

logbook positroni

Andrea Foresi Lari Tommaso

February 2021

Indice

1 Strumentazione o cose da ricordare	2
1.1 Fototubi	2
1.2 File salvati ADC	2
1.3 Cosa inserire nei grafici	2
1.4 PMT3	2
1.5 Spettri per trigger	3
1.6 Gestione offset	3
1.7 timestamp	3
1.8 Ricerca segnale	5
1.9 Scelta limiti Picco/Gaussiana	7
1.9.1 Fit sulle distribuzioni delle varie sorgenti	7
1.9.2 Risultati Fit	8
1.10 Misura della carica	8
1.10.1 Minimo del record	8
1.10.2 Integrale	8
1.10.3 Fit Sul segnale	9
1.11 Trigger necessity	11
2 1 giorno Andre 17/2/2021	12
2.1 Considerazioni Tommi 19/2/2021 mattina	12
3 2 giorno Tommi 19/2/2021	12
3.1 Scelta alimentazione	13
3.2 21/02 prova di calibrazione PMT1 720 V	13
3.3 Qualche risultato	13
3.4 Sorgenti, Prime Osservazioni	16
3.5 Scelte post giorno 2	17
4 Colloquio prof 23 febbraio	17
5 Giorno 3 24 febbraio	19
6 Giorno 4	20
6.1 Fit calibrazione	21
6.1.1 senza americio	21
6.1.2 con americio	21
6.2 prese dati coincidenze doppie	22
7 3/3/2021 Andre in laboratorio	24
8 Giorno 5, 5 marzo, Tommi	26
8.1 misure sui picchi	26
8.2 misure massa	28
8.2.1 Calibrazione	28
8.3 Esempio fit calibrazione PMT1	29
8.4 Esempio fit calibrazione PMT1 (parabola)	29
8.5 m elettronico ottenuta con la calibrazione lineare	29
8.6 calibrazione con tutti i dati insieme	30
8.7 come variano i "punti" dei picchi nelle diverse calibrazioni	30
8.8 Misure sui picchi Carica LimFix	31
9 Giorno Bo 10 Marzo, Andre	32

10 Giorno Bo+1 venerdì 12 marzo, Tommi	37
10.1 Nei dati della volta scorsa avevamo confuso il picco a 1274 con quello a 511	37
10.2 cercare il ritardo PMT3-PMT1	37
10.3 controllo frequenze casuali	38
10.4 triple 18.03	39
10.5 120 gradi/ cerchiamo 3 fotoni	41
10.6 cosa vogliamo fare la domani	42
11 -1 Fore mercoledì 17 Marzo	43
12 UlTiMo GiOrNO	44
12.1 Analisi Dati	45
13 3-Impulso	48
13.1 considerazioni	49

1 Strumentazione o cose da ricordare

1.1 Fototubi

Non devono essere alimentati oltre i 900 V tanto raggiungono la saturazione

1.2 File salvati ADC

Tendenzialmente un file di 200-300 MB corrisponde a 40-50k di eventi

Con una frequenza di campionamento di circa 500 Hz se si vuole una raccolta di eventi di circa 200 MB si deve prendere dati per circa 1 minuto o qualcosina di più. Con 1000 Hz sono sufficienti 30 s

1.3 Cosa inserire nei grafici

Entries.

Overflow e underflow.

Eventuali misure di fit o medie se utili.

Data e ora della presa.

Non Ho capito e può essere utile anche il tempo impiegato. Mi paiono anche fin troppo questo però.... BO.

1.4 PMT3

Il PMT3 è di quella tipologia con la doppia uscita. Io non ne ricordo niente riguardo

1.5 Spettri per trigger

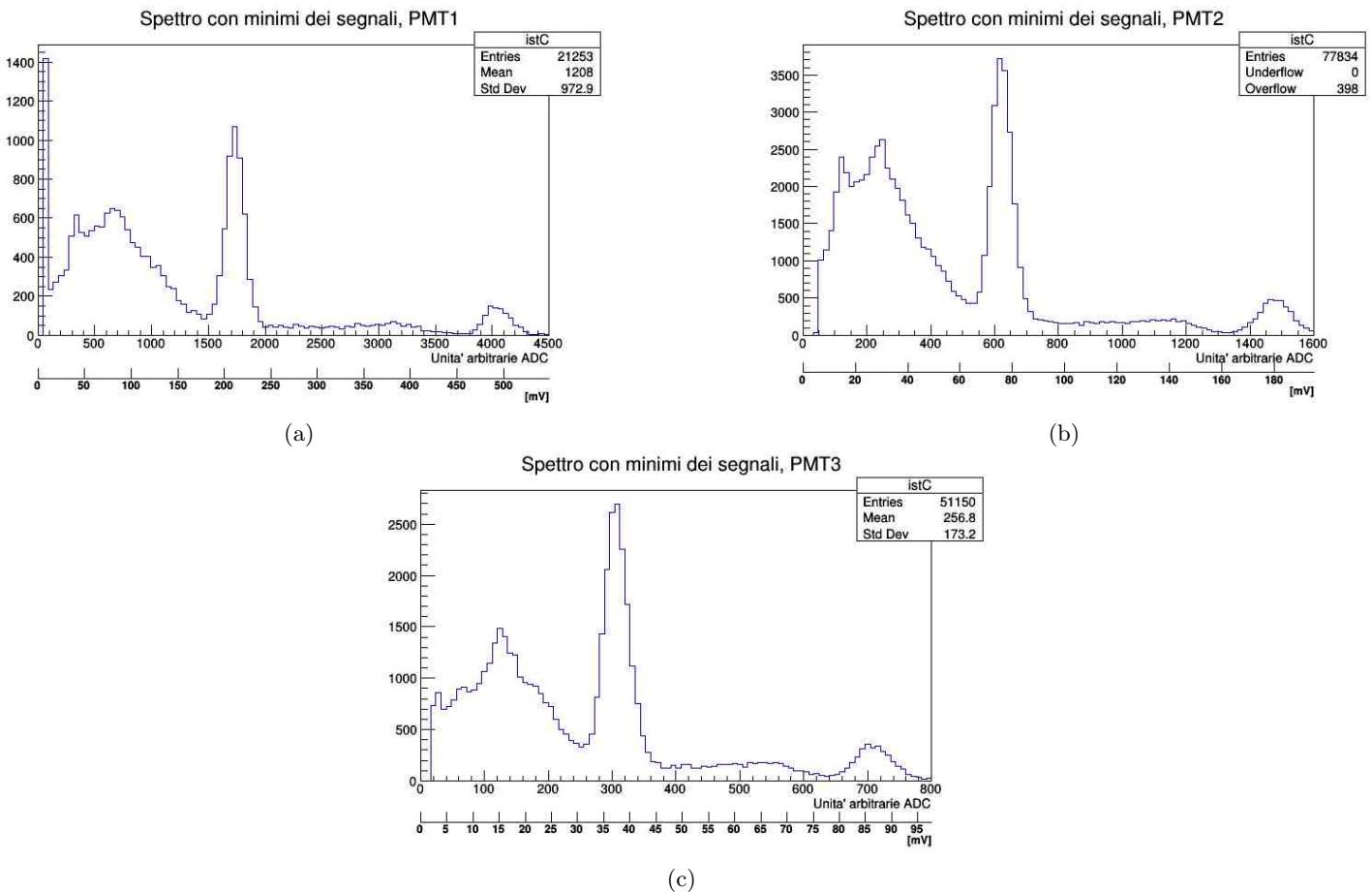


Figura 1: I valori in mV sono ottenuti tramite la formula 6

1.6 Gestione offset

le due soglie riportano sigma più alte degli altri due metodi.

il metodo iterativo rimuove i problemi di segnali all'inizio del record.

Ho osservato qualche segnale

Consiglio di cercare $\sigma < 10$

1.7 timestamp

Si sceglie come time-stamp di un segnale il primo valore che supera il valore di un tot di sigma sopra lo zero del segnale. Anche in questo caso sceglieremo la quantità di Sigma in base alla risoluzione di Δt di eventi in coincidenza tra di loro

metodo ufficiale retta 2 punti.

```

start=findstart(Signal,min_pos,5*sigma)
stop=start+1

x1,y1=start,Signal[start]
x2,y2=start+1,Signal[start+1]

m=(y1-y2)/(x1-x2)
q=y1-m*x1

time_stamp = (-5*sigma-q)/m

```

Findstart trova il primo valore oltre 5 volte la sigma del rumore¹ si considerano i 2 campioni col quale si costruisce una retta. Rispetto a questa retta si considera Time-Stamp il valore della retta corrispondente a 5 sigma di altezza dallo zero.

¹La sigma del segnale è valutata tramite il metodo gestioneoffsetterativa.

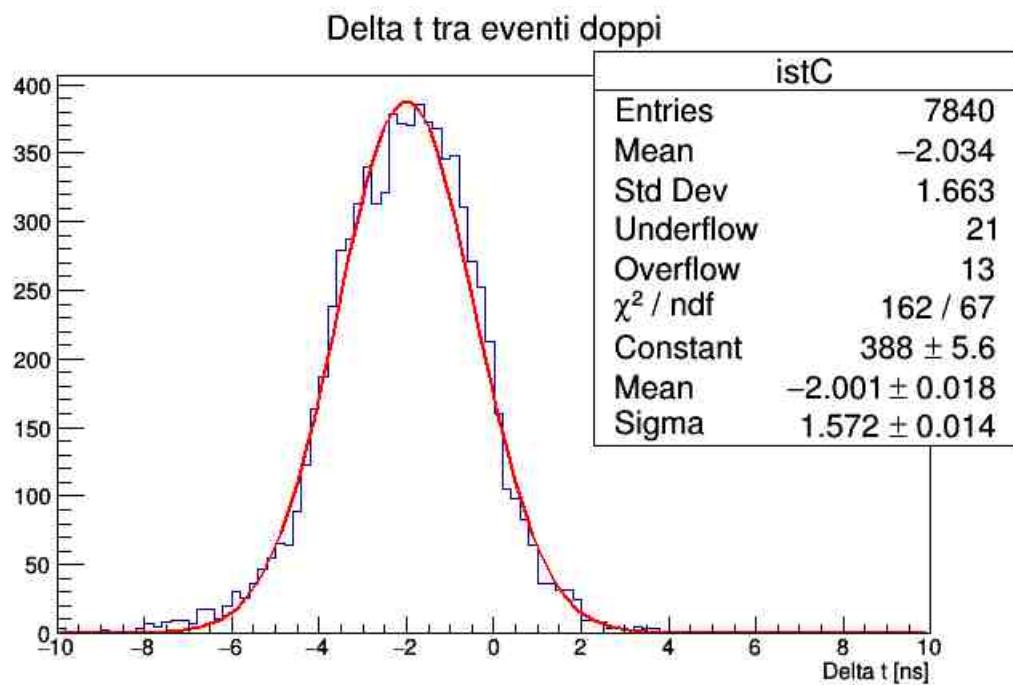


Figura 2

Altrimenti tramite fit dove come Time-Stamp si considera il parametro stimato tramite fit proprio start (Δx)

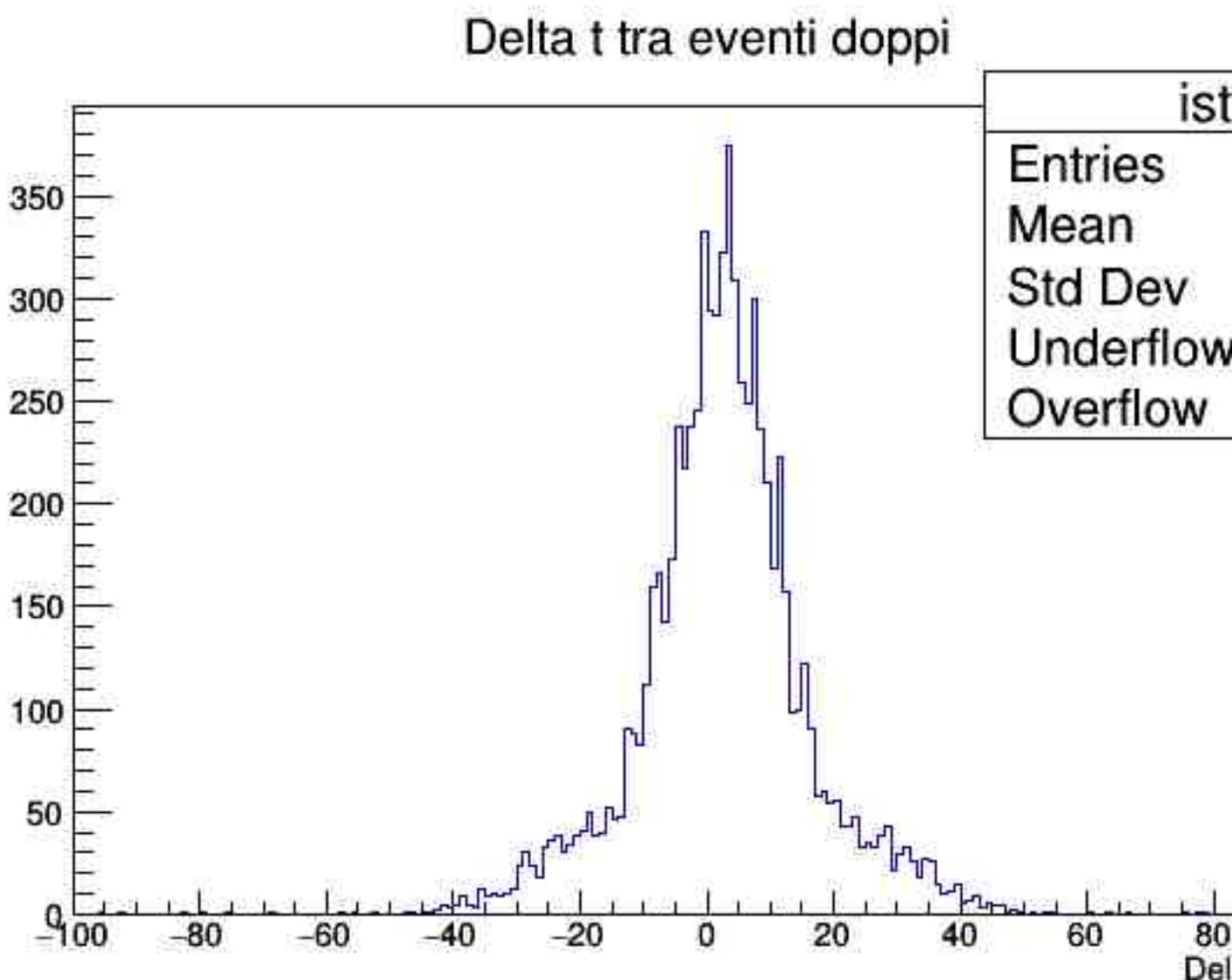


Figura 3: Presenta ancora problemi

La risoluzione di una differenza di tempi sarà data da

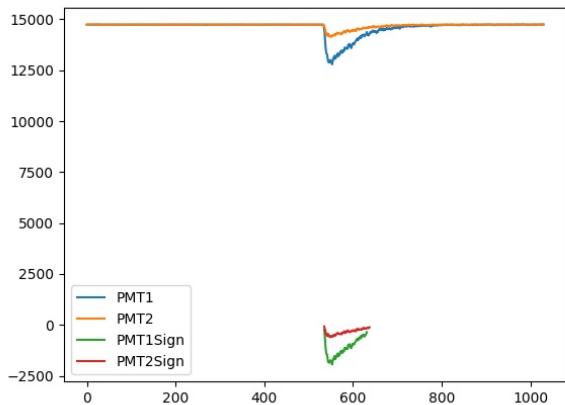
$$4 \text{ (ns)} * \sqrt{2}$$

SPIEGAZIONE....

1.8 Ricerca segnale

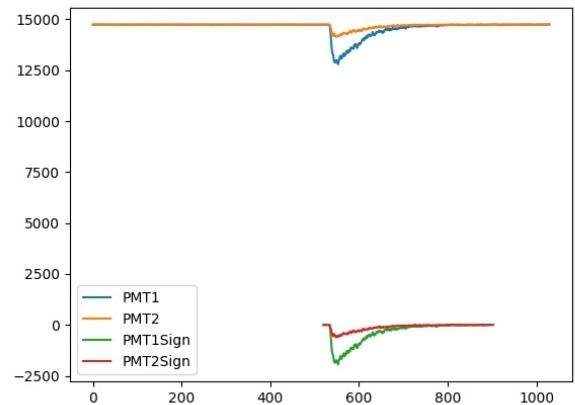
Esempio di come consideriamo i segnali nei due casi

Limiti 20%



(a) Carica misurate in unità arbitrarie: sul PMT-1 109145,
sul PMT-2 35091

Limiti fissati

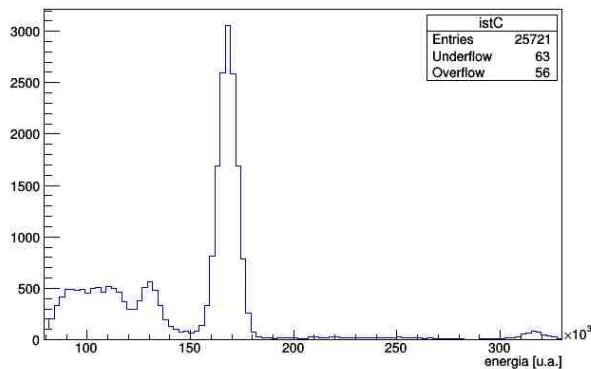


(b) Carica misurate in unità arbitrarie: sul PMT-1 135140,
sul PMT-2 43248

Figura 4: in figura è plottato come esempio l'evento 0 con le misure sul cesio ore 17:15, durata 16 s.

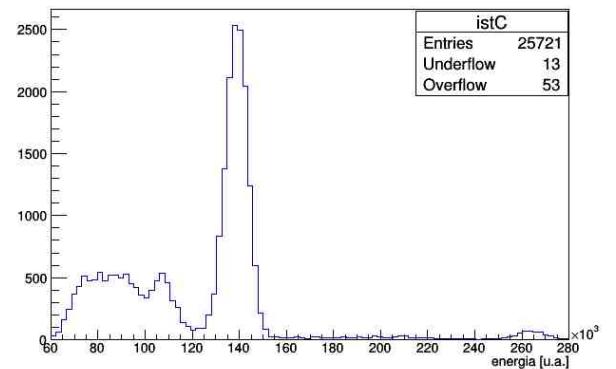
Differenza tra gli spettri.

limiti integrazione fissati



(a)

limiti integrazione 20%



(b)

Figura 5

Differenze di misure sui picchi

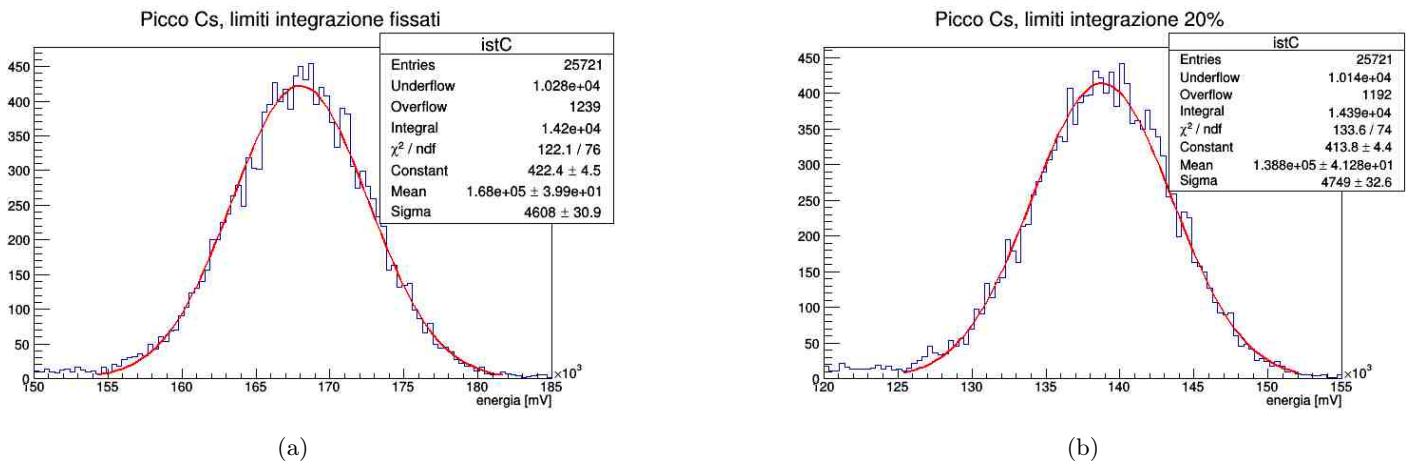


Figura 6

Doppie.
Differenza tra gli spettri

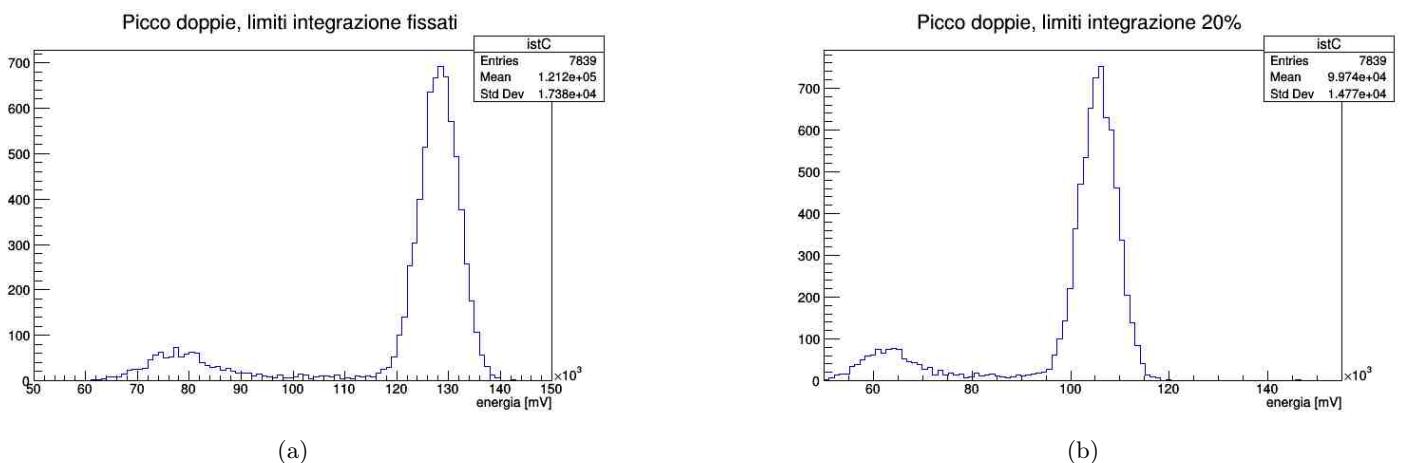


Figura 7

Differenze di misure sui picchi

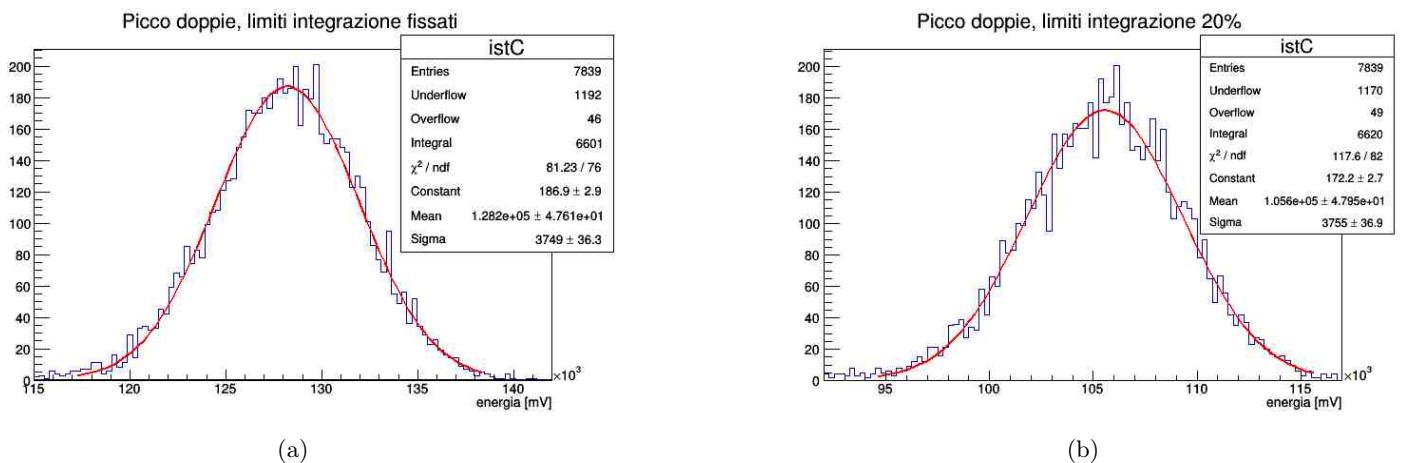


Figura 8

Si osserva che utilizzando come metodo quello di integrare i segnali nell' intervallo al di sopra del 20% del picco la risoluzione è peggiore rispetto al metodo precedentemente utilizzato; Si passa dal 2.9% al 3.5 %.
Preferire il metodo che riporta la misura migliore a prescindere i quale esso sia.

