

Introduzione all'esercizio masterclass di LHCb

M. Piccini, INFN – Sezione di Perugia

9 Marzo 2022



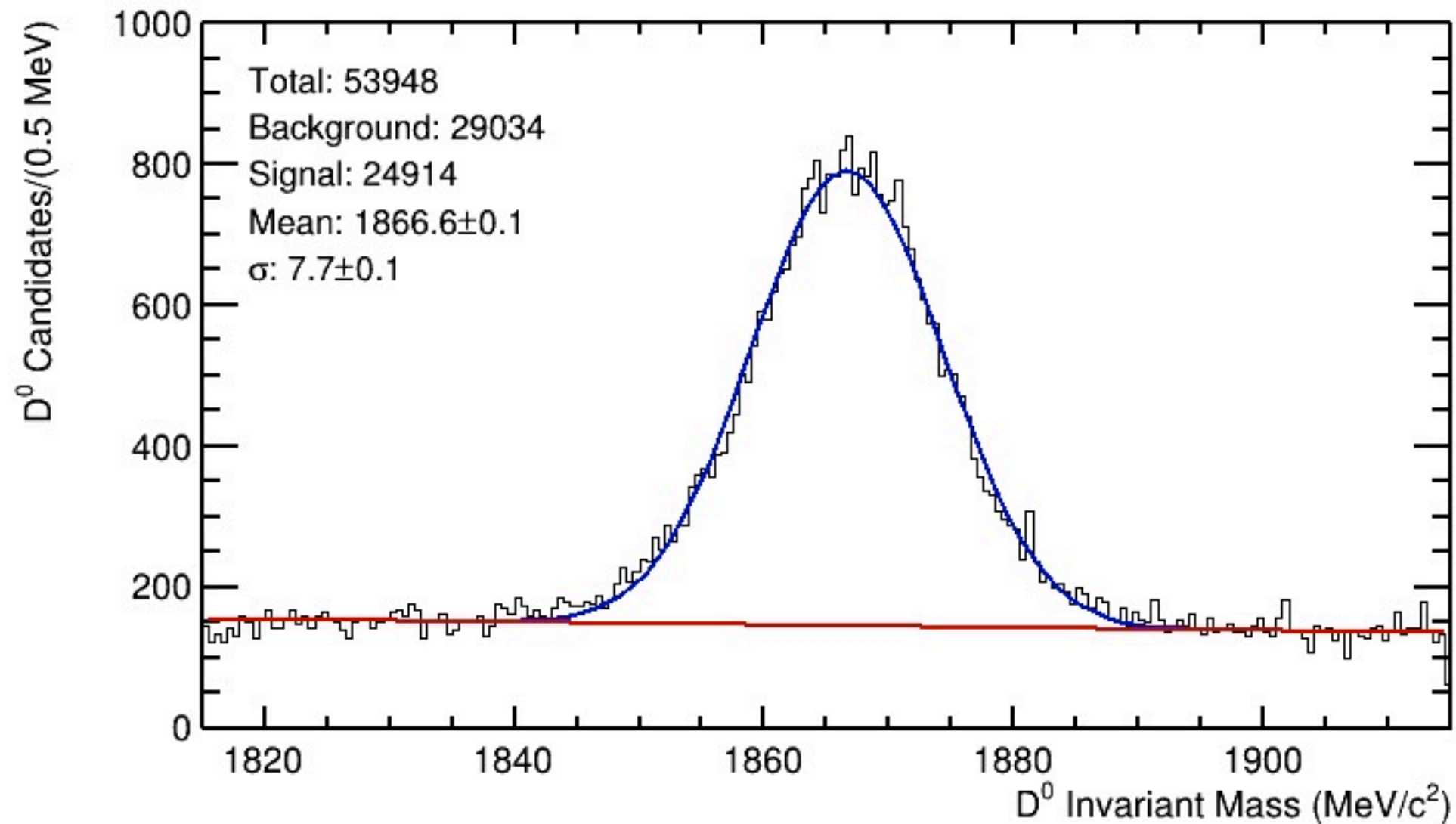
Istituto Nazionale di Fisica Nucleare



Obiettivi dell'esercitazione

- **Permettere di dare uno sguardo ai dati acquisiti a LHCb**
- **Mostrare alcuni aspetti legati all'analisi dei dati riguardanti le particelle elementari prodotte ad LHCb**
- **Mostrare come si usano le funzioni a uno o più parametri per descrivere i dati acquisiti e per ricavare misure relative alle particelle osservate**
- **Introdurre alle problematiche relative alla stima degli errori sistematici nelle misure sperimentali**

Dati per l'esercitazione



Eventi $D^0 \rightarrow K\pi$ acquisiti da LHCb durante la presa dati del 2012

Massa $D^0 = (1864.83 \pm 0.05) \text{ MeV}/c^2$

Vita media $\tau = (0.4101 \pm 0.0015) \text{ ps } (10^{-12} \text{ s})$

Prima parte:

selezione di eventi $D^0 \rightarrow K^- \pi^+$

Ambiente di lavoro

LHCb Masterclass

[About](#)
[Language](#)

Firstname

Mauro

Surname

Piccini

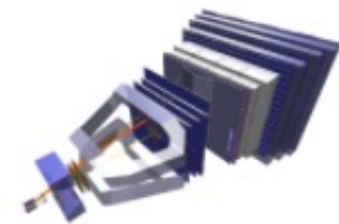
Grade

Tester

Combination

Combination 1

Save



Event Display



D0 Lifetime

Event display:

LHCb Masterclass

[About](#)
[Language](#)

