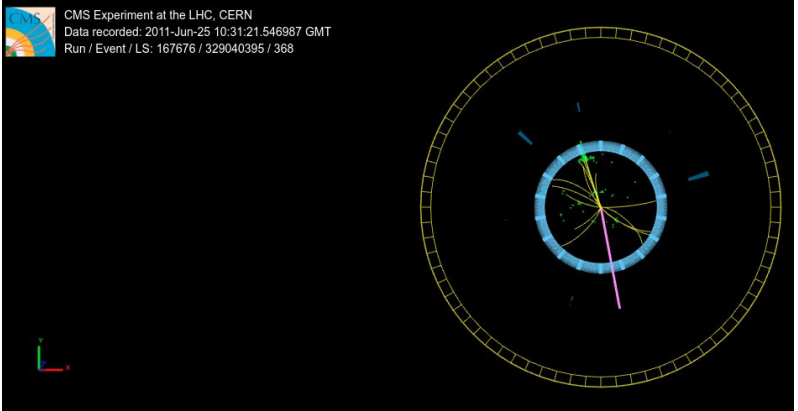




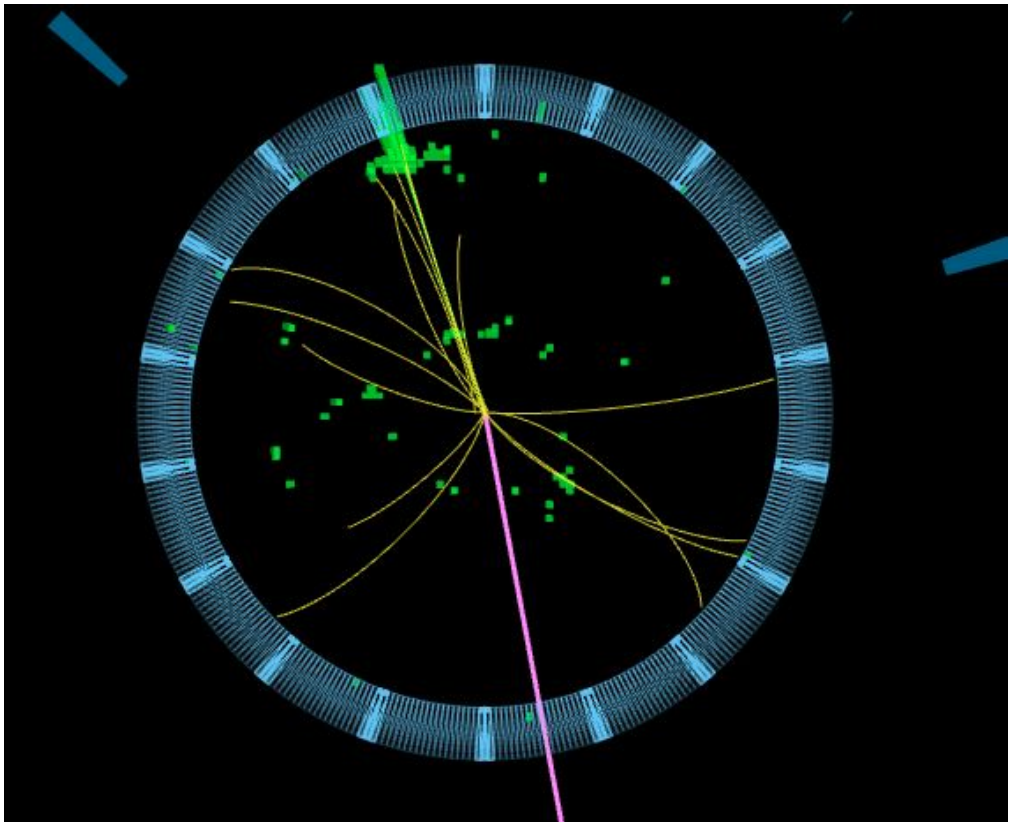