**Il professore ha decretato un vincitore
Tommaso Lari wins**

Scegliere in base a cosa conviene per le misure da fare. RISOLUZIONE

Terzo metodo, fit+limfix Misure sul picco del cesio².

Si esegue quest prova equa per tutti i 2 metodi con e senza fit:

- finestra (145-190)e3
- bin 300
- Fit function pol(1)+gauss

Fit? [bool]	media [u.a.]	sigma [u.a.]	resolution [%]
No	1.68040e+05+-4.09748e+01	4.41514e+03+-3.23126e+01	2.63
Si	1.11755e+01+-1.37349e+00	-5.48445e-05+-8.11025e-06	2.68

Tabella 1: Controllare effettivamente se l'errore sulla risoluzione non sia ridondante

1.9 Scelta limiti Picco/Gaussiana

Qua inserisco qualche prova per convincerci di quale metodo sia il migliore per misurare un picco con la miglior risoluzione. Prendo d esempio la presa dati sul PMT1 del giorno 3 Marzo con il picco del Cesio³ analizzato prendendo la carica di un evento tramite il metodo di limiti fissati.

finestra	bin	sigma	resolution [%]	fit equazione
(145-190)e3	100	4.44284e+03	2,643	pol(1)+gauss
(145-190)e3	200	4.43595e+03	2,639	pol(1)+gauss
(145-190)e3	300	4.41515e+03	2,627	pol(1)+gauss
(145-190)e3	400	4.40634e+03	2,622	pol(1)+gauss
(145-190)e3	800	4.30734e+03	2,563	pol(1)+gauss

Tabella 2: Controllare effettivamente se l'errore sulla risoluzione non sia ridondante, e il χ^2 dei fit

1.9.1 Fit sulle distribuzioni delle varie sorgenti

In previsione della misura sulla massa dell'elettrone sceglieremo quali possano essere le scelte da fare per ricavare al meglio i dati sui picchi.

Sodio La presa dati aveva come sorgente la sorgente isotropa, "grande", di ^{22}Na

Cesio Si utilizza la sorgente di "calibrazione" unidirezionale di Cesio.

Per questa misura dato che non era possibile spegnere la sorgente di sodio è stata posta la sorgente di Cesio molto molto vicina(ordini di 1-2 cm) al rivelatore inorganico NaI(Tl).

Di fondo troiamo lo spettro del Sodio. per evitare di dover fermare una retta che parametrizzi il fondo proviamo considerando un intervallo più ampio comprendente la discesa dal picco del sodio e quindi si prova con expo+gauss

PMT	Metodo	intervallo	bin	$\chi^2/ndof$
Cesio	Fit Expo+Gauss	(134-190)e3	200	285/193 = 1.48
	Fit Gauss	(153-185)e3	200	184/115 = 1.6
	Fit Gauss	(159-179)e3	200	46.3/71 = 0.65

Tabella 3: Si sceglie di zommare sul picco e fissare con una semplice gaussiana

Le differenze non sono sostanziali tra i 3 metodi e zoom testati

Cambio di binning

bin	$\chi^2/ndof$
100	70/97=0.72
80	66/77=0.86
50	45/47=0.96
200	186/197=0.94
300	320/297=1.08

Tabella 4: i parametri stimati sono tutti compatibili

²Presi dati: "PMT1_cesio_1715.txt" cartella "1a_misura_me_20210305"

³Presi dati: "PMT1_cesio_1715.txt" cartella "1a_misura_me_20210305"

L'errore che associato è quello del fit poiché se proviamo a fare devstd della gaussiana diviso radq delle entries ricaviamo un errore più piccolo di quello con cui root stima il valore centrale.

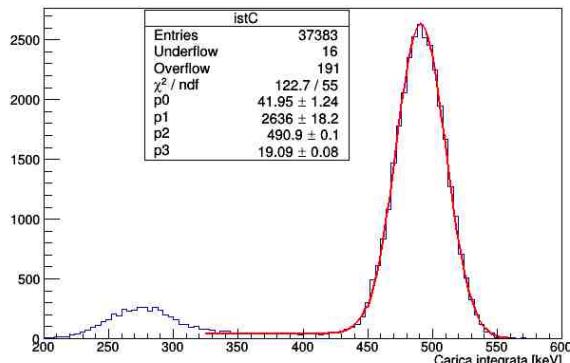
Cobalto qualche probelma in più

Intervallo 245-1653 gaussiane +retta o parabola.

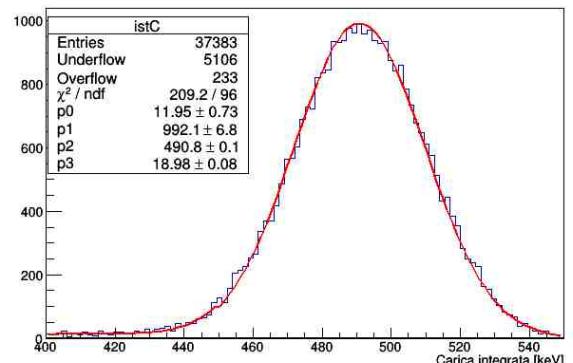
1.9.2 Risultati Fit

Vorrei inserire come cambiano i risultati dei fit a seconda dei limiti scelti per eseguire il fit. dato che è una scelta soggettiva induce ad errori diversi a seconda della scelta che si effettua.

A proposito di fit ho provato a vedere cosa succedesse zommando su una determinata regione effettuando comunque lo stesso fit con la stessa equazione



(a)



(b)

1.10 Misura della carica

3 metodi di misurazione della carica

1.10.1 Minimo del record

metodo più veloce.

Problema:

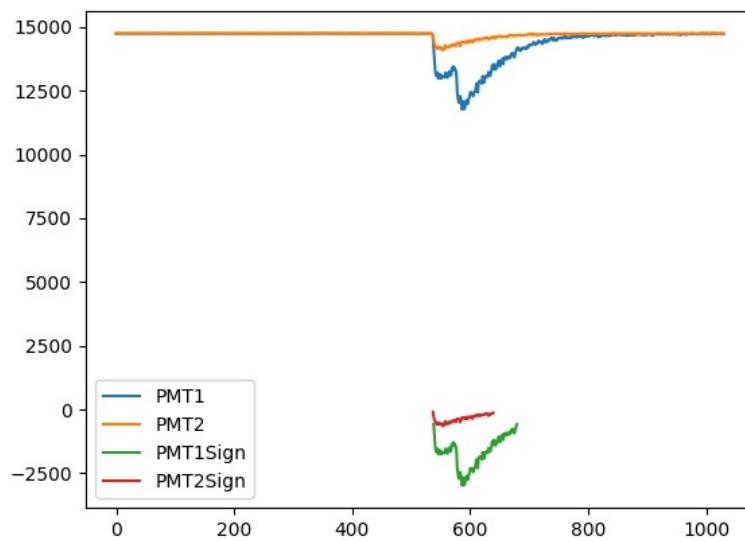


Figura 10: Eventi presi dalle coincidenze doppie delle 948 del giorno 3 marzo

Il minimo sul canale due è quello proveniente da un segnale sbagliato non in coincidenza con il PMT1

1.10.2 Integrale

il secondo è quello della semplice integrazione del segnale. Sorge dunque un dubbio su quale parte del segnale integrare. Inizialmente si è pensato per fare presto di integrare la parte di segnale compresa, rispetto alla posizione del minimo tra -30

punti prima del minimo e 350-380 punti dopo.

I risultati ottenuti sono comunque molto buoni dato che questa approssimazione è stata utilizzata per tutte le prese dati precedenti.

Un'alternativa, molto simile all'esperienza di TOF è quella di cercare un punto di inizio e uno di fine del segnale e integrare in questo range.

In precedenza si cercava lo start-time e lo stop-time utilizzando la distanza in sigma (devstd del rumore) dal fondo. In questa situazione con segnali molto più energetici e ben riprodotti si è utilizzato una percentuale del minimo valore del segnale.

Perciò si pensa di considerare come inizio del segnale il primo punto del record di dati con energia superiore al 20% del minimo del segnale e come ultimo ancora il 20% sempre del minimo.

1.10.3 Fit Sul segnale

Premettendo che deve ancora essere migliorato parto dalle prime cose da dire.

Il segnale impulsivo che leggiamo tramite ADC può essere diviso in due parti una di salita e una di discesa.

Inizialmente ho pensato a dividere i due segnali.

Ho fatto delle prove con matlab cercando di fare dei fit facilmente delle due parti separate⁴.

Le prove sono state fatte su un segnale normale che non presentava errori di alcun tipo.

Per quanto riguarda la parte finale del segnale impulsivo, la salita verso lo zero, il fit con una semplice curva esponenziale dava dei buoni risultati. Invece, non è stato così per la parte di discesa. Apparentemente sembrava fittare meglio una retta piuttosto di un esponenziale.

Ho provato a fittare l'impulso con la somma di due esponenziali e inserendo dei corretti parametri iniziali ma il problema nasce dal fatto che non è possibile inserire uno zero del segnale dei due esponenziali. La curva risultante dalla somma non va quindi bene.

Non so spiegare esattamente come funzioni l'approssimazione di una convoluzione di due esponenziali.

Su internet ho trovato un esercizio che mi aiutasse nel calcolo della convoluzione dei due esponenziali di questo tipo:

$$F_a(x) = -Ae^{a(-x-x_{0a})} \quad (1)$$

$$F_b(x) = -Be^{b(x-x_{0b})} \quad (2)$$

Dove i termini $x_{0a,b}$ indicano una traslazione per ognuna delle due curve, x la variabile della convoluzione (non so se abbia un nome preciso).

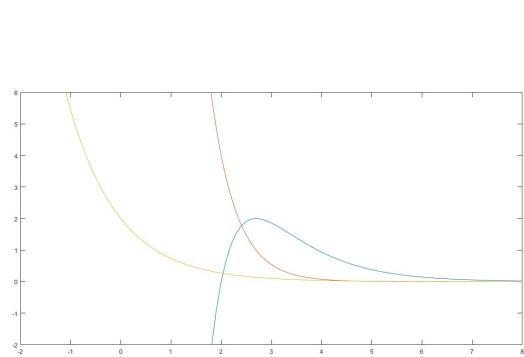
La convoluzione dei due esponenziali risulta essere:

$$F(x) = C(e^{-b(x-\Delta x)} - e^{-a(x-\Delta x)}) \quad (3)$$

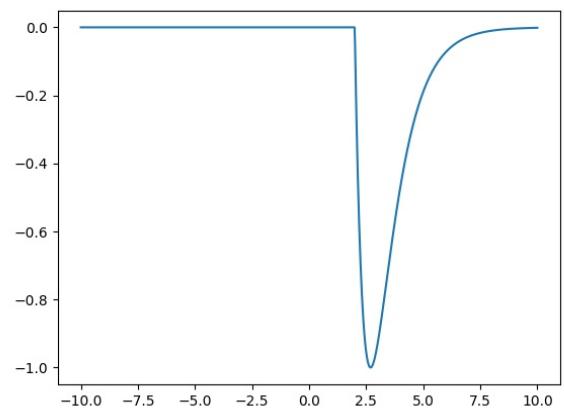
dove abbiamo sostituito $\Delta x = x_{0a} - x_{0b}$ perché indica proprio il punto in cui il segno della convoluzione cambia, mentre $C = \frac{AB}{a-b}$.

Dato che per alcuni valori di a e b la curva poi diverge e a noi interessa unicamente la parte positiva è stato pensato di moltiplicare la funzione per la funzione di Heaviside:

$$F(x) = \theta(\Delta x) * -C(e^{-b(x-\Delta x)} - e^{-b(x-\Delta x)}) \quad (4)$$



(a) In blu la curva di convoluzione, in rosso e in giallo i due esponenziali



(b)

Con questa funzione si prova un fit su un evento.

Gli errori sulle misure sono stati considerati pari ad uno in quanto costanti non influiscono sulla successiva misura della carica.

I parametri iniziali sono: [C = valore minimo del segnale, a=0, b=0, Δx = start del segnale].

⁴Non ho voglia di inserire dati o immagini di tutto se no diventa una lungaggine inutile

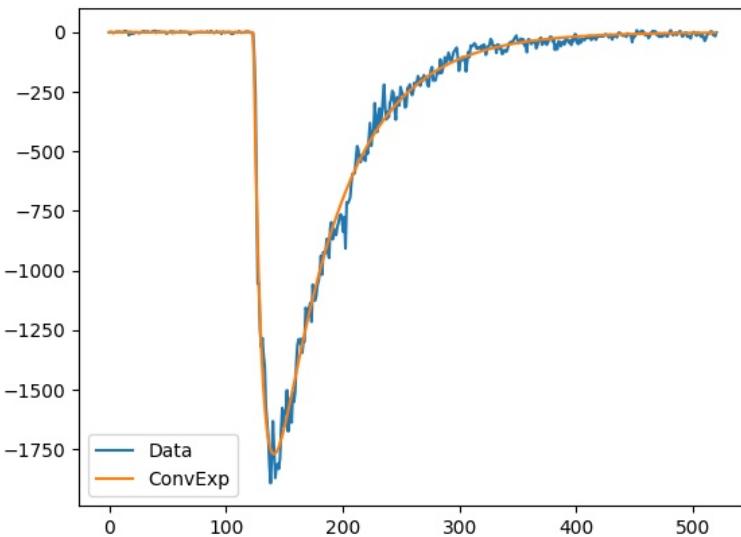


Figura 12

Alcune volte questo metodo però ha potato a dei problemi in quanto lo start a volte ha prodotto degli errori.

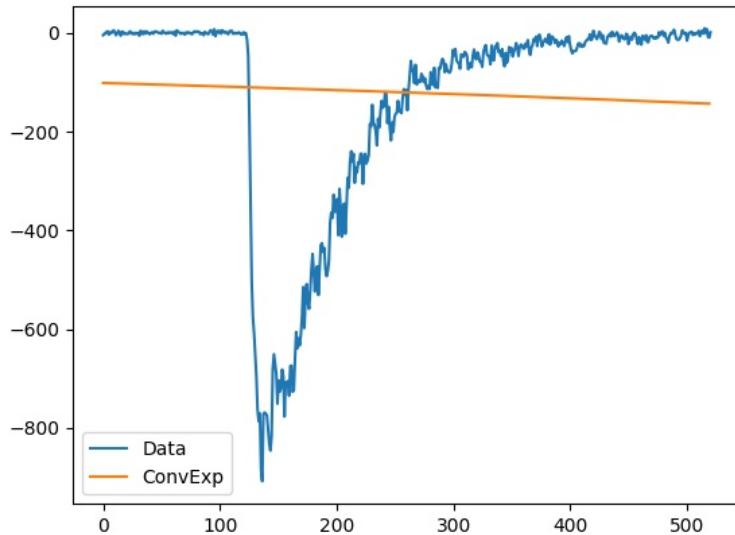


Figura 13

Questo problema è stato risolto inserendo un loop di almeno 6 ripetizioni e ad ogni ciclo si cerca lo start del segnale in maniera leggermente diversa. questo cambiamento non porta comunque a dei cambiamenti sostanziali nel fit sugli altri eventi ora inserisco se cambia o no ma è un no.

Ricerca start segnale Il parametro iniziale che inseriamo come start del segnale è uno dei più influenti sulla possibilità di fittare una curva oppure no.

Gli eventi sul quale non si riesce a fare un fit sono meno dell'1% Con qualche visualizzazione di eventi che danno problemi ho notato che vengono ben fittati eventi con 2 impulsi nello stesso record se scelto per bene lo start.

Secondo dei risultati ottenuti in precedenza() non so se lo abbiamo fatto) è risultato più conveniente a volte cerare come inizio e fine di un segnale un campione che si trovasse semplicemente 30 punti prima del minimo del segnale.

StCh	C	a	b	Δx	χ^2
10	2838.57	0.01833	.1304	123.62	1303.438
20	-2838.57	0.01833	.1304	123.62	1303.438
30	-2838.57	0.01833	.1304	123.62	1303.438
40	-1.24885	-0.0005654	-0.0005654	-3.2048e+04	217002.1

Tabella 5: Con StCh si indica il numero dei campioni considerati prima del minimo.

Nel caso in cui un evento non venisse fissato si esegue il loop finché il chi2 non è ridotto ad un valore inferiore di 10000, che nel caso in questione indica un buon fit sull'evento impulsivo. Alcuni segnali non riescono ad essere fissati.

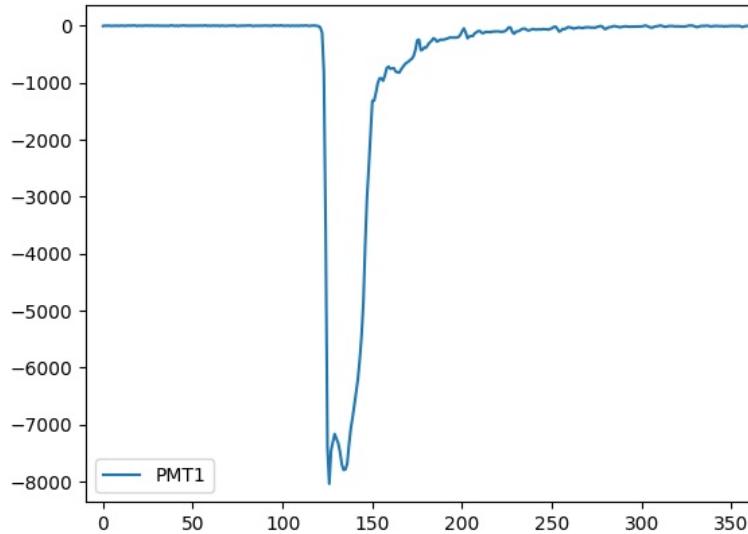


Figura 14: Evento 486 della presa dati sul PMT1 del 19 Marzo "PMT1_triple180_1707.txt".

Potrebbero essere due segnali sovrapposti. Senza stare fare troppe conversioni, se osserviamo l'entità del segnale letto dal PMT risulta essere notevolmente più grande rispetto ad altri eventi usati per esempio, circa 7-8 volte di più del segnale in immagine 12 e 10 volte superiore del segnale in figura 14.

Calcolo della carica Potremmo utilizzare sia la funzione `np.trapz()` ma con una quantità di trapezi maggiore, oppure la semplice formula di integrale del segnale convoluto.

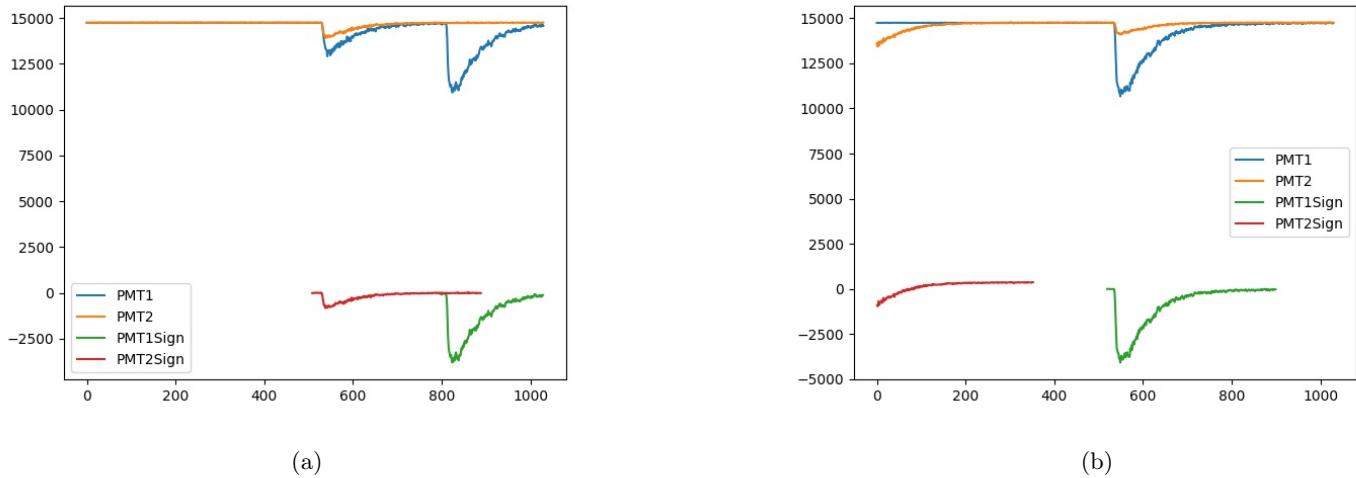
$$Charge = -C \left(\frac{e^{b\Delta x}}{b} (e^{-b*Start} - e^{-b*Stop}) - \frac{e^{a\Delta x}}{a} (e^{-a*Start} - e^{-a*Stop}) \right) \quad (5)$$

Dove Start e Stop in questo caso indicano i limiti di integrazione da scegliere.

Apparentemente ha riportato brutti risultati. Perciò si è optato per andare a considerare l'integrale tramite funzione `trapz` di numpy da start fino a circa $1,6 \mu\text{s}$ dopo.

1.11 Trigger necessity

A volte forse è meglio pensare a qualche metodo migliore riporto due esempi.



(a)

(b)

Figura 15: Eventi presi da qualche errore trovato durante le misure

2 1 giorno Andre 17/2/2021

Andre ha messo il trigger a mVe si vede qualche decina di Hz. con ampiezza molto variabile, quelli grossi anche 1-2 V. Le frequenze degli eventi sono state osservate da oscilloscopio modificando le alimentazioni del fototubo 1.

Tensioni di alimentazione dei fototubi a circa 700 V. con trigger -24 mV circa 800 Hz. 800 mV. segnali lunghi circa $1\ \mu s$. Se lo giro e lo metto in orizzontale circa 400 Hz.

Alimentazione e frequenze degli eventi:

$800\text{ V} \rightarrow 1900\text{ Hz}$

$750\text{ V} \rightarrow 1300\text{ Hz}$

I file dei dati registrati sono molto grandi, forse va impostato opportunamente il trigger interno dell' ADC. Modulo ADC N6725.

2.1 Considerazioni Tommi 19/2/2021 mattina

L' ADC ha 14 bit. cioè l' ampiezza del segnale può assumere $2^{14} = 16384$ valori. Ogni unità "sulla y" corrisponde quindi a $2\text{ V}/16384 = 0.122\text{ mV}$.

