

Introduzione all'esercizio masterclass di LHCb

M. Piccini, INFN – Sezione di Perugia

16 Febbraio 2021

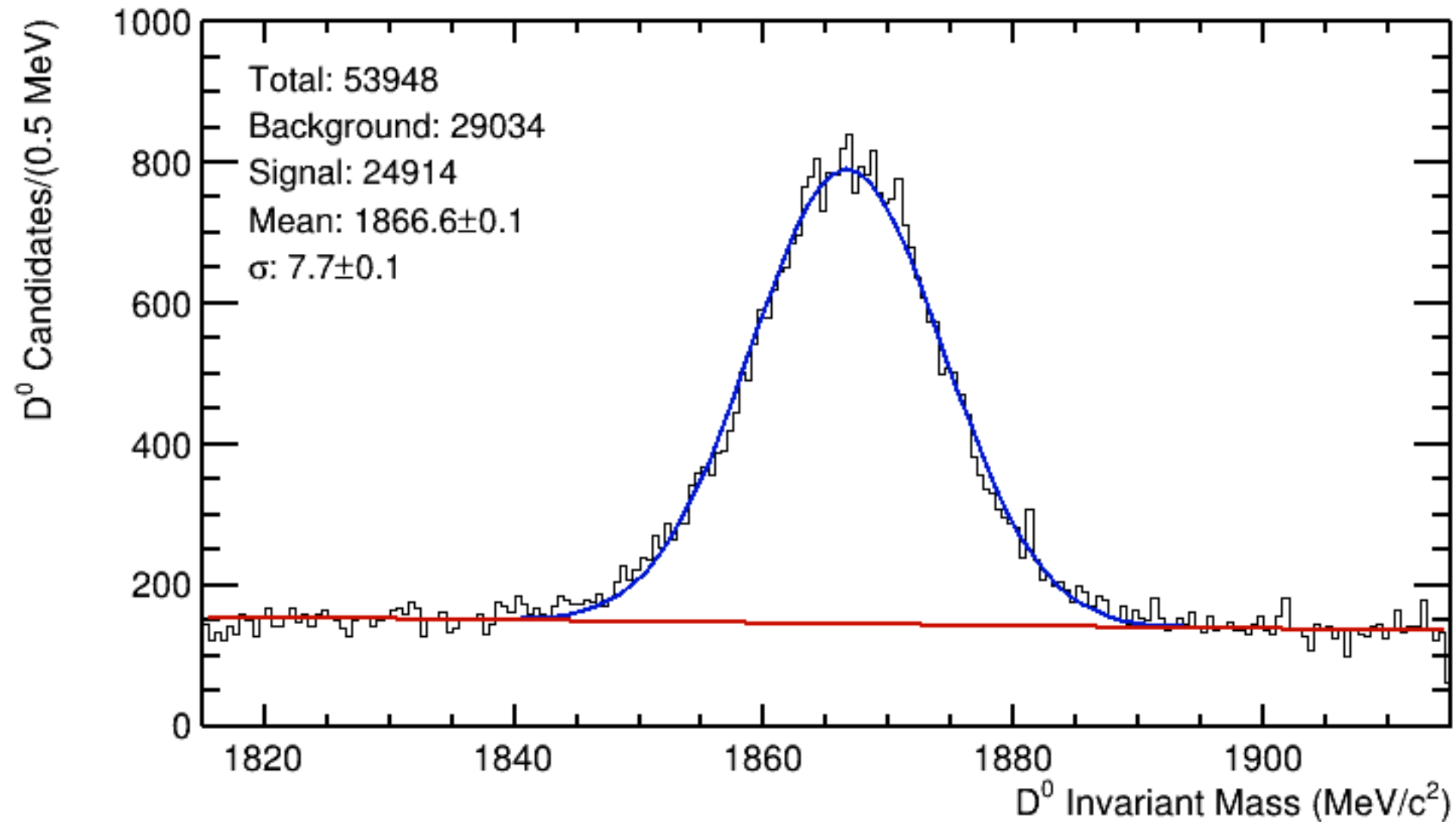


Istituto Nazionale di Fisica Nucleare

Obiettivi dell'esercitazione

- **Permettere di dare uno sguardo ai dati acquisiti a LHC**
- **Mostrare alcuni aspetti legati all'analisi dei dati riguardanti le particelle elementari prodotte a LHC**
- **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