Event Display Exercise

Event handler
event_1_0.json

previous

next

View

Zoom

Detector

Help

View ▾

Auto rotate

Legend

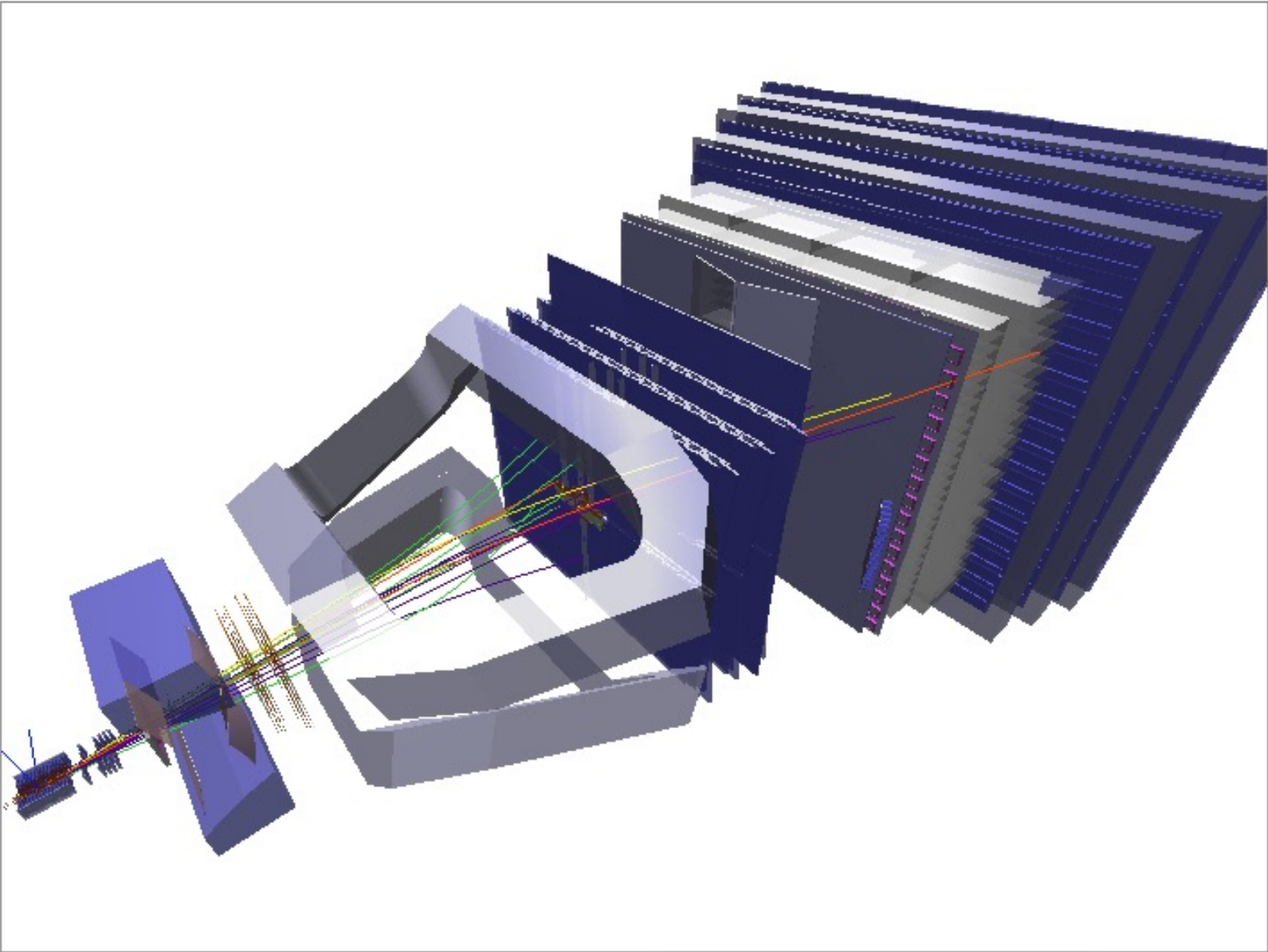
K⁻ —

K⁺ —

pi⁺ —

pi⁻ —

D⁰ —



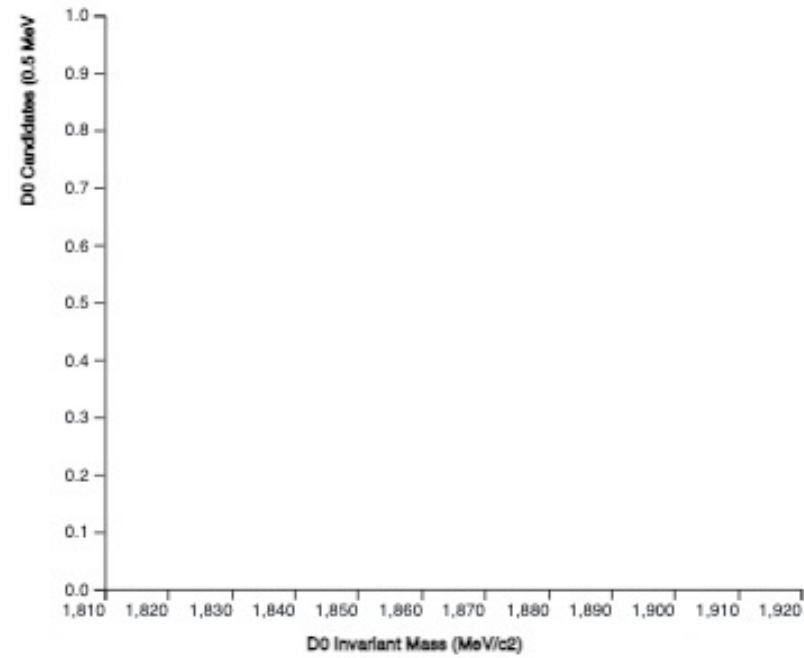
Particle information

E	3340.767	MeV
chi2	1.763	
ipchi2	18390.679	
mass	139.570	MeV/c ²
name	pi-	
ZFstM	169.454	

My particles

Mass

Add



Copyright © 2019 CERN

Conviene fare uno zoom nella regione dove avvengono le collisioni protone-protone e rimuovere il rivelatore

Un evento "facile"

LHCb Masterclass

[About](#)
[Language](#)