Sito interessante:<https://www.osti.gov/servlets/purl/1365802>

Convertire le unità arbitrarie della y in Volt può servire se vogliamo usare un trigger esterno e quindi impostare una soglia nel discriminatore.

Per valutare la risoluzione è possibile considerare la FWHM diviso il valore centrale del picco. Si ottiene:

$800\text{ V}43/480=0.0895$

$750\text{ V}29/274=0.105$

$700\text{ V}15/151=0.99$

$650\text{ V}9/84=0.107$

Qui ci sono gli spettri delle sorgenti di calibrazione (come dovrebbero venire) https://www.gammaspectacular.com/blue/gamma_spectra

3 2 giorno Tommi 19/2/2021

Osservazione ad occhio dei segnali Visualizzando tutti gli eventi tramite oscilloscopio non si riesce a distinguere per bene, ad occhio, alcune fasce di eventi a diversa ampiezza in mV .

dati Cs

Si prova a riprodurre lo spettro del Cesio con una tensione di alimentazione sul PMT-1 di 850 V e 900 V Senza alcuna discriminazione tramite modulo NIM.

Riproduzione Spettri

Si riproducono gli spettri delle altre sorgenti con un'alimentazione sul PMT-1 di 720 V.

Cesio, Sodio, Americio, Cobalto, Stronzio.

La frequenza segnata sul terminale dell'ADC durante la presa dati del sodio segnava una frequenza di circa 180-200 Hz, Un decimo circa quella del Cesio.

Si cerca la corretta alimentazione di tutti i 3 PMT posizionando di fronte ad essa la sorgente di Cesio e riprendendo gli

spettri per valutare quale sia il punto di lavoro migliore.

Per ogni PMT-1-2-3 sempre senza discriminatore sono state provate le tensioni da 650V a 850V a passi di 50V.

Discriminatore Si collega il discriminatore per poter nei prossimi giorni selezionare solamente gli impulsi di un'energia sufficiente da poter visualizzare i picchi.

Si utilizza il discriminatore come trigger esterno per l'ADC.

Sono state fatte 3-4 prese dati con delle soglie impostate sul discriminatore per vedere se la corelazione tra i bit e i mV letti in eq 6 è corretta.

3.1 Scelta alimentazione

Si pensa di scegliere la migliore alimentazione dei PMt osservando il picco o i picchi principali di ogni spettro e misurando il rapporto FWHM/Max.

3.2 21/02 prova di calibrazione PMT1 720 V

(E' scritto malissimo, ho fatto copia-incolla di un txt che ho tenuto come appunti)

cesio: picco cesio → $1.189 \text{ e}+5 \pm 30$

x-Ray: (6581 ± 20)

Sodio: (picco 511 Mev : $9.169 \text{ e}+4 \pm 36$)

(Picco fotone 2o dec: $2.236 \text{ e}+5 \pm 165$)

Cobalto: dal più grande al più piccolo:

$(2.345 \text{ e}+5 \pm 80)$

$2.071 \text{ e}+5 \pm 66$)

$(4.096 \text{ e}+4 \pm 70$

$1.505 \text{ e}+4 \pm 36$) Stronzio: primo picco a bassa energia: (4948 pm 22)

Americio:

Valori in energia: (nell' ordine in cui sono sopra)

cesio: picco grande 661.66 Kev

Sodio: 511 Kev ; 1275 Kev

Cobalto: ultimi due 1173.2 Kev 1332.5 kev

Americio: 59.6 Kev

Stronzio:

(i valori li ho trovati anche più precisi su PDG ma cambia poco)

risultati calibrazione:

$m=176.04135606$ $q=1520.48672017$

$dm= 0.95404895$ $dq=563.26702857$

integral è il valore dell' integrale del segnale.

$integral = mE + q$

$E = (integral - q)/m$

$dE = (dm(integral - q)/m^2) + dq/m = E * (dm/m) + dq/m$

Se, utilizzando questa calibrazione, misuro il picco a 511 kev del sodio ottengo $511.84 \pm [0.2$ (questo deriva dall' istogramma del picco)] $\pm [$ (questo deriva dall' errore di calibrazione) 6 (se sommo in quadratura 4.2)]

Sembra che l' errore maggiore dipenda dalla calibrazione.

3.3 Qualche risultato

PMT1 "Scelta alimentazione" si guarda il picco del Cesio a varie alimentazioni e se ne guarda media e devstd sia ad occhio che con un fit di gaussiana. Si usa sia i risultati ottenuti considerando il minimo che facendo l'integrale.

V	min.	min Gauss	int	int Gauss
650	$689,9 \pm 31,77$	$690,3 \pm 31,56$	$(53,6 \pm 1,4)\text{e}+3$	$53,6 \pm 1,4)\text{e}+3$
700	1231 ± 53	1230 ± 55	$(95,4 \pm 2,4)\text{e}+3$	$(95,4 \pm 2,5)\text{e}+3$

Tabella 6: Risultati delle prese dati del giorno di questa sezione

Rapporti devstd/mean = 0.045 per le misure con i minimi, 0.026 per le misure con integrali del segnale

SCELGO I PUNTI DI LAVORO DEI PMT UTILIZZANDO GLI SPETTRI OTTENUTI TRAMITE INTEGRAZIONE DEL SEGNALE

V650	0.0261	~ 2
V700	0.0262	~ <2
V750	0.0263	93,8/53
V800	0.0262	133,4/80

Tabella 7

da 850 V in su il chi2 è migliore però il rapporto sigma su valore no, la ricerca del picco richiede però un discriminatore perché la quantità di rumore è molto alta in quanto l'istogramma richiede uno zoom molto ampio sui dati. Sarebbe interessante anche cercare di vedere se a quelle tensioni il rumore di fondo alla base delle distribuzioni aumenta o diminuisce.

Io credo che diminuisca perché si allargherebbe tutto lo spettro piccandosi maggiormente sulle parti interessati Per la scelta dato che il rapporto in questione non sembra variare potremmo guardare come disse il prof il fondo di rumore sulle code della distribuzione.

Al momento rimarrei su scelte di tensione maggiore di 750V in quanto anche il chi2 migliora, ciò vuol dire che le distribuzioni tendono ad assomigliare di più quel che realmente possono essere.

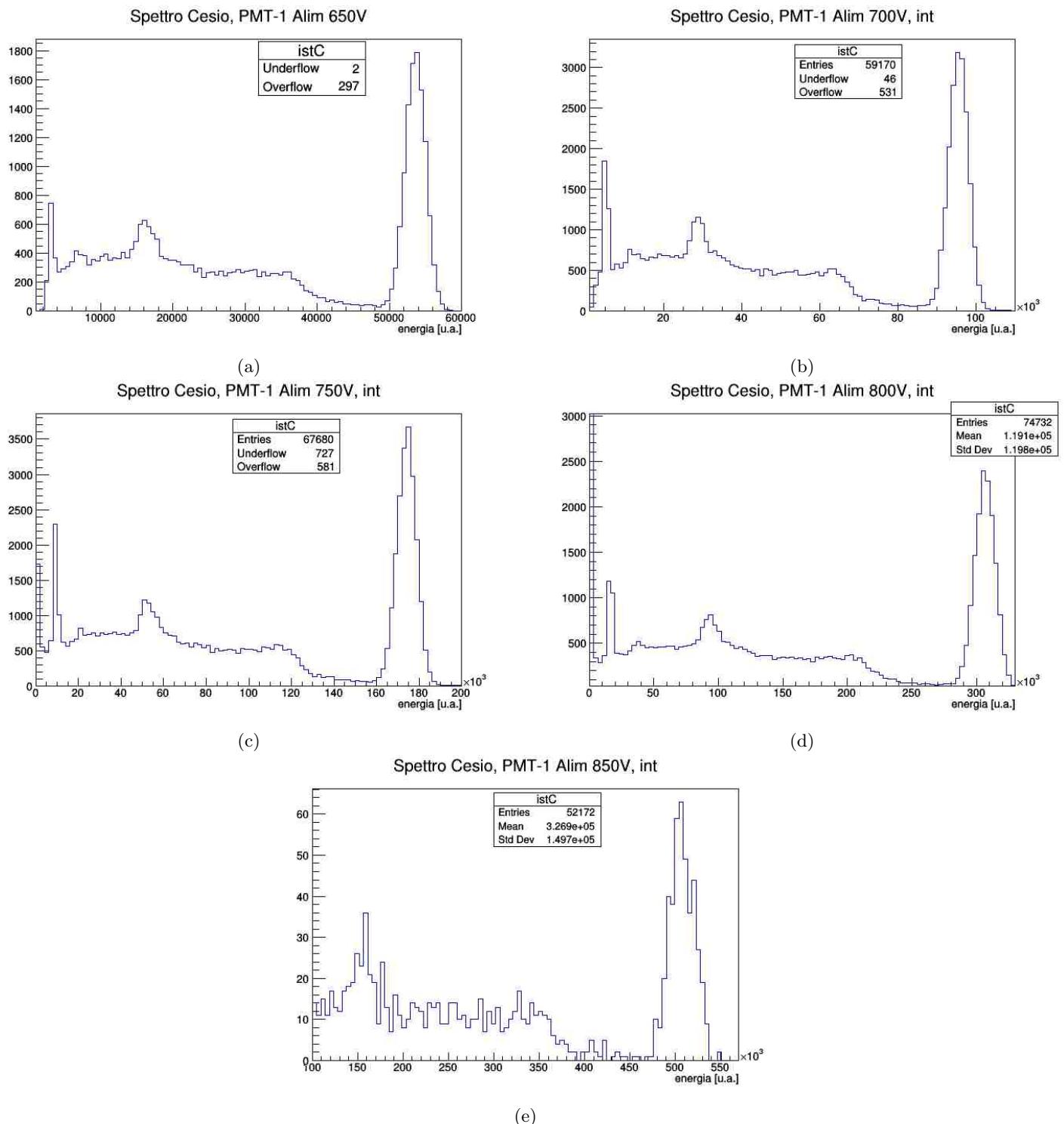


Figura 16: PMT1

	650V	0.0388/0.0436	2,23/1.55
Punto Lav PMT-2	710V	0.0305	1.183
	750V	0.0283	1.72
	800V	0.0278	1.4284
	850V	0.272/0.0283	1.166/1.2636

Tabella 8: Gli errori nei rapporti tra sigma e media devono essere calcolati come somma in quadratura degli errori che commette il programma di fitting sul calcolare quei due dati

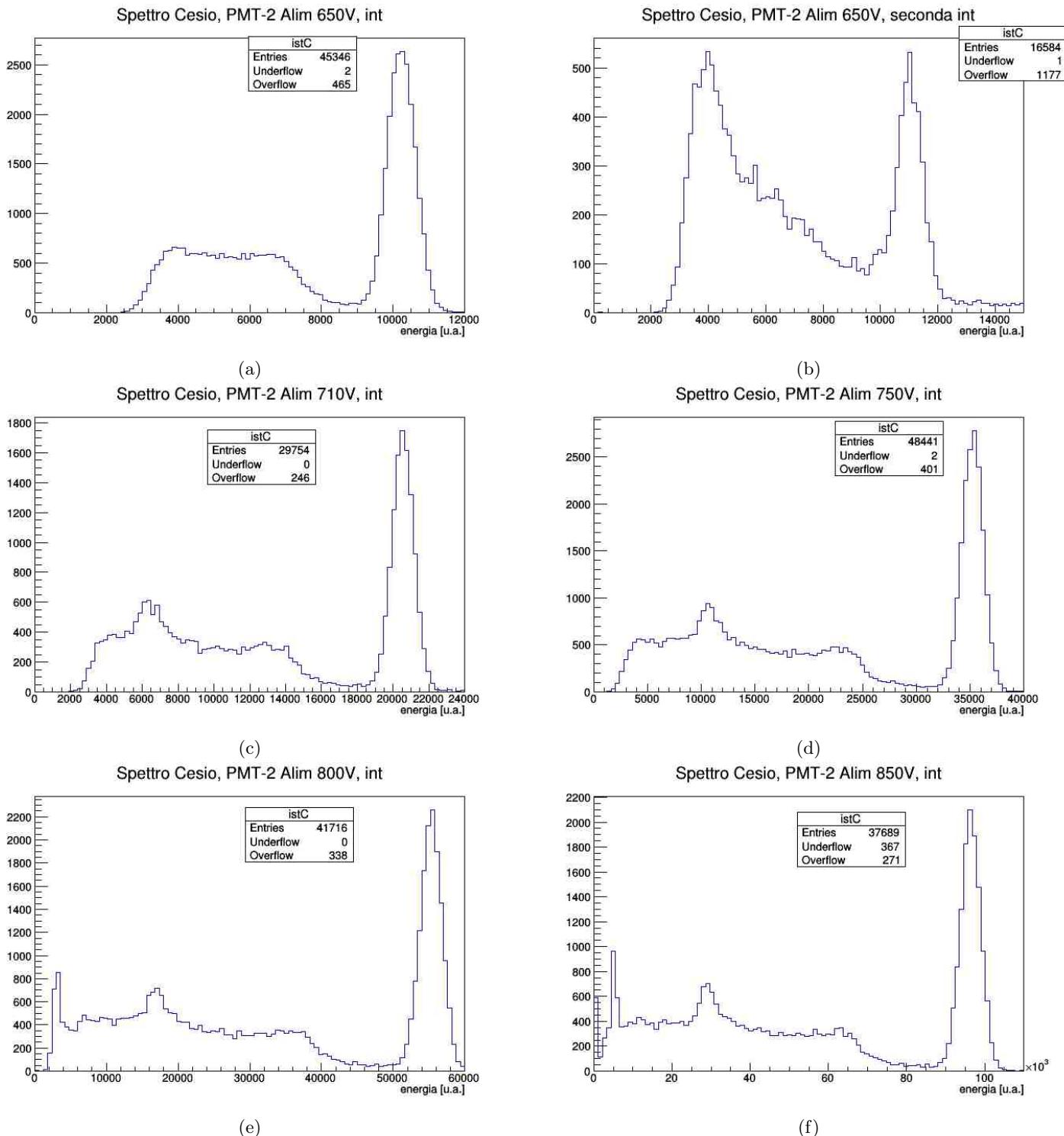


Figura 17: PMT2

PMT-2

	600V	0.0273	1.2609
Punto Lav PMT-3	650V	0.0273/0.0269	1.2609/1.1522
	710V	0.0273	1.4973
	750V	0.0277	1.7461
	800V		
	850V		

Tabella 9

PMT-3 C'è stato un errore nei collegamenti dei cavi tra PMT3 e alimentatore e probabilmente anche con il multimetero che non legge benissimo, perciò i dati presi sono inutili al momento

prova soglie Tramite discriminatore si prova ad inserire una determinata soglia per vedere se l'equazione 6 può aiutarci a dare una stima approssimativa di come potremmo discriminare i segnali per poter prendere misure solo di un particolare picco

$$\frac{2 V_{pp} V}{2^{14} \text{ bit}} \text{ minimo del segnale bit} = \text{minimo del segnale } V \Rightarrow 0.122 \text{ minimo del segnale bit} = \text{minimo del segnale } mV \quad (6)$$

Per valutare dove posizionare il livello di trigger nel discriminatore si deve osservare lo spettro della sorgente ma utilizzando i minimi e non la carica

Soglie 750V P2 | 0.0345 | 3.6406

Tabella 10

3.4 Sorgenti, Prime Osservazioni

Ogni spettro è stato cercato per il momento solo per il PMT-1 con alimentazione a 720V. ne è stata fatta una prova di calibrazione (Tommi)

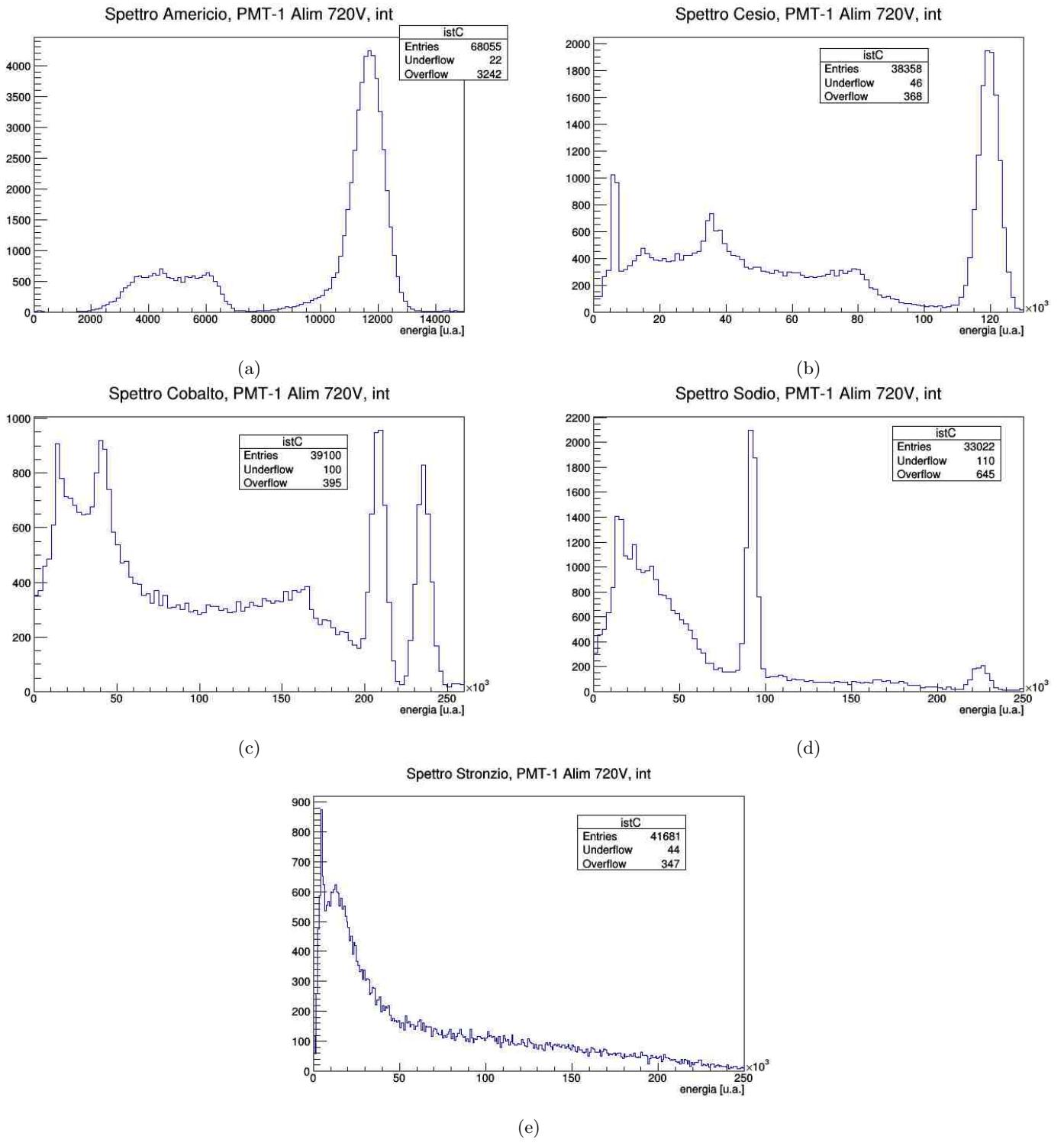


Figura 18: Sorgenti diverse

Per le calibrazioni osserviamo prima gli spettri con i minimi che non verranno fatti vedere nella relazione. Si guarda lo spettro dei massimi e lo si trasforma in mV con l'equazione 6

3.5 Scelte post giorno 2

PMT1-2 alimentazione 750. poco rumore bei segnali e basso fondo.
Le scelte effettuate sono state prese principalmente per

4 Colloquio prof 23 febbraio

Efficienza Un altro fattore che potrebbe influenzare la scelta di un'alimentazione piuttosto di un'altra: efficienza come numero di eventi presi sul fotopicco in funzione del tempo impiegato per prenderli

$$\frac{\text{Numero eventi sul picco interessante}}{\text{Tempo impiegato}} \quad (7)$$

In questa maniera teoricamente si cerca la configurazione migliore che permette di concentrare i dati direttamente sulla parte di spettro interessante.

Dubbi:

- l'efficienza viene normalmente definita come la quantità di eventi rivelata su un campione fisso in arrivo. In alternativa si ricorre a metodi tipo il plateau nel caso dei cosmici per esempio, dato che non vi è un numero preciso con il quale fare il confronto.
- L'efficienza come unità di misura è un semplice numero il che secondo equazione 7 ha dimensione di un s^{-1} .
- il rate di eventi che proviene dalla nostra sorgente radiativa è "fissata"⁵ dal tempo di decadimento. perciò una volta che il picco, o parte dello spettro interessante, è ben visibile non è possibile cambiare il numero di eventi letti, al massimo potremmo leggerli su un valore diverso dovuto all'alimentazione differente

Una possibilità per migliorare l'efficienza perciò potrebbe essere quello di settare una soglia con un discriminatore così che a seconda della posizione del fotopicco dovuta all'alimentazione potrebbe essere possibile prendere dati unicamente interessanti dimenticandoci di tutti quelli di rumore.

Perciò, per migliorare l'efficienza in questo senso e basare la presa dati solo su parti interessanti dello spettro sarebbe possibile diminuire il numero di eventi "di rumore" rispetto a quelli utilizzabili per le misure.

efficienza (T) Un' altro fattore su cui basare la scelta della tensione di alimentazione del PMT è l' efficienza del rilevatore. In altre esperienze (ad esempio TOF) è possibile ottenere una configurazione che permette di stabilire se una particella sia passata o meno del rilevatore ed ottenere quindi una stima dell' efficienza come:

$$\varepsilon = N_{detected}/N_{event} \quad (8)$$

In questo caso questo non è possibile. E' comunque possibile valutare come varia l' efficienza in funzione della tensione di alimentazione considerando il rate di eventi rilevati. Il rate di decadimenti della sorgente radioattiva $R_{emission}$ non dovrebbe variare nel tempo. Misurando il rate di eventi rilevati $R = N_{detected}/\Delta T$ a varie tensioni di alimentazione, variazioni del rate potrebbero indicare variazioni dell' efficienza del detector.

Poiché in questa esperienza siamo interessati a misurare eventi ad una determinata energia abbiamo deciso di considerare solo eventi con energia compresa all' interno di un certo intervallo, in particolare gli eventi con energia compatibile col picco del cesio. E' opportuna la seguente osservazione. Variando la tensione di alimentazione varia l' ampiezza del segnale; in questa esperienza non stiamo semplicemente contando gli eventi che superano una certa soglia (in questo caso aumentando la tensione di alimentazione sono rilevati più eventi) ma possiamo rivelare tutti gli eventi e, di ciascuno, misurare l' ampiezza del segnale (o l' integrale), proporzionale all' energia rilasciata nello scintillatore. Quindi, una volta che gli eventi in una certa regione di energia (e quindi in un intervallo di ampiezze del segnale del PMT) sono visibili, aumentando la tensione di alimentazione non ci aspettiamo variazioni del rate. Non ho molto senso, secondo me, considerare l' efficienza come $N_{eventi\ nel\ picco}/N_{eventi\ rilevati}$ inserendo delle soglie in ampiezza perché possiamo comunque rivelare tutti gli eventi e stabilire quali siano nel picco misurandone l' energia.

Dipendenza dalla temperatura la transizione dovuta ad un decadimento si trova generalmente ad ordini di energia del KeV o superiori. l'energia termica è data da $E = kT$.

L'energia termica a temperatura ambiente vale $1/40\text{ eV}$ e le transizioni atomiche sono dell'ordine dell'eV o più perciò non può influire la temperatura sulla natura del processo di decadimento.

la temperatura potrebbe invece poter influenzare il fototubo, in quanto per eccitamento termico potrebbe liberarsi un elettrone e generare una corrente di buio.