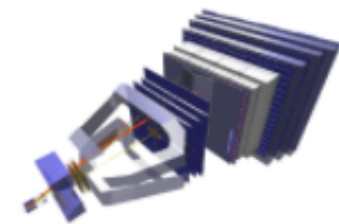
Grade

Tester

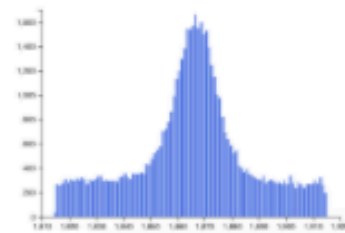
Combination

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

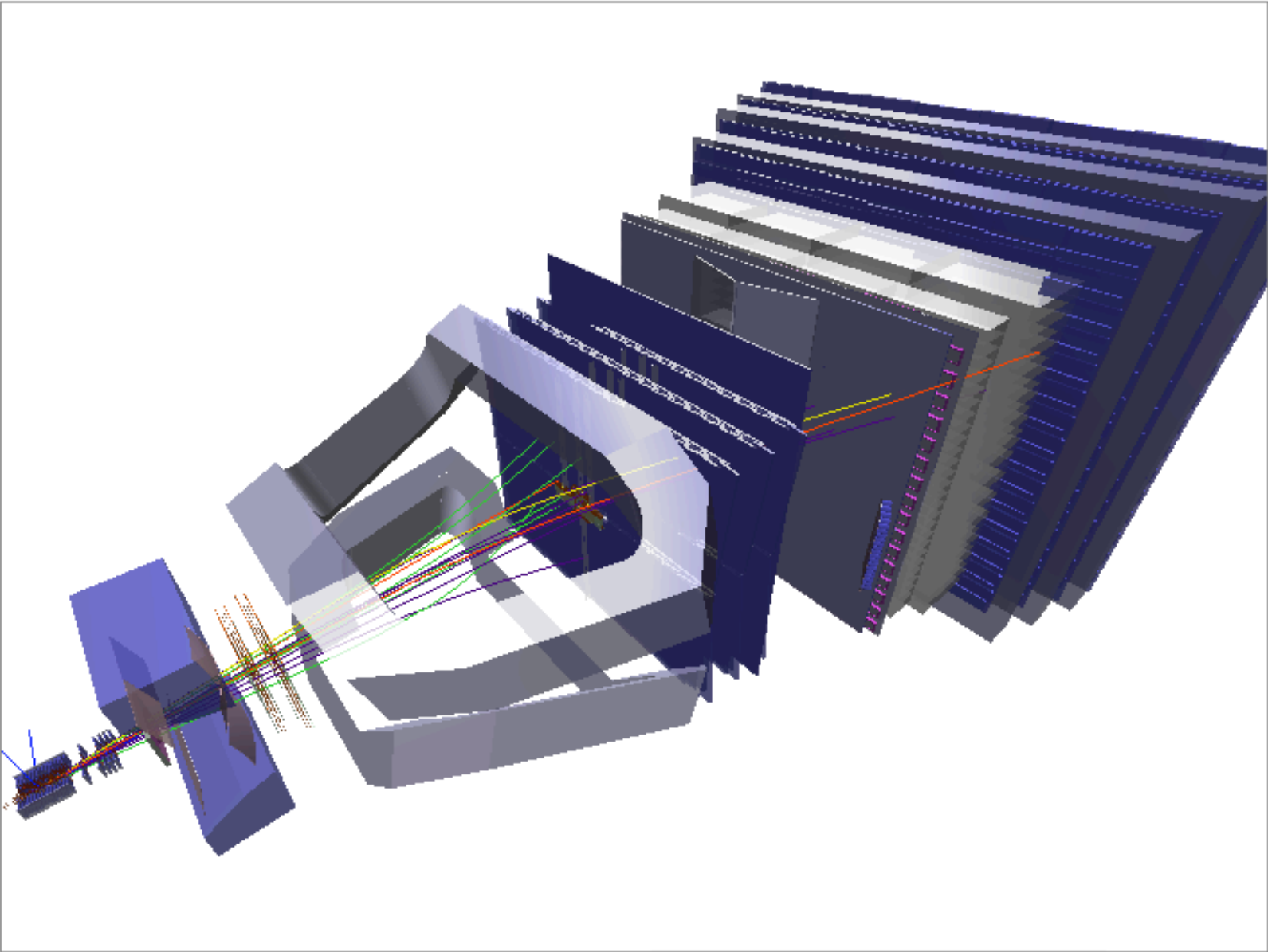
K⁻ —

K⁺ —

pi⁺ —

pi⁻ —

D⁰ —



Particle information

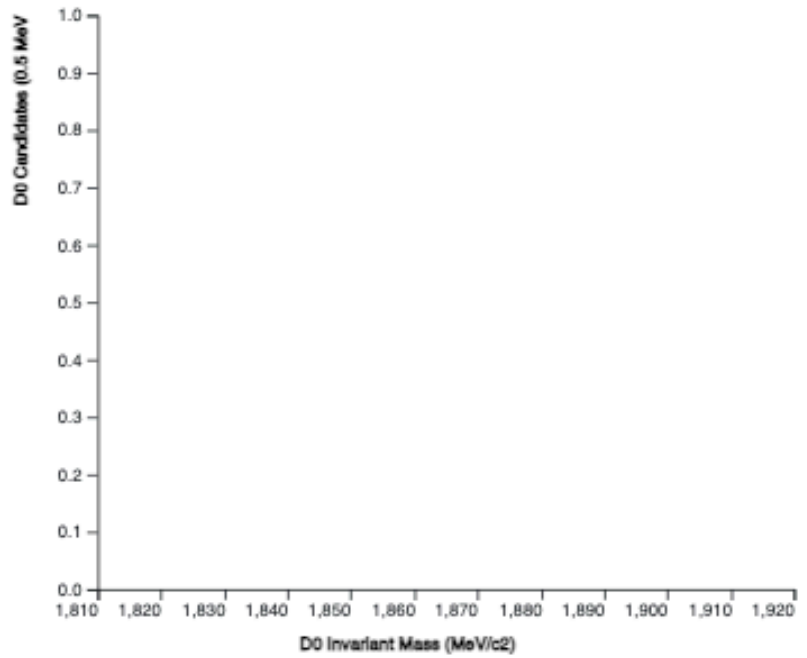
E	3340.767	MeV
chi2	1.763	
ipchi2	18390.679	
mass	139.570	MeV/c ²
name	pi-	
ZFstM	169.454	