Event Display Exercise

Event handler
event_1_21.json

previous

next

View

Zoom


Detector


Help


View ▾


Auto rotate


Legend

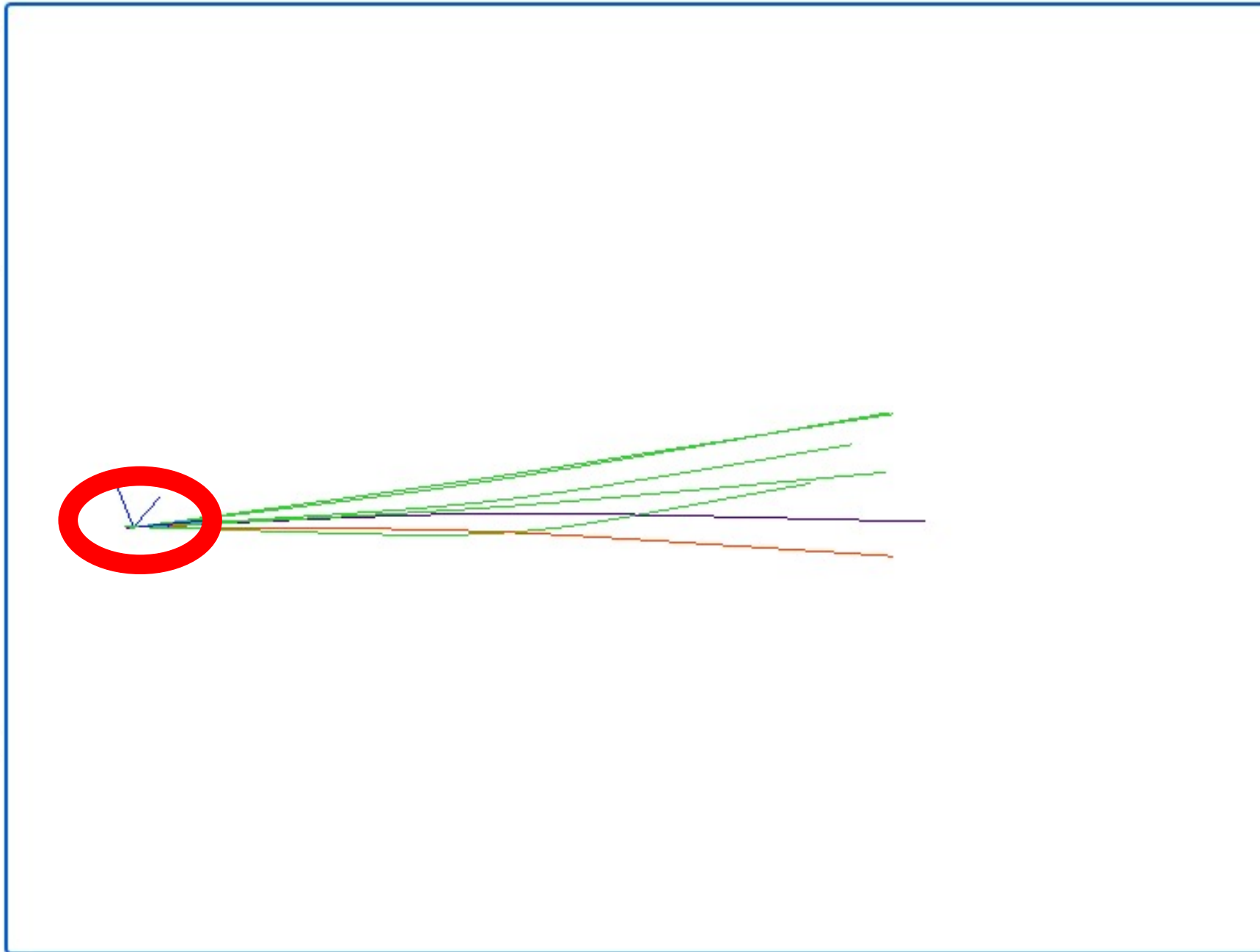
K⁻ 

K⁺ 

pi⁺ 

pi⁻ 

D⁰ 



Particle information

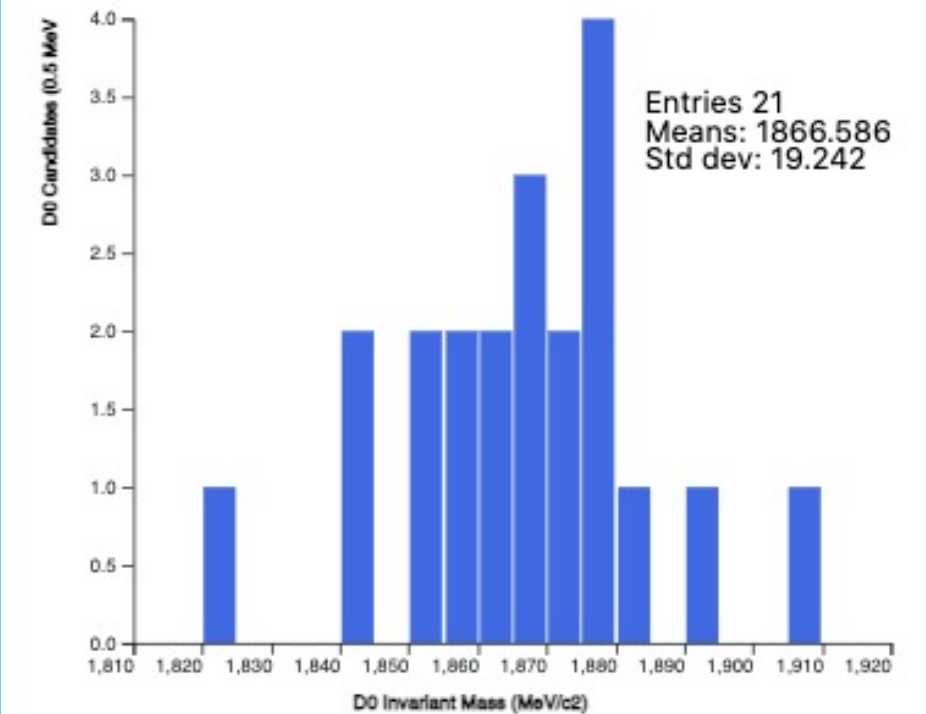
E	MeV
chi2	
ipchi2	MeV/c ²
mass	
name	
ZFstM	

My particles

Mass

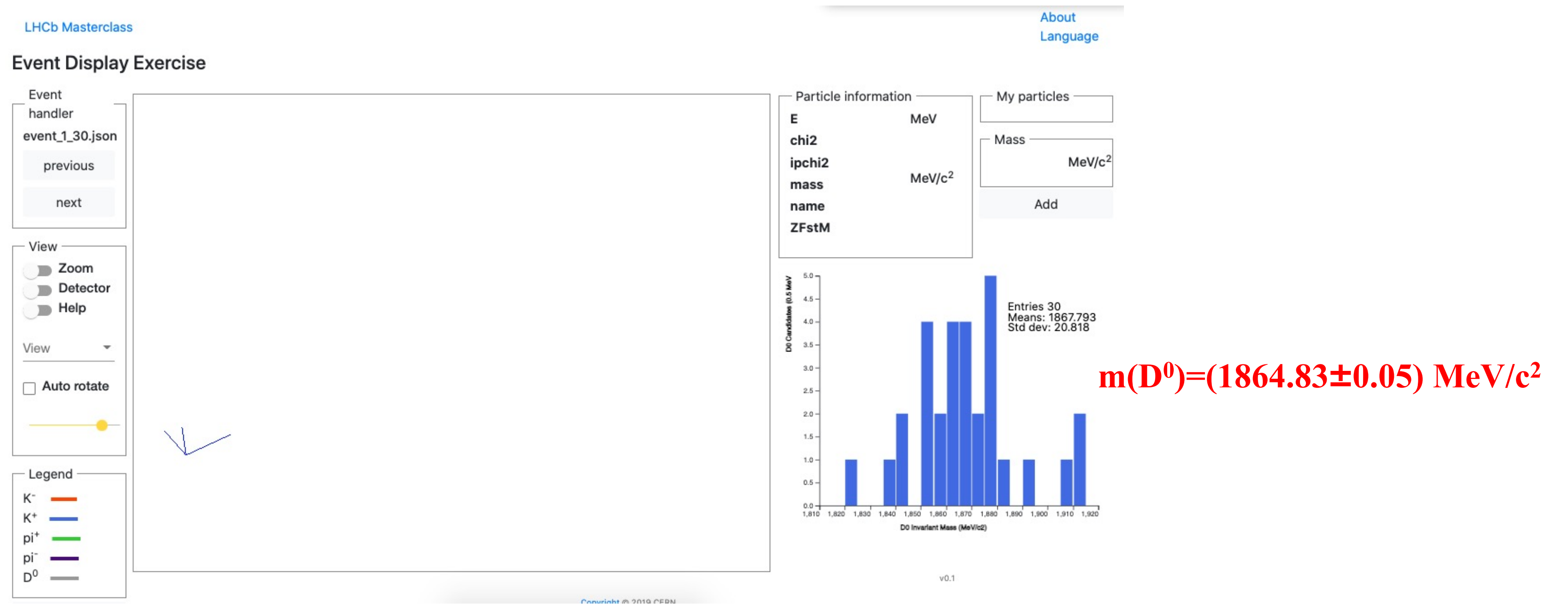
MeV/c²

Add



v0.1

Esempio di istogramma finale



Per ciascun evento identificato si può calcolare la massa della particella che è decaduta per poi inserirla in un istogramma dedicato