(T) I processi che determinano la produzione della fotocorrente da parte del PMT (emissione del fotoelettrone primario ed emissione degli elettroni secondari da parte dei dinodi) possono essere influenzati dalla temperatura, infatti il potenziale che devono superare gli elettroni per essere estratti è circa una frazione di eV, confrontabile con l' energia termica a temperatura ambiente.

Incertezze piccole nella calibrazione Durante la prova di prima calibrazione si è notata una notevole sottostima degli errori come è possibile osservare dal grafico dei residui e dal valore del χ^2 del fit relativo alla calibrazione.(T)

Questo non vuol dire che i dati presi siano scorretti.

Una possibilità potrebbe essere la non linearità della relazione tra carica rilasciata nell' ADC e energia dell'evento fisico corrispondente ad un picco nello spettro della sorgente.

Un altro errore più facilmente verificabile potrebbe essere dovuto alla non riproducibilità della presa dati, ovvero potrebbero esserci delle fluttuazioni di qualsiasi natura fisica che tecnologica che influiscono con un errore molto più grande i risultati. Quindi obiettivo primario è verificarne questa possibilità di fluttuazione.

Statisticamente quando si deve analizzare un evento del quale conosciamo unicamente il numero di eventi rivelati, quindi per esempio quanti eventi leggiamo del picco, o quanti muoni riveliamo in uno scintillatore plastico, o quanti fotoni riveliamo tramite SiPM, sappiamo che questi eventi si distribuiscono secondo una distribuzione Poissoniana la cui dev.st vale proprio \sqrt{N} dove N è proprio il numero di eventi rivelati.

Da quel che ho capito gli errori sulle misure vengono interamente "inglobati" nella distribuzione.(T) L' errore percentuale

⁵a meno di tutte le fluttuazioni dovute alla meccanica quantistica

dei conteggi è molto maggiore dell' errore percentuale del tempo della presa dati quindi il secondo può essere trascurato. Alla fine farei attenzione a ciò che influisce sulla misura, quindi fluttuazioni che varierebbero proprio i valori medi della statistica.

Quali potrebbero essere?

1. Stabilità temporale?
2. l'alimentatore sembra rimanere ben fisso sulla tensione che si sceglie. Ho controllato per sicurezza nel giorno mercoledì 24 febbraio e rimaneva preciso sulla tensione scelta fino ad una precisione di lettura del V⁶ e di errore di misura della tensione da parte del multmetro.

Per il punto 1 Si deve provare la misura più volt nell'arco del tempo. e proprio per questo motivo è importante inserire nei grafici anche il l'ora e la data di acquisizione dei dati.

per il punto 2 potremmo anche solo con i dati che abbiamo valutare la posizione del picco in funzione dell'alimentazione se ci trovassimo ad una alimentazione del PMT dove la salita esponenziale in scala non logaritmica non è ancora molto forte questo possibile errore potrebbe influire di meno.

(T) Vari fattori possono influenzare l' ampiezza del segnale prodotto dal PMT, e quindi il valore dell' integrale del segnale che utilizziamo come stima dell' energia. I principali possono essere:

1. la produzione della photocorrente da parte del PMT è influenzata dalla temperatura
2. è possibile che le tensioni di alimentazione dei PMT non siano stabili nel tempo.

Non è facile stabilire da cosa dipendano le variazioni osservate. Per introdurre questa incertezza è opportuno ripetere la misura di calibrazione più volte, controllando se il valore centrale dei picchi misurato è sempre lo stesso o subisce delle variazioni.

5 Giorno 3 24 febbraio

sono state prese misure per valutare con maggior rigore la scelta da fare per la tensione di alimentazione dei PMT.

Alla fine dell'ora è stata verificata la corretta connessione del PMT3 con l'ADQ.

riassumiamo il tutto in una tabella, una per ogni PMT:

	V_{Alim} [V]	T [s]	Eventi nel picco [#]	rate [Hz]	devstd/mean (Fit)	χ^2/N_{dof}	ampiezza segnale [mV]
PMT1	650	59,31	$2,215e+4 \pm 0.015e+4$	$373,5 \pm 2,5$	$(270.0 \pm 1.4)e-4$	2.10	81.75 ± 0.03
	700	62,23	$2,155e+4 \pm 0.015e+4$	$346,3 \pm 2,4$	$(267.0 \pm 1.4)e-4$	1,33	148.60 ± 0.05
	750	34,73	$1,399e+4 \pm 0.012e+4$	$402,8 \pm 3,4$	$(264.0 \pm 1.8)e-4$	1,48	267.5 ± 0.1
	800	34,70	$1,406e+4 \pm 0.012e+4$	$405,2 \pm 3,4$	$(260.0 \pm 1.8)e-4$	1,21	454.1 ± 0.2
	850	39,71	$1,320e+4 \pm 0.011e+4$	$332,4 \pm 2,9$	$(218.0 \pm 1.5)e-4$	1,48	675.9 ± 0.2

Tabella 11: Il calcolo degli errori è specificato nel paragrafo 5

	V_{Alim} [V]	T [s]	Eventi nel picco [#]	rate [Hz]	devstd/mean (Fit)	χ^2/N_{dof}	ampiezza segnale [mV]
PMT2	650	64,73	$2,215e+4 \pm 0.015e+4$				17.19 ± 0.02
	700	54,26	$2,514e+4 \pm 0.016e+4$	$463,3 \pm 2,9$	$(440.0 \pm 2.2)e-4$	3,67	32.07 ± 0.01
	750	35,73	$(1,713 \pm 0.013)e+4$	$479,4 \pm 3,7$	$(328.0 \pm 2.0)e-4$	1,51	56.66 ± 0.02
	800	34,96	$(1,513 \pm 0.012)e+4$	$432,8 \pm 3,5$	$(292.0 \pm 1.8)e-4$	1,28	95.76 ± 0.04
	850	34,75	$(1,482 \pm 0.012)e+4$	$426,4 \pm 3,5$	$(276.0 \pm 1.8)e-4$	1,25	156.70 ± 0.08

Tabella 12: Il calcolo degli errori è specificato nel paragrafo 5

A 650 il picco non è gaussiano non so come prendere i dati necessari

	V_{Alim} [V]	T [s]	Eventi nel picco [#]	rate [Hz]	devstd/mean (Fit)	χ^2/N_{dof}	ampiezza segnale [mV]
PMT3	750	59,72	$(7,185 \pm 0.084)e+3$	$120,3 \pm 1,4$	$(330.0 \pm 3.3)e-4$	1,04	56.66 ± 0.02
	800	59,92	$(7,181 \pm 0.084)e+3$	$119,8 \pm 1,4$	$(317.0 \pm 3.1)e-4$	1,03	95.76 ± 0.04
	850	59,73	$(7,429 \pm 0.086)e+3$	$124,4 \pm 1,4$	$(316.0 \pm 3.0)e-4$	1,03	156.70 ± 0.08

Tabella 13: Il calcolo degli errori è specificato nel paragrafo 5

errori sulle misure

- Sulle alimentazioni eviterei oppure si cerca semplicemente sul manuale del multmetro.

⁶Dico Volt quando in realtà sul multmetro leggevo una tensione scalata di un fattore mille.

- Tempo di presa dati. Il clock dell'ADC ha una sensibilità di 8 ns, inoltre dovrebbe essere piuttosto nuovo quindi dubito sbagli. In ogni caso la distanza in tempi tra un evento e l'altro arriva al massimo a pochi ms, perciò, ritengo che un errore di un paio di centesimi di secondi sia anche largo. Ovviamente si terrebbe di conto anche della mancanza di 2-3-4 Dt dovuti a quella no linearità nel trigger, Foto che ti ho mandato su whatsapp.
- Eventi nel picco. La scelta credo che sia molto soggettiva perché dipende da quali limiti scegli. Dovremmo accordarci su quali considerare come limiti di un picco.
- rate. Somma in quadratura e via
- Devstd e media. Questi sono le misure che riporta un fit di una gaussiana su un picco. Il prof martedì 23 febbraio non mi sembrava contrariato.⁷. Di conseguenza l'errore sul rapporto si trova con somma in quadratura.

Non contiamo errori nei tempi perché molto più piccoli dell'ordine che ci è sufficiente.

Per gli eventi sul picco consideriamo \sqrt{N} dove N è il numero di eventi contati e per il Rate è semplicemente l'errore relativo del numero di eventi per il rate trovato, $\frac{1}{N}$.

6 Giorno 4

Due prove di calibrazione per vederne la stabilità temporale.

		Prova 1		Prova 2	
Sorgente	PMT	Valore Picco ± devstd	χ^2	Valore Picco ± devstd	χ^2
Americio	1	(159,98 ± 7,14)e+2	146,8/53	(159,97 ± 6,96)e+2	92,6/71
	2	(50,85 ± 6,29)e+2	116,8/76	(48,36 ± 7,48)e+2	105,5/69
Cesio	1	(167,153 ± 4,376)e+3	189,7/131	(165,600 ± 4,441)e+3	136,3/97
	2	(56,2136 ± 1,638)e+3	248,2/169	(56,0468 ± 1,655)e+3	158,6/97
Cobalto 2° picco	1	(324,925 ± 5,518)e+3	146,6/130	(324,492 ± 6,2094)e+3	97,95/95
	2	(112,40 ± 2,34)e+3	155/96	(112,268 ± 2,383)e+3	96,6/95
Sodio (Ne)	1	(309,77 ± 6,72)e+3	59,51/56	(309,884 ± 6,4795)e+3	110,2/92
	2	(107,32 ± 2,39)e+3	111,4/92	(107,141 ± 2,5149)e+3	86,62/93

Tabella 14: Per il sodio è stato considerato il picco dovuto al decadimento γ del ^{22}Ne

Conteggi, integrali dei picchi scelti.

		Prova 1			Prova 2		
Sorgente	PMT	N	DevStd/ \sqrt{N} [u.a.]	Time [s]	N	DevStd/ \sqrt{N} [u.a.]	Time [s]
Americio	1	38300 ± 500	3,6	41	35500 ± 500	3,3	36
	2	(385,00 ± 7,00)e+2	3,2	42	(374,00 ± 7,00)e+2	3,9	49
Cesio	1	19900	31,0	45	14800	36,5	30
	2	27240	9,9	65	22500	11,0	52
Cobalto 2° picco	1	1402	147	47	3352	107	73
	2	3996	37	101	3149	42	75
Sodio (Ne)	1	532	291	72	917	214	118
	2	823	83,3	103	816	88,0	115

Tabella 15: Per gli errori sui conteggi sono considerati gli errori massimi facendo l'integrale del picco considerato più o meno code. Per la divisione i utilizza l'errore medio senza errore perché la variazione non influisce molto sull'errore misurato successivamente.

⁷Ho sempre però paura della tipica domanda su come root esegue un fit

6.1 Fit calibrazione

6.1.1 senza americio

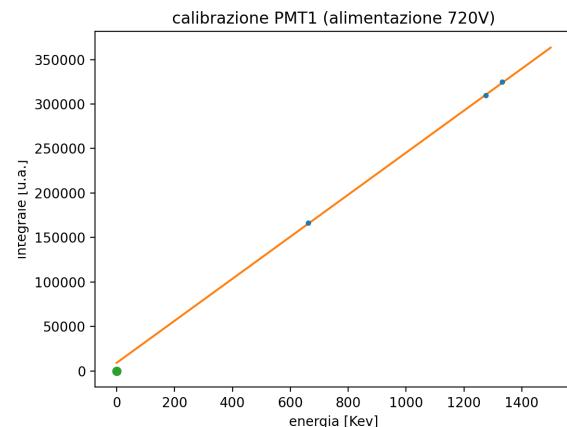


Figura 19: fit calibrazione (no americio)

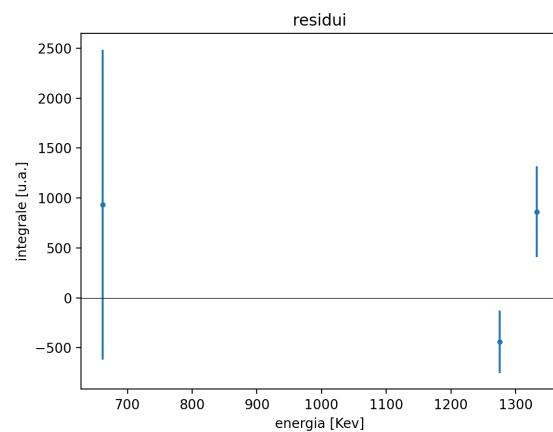


Figura 20: residui (no americio)

$m=236 \pm 6$ $q=9000 \pm 7000$ $\chi^2/N_{DOF}=1.18$

6.1.2 con americio

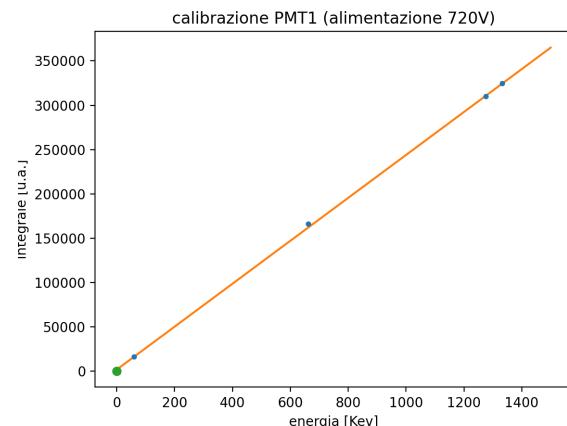


Figura 21: fit calibrazione ()

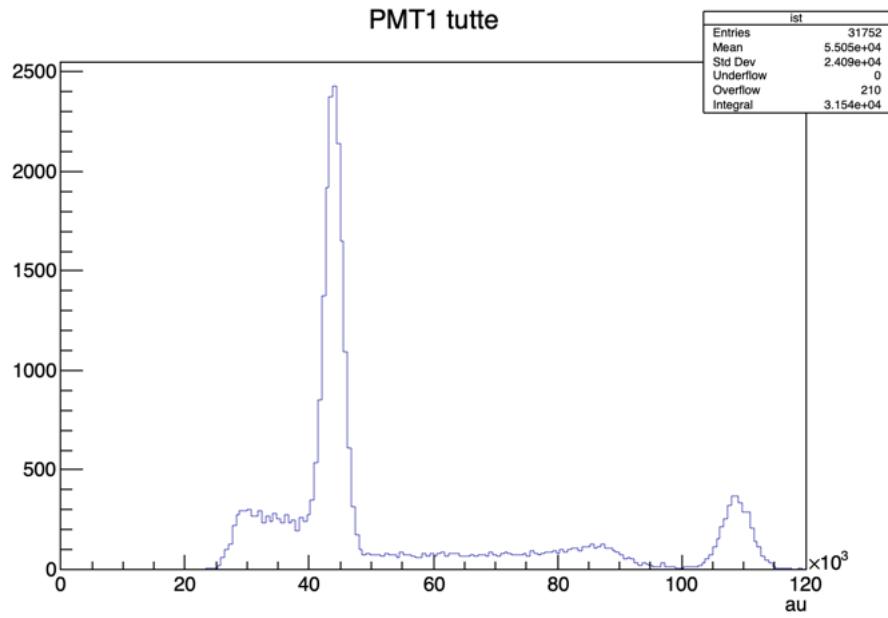


Figura 23: PMT1 coincidenze doppie

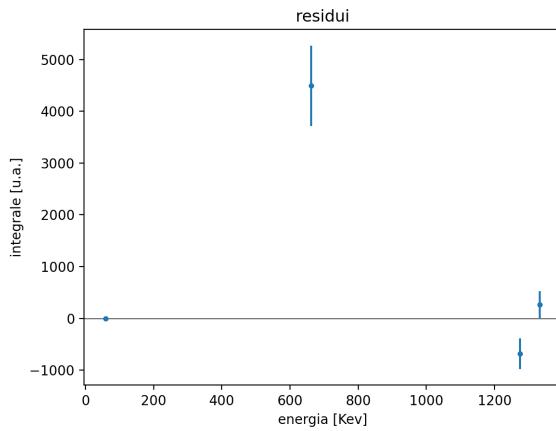


Figura 22: residui ()

$$m = 242 \pm 1 \quad q = 1500 \pm 50 \quad \chi^2/N_{DOF} = 7.94$$

6.2 prese dati coincidenze doppie

Americio PMT2.

10 secondi 1734:

PMT1 148389

PMT2 73367

Sembra che il PMT-1 legga molti più eventi del PMT-2

Non funzionava un modulo

Conteggi:

PMT1 284917 rate: $f_1 = 9497 \pm 20$ Hz

PMT2 135429. rate: $f_2 = 4510 \pm 10$ Hz

Coincidenze PMT1-PMT2 3724 rate: 124 ± 2 Hz

tempo presa dati 30169 ms

durata del segnale del discriminatore $\Delta_t \sim 1 \mu s$

rate coincidenze casuali attese: $f_1 f_2 \Delta_t \sim 42$ Hz

Altri rate

1893570

897601

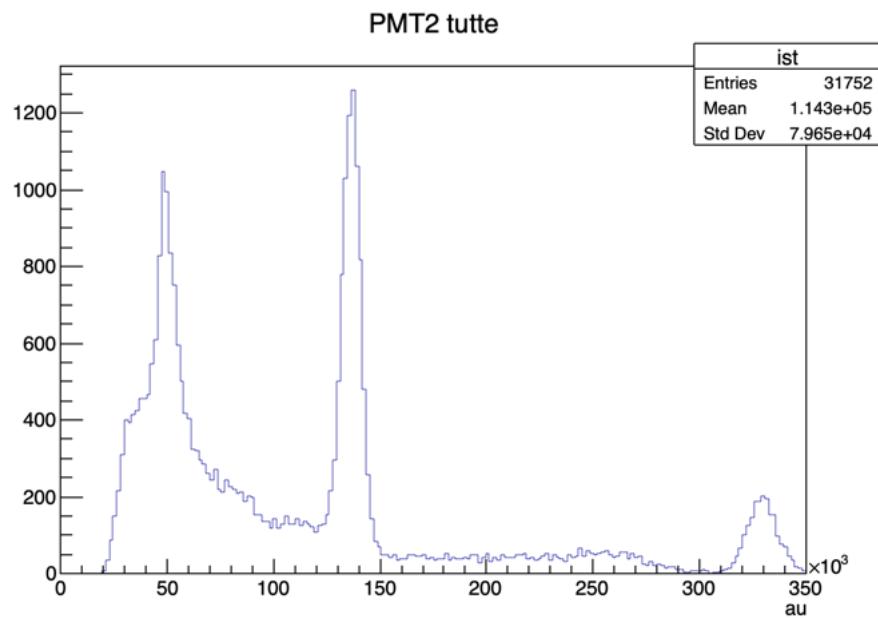


Figura 24: PMT2 coincidenze doppie

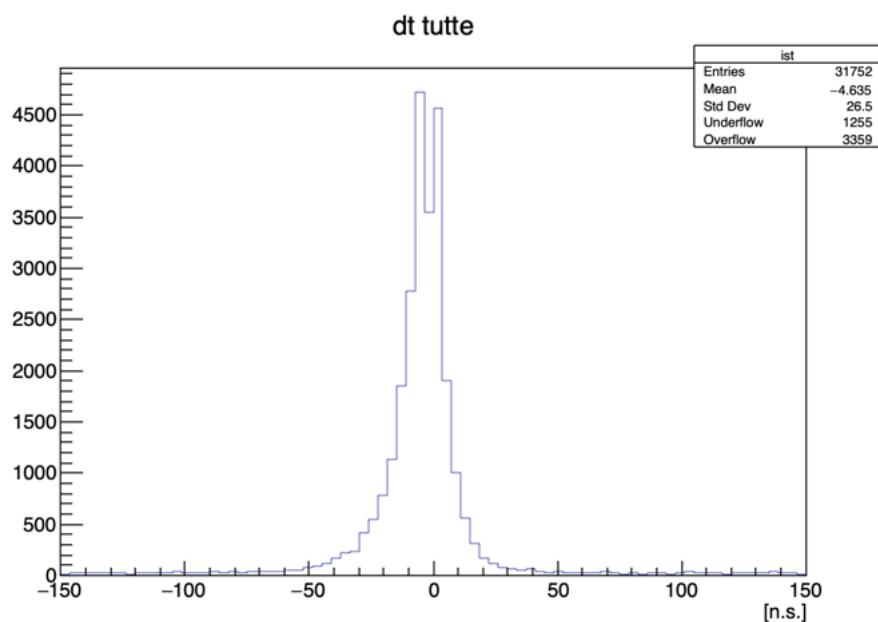


Figura 25: differenza di tempo tra i due segnali

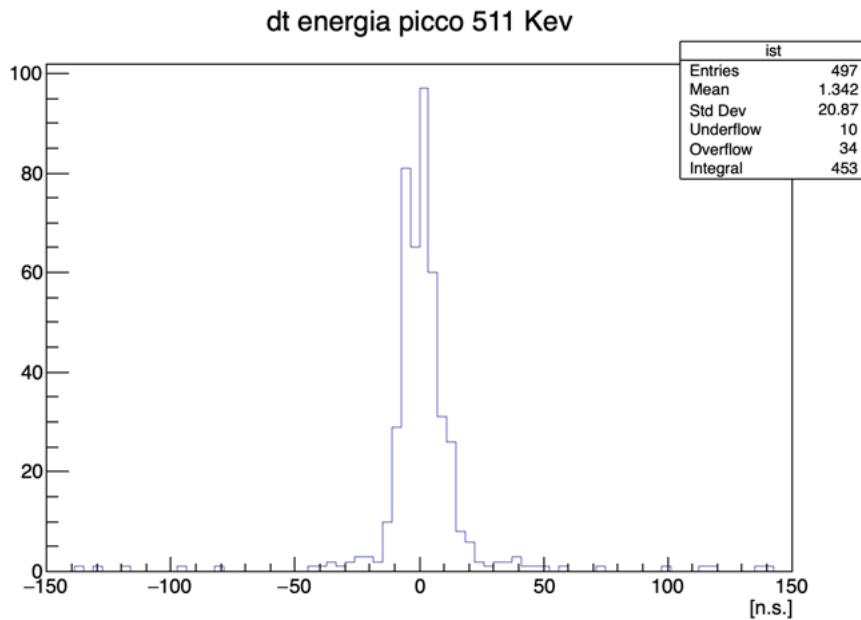


Figura 26: differenza di tempo tra i segnali energia compatibile picco 511 Kev

7 3/3/2021 Andre in laboratorio

Si mette la durata del segnale del discriminatore a 50 ns. Questo dovrebbe ridurre il numero di coincidenze casuali infatti il rate, lasciando invariato tutto il resto passerebbe da 50 Hz a 0.125 Hz. Si allontanano anche i due rilevatori (quelli messi a 180°) dalla sorgente per avere una selezione migliore sui due fotoni. Si sistemanano le soglie dei PMT dai discriminatori (PMT1 140 mV) (PMT2 40 mV). Ecco i nuovi rate: (PMT1 188399/30.96s=) (PMT2 144918/30.9s) (doppie 1060/30.9).

Poi si cambia la posizione allontanando un po' i detector. (PMT1 93299/20.2s=4664Hz) (PMT2 92395/20.2s=4619 Hz) (doppie 536/20.2s=26). Rate casuali attese ($4619 \times 4664 \times 50e^{-9} = 1$ Hz). Si prende una breve presa dati per vedere se funziona tutto meglio(orario 9.48) (tempo presa dati 112 s). Si vedono ancora gli eventi del picco a destra (1270Kev) che non si dovrebbero più vedere.

Proviamo ad allontanare i PMT e a ridurre la lunghezza del segnale discriminato a (35 ns). I nuovi rate sono (21s): (PMT1 51865/21=2437) (PMT2 51121/21=2434) (doppie 149/21=7) (casuali attese). Breve presa dati (orario 10.21) (tempo presa dati 81 s) .