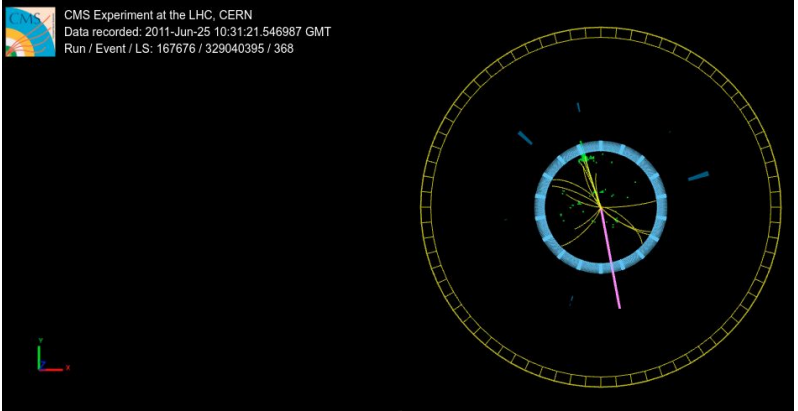




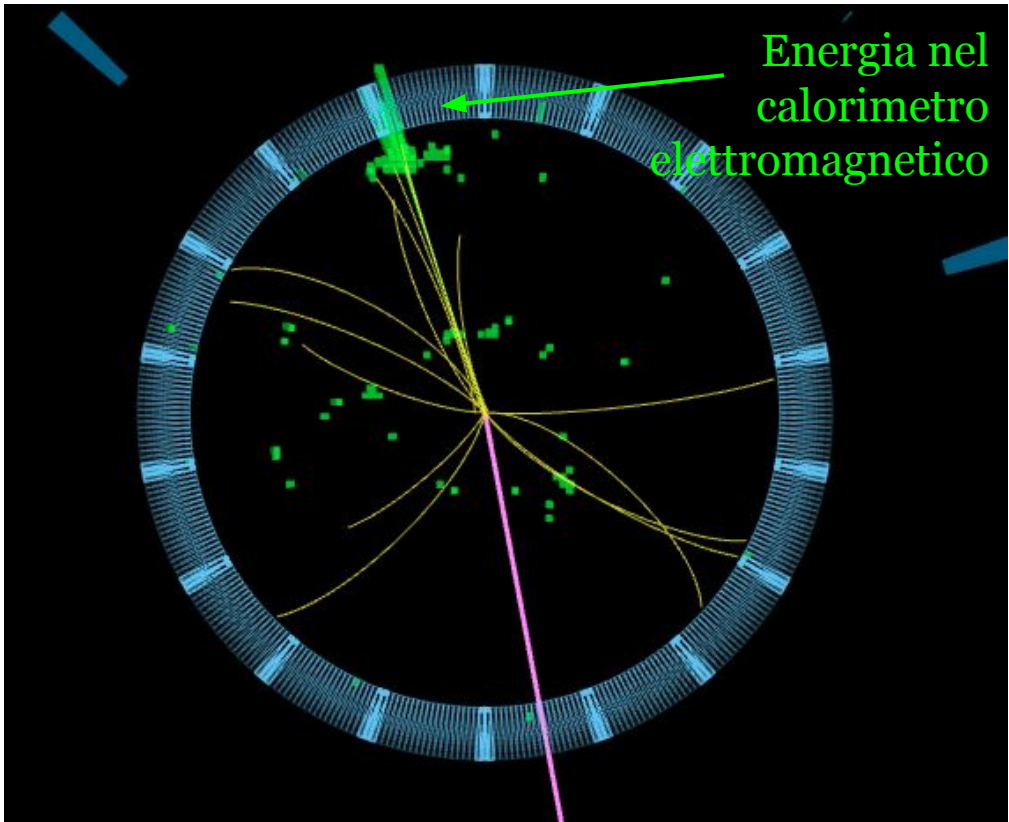


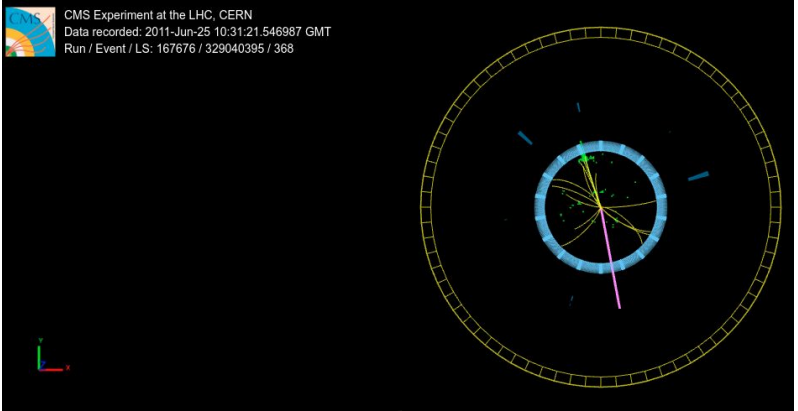