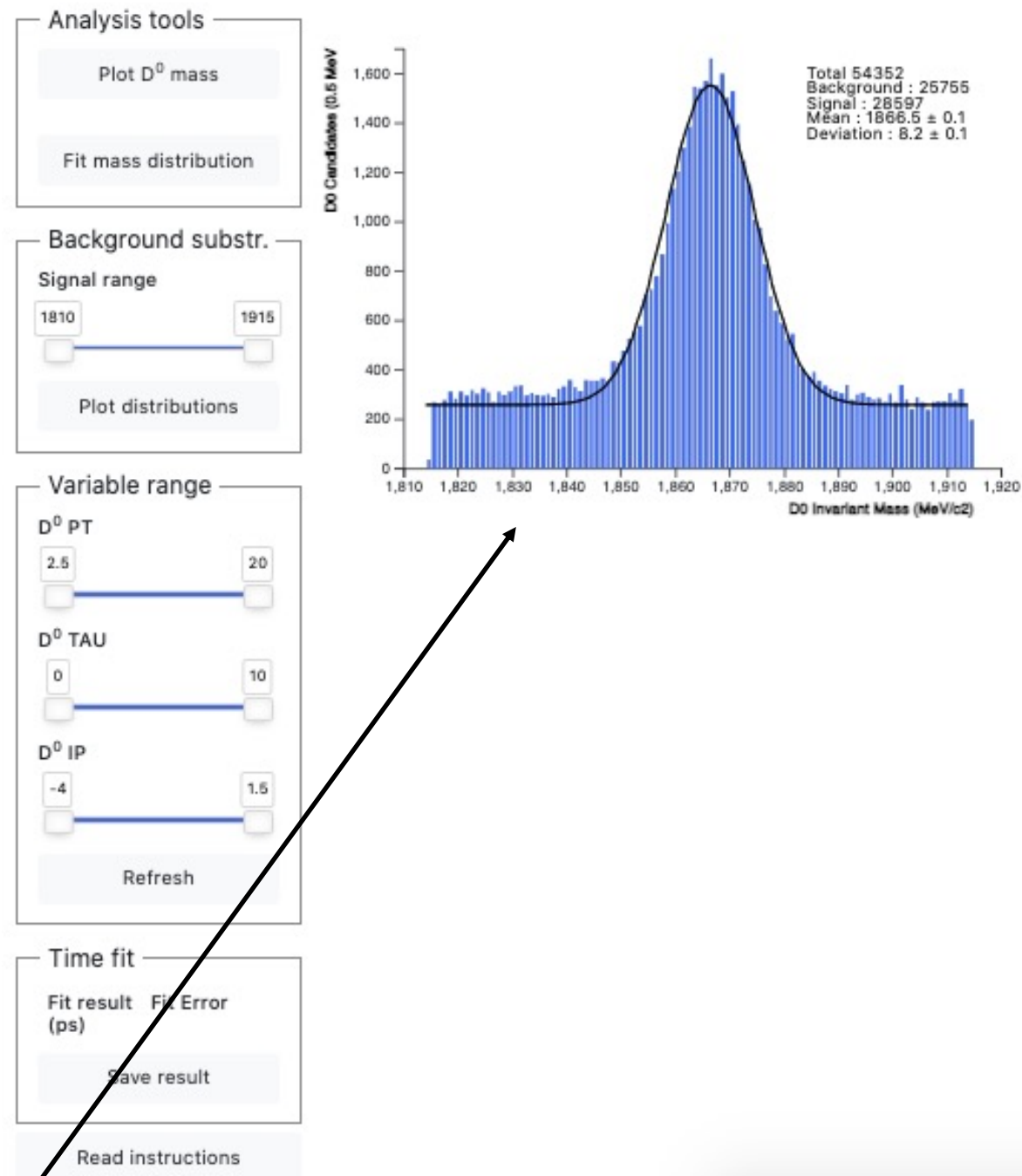
Seconda parte:
misura della vita media del
mesone D^0

$$N(t) = N_0 e^{(-t/\tau)}$$

Interpolazione della massa del mesone D^0

LHCb Masterclass

D^0 lifetime Exercise



Il segnale viene descritto con una distribuzione Gaussiana, il fondo come una semplice costante:

$$N(m) = A e^{-\frac{(m-\bar{m})^2}{2\sigma^2}} + B$$

dove:

\bar{m} = valore atteso (Mean)

σ = varianza, errore (Deviation)

B = fondo (Background)

Si riparte dall'istogramma della massa: identificare la zona di segnale e quella di fondo

Interpolazione della massa del mesone D^0

D^0 lifetime Exercise

Intervallo di massa

Tutti gli eventi all'interno dell'intervallo di massa sono considerati segnale e rappresentati in blu

Tutti gli eventi all'esterno dell'intervallo di massa sono considerati fondo e rappresentati in rosso

Analysis tools

- Plot D^0 mass
- Fit mass distribution

Background substr.