Altra presa dati allontanando di più(1027) (tempo presa dati 118 s) (dagli istogrammi su vede che migliora il rapporto picco vs rumore (NON è vero)).

Altra presa dati allontanando ancora (PMT1 477464/454s=) (PMT2 472037/454s) (doppie 580/454 s).(tempo presa dati 393)(orario 10.48). Da ora si cambiano le soglie (PMT1 135) (PMT2 35).

si allontana ancora (orario 1110) (PMT1 15914/20s=795) (PMT2 15852/20s=793) (doppi 21/20s=1) (casuali attese 0.02 Hz). (tempo presa dati 942 s).

E' sorprendente che si continuano a vedere eventi in coincidenza che hanno energie maggiori di quelle del picco a 511 Kev. Ad esempio (vedi figura 27) si osserva un numero considerevole di segnali in coincidenza ($dt < 1/2$ ns) che hanno energie non compatibili con quelle previste; guardando i rate le coincidenze casuali attese dovrebbero rappresentare solamente circa il 2% del totale dei dati. Per la presa dati delle 1110 il rapporto tra gli eventi nel picco rispetto a quelli con energia maggiore del picco 511 (e quindi non compatibili con l' evento dei due fotoni provenienti dal decadimento $e^+e^- \rightarrow \gamma\gamma$) è di 2.39 ± 0.20 e la sigma al picco 551 Kev è 11.7 ± 0.5 . Nella presa dati con un solo PMT e la sorgente di calibrazione questo rapporto era invece 1.84 ± 0.06 e la sigma del picco 511 è 16.1 mV.

ora un po' di prove con l' utilizzo di un'altra sorgente e trigger interno/esterno. trigger esterno doppi. trigger interno cobalto.

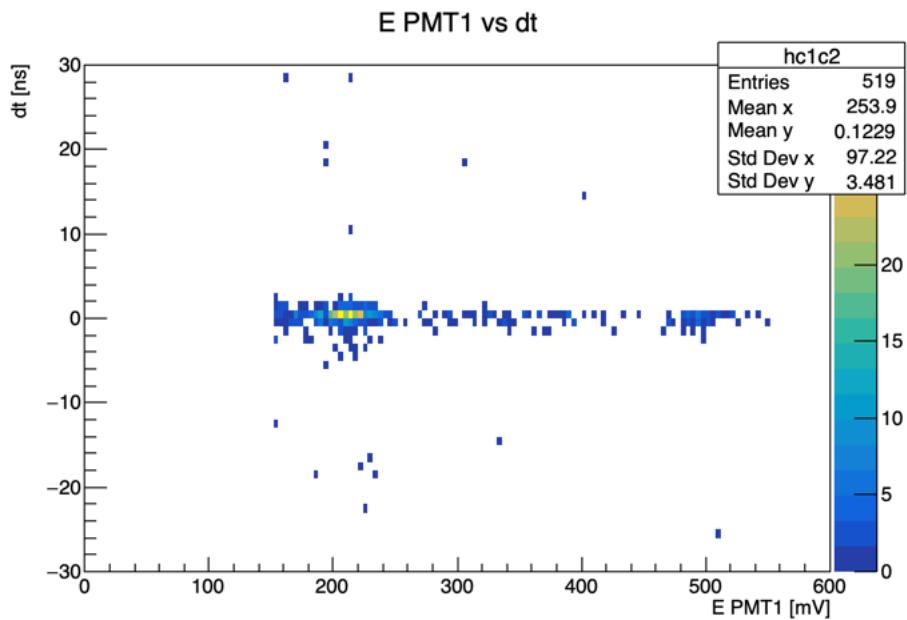


Figura 27: Energia PMT1 (in realtà ampiezza del segnale in mV) vs differenza di tempo tra i segnali (orario 1110)

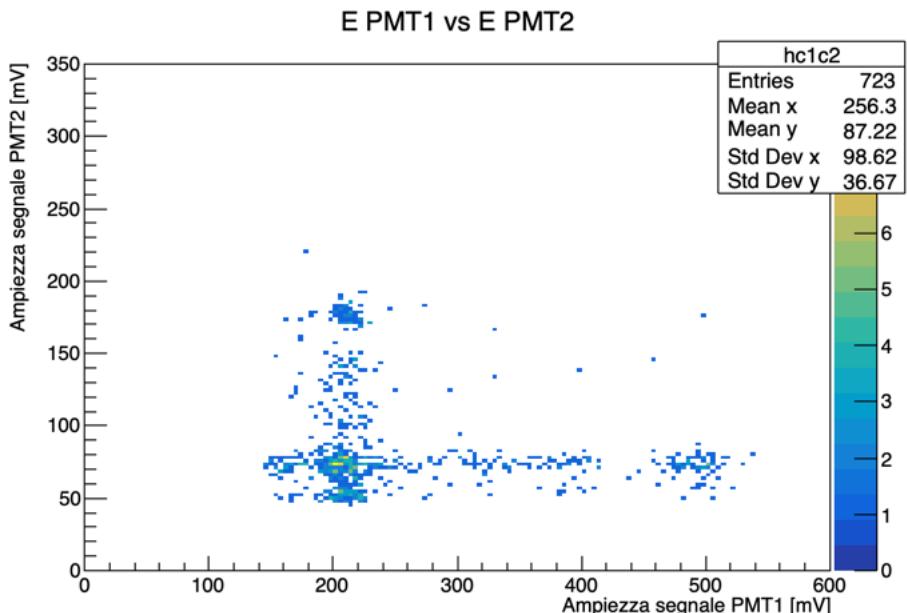


Figura 28: Energia PMT1 vs Energia PMT2) (orario 1110)

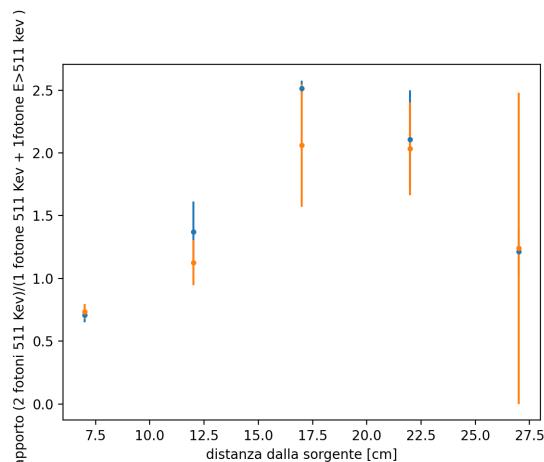


Figura 29: Rapporto N eventi (2 fotoni 511 Kev)/(1 fotone 511 key & 1 fotone E>511Kev)

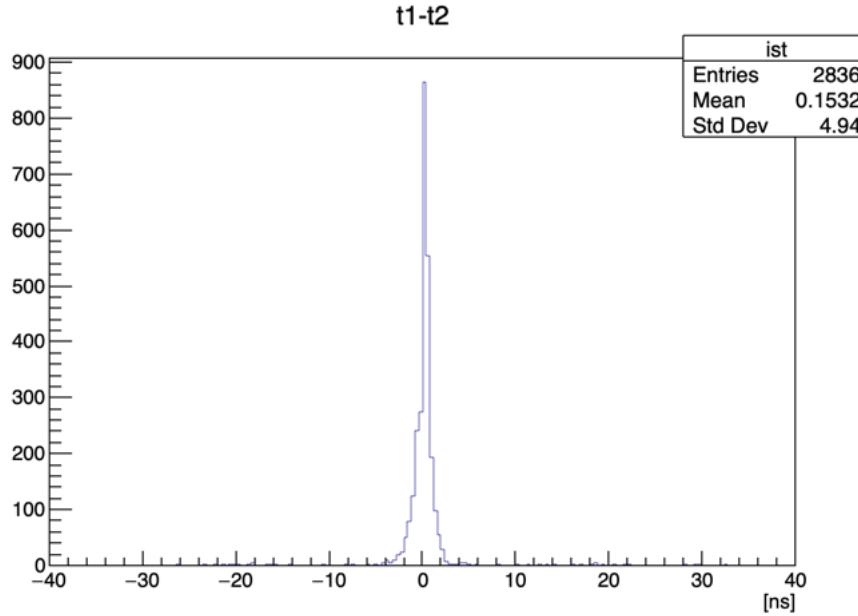


Figura 30: Differenza di tempo tra canale 1 e canale 2

8 Giorno 5, 5 marzo, Tommi

trigger sterno

Si pone una sorgente di calibrazione della sorgente di Sodio.

Si prendono in sequenza picchi per la calibrazione, poi picchi per le misure della massa dell'elettrone e poi di nuovo per la calibrazione.

La calibrazione verrà fatta per entrambi i PMT

Si è risolto il problema dello spettro "strano" delle coincidenze doppie. la scatola era troppo più bassa rispetto ai rivelatori; (**T**) ora il rate delle doppie è aumentato (21.9 ± 0.2 Hz rispetto alla volta scorsa che era circa 1 Hz). La maggior parte degli eventi osservati è compatibile con l' osservazione dei fotoni a 511 Kev. Si notano ancora eventi compatibili con l' osservazione del fotone a 1274 Kev ma sono molto minori rispetto ai primi.

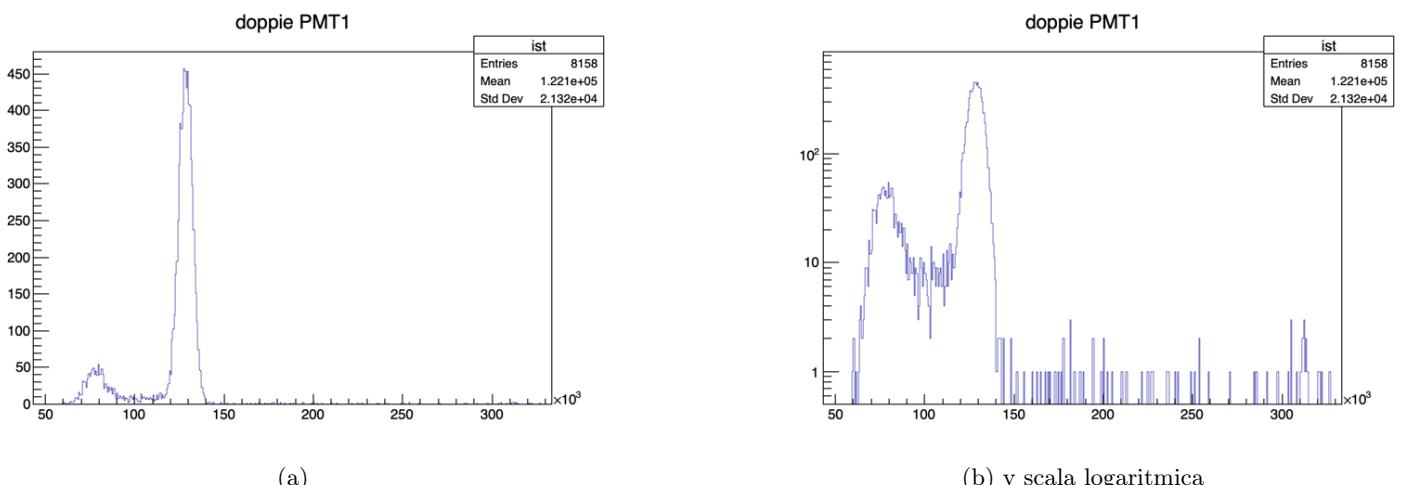


Figura 31: Energia per le coincidenze doppie (PMT1) energia in unità arbitrarie (integrale del segnale)

PMT3 800 V

Cobalto delle 1748 è del PMT1

8.1 misure sui picchi

Veniamo ad un po' di ciccia più interessante

n. giro	PMT	Cs [u.a.]	Co ₁ [u.a.]	Co ₂ [u.a.]	Ne	doppie
1° giro	1	(138,80 ± 0,04)e+3	(2428.79 ± 1.50)e+2	(2714.47 ± 1.73)e+2	(260,41 ± 0,13)e+3	(105,60 ± 0,05)e+3
	2	(351,64 ± 0,68)e+2	(822,28 ± 0,65)e+2	(926,67 ± 0,76)e+2	(891,83 ± 0,49)e+2	(352,83 ± 0,16)e+2
2° giro	1	(138,85 ± 0,03)e+3	(2436,02 ± 1,30)e+2	(2727,08 ± 1,39)e+2	(260,35 ± 0,11)e+3	(105,45 ± 0,04)e+3
	2	(461,69 ± 0,12)e+2	(823,12 ± 0,61)e+2	(926,25 ± 0,66)e+2	(891,12 ± 0,38)e+2	(351,98 ± 0,12)e+2
3° giro	1	(139,38 ± 0,04)e+3	(2420,47 ± 1,08)e+2	(2706,95 ± 1,10)e+2	(259,15 ± 0,10)e+3	(105,40 ± 0,03)e+3
	2	(461,66 ± 0,12)e+2	(823,58 ± 0,42)e+2	(928,24 ± 0,44)e+2	(890,49 ± 0,32)e+2	(352,16 ± 0,11)e+2
4° giro	1	(139,35 ± 0,04)e+3	(2406,17 ± 1,42)e+2	(2687,56 ± 1,59)e+2	(256,78 ± 0,14)e+3	//
	2	(460,47 ± 0,06)e+2	(820,26 ± 0,71)e+2	(922,85 ± 0,74)e+2	(889,83 ± 0,41)e+2	//

Tabella 16: Misure sui picchi avendo integrato i segnali ricavati con il metodo 20%. Per il cobalto si sceglie la funzione di fit che volta volta approssima meglio la quantità maggiore di dati raccolti. Inoltre, per il cobalto l'errore associato è quello riportato dal fit ottenuto tramite programma root.

Cobalto Se lo spettro fosse ben ricostruito avrei optato sicuramente per modellare il compton con una parabola come si vede da una figura di esempio 32

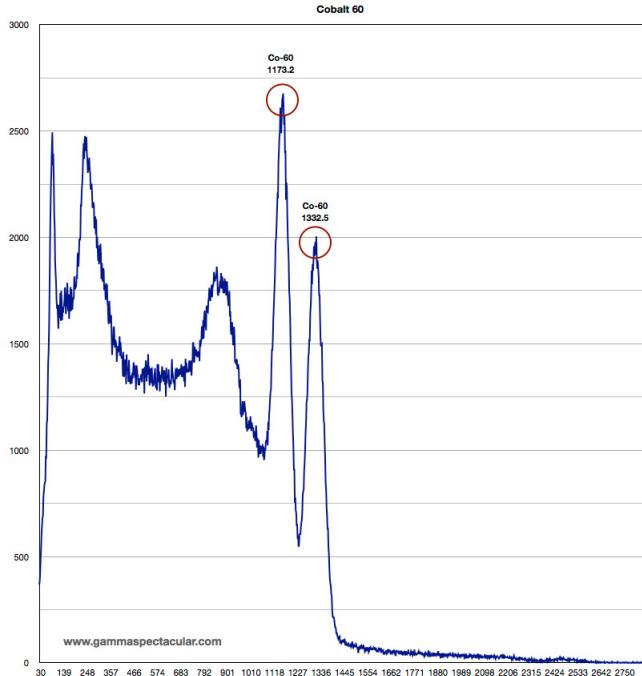
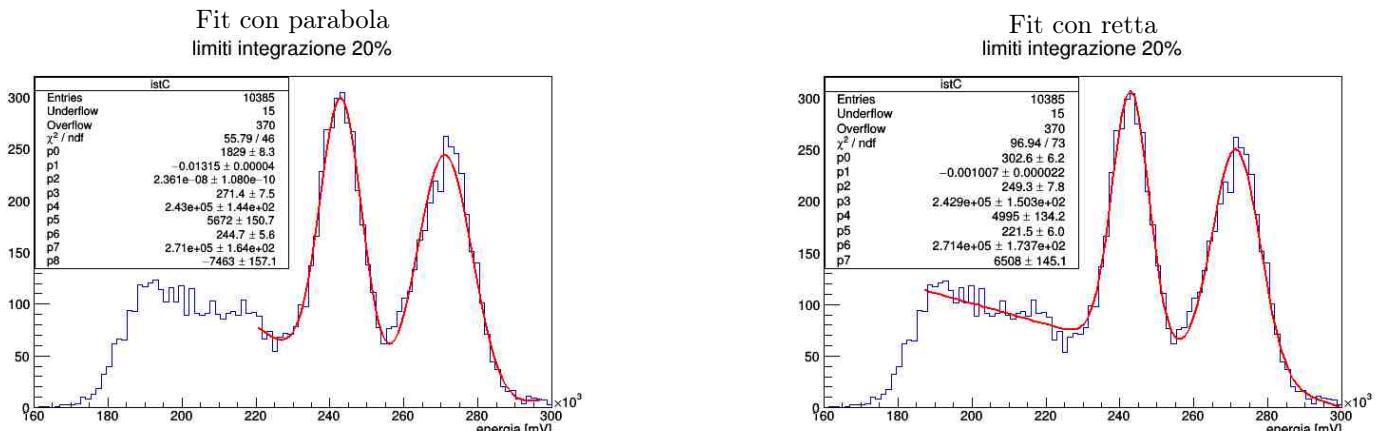


Figura 32: Figura presa dal sito https://www.gammaspectacular.com/blue/gamma_spectra/Co-60-gamma-spectrum

Però per i dati ottenuti sembra buono approssimare il tutto con due gaussiane sommate ad una retta. Riporto due prove sia con parabola che con retta.



(a) po-p2 sono i parametri della parabola, p3-p5 quelli del primo picco, p6-p8 quelli del secondo

(b) po-p1 sono i parametri della parabola, p2-p4 quelli del primo picco, p5-p7 quelli del secondo

Figura 33

I risultati sui picchi, riportati in ognuna delle figure, non sono molto lontani tra loro

PMT	Retta		Parabola	
1	(2428.79 ± 1.50)e+2	(2714.47 ± 1.73)e+2	(2429,96 ± 1,44)e+2	(2710,25 ± 1,64)e+2
1	(2436,02 ± 1,30)e+2	(2727,08 ± 1,39)e+2	//	//
1	(2420,47 ± 1,08)e+2	(2706,95 ± 1,10)e+2	//	//
1	(2406,17 ± 1,42)e+2	(2687,56 ± 1,59)e+2	//	//

Tabella 17: Gli errori sono quelli riportati dal programma ROOT Cern

I fit con la parabola in alcuni casi non sono stati possibili. ho mantenuto allora la scelta con la retta
(T)Nel caso del cobalto potrebbe essere opportuno considerare che nella stessa presa dati sono presenti eventi del sodio, provenienti dalla sorgente grande. Il rate di eventi nella regione dei picchi del cobalto è di 246 Hz per la presa dati del cobalto e di 57 Hz per la presa dati del sodio; Quidi circa 1/5 dei dati sono eventi provenienti dalla sorgente grande ed è un fondo che andrebbe modellato per ottenere risultati più corretti. Stessa cosa andrebbe considerata per il picco del cesio.

Prova Fore domenica 7 marzo Voglio provare a sovrapporre gli spettri proveniente dalle stesse sorgenti. eviterò quelle estremamente incompatibili come nel caso del PMT-2 giro 1 del Cesio. come se avessimo delle presedati tutte insieme e viste nella durata totale di tempo sarebbe come averle prese tutte insieme.

Cesio fittato con parabola+gaussiana, $\chi^2/\text{ndof} \sim 5$.

PMT	Cesio	Cobalto 1	Cobalto 2
1	1.39203e+05 ± 1.97467e+01	2.42285e+05 ± 6.64982e+01	2.70970e+05 ± 7.21370e+01
2	46132.5 ± 5.8	8.2269e+04 ± 2.8e+01	9.2633e+04 ± 3.0e+01
PMT	Neon	Sodio	
1	2.59069e+05 ± 8.25355e+01	1.05483e+05 ± 2.24157e+01	
2	8.91280e+04 ± 2.43166e+01	3.52176e+04 ± 7.72534e+00	

Tabella 18: Risultati dei fit sulle misure dei picchi. per il cobalto i picchi sono cambiati considerando una terza gaussiana del neon sottostante. Per il momento sono riportati i risultati senza gaussiana aggiuntiva

Per ogni spettro ho valutato e fosse il caso oppure no di usare un modello particolare per il fondo intorno al picco intereseante (generalmente fittato tramite una gaussiana) oppure non modellizzare nulla. I fit scelti sono dei polinomi di primo o secondo grado.

Primo eseguo un fit sulla parte che intendo fittare con una parabola o rettta o gaussiana separatamente dal resto dello spettro per ottenere dei parametri iniziali con il quale poi poter fare un fit con siderando unoa parte di spettro maggiore

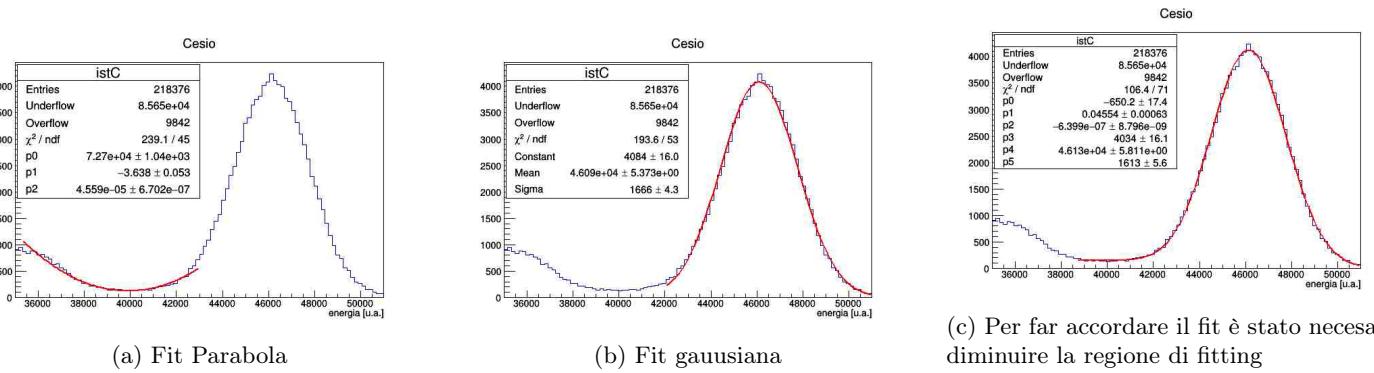


Figura 34: Parte di spettro del cesio sul PMT2 del giorno 5 marzo 2021

8.2 misure massa

8.2.1 Calibrazione

Valori nominali dei picchi in eV:

- Cesio → 661.657
- Neon → 1274.537
- Cobalto 1 → 1173.228
- Cobalto 2 → 1332.492

8.3 Esempio fit calibrazione PMT1

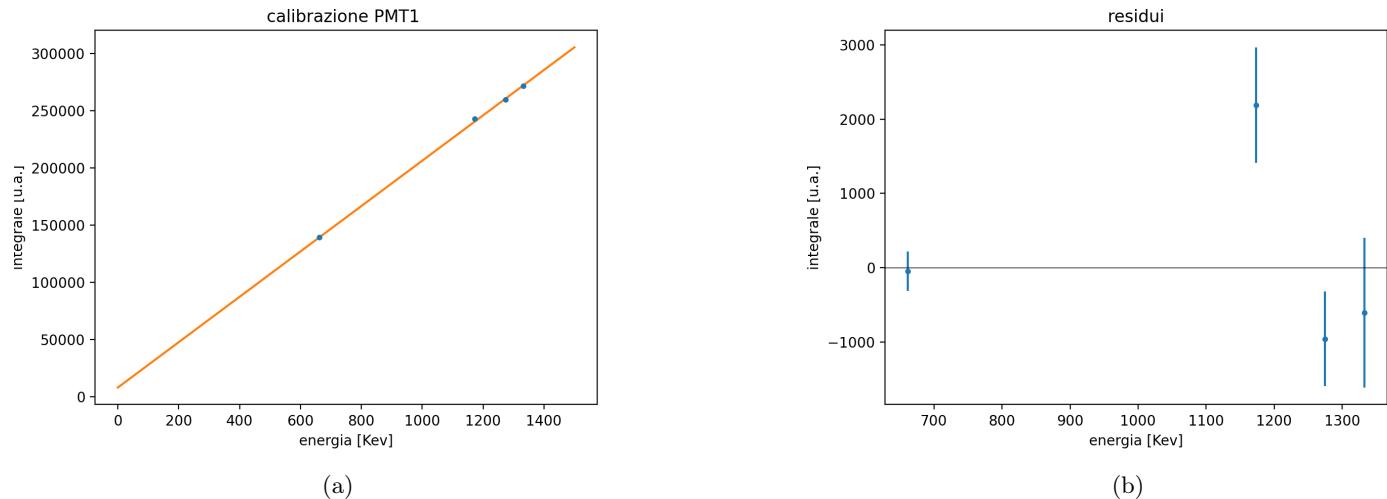


Figura 35: Calibrazione PMT1 utilizzando due prese dati di calibrazione. $\chi^2/N_{DOF} = 5$

Sono state effettuate 4 prese dati di calibrazione (per i due PMT) alternate a tre prese dati di "doppie". Qui il fit relativo alla calibrazione del PMT1 per le prese dati 2 e 3 di calibrazione. I valori dei picchi sono stati calcolati come media dei valori ottenuti nelle due prese dati (media pesata con l' inverso degli errori al quadrato). Gli errori sono dati dalla deviazione standard dei due valori (questo non è ancora troppo corretto). Utilizzando il valore del picco a 511 della presa dati delle doppie effettuata tra le due calibrazioni si ottiene il seguente valore per m_e : $m_e = (492 \pm 10)$ Mev.