My particles

Mass

MeV/c²

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

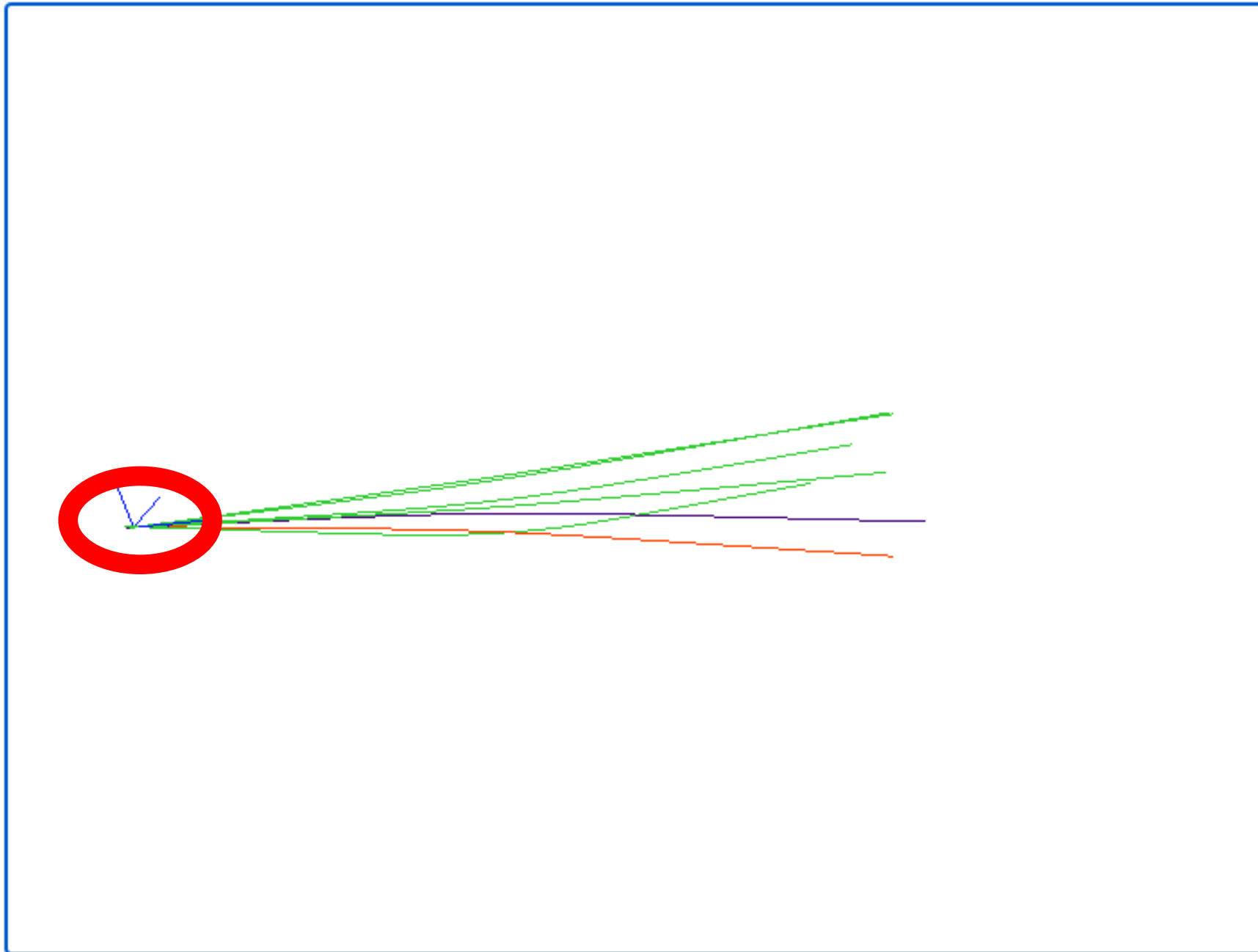
K⁻ —

K⁺ —

pi⁺ —

pi⁻ —

D⁰ —



Particle information

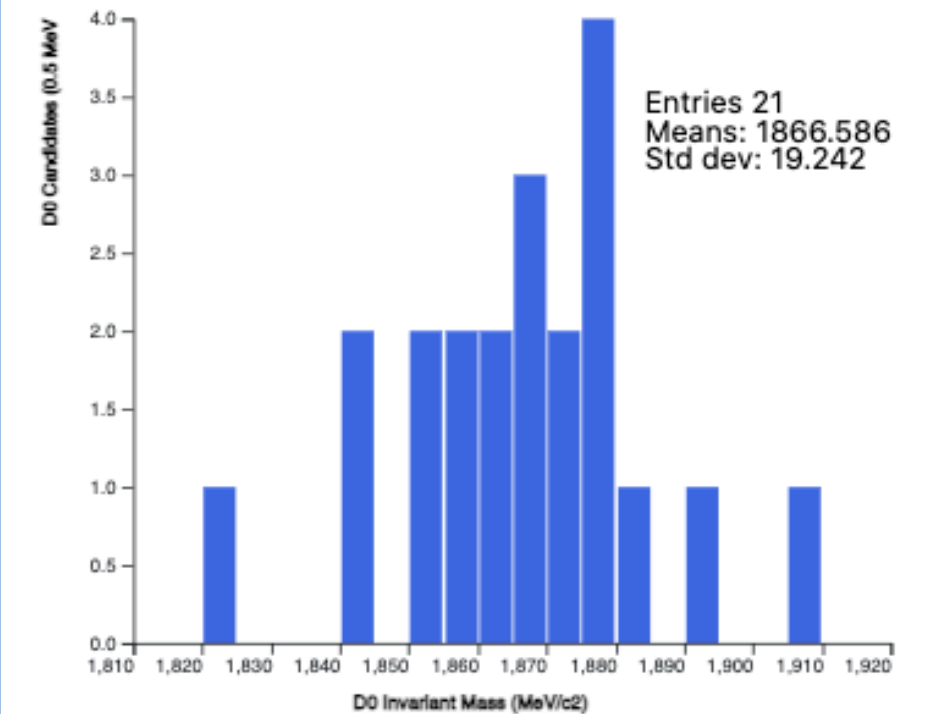
E	MeV
chi2	
ipchi2	
mass	MeV/c ²
name	
ZFstM	