zoom



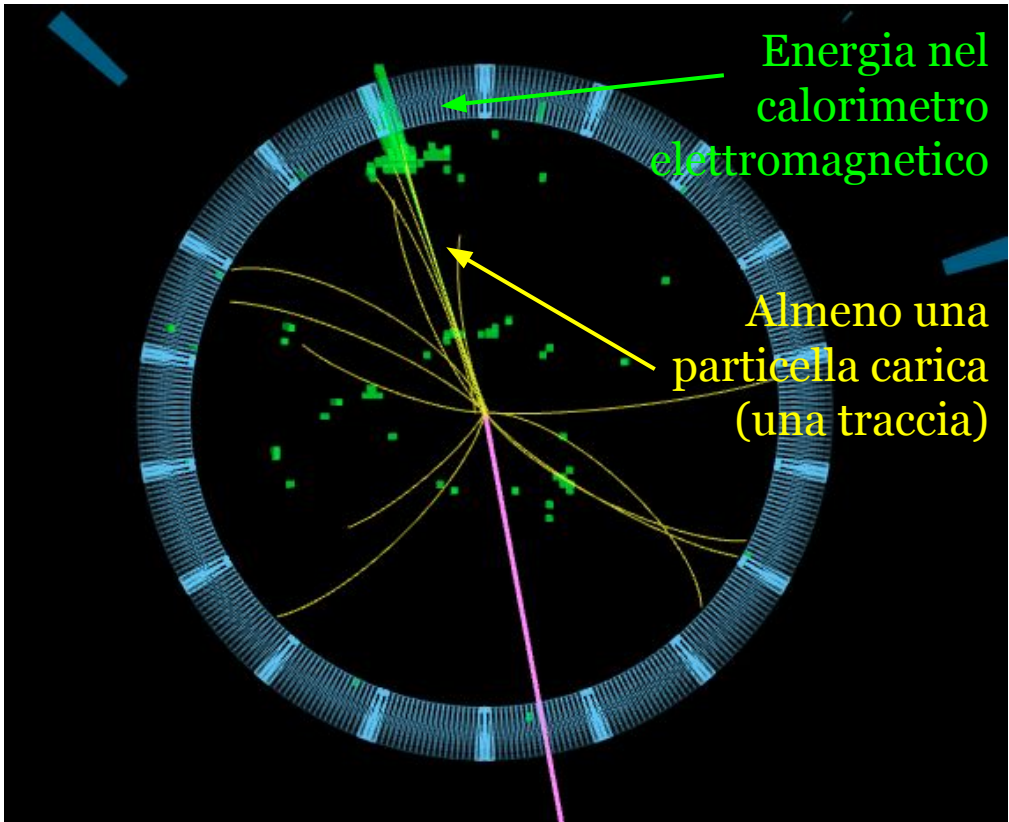


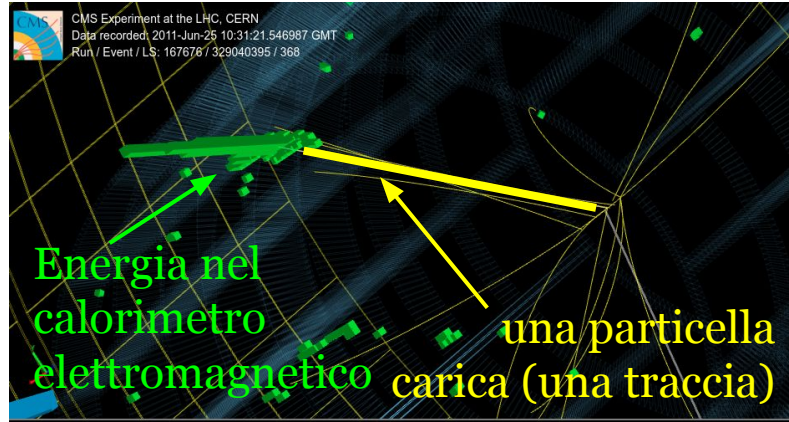