Signal range

1840 1890

Plot distributions

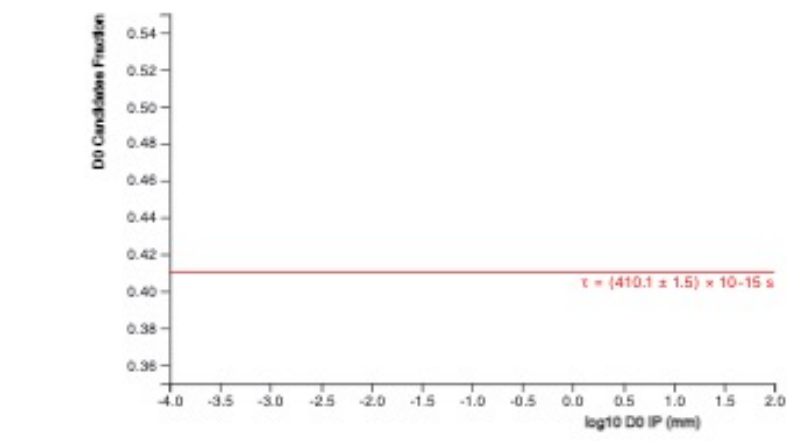
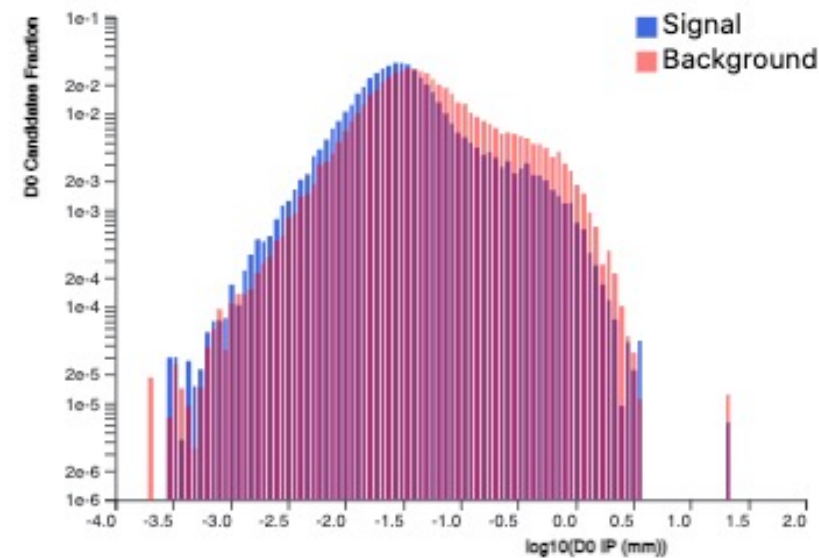
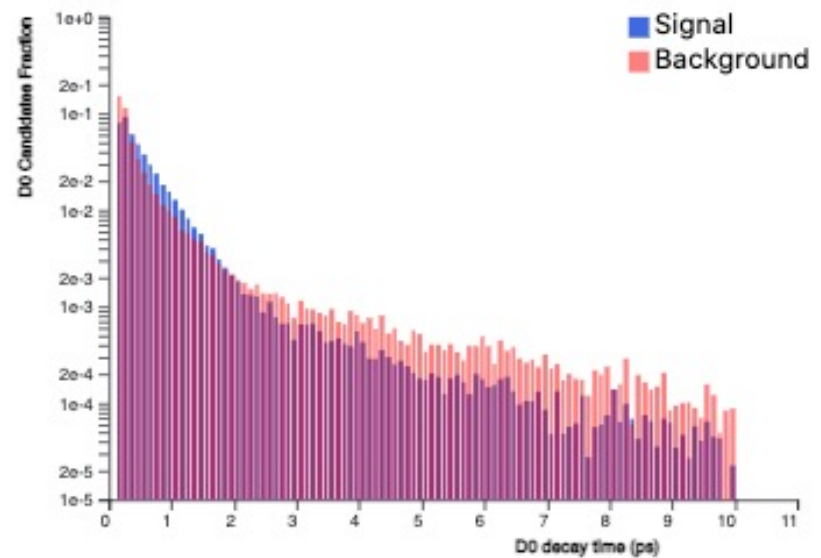
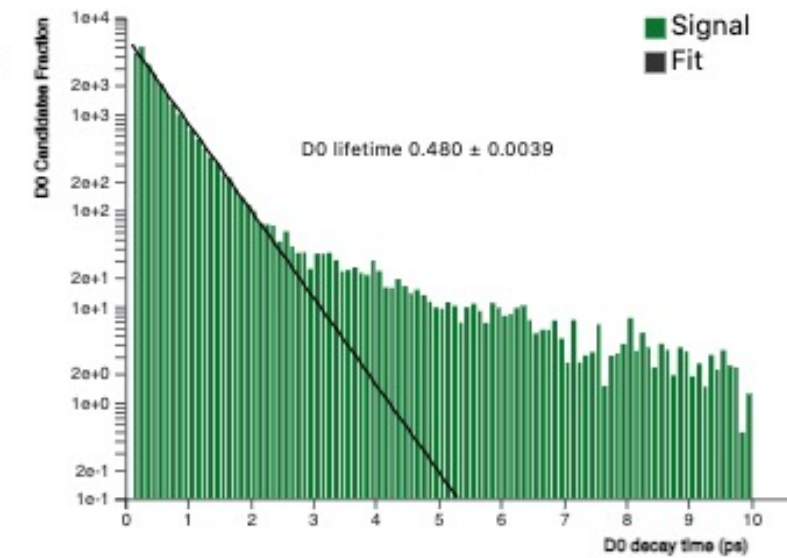
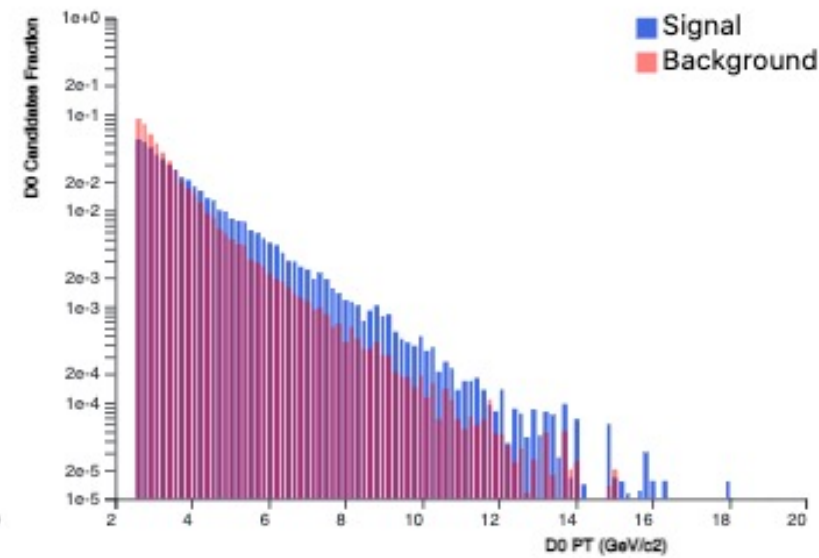
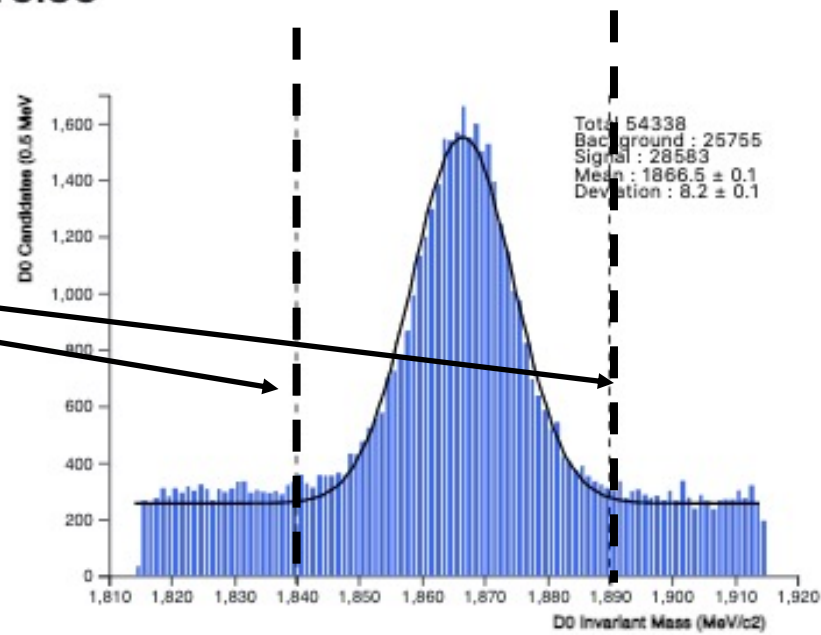
Variable range

D^0 PT: 2.5 20

D^0 TAU: 0 10

D^0 IP: -4 1.5

Refresh



v0.1
Copyright © 2019 CERN

La vostra definizione di regione di segnale e regione di fondo influenzerà le distribuzione di segnale e fondo nelle altre variabili

Distribuzioni

Impulso trasverso

D⁰ lifetime Exercise

Analysis tools

- Plot D⁰ mass
- Fit mass distribution

Background substr.