My particles

Mass

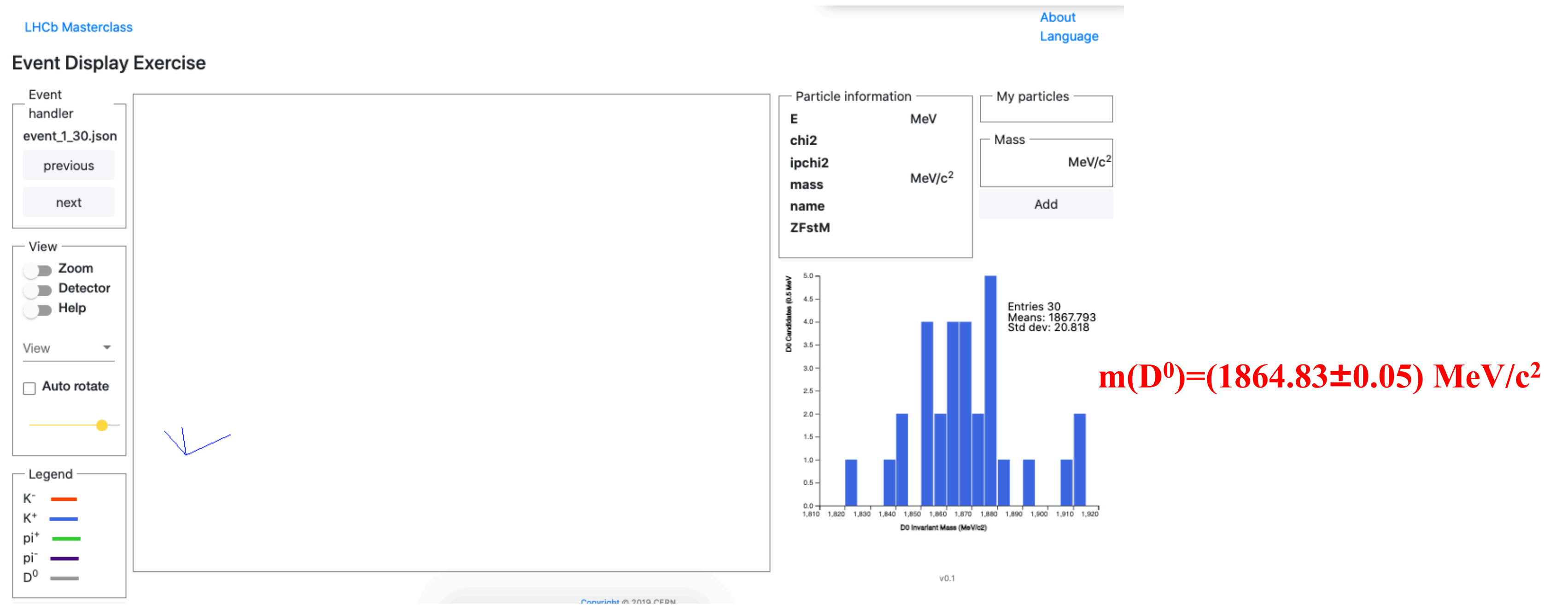
MeV/c²

Add



v0.1

Esempio di istogramma finale



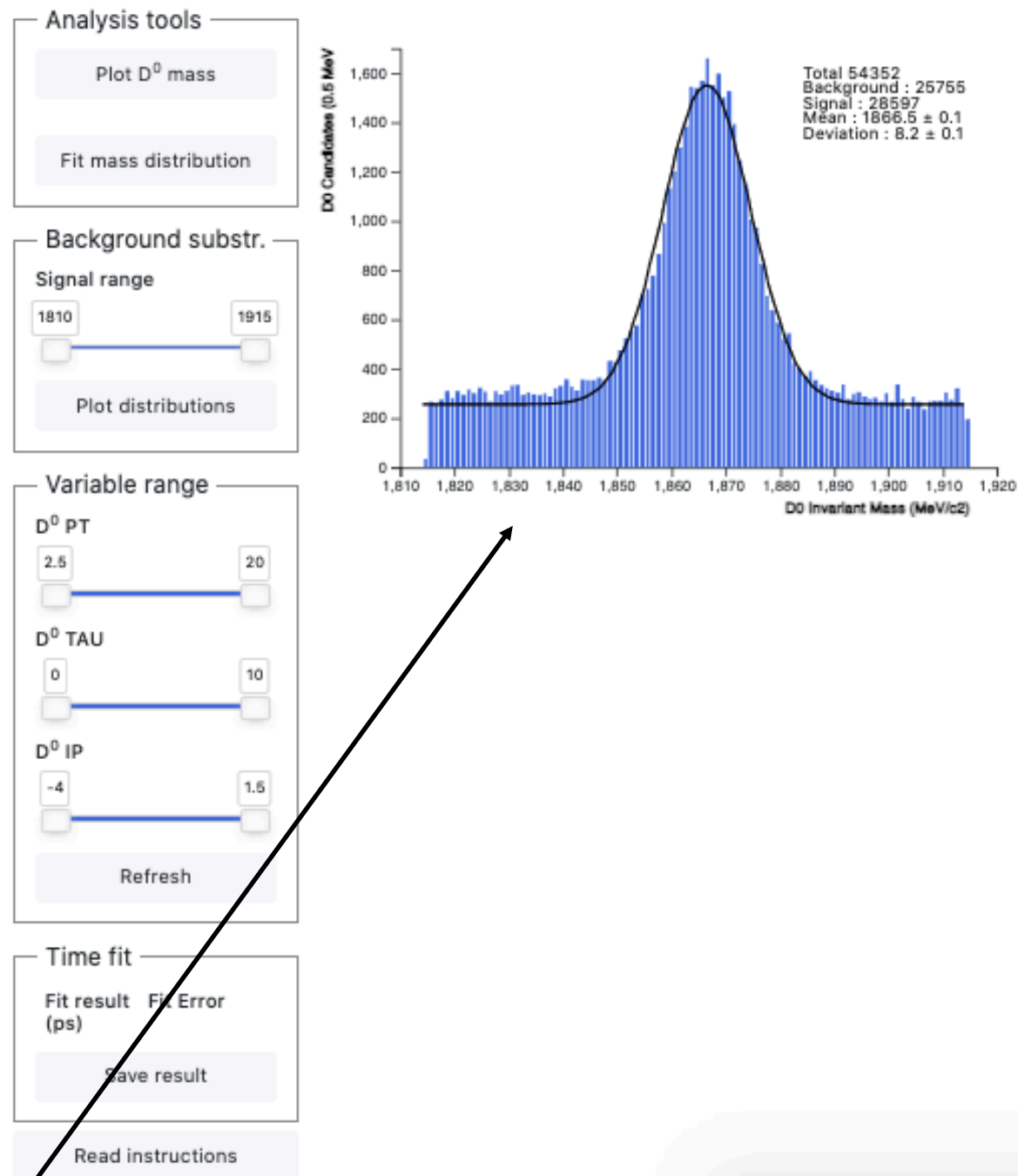
Per ciascun evento identificato si può calcolare la massa della particella che è decaduta per poi inserirla in un istogramma dedicato