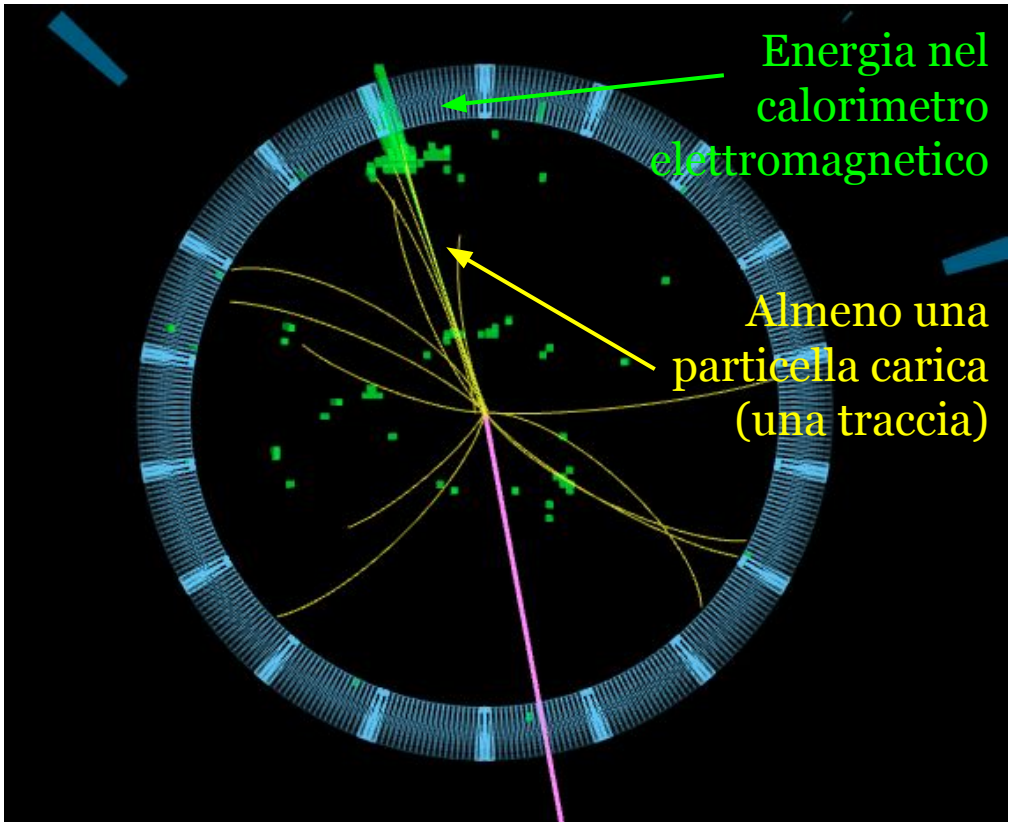
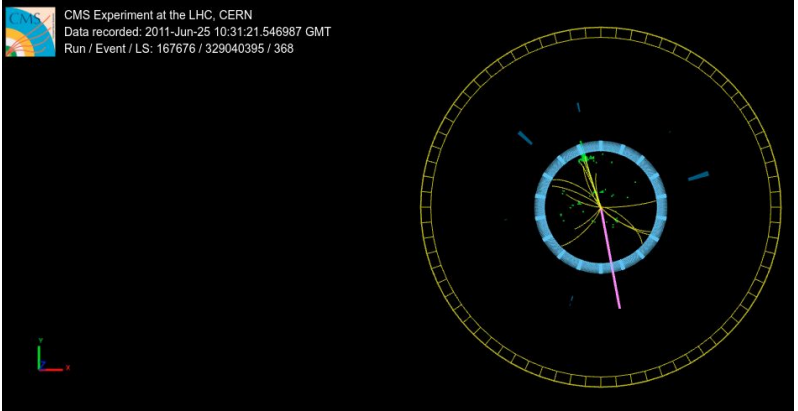
zoom