Signal range

1840 1890

Plot distributions

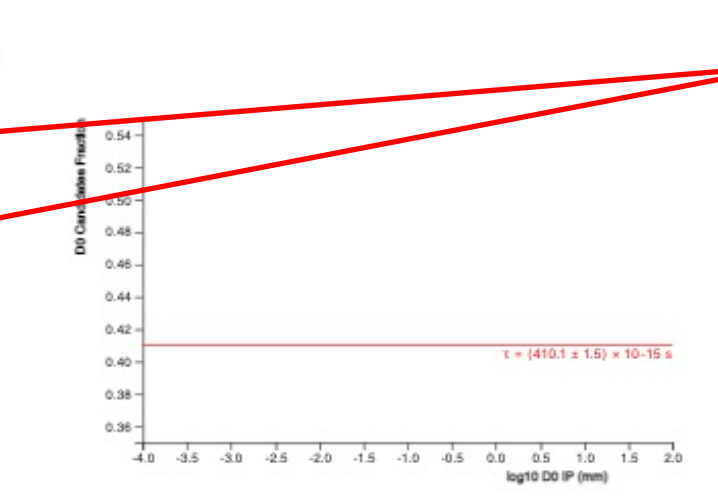
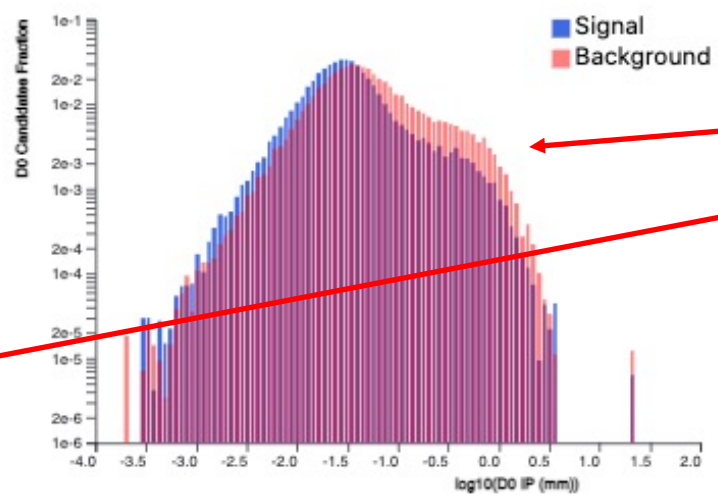
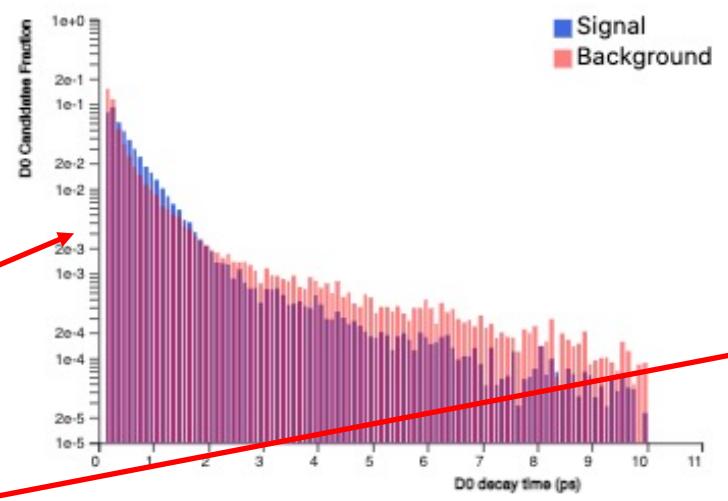
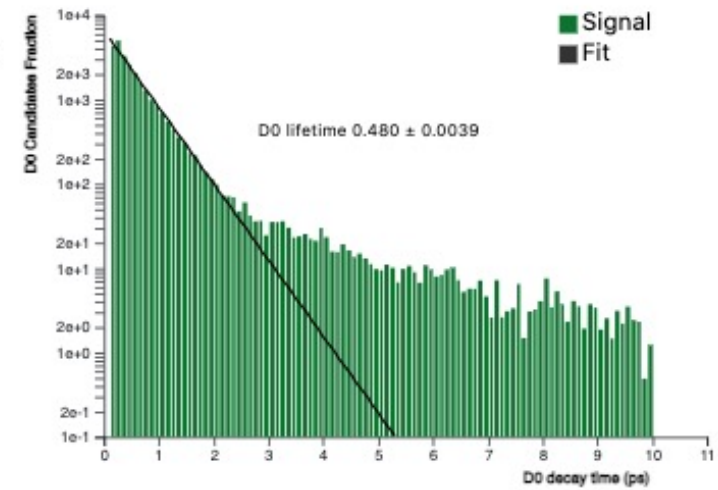
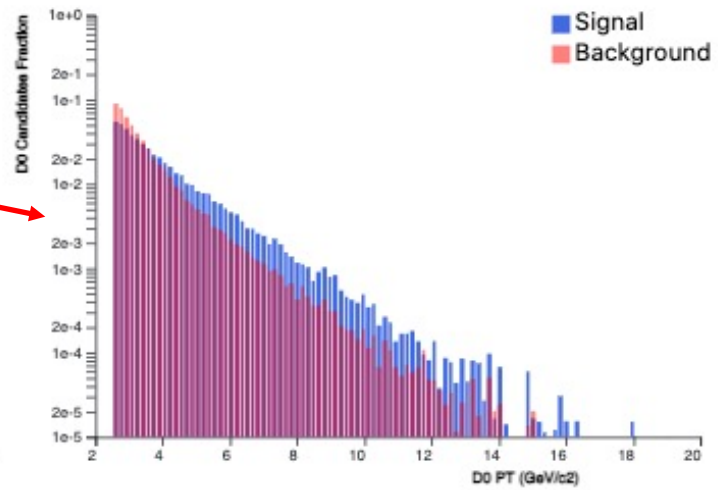
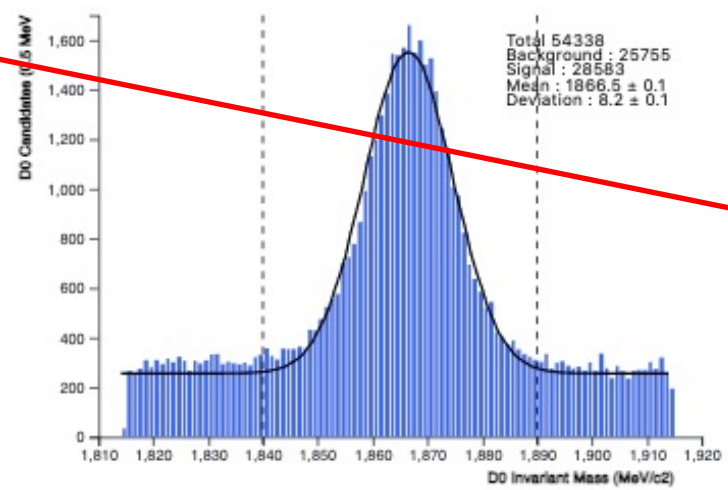
Variable range

D⁰ PT: 2.5 20

D⁰ TAU: 0 10

D⁰ IP: -4 1.5

Refresh

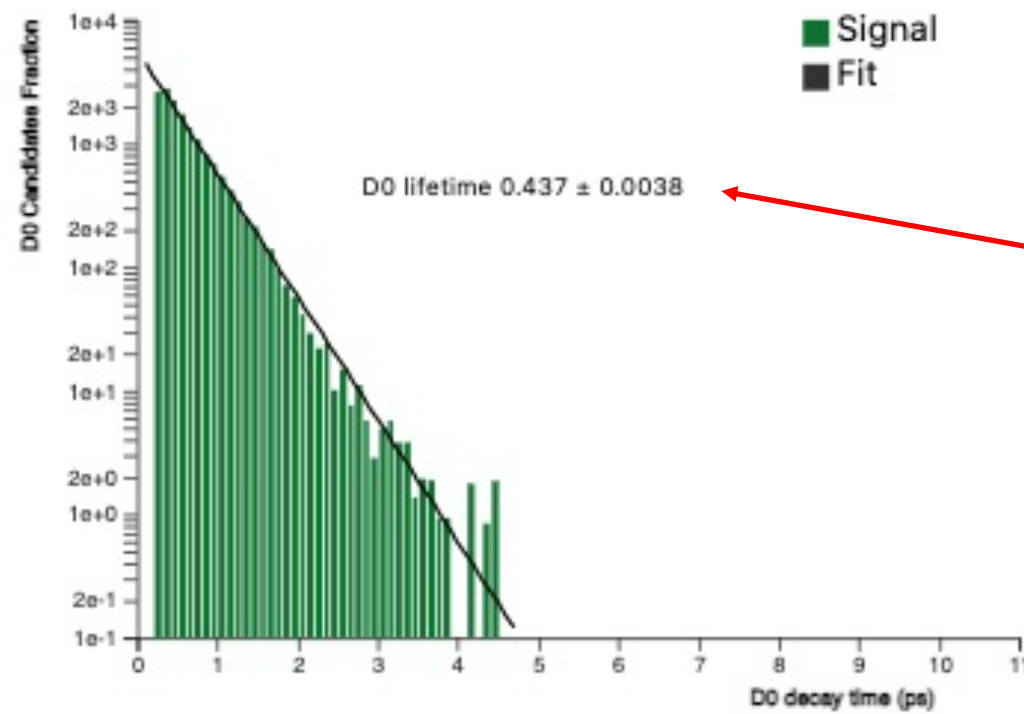


Distanza minima (log base 10)

Tempo di decadimento

Come cambia la vita media al variare dei tagli applicati sulle altre grandezze fisiche?