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

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

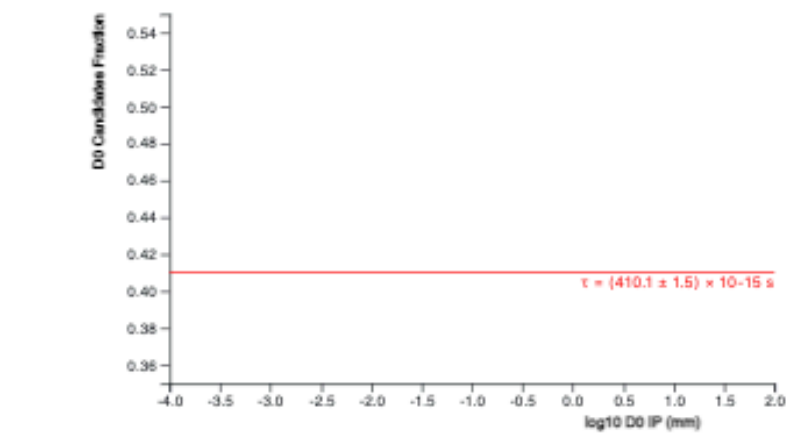
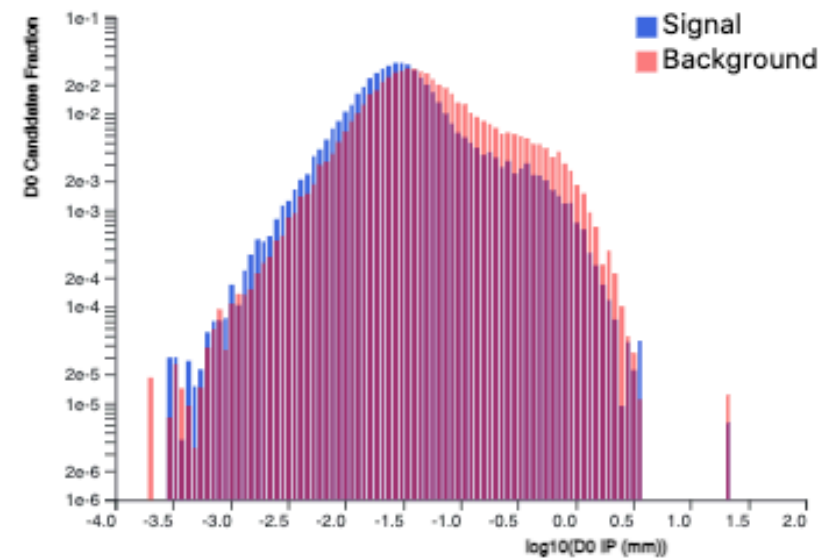
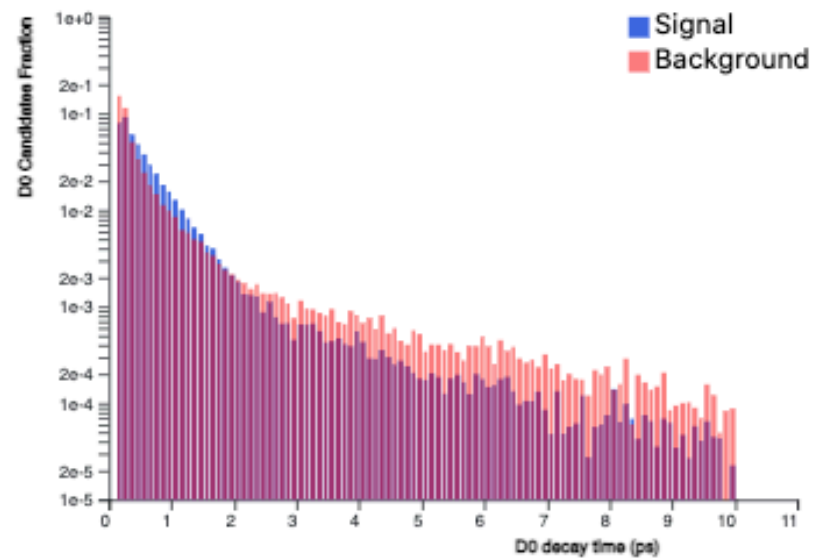
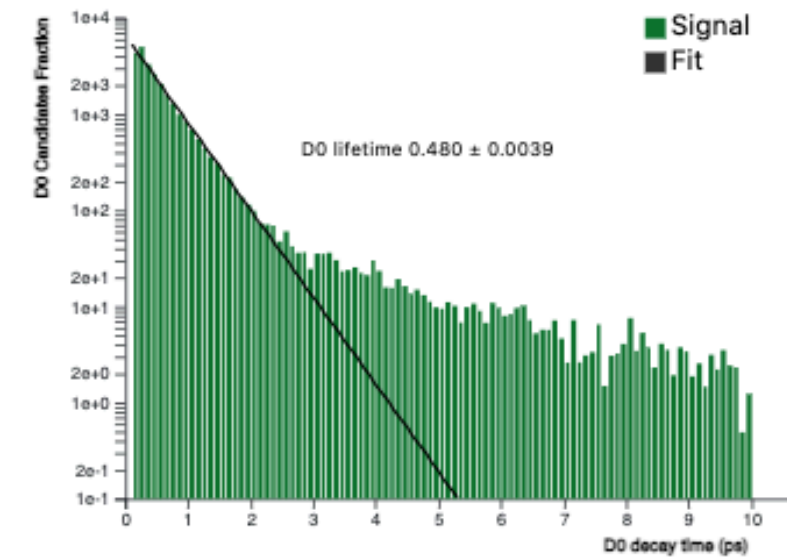
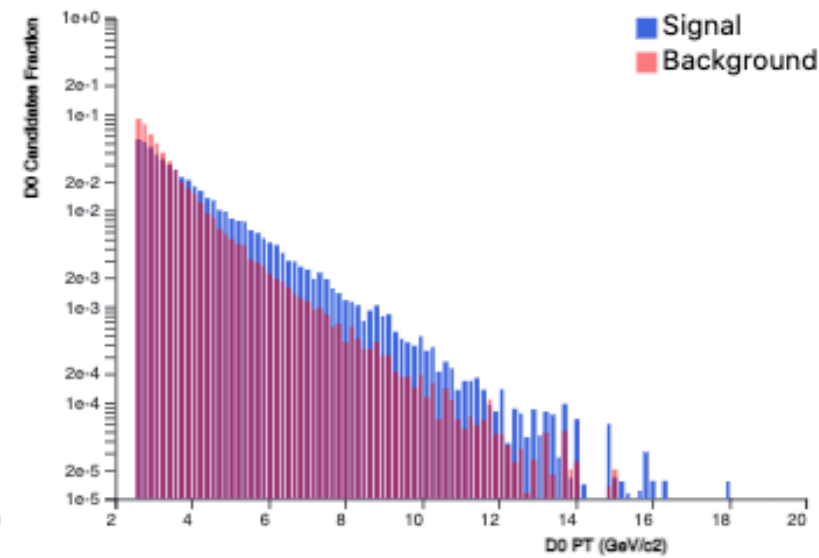
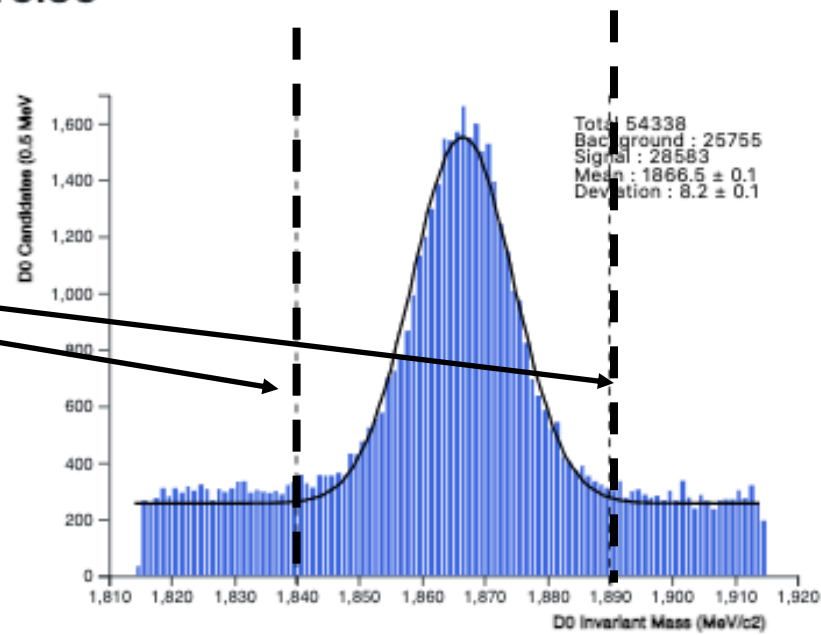
Variable range