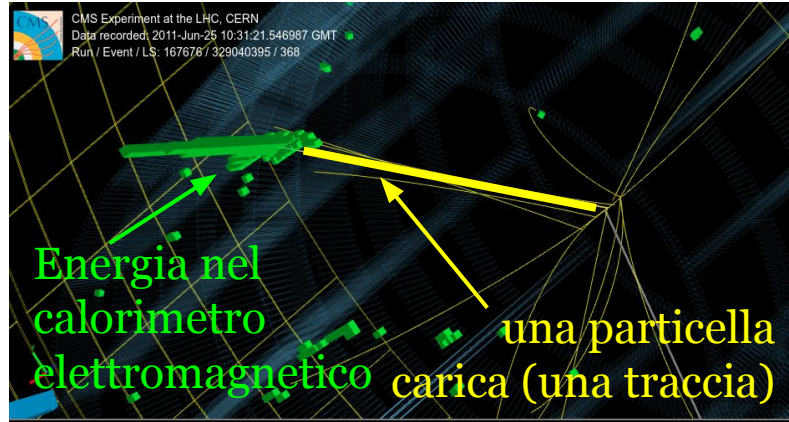
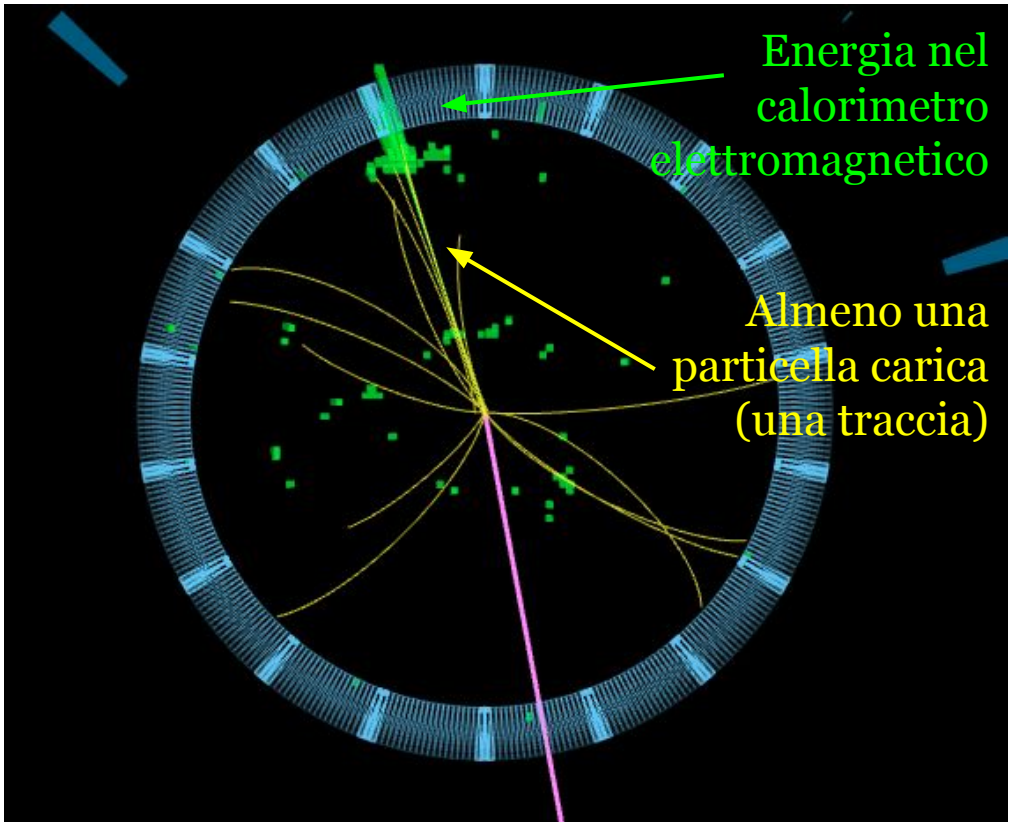
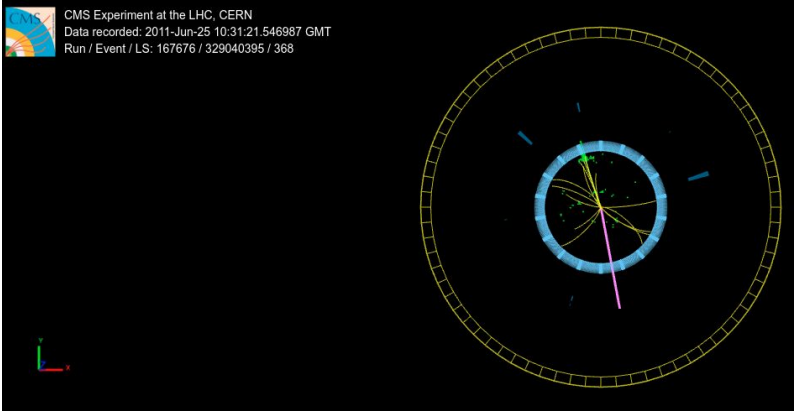