Risultato finale per una singola interpolazione

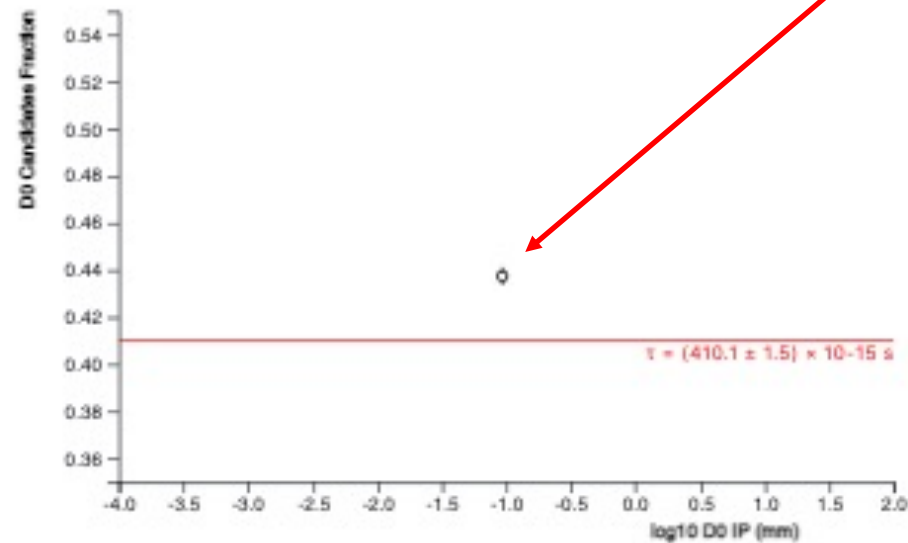


Risultato:

$$\tau(D^0) = (437 \pm 4) \times 10^{-15} \text{ s}$$

Errore puramente statistico

$$N(t) = N_0 e^{(-t/\tau)}$$



Misura ufficiale:

$$\tau(D^0) = (410.1 \pm 1.5) \times 10^{-15} \text{ s}$$

Errori sistematici

Per valutare l'errore sistematico si possono variare gli intervalli accettati per le 4 variabili a disposizione valutando l'effetto di tali variazioni sulla misura ottenuta

D⁰ lifetime Exercise

Analysis tools

- Plot D⁰ mass
- Fit mass distribution

Background substr.

Signal range

1840 1890

Plot distributions

Variable range

D⁰ PT: 3.5 to 20

D⁰ TAU: 0.3 to 10

D⁰ IP: -4 to -1.4

Refresh

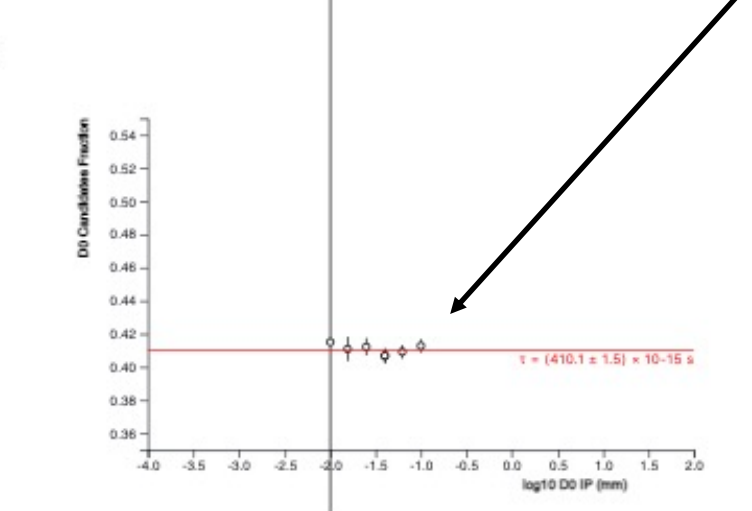
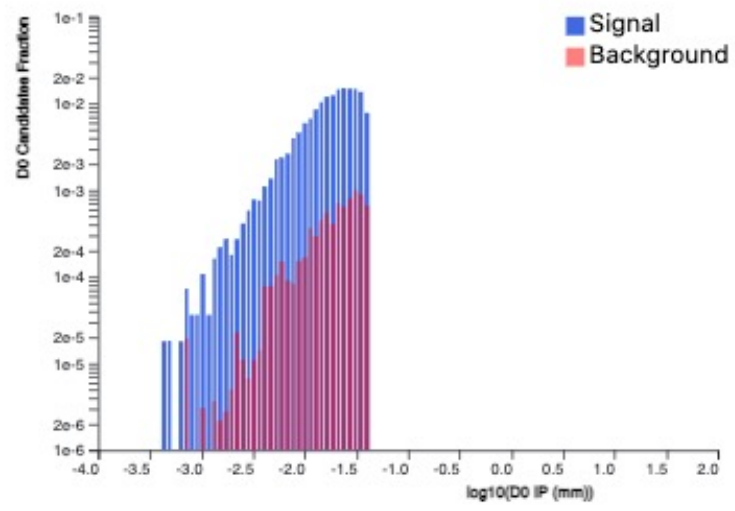
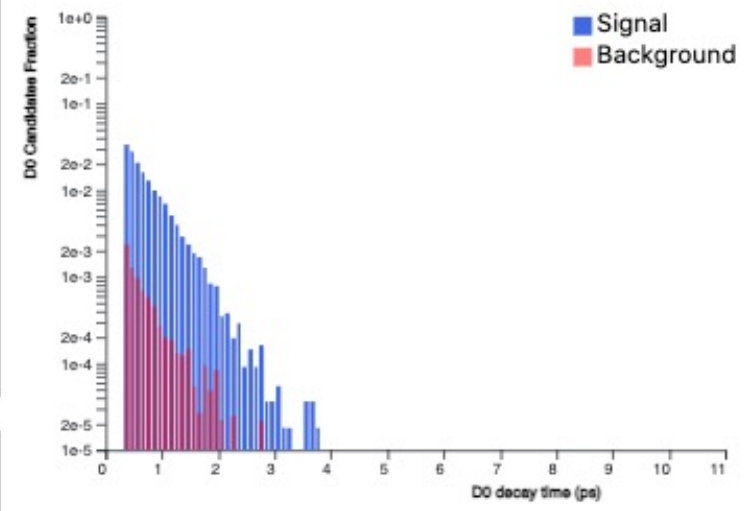
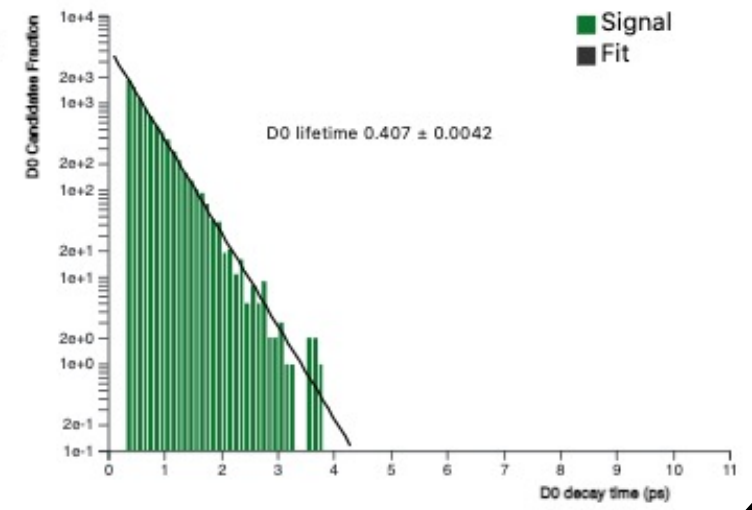
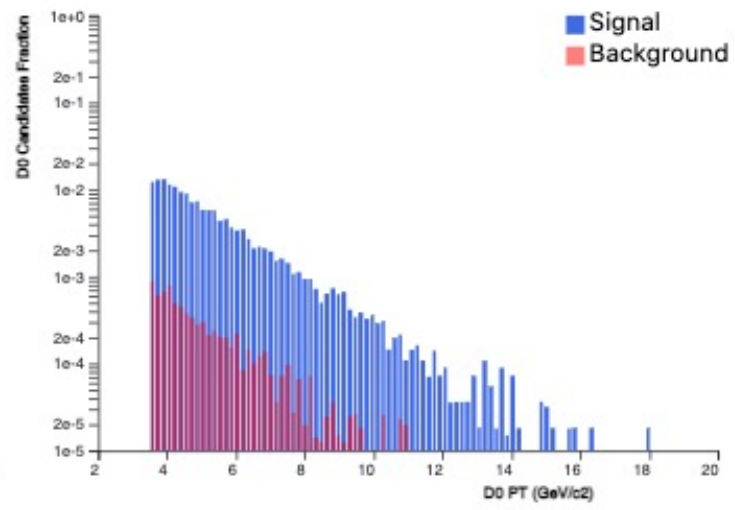
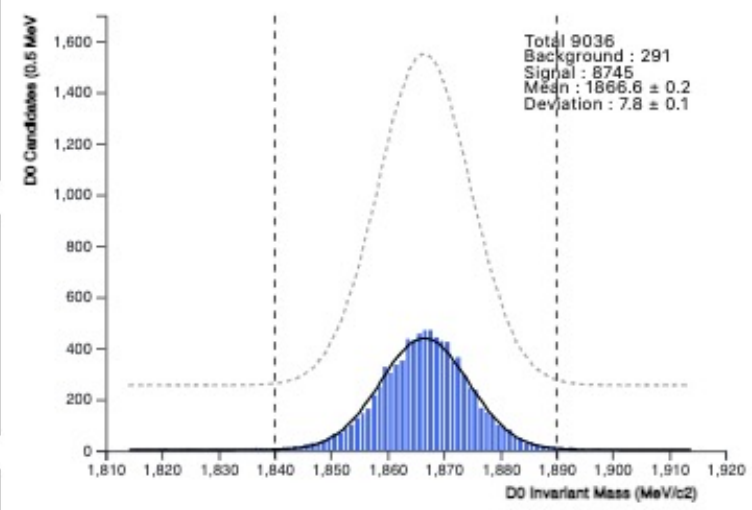
Time fit