8.4 Esempio fit calibrazione PMT1 (parabola)

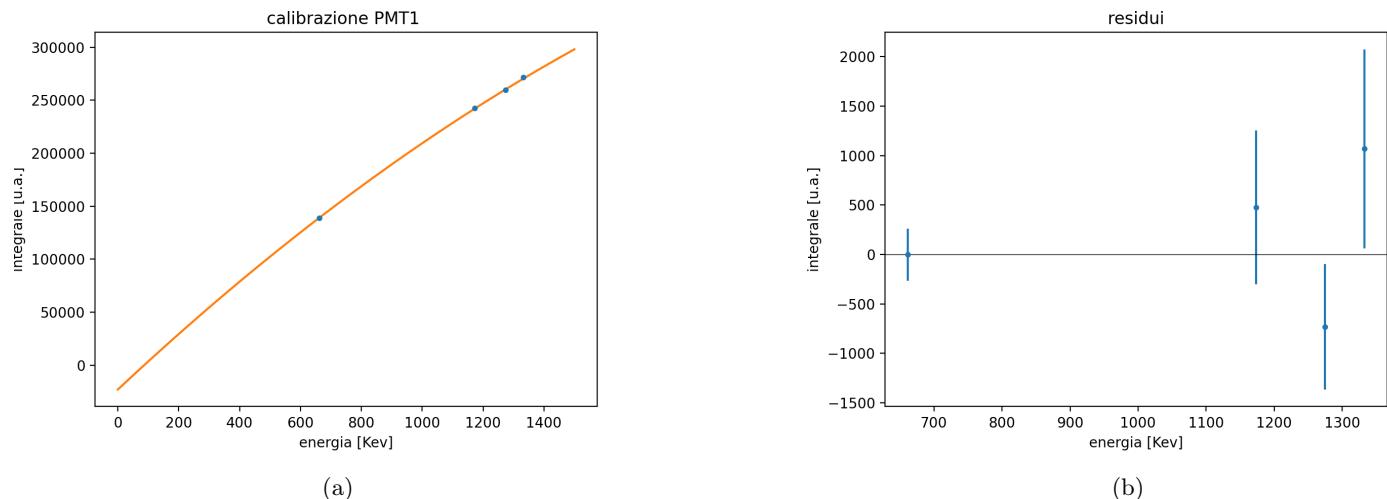


Figura 36: Calibrazione PMT1 utilizzando due prese dati di calibrazione e come funzione di fit $f(x) = ax^2 + bx + c$. $\chi^2/N_{DOF} = 1.4$. Parametri stimati: $a = -0.037 \pm 0.022$, $b = 270 \pm 40$, $c = -2.29e4 \pm 1.86e4$

Si ottiene il seguente valore per m_e : $m_e = 513 \pm 988$ (forse abbiamo sbagliato la formula per calcolare l' errore) ho provato a mettere nella formula la covarianza tra i parametri e è ancora peggio.

8.5 m elettrone ottenuta con la calibrazione lineare

In ordine utilizzando le 3 prese dati di doppi e le calibrazioni effettuate prima e dopo. PMT1.

$me11=494.2252456538171 \pm 2.4995249846633607$ Kev
 $me13=488.53603833214396 \pm 7.750683239398179$ Kev
 $me12=488.6877828054299 \pm 9.097670769057569$ Kev
 PMT2
 $me21=506.128018288327 \pm 3.8261024715292753$ Kev
 $me22=505.98268029528674 \pm 3.6917032676264356$ Kev
 $me23=505.95714285714286 \pm 1.4475569959378127$. Kev

8.6 calibrazione con tutti i dati insieme

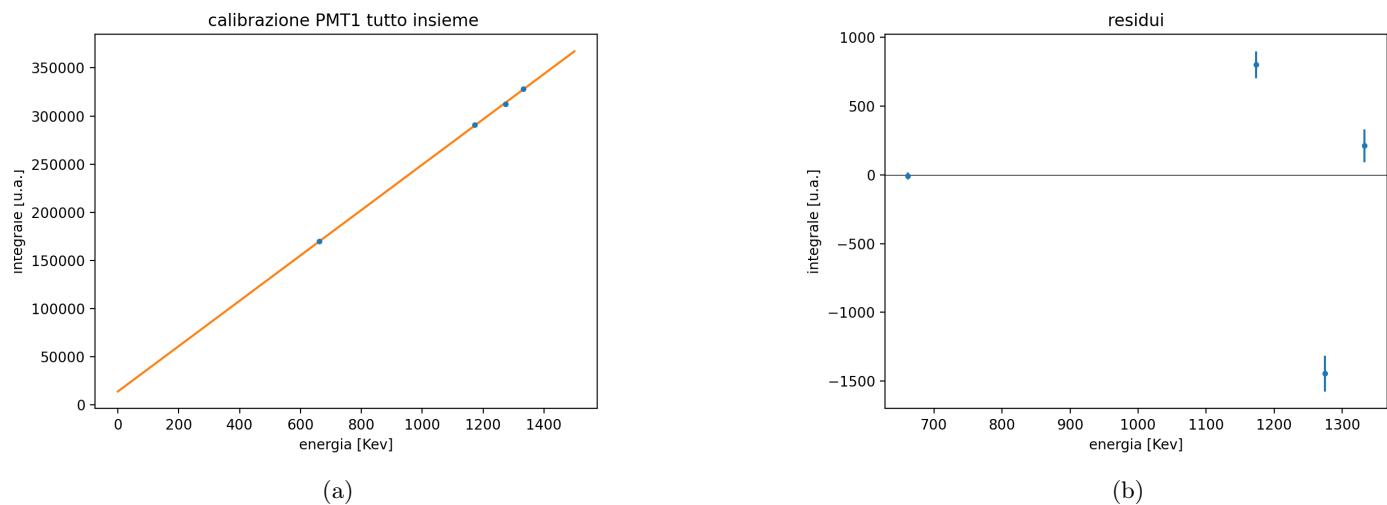


Figura 37: Calibrazione PMT1 utilizzando i dati di tutte le prese dati di calibrazione messi insieme. $\chi^2/N_{DOF} = 96$

Utilizzando come valore del picco a 511 quello ricavato mettendo insieme tutti i dati delle doppie si ottiene .. (mi sa che non ho messo i punti x y giusti. perchè viene 389 ± 4 però mi ricordo che il fit e il χ^2 venivano circa così)

8.7 come variano i "punti" dei picchi nelle diverse calibrazioni

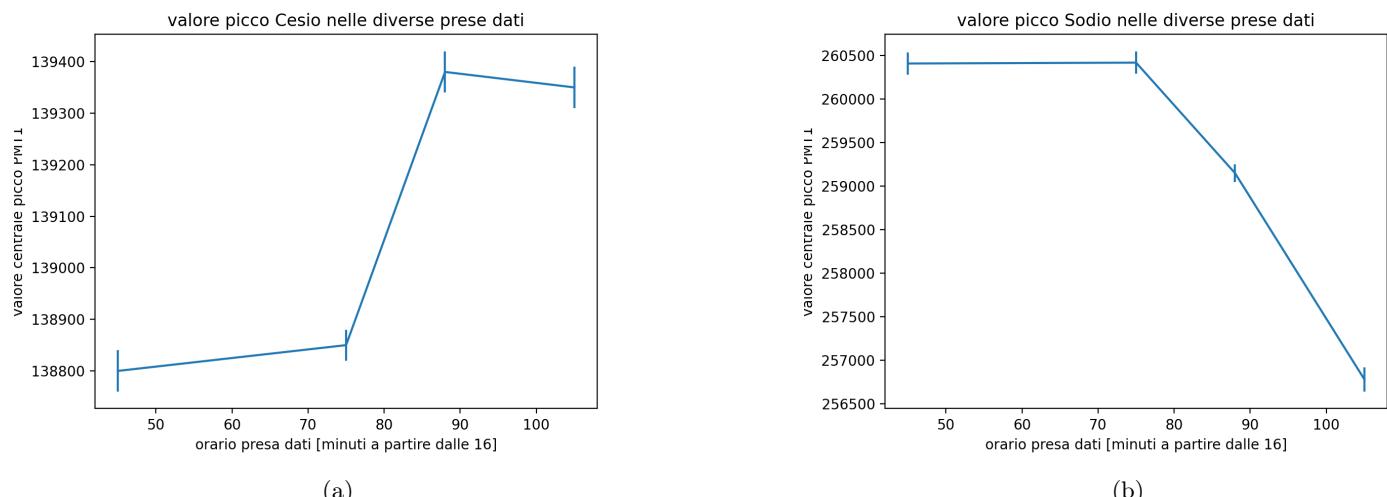


Figura 38

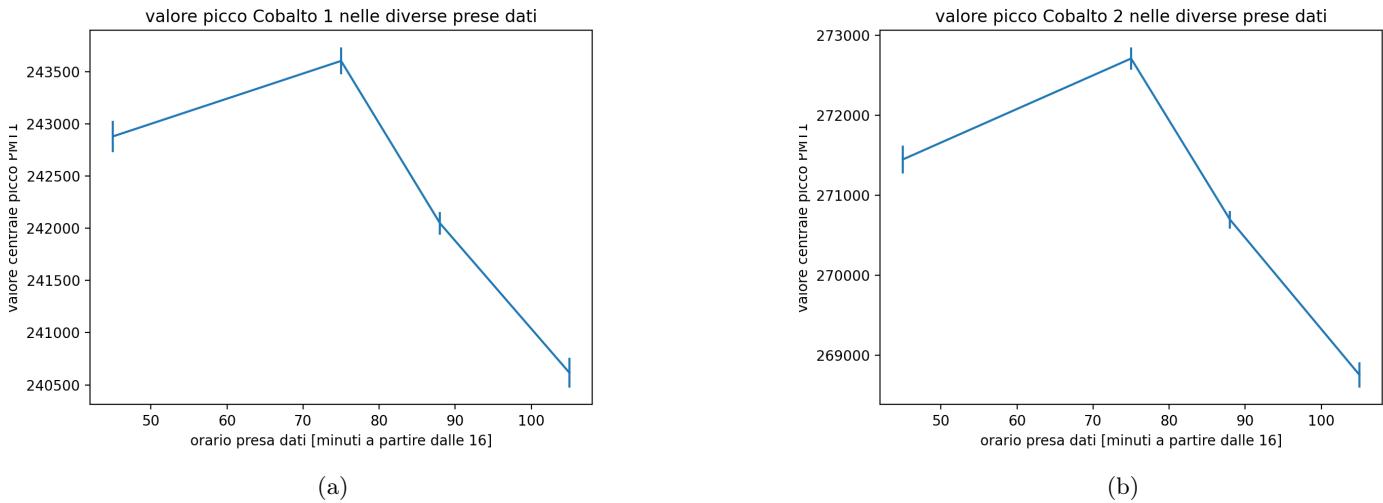


Figura 39

I valori dei picchi del cobalto derivano dalla stessa presa dati. le prese dati effettuate con sorgenti diverse sono effettuate a distanza di temo di massimo 5-8 minuti tra loro.

PAROLA D'ORDINE: CONSISTENZA DEI RISULTATI.

Risultati metodo "Fore" Faccio la misura di m usando il PMT2 e la tecnica di considerare tutte le prese dati insieme, il prof ha detto che il ragionamento aveva un filo logico plausibile.

PMT1

chi2 = 0, ndof = 1

$$a = -0.03276651333434628 \pm 0.017812164255433277$$

$$b = 260.9600313787027 \pm 34.44965639176419$$

$$c = -19103.587410061013 \pm 15034.776799877502$$

me: 510.0858834600982 +- 1986921.9383180898

PMT2

chi2 = 0, ndof = 1

$a \equiv -0.008160987244050786 \pm 0.0030364667771725384$

$a = -0.000100937244656186 \pm -0.00000040077$
 $b = 85.75099338200174 \pm -5.874643470743516$

$$c \equiv -7028\,297205985781 \pm 2561\,1073941738814$$

me: 518 2156865764517 +- 169725 71916700283

non c'è consistenza manco in questo caso

8.8 Misure sui picchi Carica LimFix

In questa sezione inserisco tutti i risultati sui picchi delle sorgenti col quale poi proveremo le misure

In questa sezione inserisco tutti i risultati sui picchi delle sorgenti con quale poi provveremo le I metodi per ricavare la misura sul picco sono stati concordati in precedenza (sezione 1.9.1).

Mean Gauss						
n.giro	PMT	Cs [u.a.]	Co ₁ [u.a.]	Co ₂ [u.a.]	Ne	doppie
1° giro	1	(168,027 ± 0,041)e+3	(290342 ± 141)	(326215 ± 205)	(312,01 ± 0,14)e+3	(128,226 ± 0,049)e+
	2	Errore in presa dati	(9871,8 ± 5.5)e+01	(11194,0 ± 8.3)e+01	(1072,28 ± 0,49)e+2	(43,21 ± 0,17)e+
2° giro	1	(168,023 ± 0,032)e+3	291295 pm 118	326854 pm 162	(311,80 ± 0,11)e+3	(128,126 ± 0,037)e+
	2	(561,57 ± 0,13)e+2	(9895,2 ± 4.6)e+1	(11197,1 ± 7.9)e+1	(1071,95 ± 0,37)e+2	(43,07 ± 0,13)e+
3° giro	1	(168,738 ± 0,036)e+3	(29065,1 ± 9,3	326133 pm 120	(311,47 ± 0,10)e+3	(128,062 ± 0,035)e+
	2	(561,16 ± 0,12)e+2	(9891,0 ± 3.4)e+1	(11199,4 ± 5.0)e+1	(1070,80 ± 0,31)e+2	(43,07 ± 0,12)e+
4° giro	1	(169,337 ± 0,033)e+3	(291,577 ± 0,12)e3	(326,533 ± 0,18)e3	(311,69 ± 0,15)e+3	//
	2	(558,09 ± 0,06)e+2	(9848,8 ± 5.7)e+1	(11157,3 ± 9.7)e+1	(1069,64 ± 0,41)e+2	//

Tabella 19: Misure sui valori centrali dei picchi.

Sigma Gauss						
n. giro	PMT	Cs [u.a.]	Co ₁ [u.a.]	Co ₂ [u.a.]	Ne	doppie
1° giro	1	(459,1 ± 3,5)e+1	5401 pm 137	6420 pm 179	(57,1 ± 1,1)e+2	(375,5 ± 3,8)e+1
	2	Errore in presa dati	2.002e3pm48	2327pm67	(22,21 ± 0,40)e+2	(14,20 ± 0,14)e+2
2° giro	1	(461,3 ± 2,7)e+1	5294 pm 120	6615 pm 139	(586,6 ± 9,0)e+1	(376,6 ± 3,0)e+1
	2	(163,8 ± 1,1)e+1	2020pm48	2454pm63	(22,71 ± 0,29)e+2	(14,25 ± 0,10)e+2
3° giro	1	(462,8 ± 3,1)e+1	5447 pm 98	6253 pm 110	(567,2 ± 7,7)e+1	(384,4 ± 2,8)e+1
	2	(16,41 ± 0,10)e+2	1964pm31	2282pm41	(22,58,49 ± 0,24)e+2	(1415,1 ± 0,93)e+1
4° giro	1	(461,9 ± 2,9)e+1	5215 pm 117	6473 pm 157	(58,1 ± 1,3)e+2	//
	2	(168,29 ± 0,53)e+1	1991pm53	2290pm74	(22,57 ± 0,30)e+2	//

Tabella 20: Misure sulle dev.std. dei picchi con prese dati separate.

Picco del neon nascosto dal cobalto con fit on parabola:

PMT	orario	mean	Sigma	χ^2/ndof
1	1719	(311,8 ± 1,3)e+03	(128,86 ± 3.6)e+02	117.5/69=

Tabella 21: Misure sui picchi avendo integrato i segnali ricavati con il metodo limiti fissati.

Mean Gauss, tutto insieme appassionatamente, XD

PMT	Cs [u.a.]	Co ₁ [u.a.]	Co ₂ [u.a.]	Ne	doppie
1	1.68573e+05 1.76232e+01	2.90972e+05. pm 57	3.26436e+05 pm 81	3.11681e+05 6.23281e+01	1.28105e+05 2.23
2	5.59323e+04 5.40652e+00	9.88228e+04. pm 22	1.11916e+05 pm 35	1.07099e+05 2.02964e+01	4.31029e+04 7.83

Tabella 22: Misure sui picchi avendo integrato i segnali ricavati con il metodo limiti fissati. Cobalto con parabola.

Tutto insieme PMT1 cobalto1 cobalto2—> 2.90972e+05. pm 57 || 3.26436e+05 pm 81 PMT2 cobalto 1 cobalto 2—>9.88228e+04. pm 22 || 1.11916e+05 pm 35

Sigma Gauss, tutto insieme appassionatamente, ASD

PMT	Cs [u.a.]	Co ₁ [u.a.]	Co ₂ [u.a.]	Ne	doppie
1	4.64397e+03 1.47062e+01	(290342 ± 141)	(326215 ± 205)	5.83861e+03 5.26171e+01	3.81097e+03 1.771
2	1.67484e+03 4.51283e+00	(9871,8 ± 5.5)e+01	(11194,0 ± 8.3)e+01	2.25546e+03 1.76398e+01	1.43429e+03 6.068

Tabella 23: Misure sui picchi avendo integrato i segnali ricavati con il metodo limiti fissati. Cobalto con parabola.

9 Giorno Bo 10 Marzo, Andre

Prova di calibrazione del PMT-3

Alimentazione 800V.

Spettro del neon con il PMT3 discriminatore 32mV trigger esterno937

Prova cal PMT 3 trigger esterno soglia discri -33 mV per cesio e Sodio
soglia a 60mV per cobalto e neon

Coincidenze triple d1 d2 sono segnate sul quaderno

rateCon lunghezza segnale discriminatore 130 perPMT1-2, 100PMT3

10 secondi

Rate d1 = 14.0±0.5 cm

PMT1 8691

PMT2 6749

PMt3 2716

fcas 10⁻⁶

Rate d2= 9.0±0.5 cm

PMT1 9395

PMT2 7004

PMT3 5070

fcas 10⁻⁶

Più triple dei segnali del PMT3

Le triple rimangono quasi dello stesso numero degli eventi del PMT3

Sistemato le triple.

Allungo il discriminatore per non vedere dei "rimbalzi" più di 300 ns non va abbiammo prsenza di rimbalzi questo vuol dire che

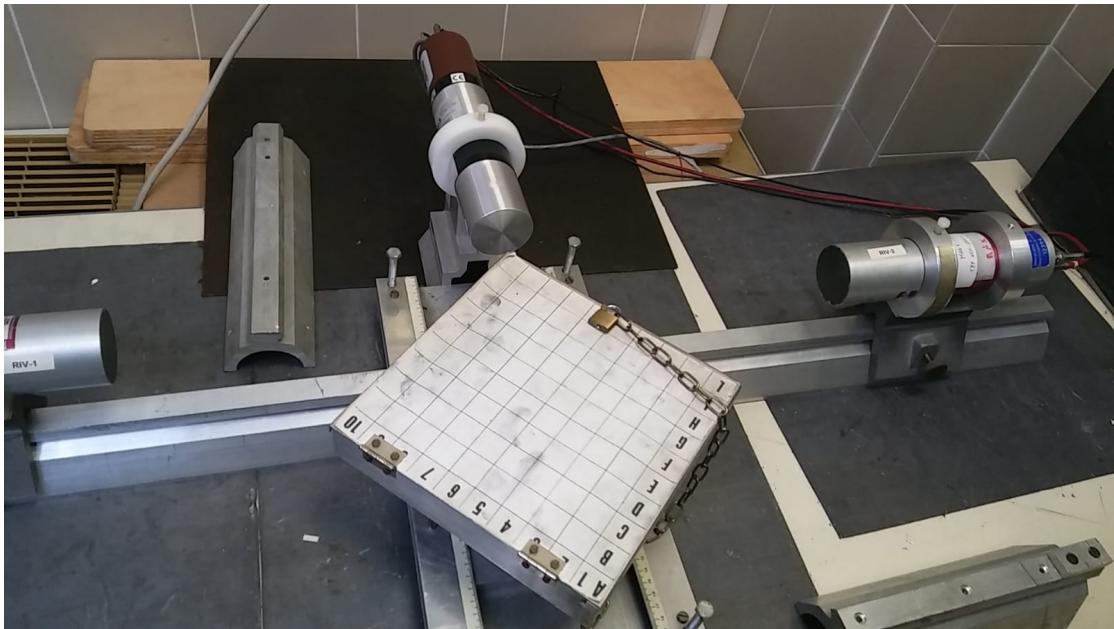


Figura 40: Distanza del centro della sorgente dai PMT: PMT3 7 ± 2 cm, PMT1 e PMT2 30 ± 2 cm.

sarebbe meglio diminuire l'alimentazione. comunque le coincidenze sono poche. avvicino il PMT3
Ho modificatola geometria del sistema

Si hanno rate abbastanza equi per i PMT1-2 e più alto per il PMT3.