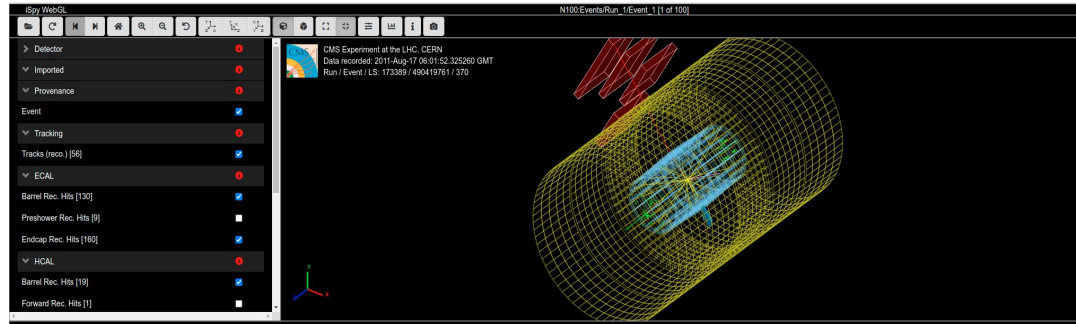
zoom





1 evento con 1 elettrone



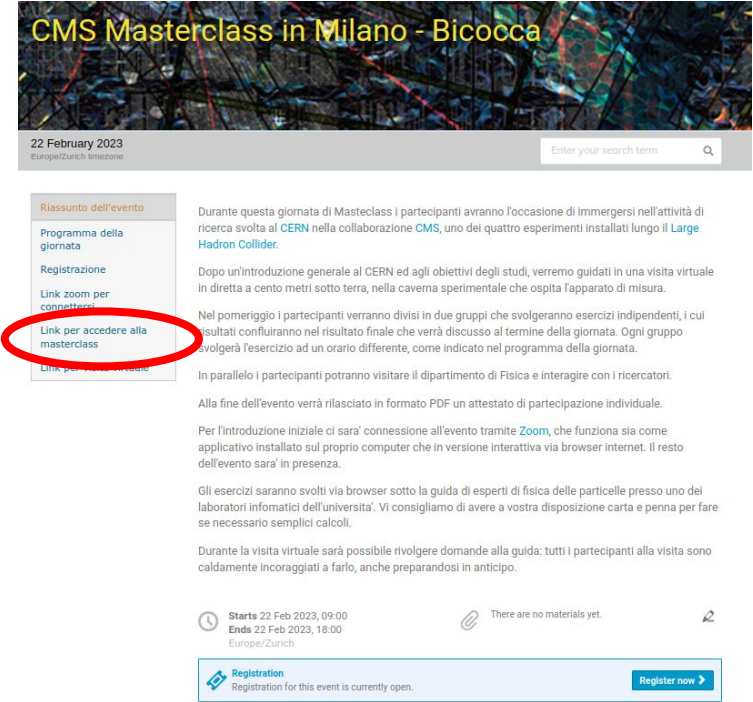


- Se selezionate piu' di una particella (e.g. due muoni) e **premete il tasto “M” della tastiera**, potete ottenere la “massa invariante del sistema di particelle” → da inserire nella tabella della prima pagina se si identificano eventi ee , $\mu\mu$, $e\mu\mu$, $4e$, 4μ

<p>Select Event</p> <p>Event index: <input type="text" value="23"/></p> <p>Event number: 25.1-23</p>	<p>Final State</p> <p> <input type="radio"/> e v <input type="radio"/> μ v <input type="radio"/> e e <input type="radio"/> μ μ <input type="radio"/> 4e <input type="radio"/> 4μ <input type="radio"/> 2e 2μ </p>	<p>Primary State</p> <p>Charged Particle:</p> <p> <input type="radio"/> W+ <input type="radio"/> W- <input type="radio"/> W\pm <input type="radio"/> Neutral Particle (Z, H) <input type="radio"/> Zoo </p>	<p>Enter Mass</p> <p><input type="text" value=""/> GeV/c²</p> <p><input type="button" value="Next"/></p>
---	---	---	--

Event index	Event number	Final state	Primary state	Mass
16022	25.1-22	ev	W-	
16021	25.1-21	μ v	W+	
16020	25.1-20	$\mu\mu$	neutral	11.09
16019	25.1-19	ev	W-	
16018	25.1-18	$\mu\mu$	neutral	9.72
16017	25.1-17	μ v	W-	

- Ricordatevi di chiudere tutti i tab della masterclass una volta concluso il vostro turno
- Gruppi e file: <http://cern.ch/go/Oj8V>



CMS Masterclass in Milan - Bicocca

22 February 2023
Europe/Zurich

Enter your search term

Riassunto dell'evento

Programma della giornata

Registrazione

Link zoom per connettersi

Link per accedere alla masterclass

Link per scaricare

Durante questa giornata di Masterclass i partecipanti avranno l'occasione di immergersi nell'attività di ricerca svolta al CERN nella collaborazione CMS, uno dei quattro esperimenti installati lungo il Large Hadron Collider.

Dopo un'introduzione generale al CERN ed agli obiettivi degli studi, verremo guidati in una visita virtuale in diretta a cento metri sotto terra, nella caverna sperimentale che ospita l'apparato di misura.

Nel pomeriggio i partecipanti verranno divisi in due gruppi che svolgeranno esercizi indipendenti, i cui risultati confluiranno nel risultato finale che verrà discusso al termine della giornata. Ogni gruppo svolgerà l'esercizio ad un orario differente, come indicato nel programma della giornata.

In parallelo i partecipanti potranno visitare il dipartimento di Fisica e interagire con i ricercatori.