Fit result (ps): 0.407

Fit Error: 0.0042

Save result

Read instructions



$$N(t) = N_0 e^{(-t/\tau)}$$

Link utili e risultati

- **Pagina principale delle masterclass di LHCb:**
<https://lhcb-public.web.cern.ch/en/LHCb-outreach/masterclasses/en/>
- **Istruzioni per l'esercitazione in italiano:**
<https://lhcb-public.web.cern.ch/en/LHCb-outreach/masterclasses/ITinstructions.pdf>
- **Pagina dell'esercitazione:**
<https://lhcb-d0.web.cern.ch>

La prima parte dell'esercitazione genererà un file con i 30 valori della massa della D^0 che avrete ricostruito.

Una volta scaricato il file rinominatelo: **nome_cognome_numerocombinazione.json (esempio: mauro_piccini_1.json)**

Tale file dovrà essere inviato a Francesco.Brizioli@pg.infn.it entro il 17 Marzo alle 23:59.

Per la vita media inviate la vostra stima del valore ottenuto (includendo errore statistico ed errore sistematico) a Viacheslav.Duk@cern.ch entro il 17 Marzo alle 23:59.

Suddivisione dei Dataset per l'esercitazione

Liceo Scientifico "Alessi", Perugia:

- 1 - Mignini Leonardo
- 2 - Nugnes Alessandro Pasquale
- 3 - Palazzetti Luca
- 4 - Baldelli Chiara
- 5 - Costarelli Matilde
- 6 - Matteo Baldelli
- 7 - Crocilli o Erocilli Francesco
- 8 - Fretel Jimenez José Roberto
- 9 - Perelli Lorenzo
- 10 - Ubertini Maria Vittoria
- 11 - Francesco Cogliati
- 12 - Alessandro Buzzao
- 13 - Matteo Gianangeli

Liceo Classico "A. Mariotti" di Perugia :

- 14 - Anna Maria Zappone
- 15 - Elisa Mattarelli

Liceo "Città di Piero" di Sansepolcro:

- 16 - Giosuè Muscinelli
- 17 - Daniele Cantini
- 18 - Giulio Detti
- 19 - Camillo Foni
- 20 - Samuele Mancini
- 21 - Gabriele Solidoro
- 22 - Gregorio Conti
- 23 - Michelangelo Marioli

Liceo Scientifico ISTITUTO OMNICOMPRESIVO "SALVATORELLI-MONETA", Marsciano:

- 24 - Volpi Francesco
- 25 - Pioppi Michele
- 26 - Pace Lorenzo
- 27 - Giglioni Elia
- 28 - Boncio Sofia

Liceo Classico "Tacito", Terni:

- 29 - Tommaso Liberati
- 30 - Filippo Perugini

Liceo "Plinio il Giovane", Città di Castello:

- 31 - Brendoms Petruzzi
- 32 - Veronica Bindi
- 11 - Matilde Giorni

Liceo scientifico "Marconi", Foligno:

- 1 - Sofia Stefanetti
- 2 - Mattia De Angelis
- 3 - Maristella Chiappavento
- 4 - Sofia Francesconi
- 5 - Mattia Tacchi
- 6 - Andrea Radi Cordella
- 7 - Francesco Brunori
- 8 - Andrea Bordoni
- 9 - Giada Marchionni
- 10 - Irene Santucci

Conclusioni

Per qualsiasi problema nello svolgimento degli esercizi da qui al 18 Marzo potete contattare una delle seguenti persone:

Mauro.Piccini@pg.infn.it

Viacheslav.Duk@cern.ch

Francesco.Brizioli@pg.infn.it

Monica.Pepe@pg.infn.it

In caso potremo darci appuntamento nella stessa sessione di zoom in cui siamo oggi:

<https://cern.zoom.us/j/63195835552?pwd=U2prTUNhWDBtWGhKNEVHbkJjb3VnUT09>

BUON LAVORO!