Rate d3= 6.5 ± 0.5 cm

PMT1 659

PMT2 698

PMT3 915

fc 10^{-5} con Tau di 300 ns

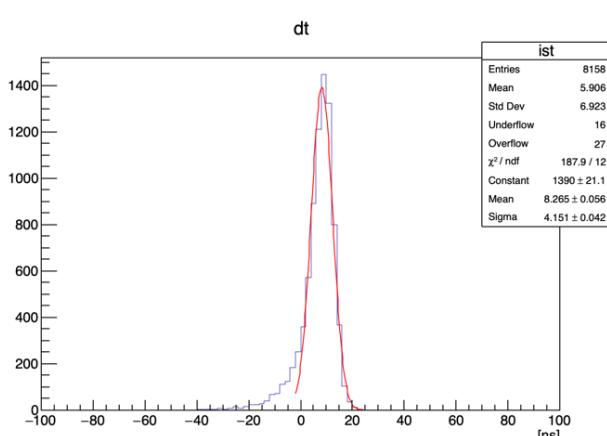
Porto i Tau a 300 ns dei PMT1-2

Le prese dati sono le triple delle 11:25

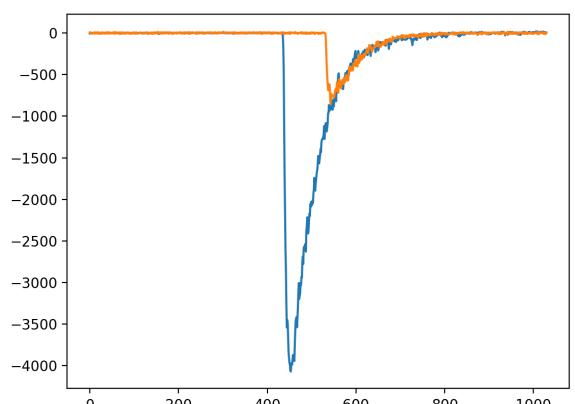
Ho fatto partire una presa dati di triple tra PMT1-2-3 le sogli sono quelle segnate in questa sezione.

La lunghezza dei segnali discriminati è per il PMT1 circa 300, PMT2 circa 200 e per il PMT3 100 ns

Problema moduli nim Non dovrebbe funzionare l'alimentazione dei moduli NIM che si trova esattamente sopra l'uscita del PMT3, la quinta da sinistra

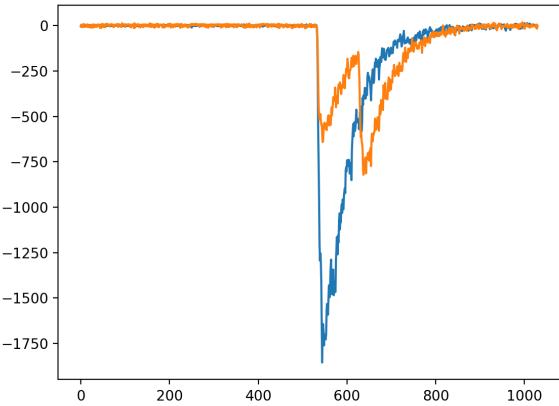


(a) Risoluzione temporale: misura del ritardo tra i degnali delle doppie. (presa dati 0503)

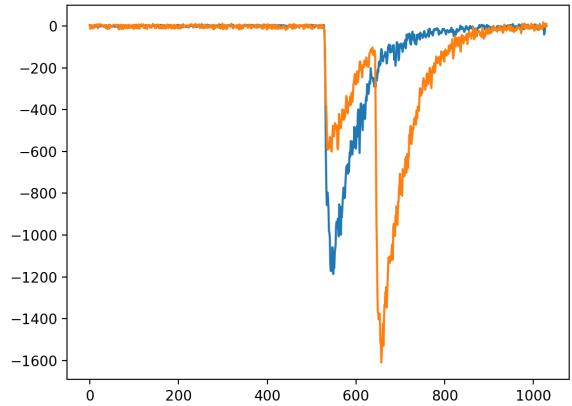


(b) Esempio di due segnali con ritardo nella "coda" a sinistra

Figura 41



(a) Esempio di un errore commesso facendo la media tra il 20 % e l' 80%

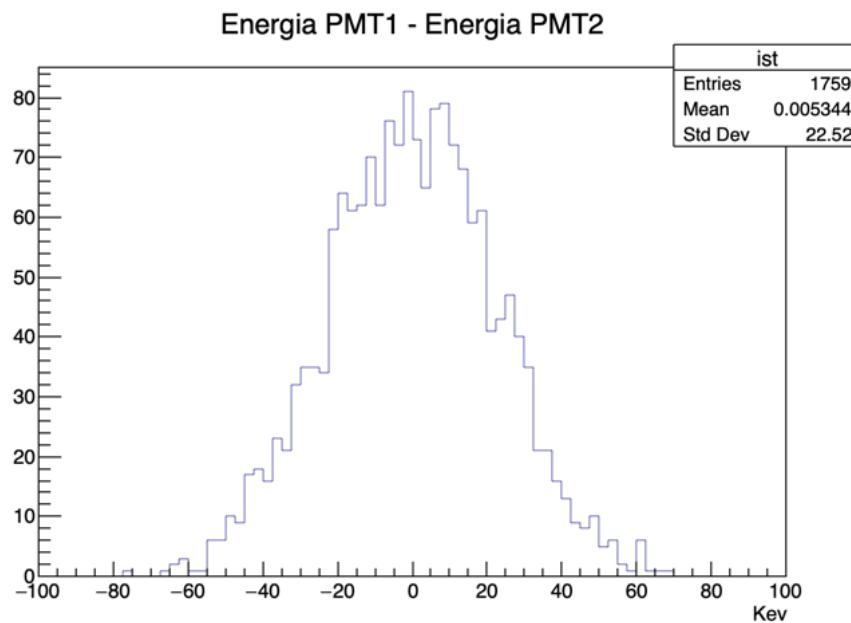


(b) Qui ci sono due segnali che potrebbero essere fotone a 511 Kev e fotone a 1274 Kev

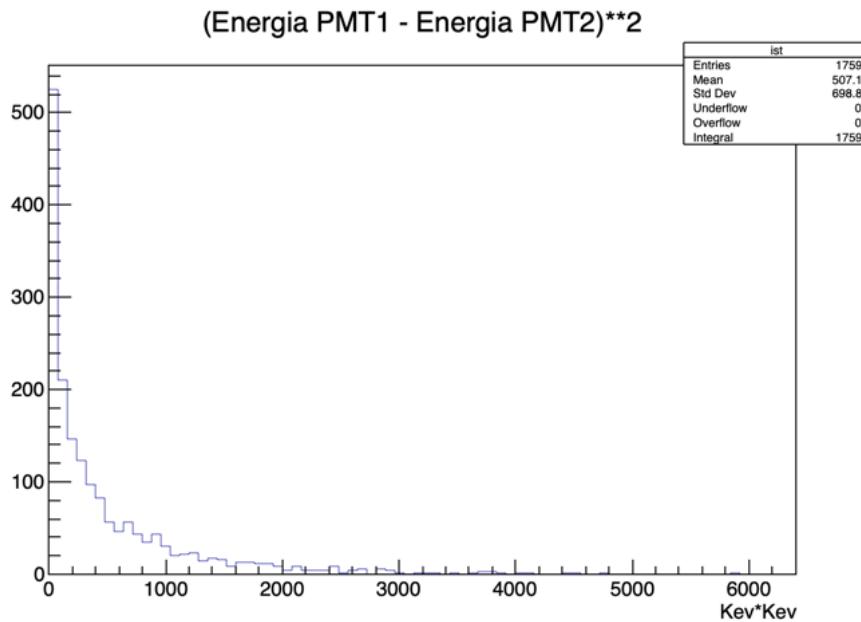
Figura 42

Risoluzione temporale (dalla presa dati del 5/03)

Misura del tri-impulso (dalla presa dati del 5/03) Il valore del 3-impulso del positronio lungo l' asse dei rilevatori 1 e 2 è dato dalla differenza degli impulsi dei due fotoni rilevati in coincidenza ed è quindi proporzionale alla differenza di energia. E' molto difficile realizzare una misura di questa grandezza che dipenda dalle calibrazioni dei PMT. Sono stati considerati i due picchi "a 511" degli spettri "in singola" dei due rilevatori; i valori delle energie misurati in unità arbitrarie come integrale del segnale sono stati divisi ciascuno per il proprio valore centrale del picco "a 511". (Questo metodo non fornisce una misura "vera" del 3-impulso però per dimostrare che il positronio può essere considerato fermo è ragionevole). Le doppie sono state ulteriormente selezionate considerando energie entro 2.5σ dai rispettivi picchi "a 511" e con una differenza di tempo di 1.5σ rispetto alla distribuzione di dt.



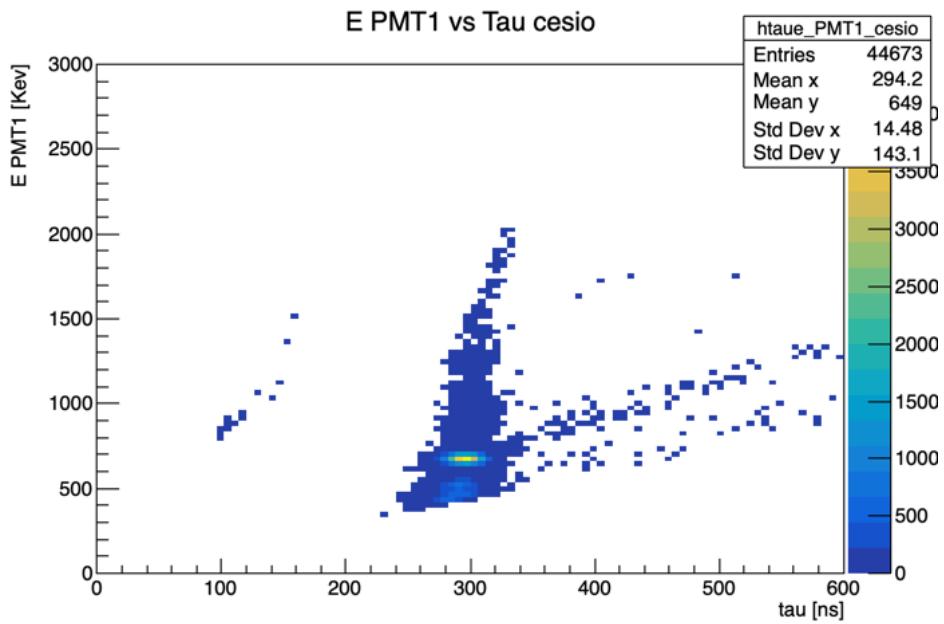
(a) Differenza di energia per i segnali in coincidenza di PMT1 e PMT2. I valori dell'energia in unità arbitrarie sono stati moltiplicati per 511 per avere un'idea della energia ma non è una calibrazione esatta. (Potremmo usare uno dei valori trovati per m_e)



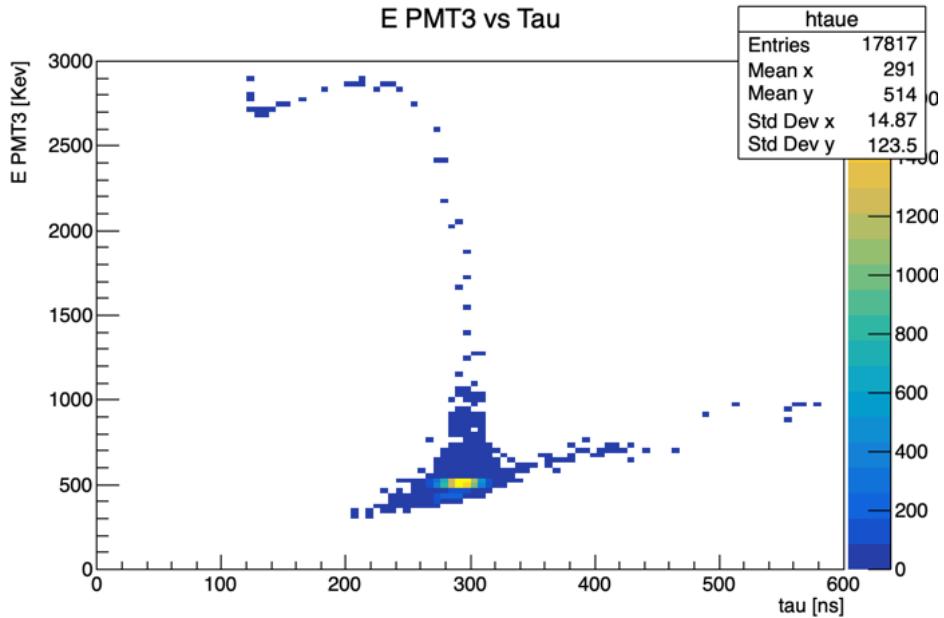
(b) Differenza di energia al quadrato.

Figura 43

Metodo per capire segnali "strani" con τ Un modo per distinguere segnali "normali" da segnali "strani" come ad esempio la presenza di due picchi nello stesso segnale è questo. Se si considera, in prima approssimazione, il segnale proveniente dal PMT come una salita verticale seguito da una discesa esponenziale, allora l'integrale del segnale è $Area = \tau A_0$ dove τ è il tempo di decadimento caratteristico dello scintillatore e A_0 è l'ampiezza del segnale. Un segnale "normale" dovrebbe avere un τ che non si discosti troppo dalla media.

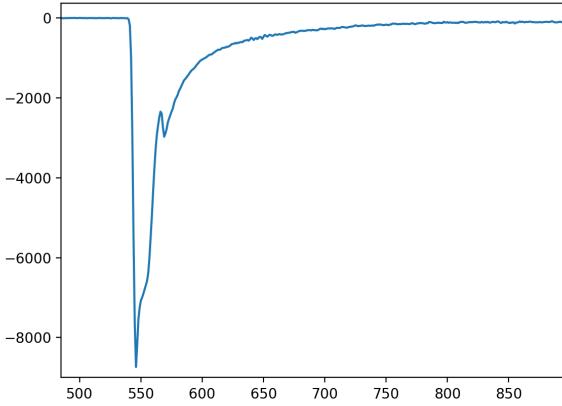


(a) E PMT1 vs τ si osserva che il valor medio di τ è consistente con il valore previsto ~ 270 ns (qui non si considera la salita del segnale quindi viene più lungo)

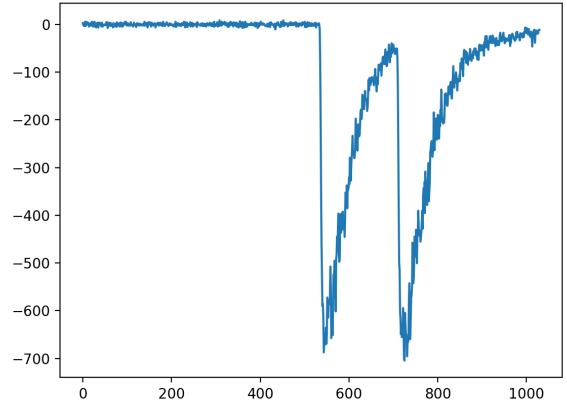


(b) E PMT3 vs τ (Presi dati del 10/03. in "singola") Si osserva che qui ci sono dei segnali con forma "strana" ed energia altissima; altri con energia "giusta" e tau grande.(Qui. il PMT3 è molto vicino alla sorgente)

Figura 44

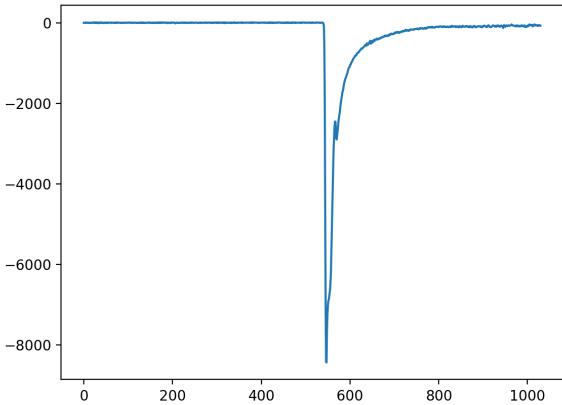


(a) $\tau = 125$

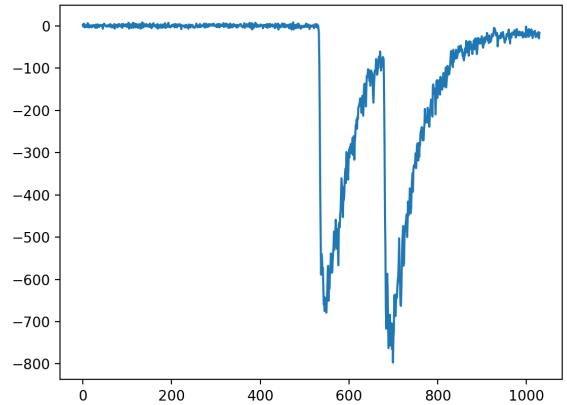


(b) $\tau = 649$

Figura 45



(a) $\tau = 129$



(b) $\tau = 613$

Figura 46

Osservazione (T) Noi abbiamo fatto i conti per le coincidenze casuali considerando i conteggi dei segnali che superano la soglia del discriminatore. Questo però non garantisce che non ci siano segnali più piccoli con una frequenza molto più alta che possono essere contemporanei ad un segnale che supera la soglia.

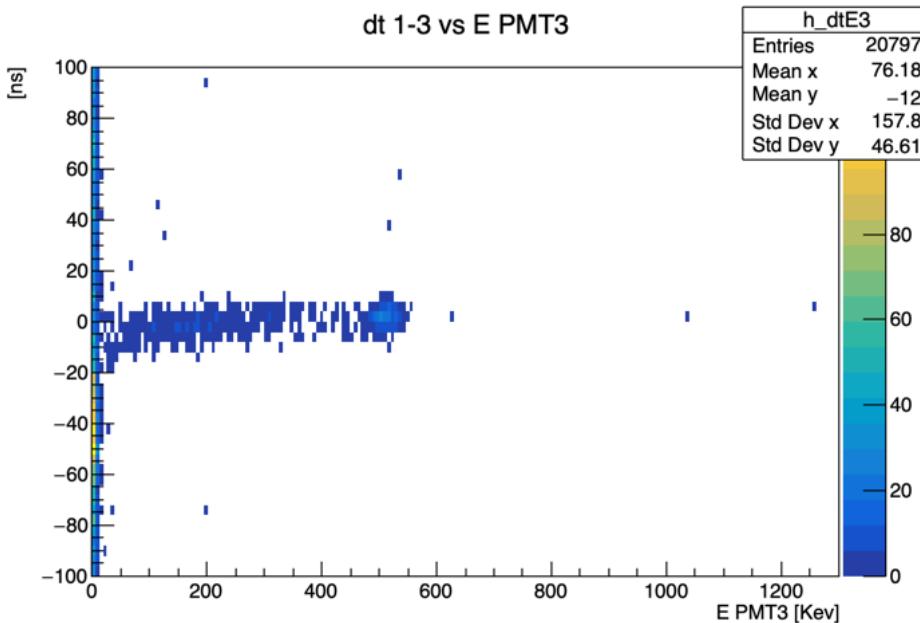
10 Giorno Bo+1 venerdì 12 marzo, Tommi

10.1 Nei dati della volta scorsa avevamo confuso il picco a 1274 con quello a 511

dati con il PMT3 di varie sorgenti e trigger interno
(guardare gli istogrammi del 10/03)

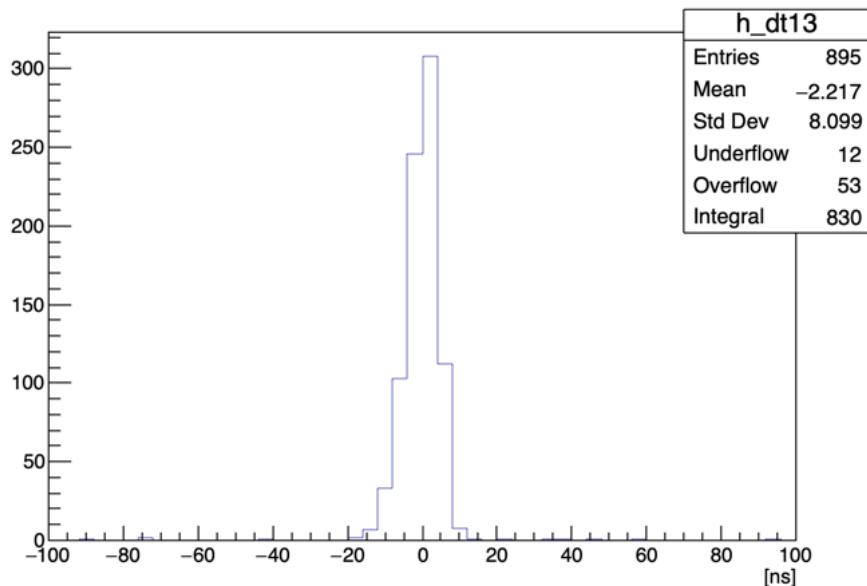
10.2 cercare il ritardo PMT3-PMT1

Cercare i tempi di ritardo di trasmissione tra i PMT: si triggerà sul PMT1 con soglia discriminatore 1 alta
Abbiamo notato che il PMT3 amplificava meno degli altri 2. Con un alimentazione di 800 V e un soglia del discriminatore di ~ 32 mV non si vede il picco a 511 Kev. Abbiamo provato a fare comunque la presa dati con utilizzando come trigger il solo PMT1 e cercando in fase di analisi dati quali fossero le vere doppie.



(a)

tPMT1 -tPMT3



(b) t1 -t3

Figura 47

10.3 controllo frequenze casuali

Controlliamo quale sia la probabilità/frequenza di eventi che compaiono insieme sullo stesso PMT nella finestra di 4microsecondi.

Si guardano le frequenze in singola per controllare quale sia la probabilità che eventi con ampiezza del segnale sotto la soglia del discriminatore, una volta scattato il trigger esterno compaiano nella finestra di acquisizione ($1030 \text{ } 4\text{ns} \sim 4 \mu\text{s}$). frequenze di campionamento trigger interno settato a 50 leggendo le frequenze da interfaccia wavedump

Posizione 1

PMT1 1080 Hz PMT2 300 Hz PMT3 1174 Hz

$$P = f_{singola} 4\mu\text{s}$$

$$P(\text{PMT1}) \sim 4/1000$$

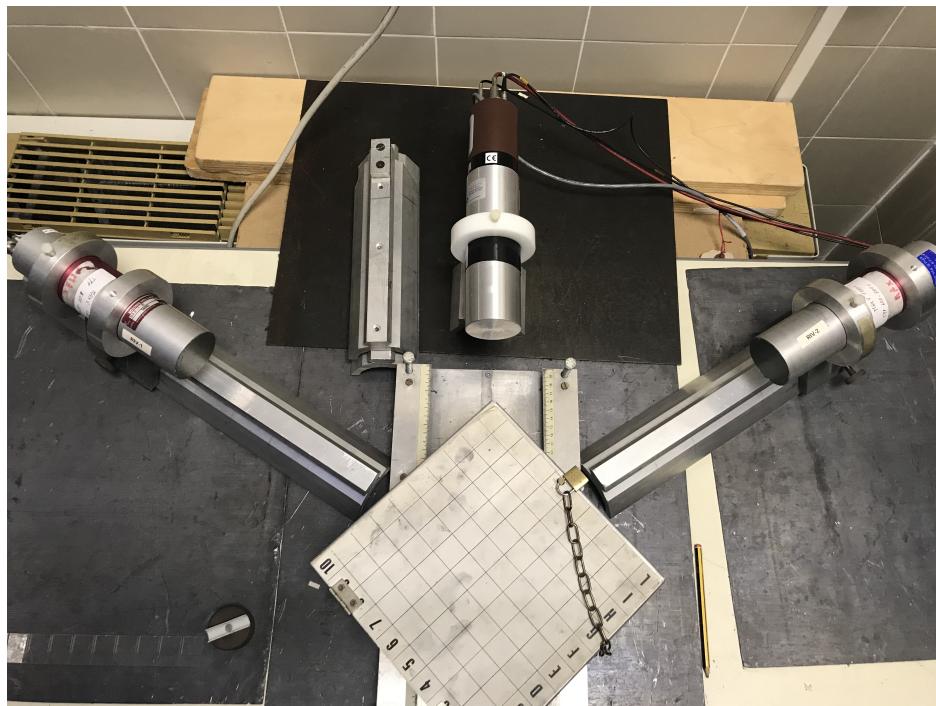
E' una cosa da controllare quando i rilevatori sono vicini sono vicini.