Alla fine dell'evento verrà rilasciato in formato PDF un attestato di partecipazione individuale.

Per l'introduzione iniziale ci sarà connessione all'evento tramite Zoom, che funziona sia come applicativo installato sul proprio computer che in versione interattiva via browser internet. Il resto dell'evento sarà in presenza.

Gli esercizi saranno svolti via browser sotto la guida di esperti di fisica delle particelle presso uno dei laboratori informatici dell'università. Vi consigliamo di avere a vostra disposizione carta e penna per fare se necessario semplici calcoli.

Durante la visita virtuale sarà possibile rivolgere domande alla guida: tutti i partecipanti alla visita sono caldamente incoraggiati a farlo, anche preparandosi in anticipo.

Starts 22 Feb 2023, 09:00
Ends 22 Feb 2023, 18:00
Europe/Zurich

There are no materials yet.

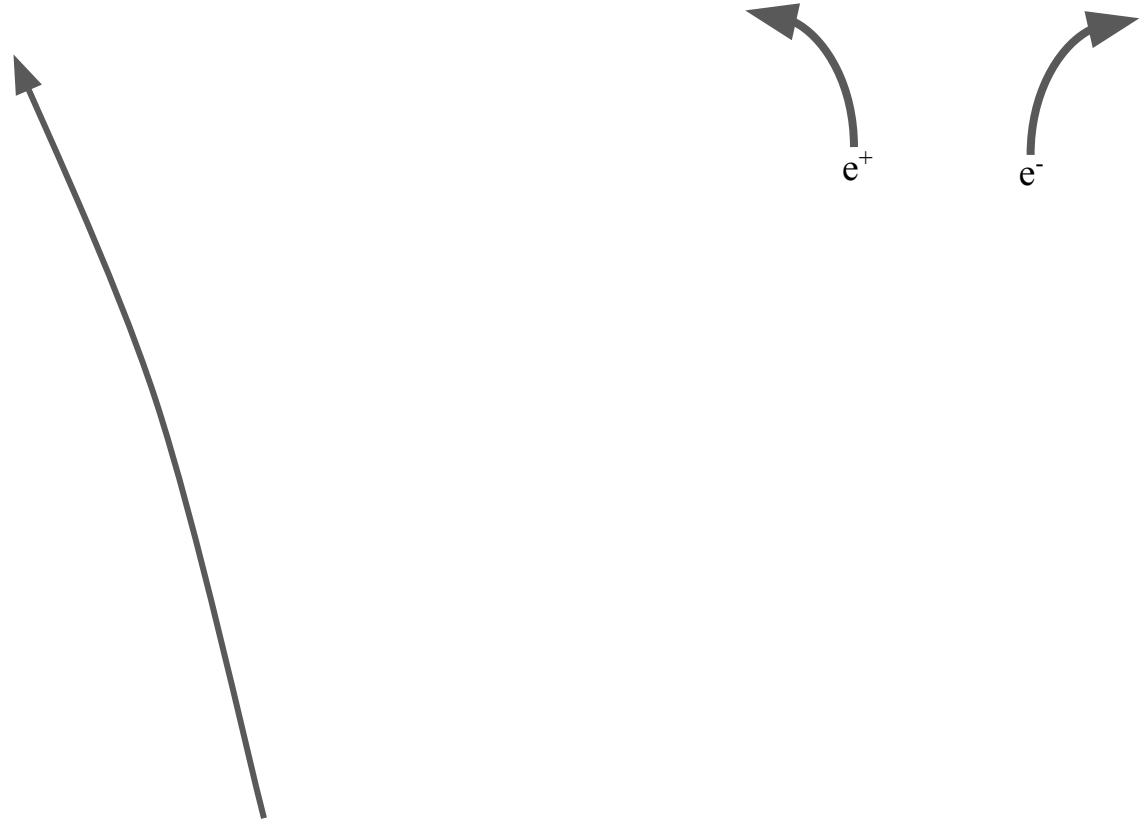
Registration
Registration for this event is currently open. [Register now](#)