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

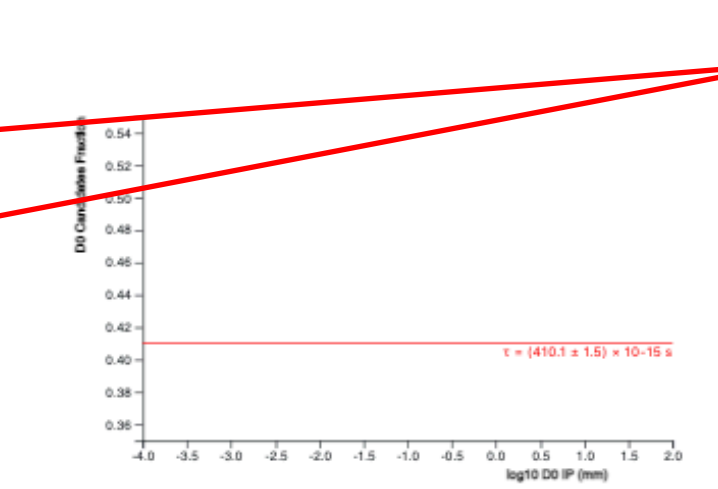
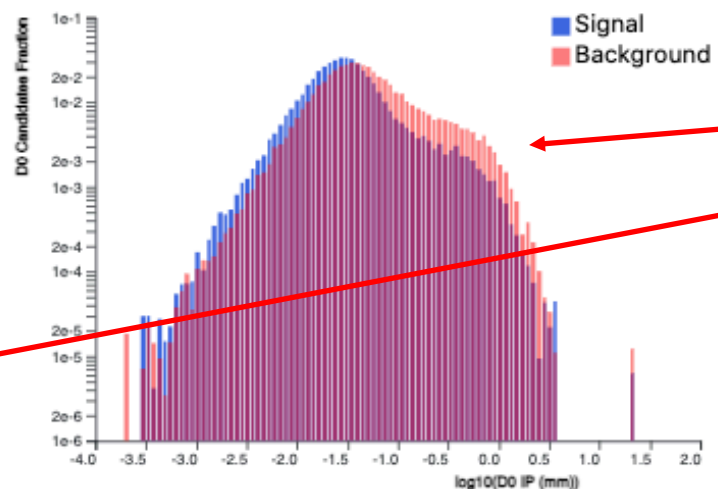
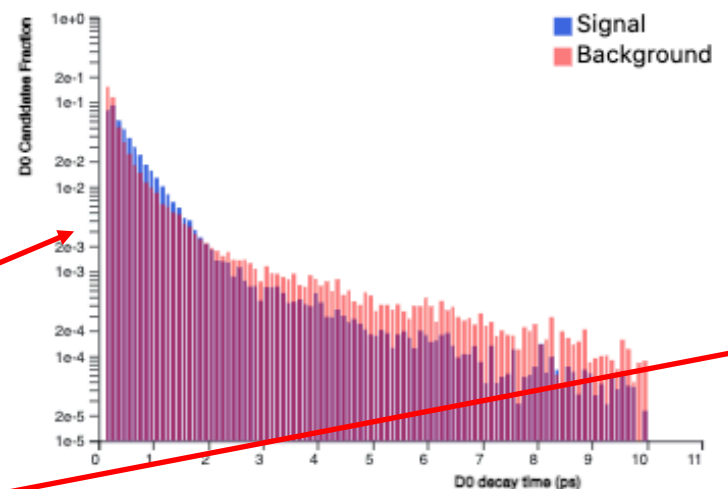
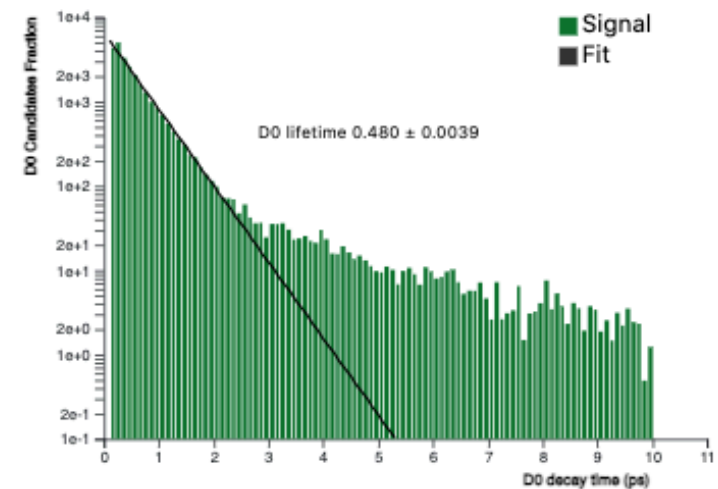
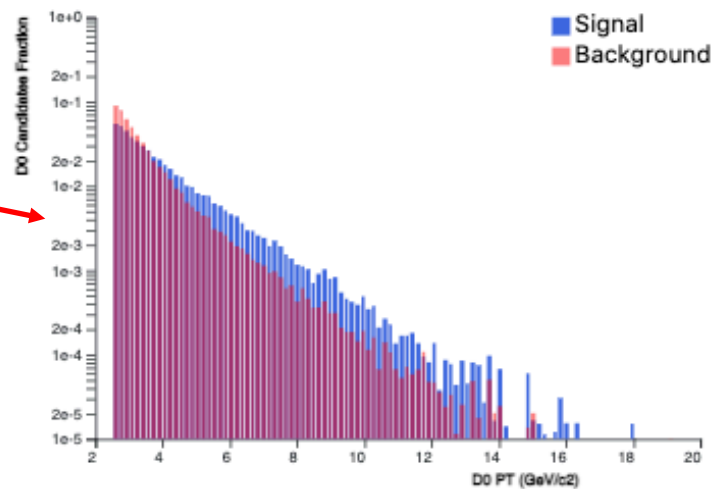
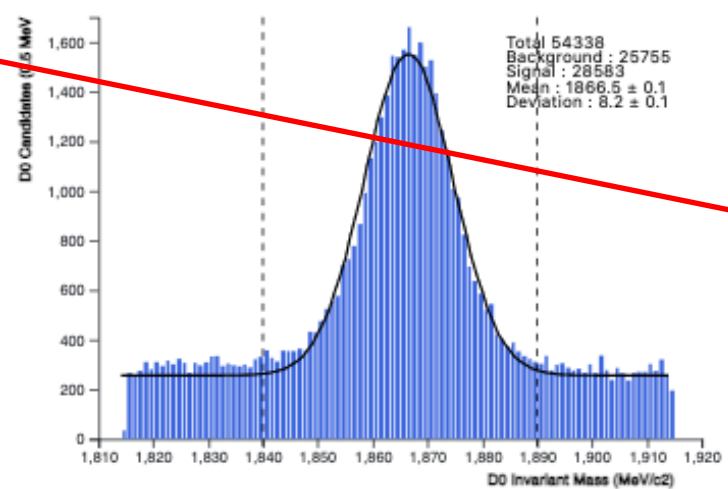
Variable range