pietro.govoni@unimib.it

andrea.massironi@mib.infn.it

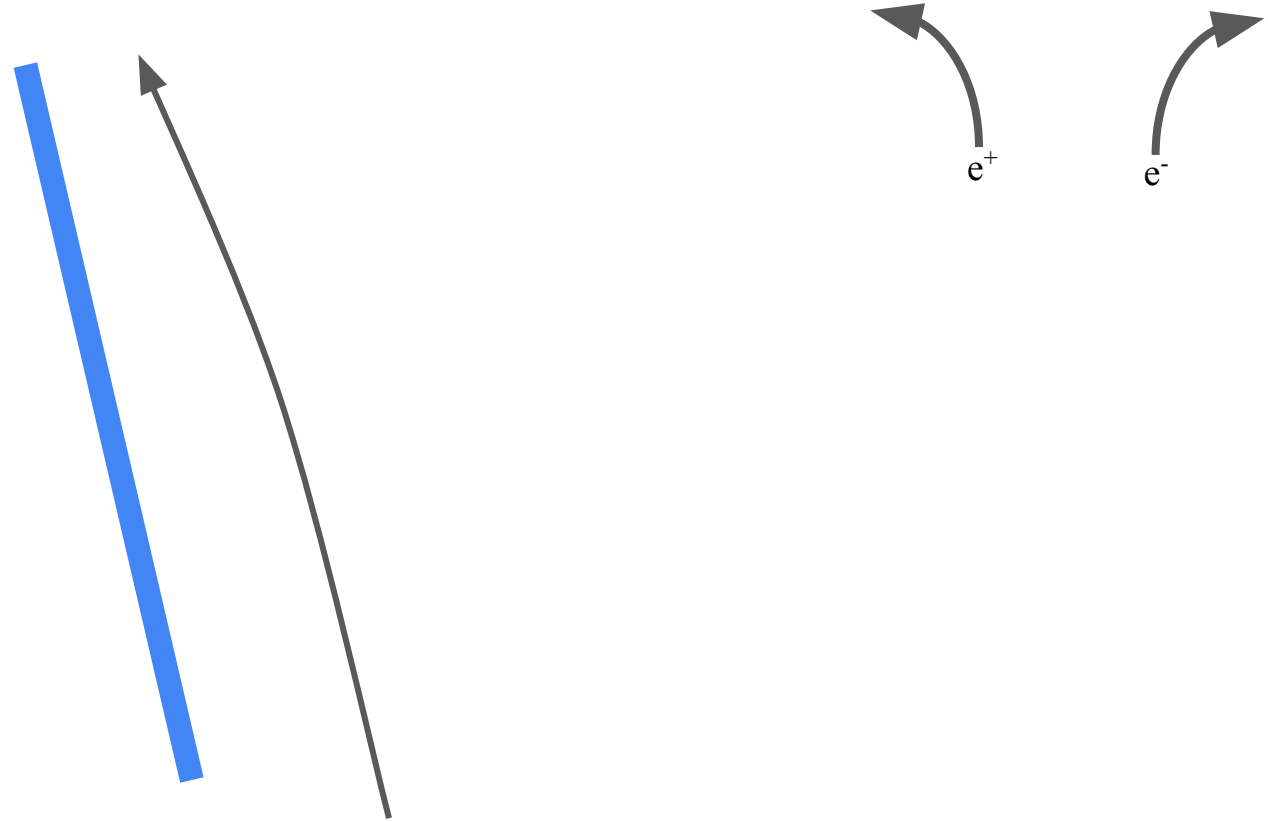
Orario o antiorario?

- Questa traccia curva in senso orario o antiorario?

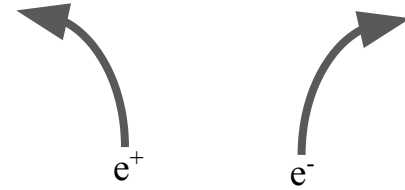
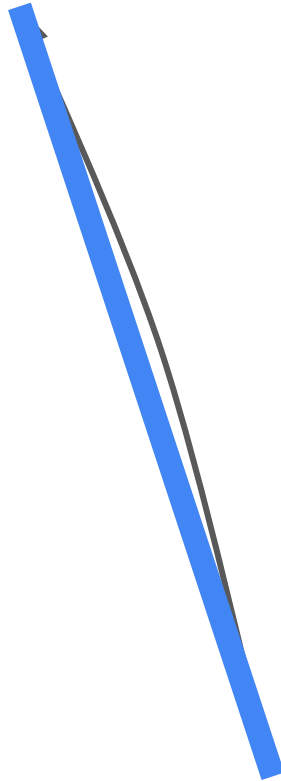


Orario o antiorario?

- Questa traccia curva in senso orario o antiorario?
- Prendo un righello/foglio di carta → so che e' dritto



- Questa traccia curva in senso orario o antiorario?
- Prendo un righello/foglio di carta → so che e' dritto
- Collego due punti della traccia



- Questa traccia curva in senso orario o antiorario?
- Prendo un righello/foglio di carta → so che e' dritto
- Collego due punti della traccia
- Dato che vedo la traccia alla destra del righello, la traccia curva in senso antiorario