D⁰ PT: 2.5 20

D⁰ TAU: 0 10

D⁰ IP: -4 1.5

Refresh

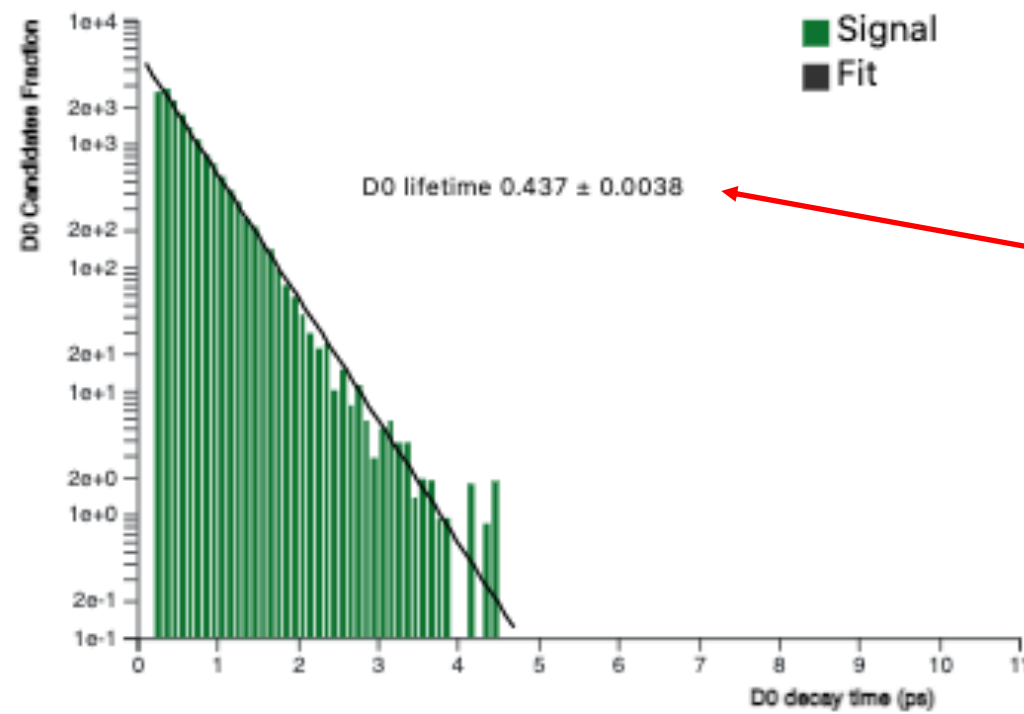


Distanza
minima
(log base 10)

Tempo di
decadimento

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

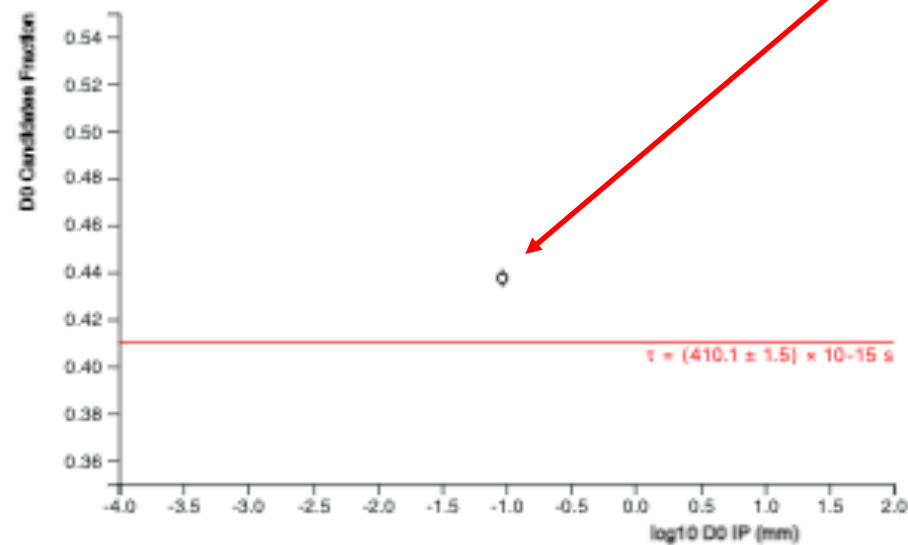
Risultato finale per una singola interpolazione



Risultato:

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

Errore puramente statistico



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 - 20

D⁰ TAU: 0.3 - 10

D⁰ IP: -4 - -1.4

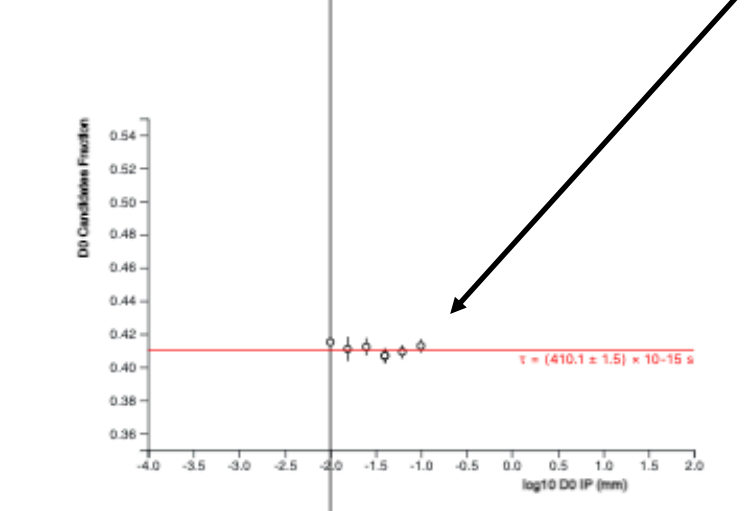
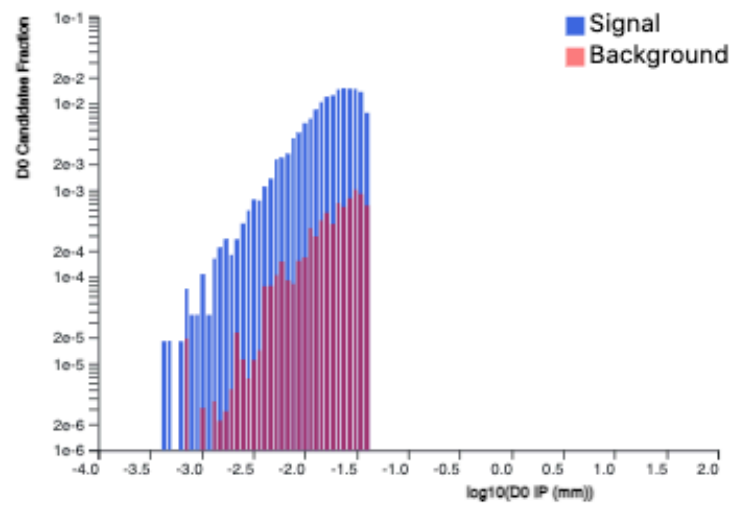
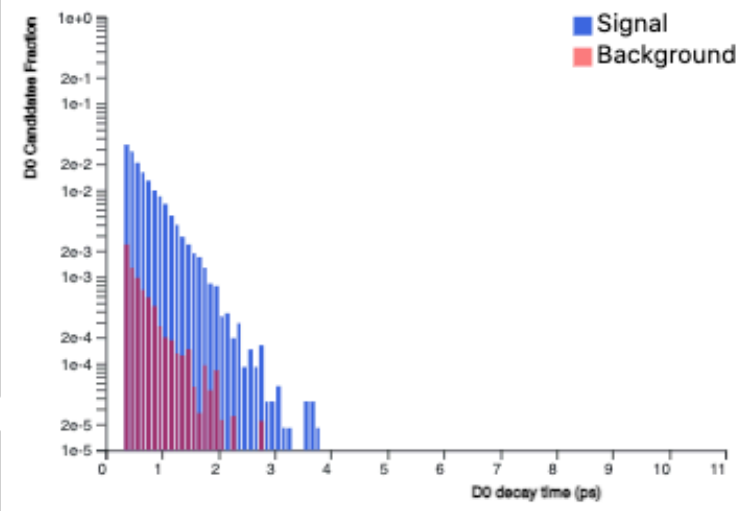
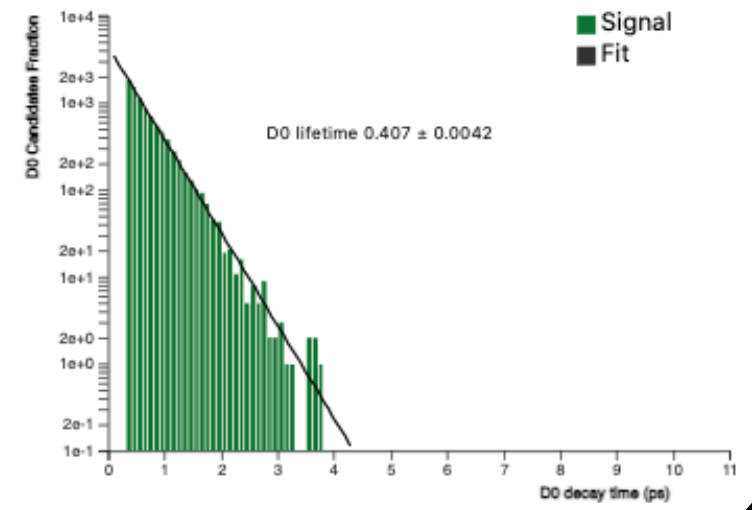
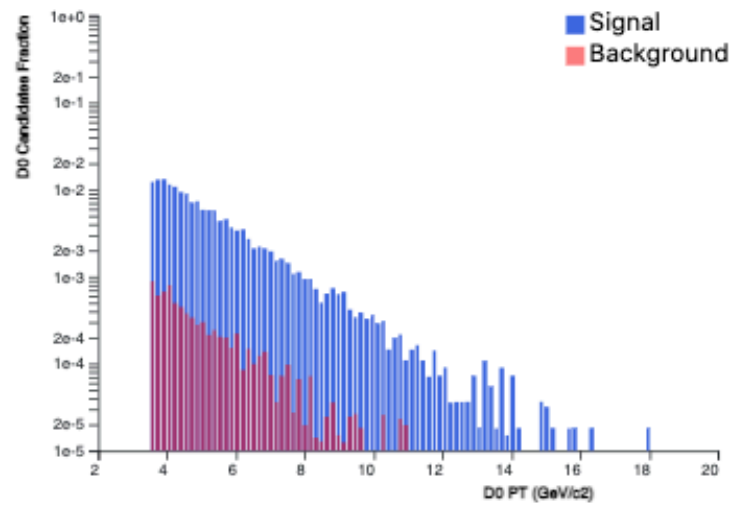
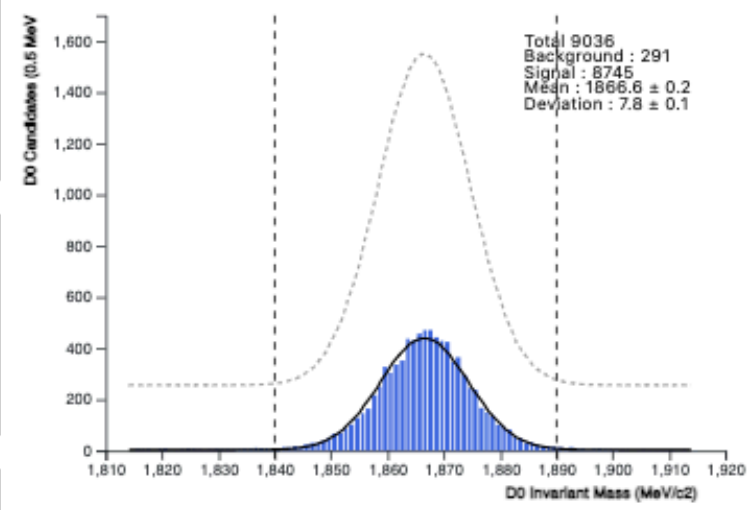
Refresh

Time fit

Fit result (ps)	Fit Error
0.407	0.0042

Save result

Read instructions



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

Link utili

- **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>

Set di dati di prova

- **Dataset n. 2: Liceo Scientifico IO "Salvatorelli Moneta", Marsciano
Liceo "Jacopone da Todi", Todi**
- **Dataset n. 3: Liceo Scientifico Statale "G. Alessi", Perugia**
- **Dataset n. 4: Liceo Scientifico e Liceo Artistico "G.Marconi", Foligno**

Ci rivediamo venerdì 19 alle 14:45 per discutere domande e/o dubbi riscontrati nello svolgimento degli esercizi sui set di prova e per la distribuzione dei set finali

BUON LAVORO!