Posizione 2 (vicini):

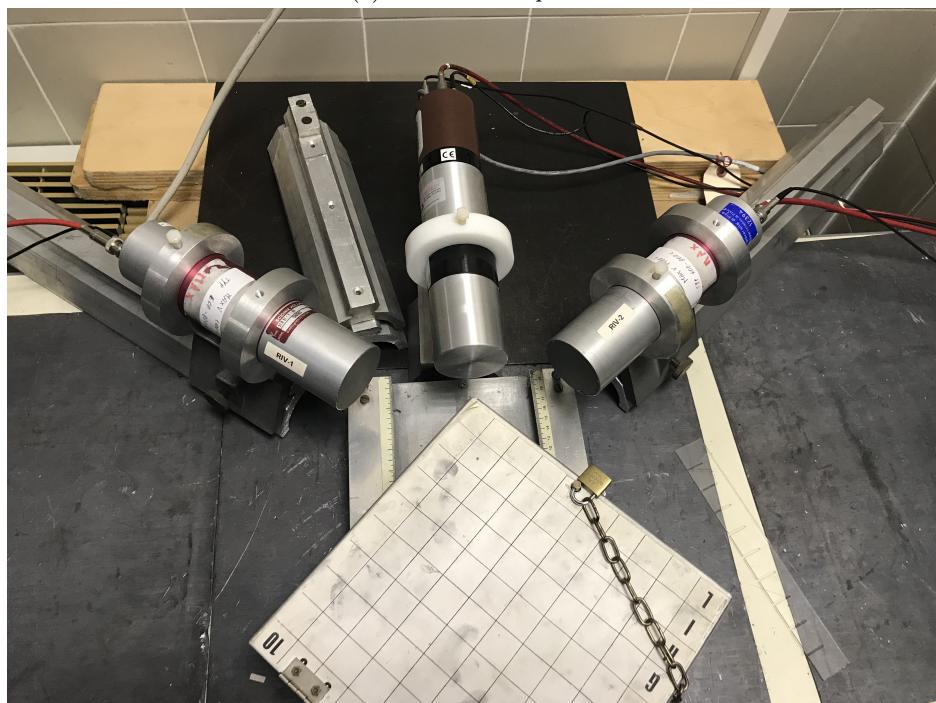
PMT1 62.000 Hz PMT2 34.000 Hz PMT3 6000 Hz

$$P(\text{PMT1}) \sim 6.2/100$$

10.4 triple 18.03



(a) Inizialmente questa

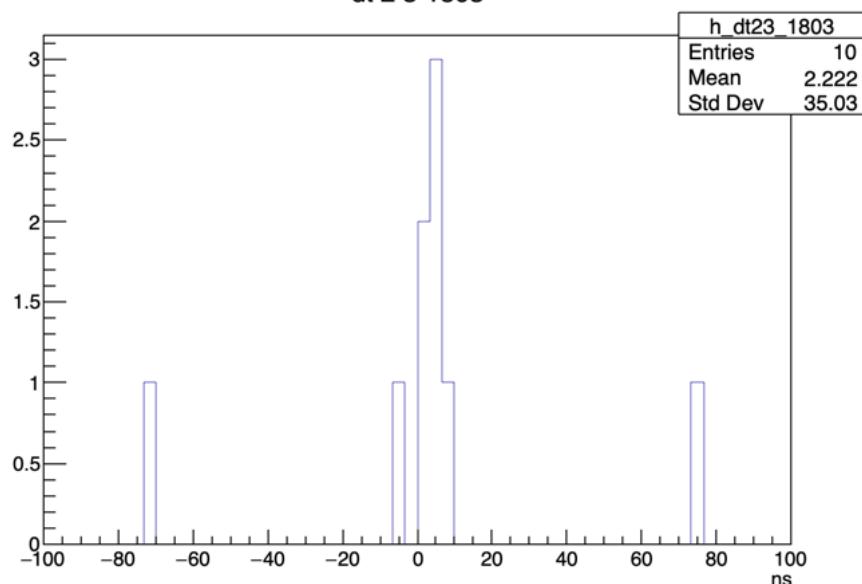


(b) poi abbiamo avvicinato per cercare di vedere più eventi

Figura 48

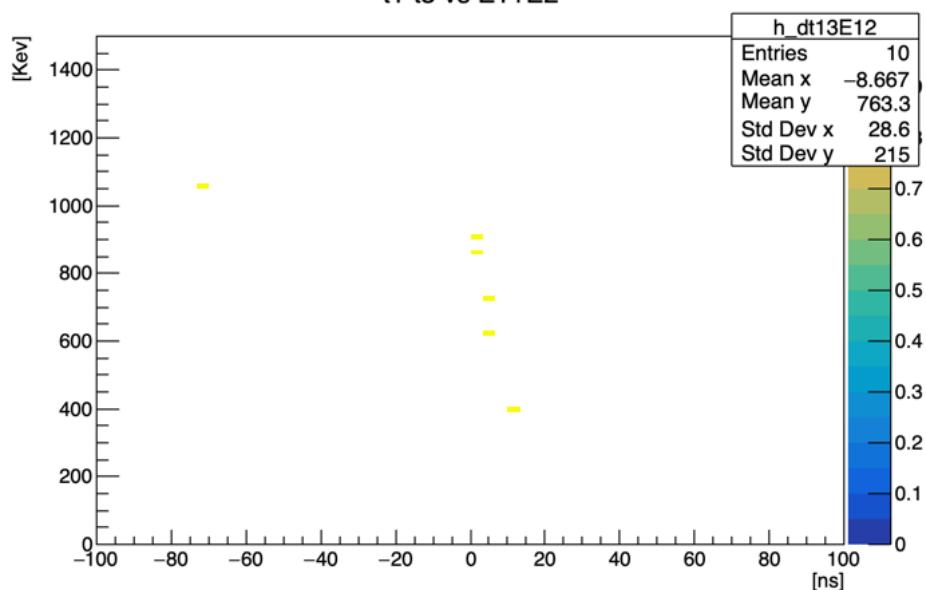
10 eventi in circa 5/10 minuti.

dt 2 3 1803



(a)

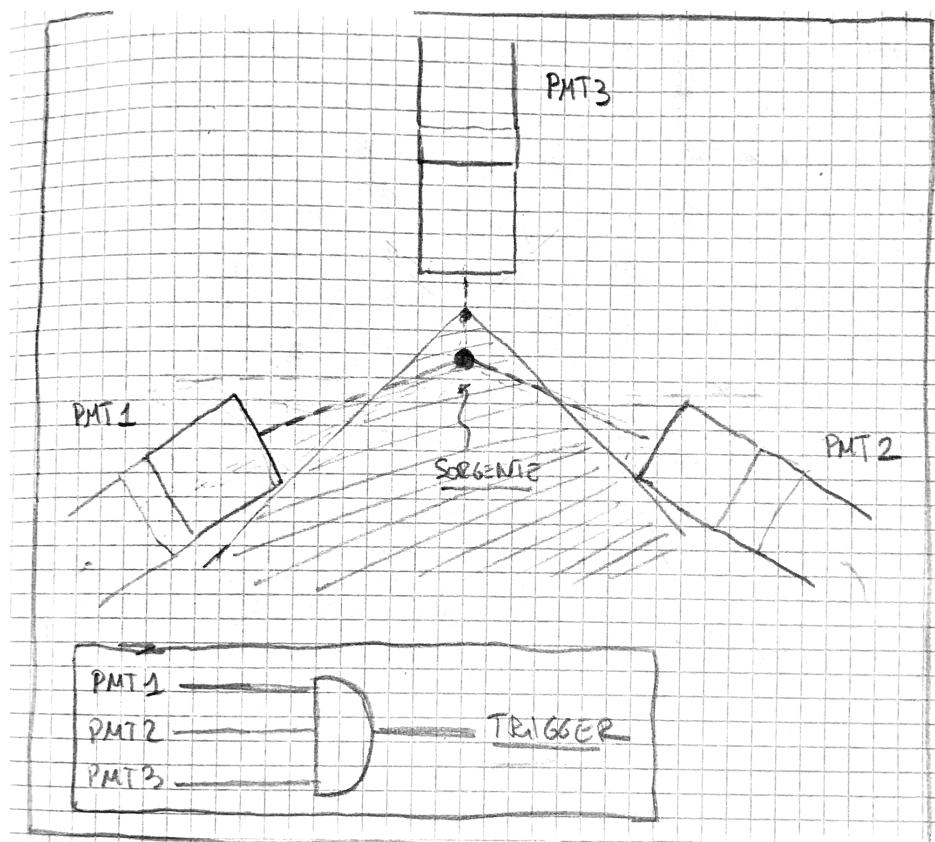
t1-t3 vs E1+E2



(b)

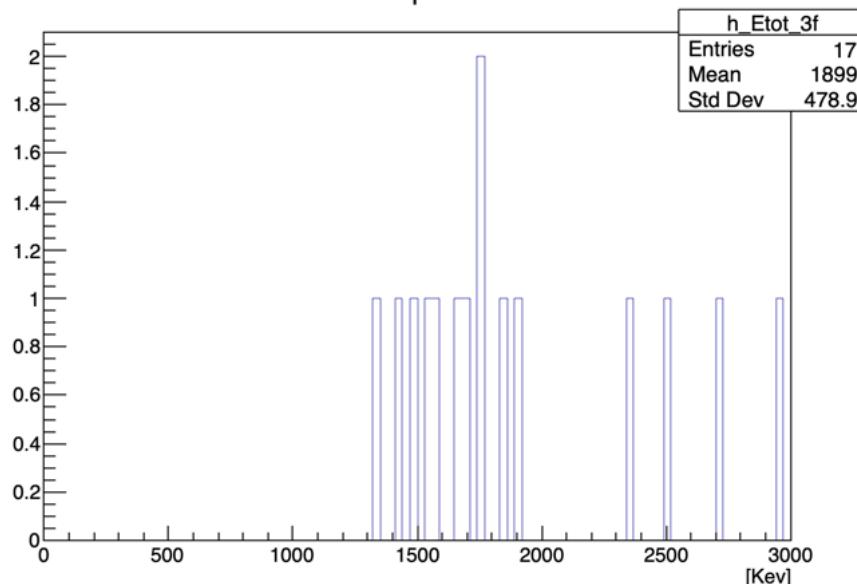
Figura 49

10.5 120 gradi/ cerchiamo 3 fotoni



(a) Posizione dei rilevatori

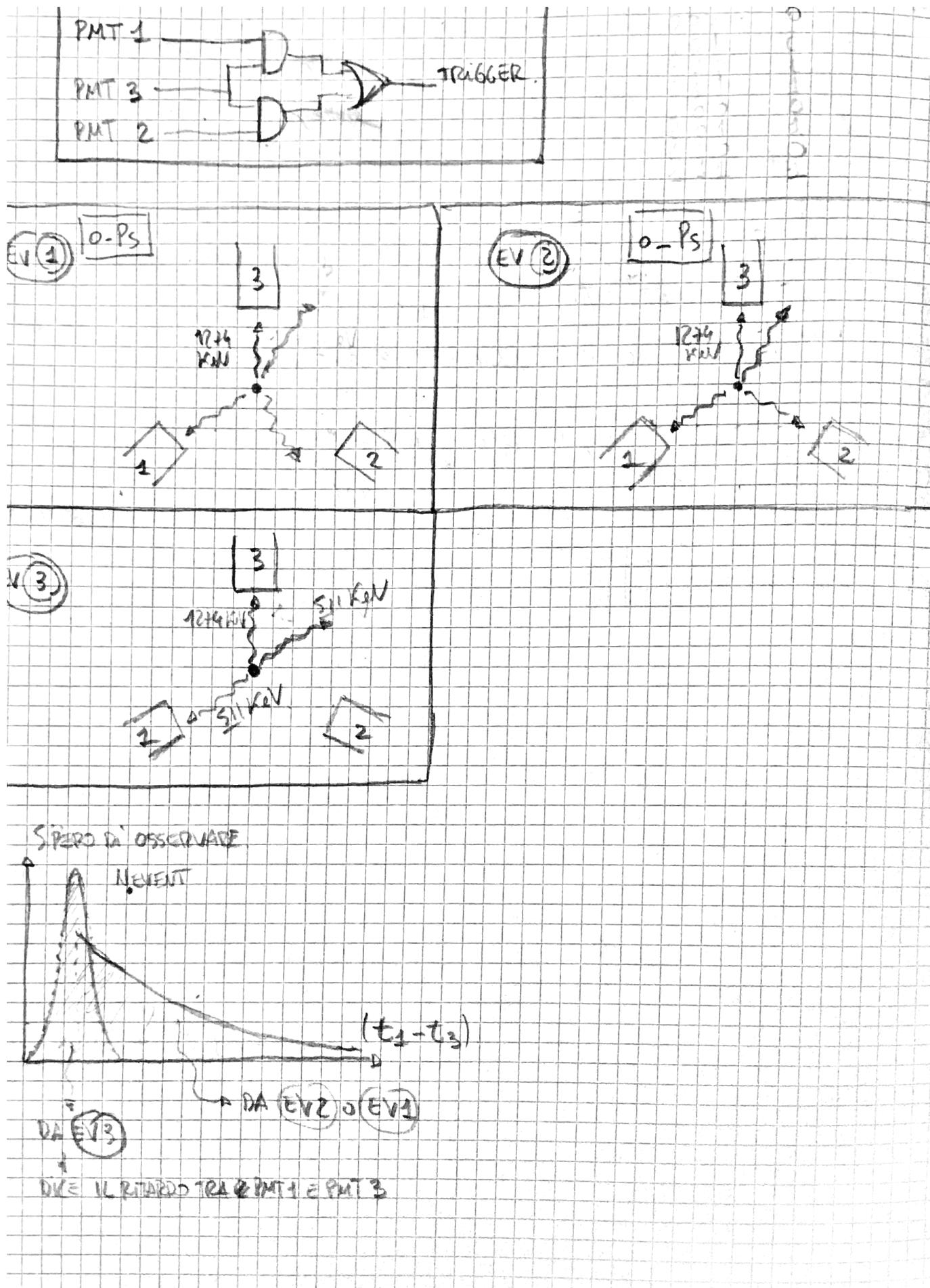
Etot triple 120



(b)

Figura 50: energia totale dei 3 fotoni

10.6 cosa vogliamo fare la domani



(a) Posizione dei rilevatori

Ancora da decidere se i rilevatori 1 e 2 metterli così o dietro come in figura 41.

11 -1 Fore mercoledì 17 Marzo

sistemazione dell'apparato.

Soglie e lunghezza segnali discriminati

Le prese dati sono state messe tutte insieme in quanto esattamente consecutive tra di loro.

Totale 1h30min di prese dati di triple or.

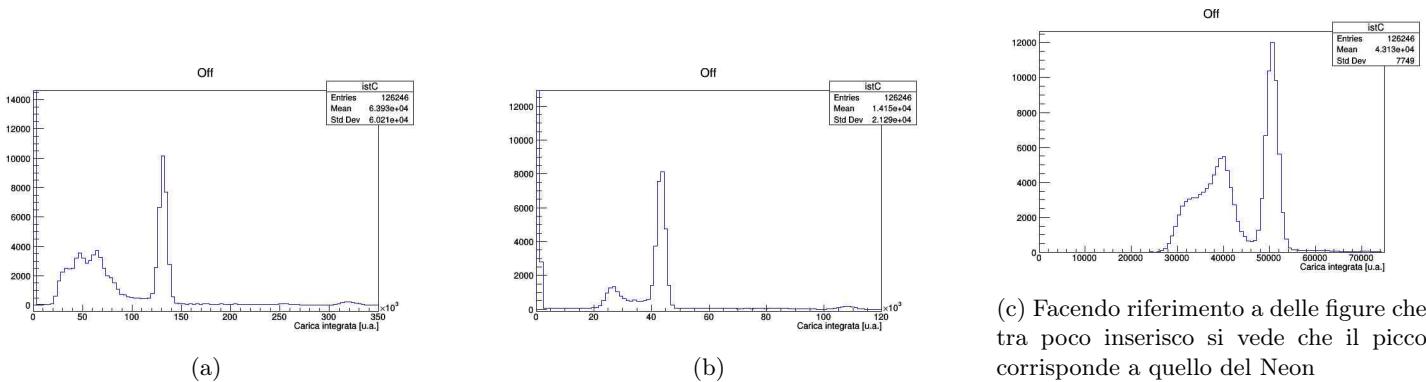
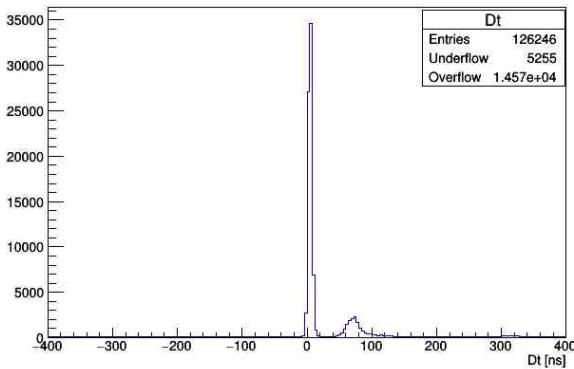


Figura 52

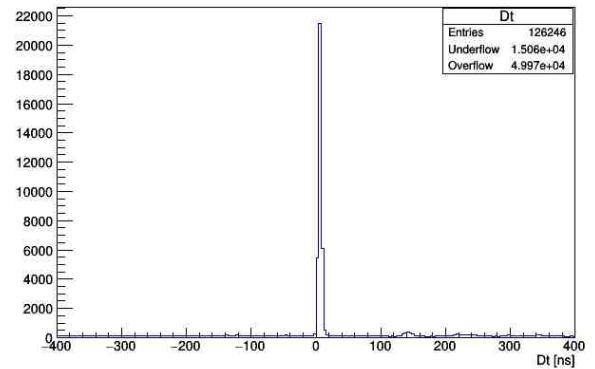
POSIZIONE PMT non ho voglia di alzarmi a prendere il cellulare lo faccio dopo
Vediamo la distribuzione dei Dt con tutti gli eventi poi facciamo qualche taglio.

Ritardi segnali 1-3



(a)

Ritardi segnali 2-3

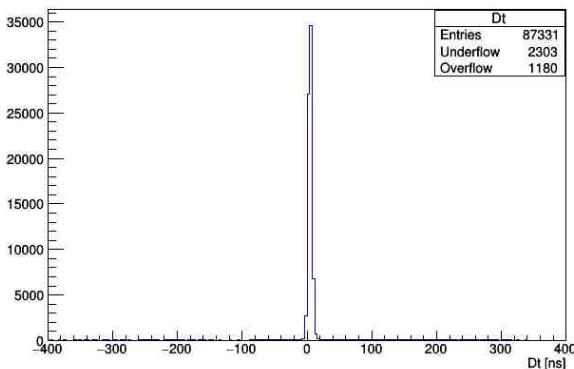


(b)

Figura 53

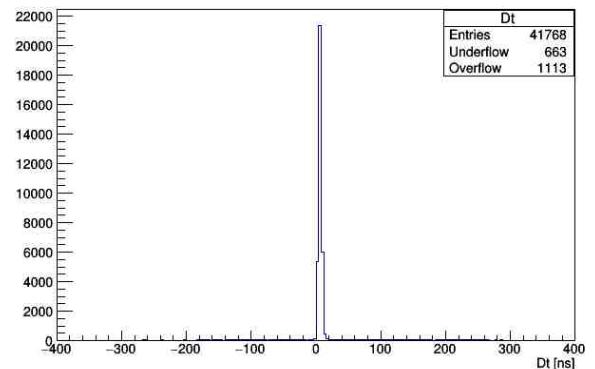
In riferimento alle immagini in figura 52 tagliamo i dati su PMT 1 che sono sicuramente di rumore perché sullo zero in energia

Ritardi segnali 1-3



(a)

Ritardi segnali 2-3

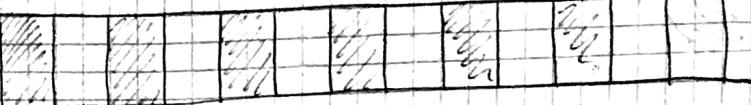


(b)

Figura 54: Diminuiti i picchi a Dt ipoteticamente senza significato e diminuiti di un ordine di grandezza overflow e underflow

0.029 0.033 0.05

GIORN 17/3/24 ANDARE IN AB \rightarrow



ALIM \rightarrow 1 748 V 2 800 V 3 800 V SULUS \rightarrow 1 35 mV 2 33 mV 3 33 mV \leftarrow

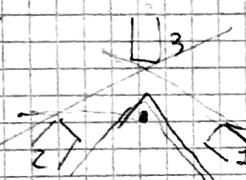
UNGMETTA SEGNALI DISCRIMINATI \rightarrow 1) 200 ns
2) 200 ns
3) 250 ns

(3.24)

Si mette POST trigger \rightarrow 80

(3.29)

Si mette i PMT con



(3.44)

FREQUENZE \rightarrow	PMT 1	PMT 2	PMT 3	105	66201	65175
	19712 Hz	26736 Hz	133,3 Hz	105	24839	23846
	105	66201	65175	905	12384	11838
	1.3	310	(1.3 + 1.2) 408		88	
	1.2					

Frequenze 40 Hz \rightarrow Se a fuoco prese dati f. 30' vengono 70.000 event. l'ora.

Frequenze esterne \rightarrow Int. type 80.
trigger external.

(1.08)

Soglie 3 \rightarrow 45 mV \rightarrow 1 66367 105
2 24811
3 10738

Ci sono 30000 segnali prodotti dal PMT 3 risultato.

Distanze 1 \rightarrow 13 cm \pm 1 cm

1 \rightarrow 13 cm \pm 1 cm

3 \rightarrow 7 cm \pm 1 cm.

(a) Cosa abbiamo fatto ieri

12 ULTIMO GiOrNO

Si prova una finestra nel record di dati più corta.

Soglie:

PMT1 -34.9

PMT2 -33.1

PMT3 -39.8

Prese dati di triple con posizione di figura 40 distanze lontane 27cm.
poi si avvicinano

PMT1 32.5 30 presa1 inizio 1640-fine1707
 Si è avvicinato i PMT1,2 22cm entrambi presa2 inizio-fine1743
 Presa 3 inizio 1744

12.1 Analisi Dati

Vediamo qualche grafico

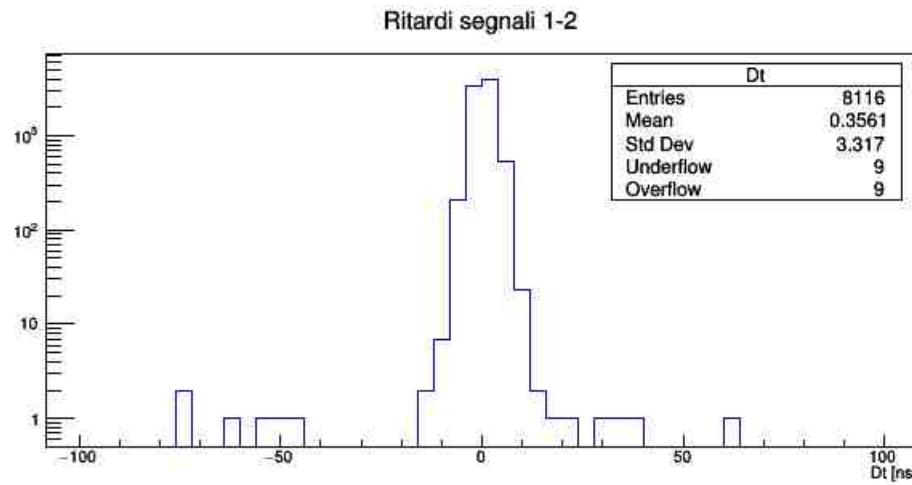


Figura 56

Dt12 Guardiamo qualche outlier

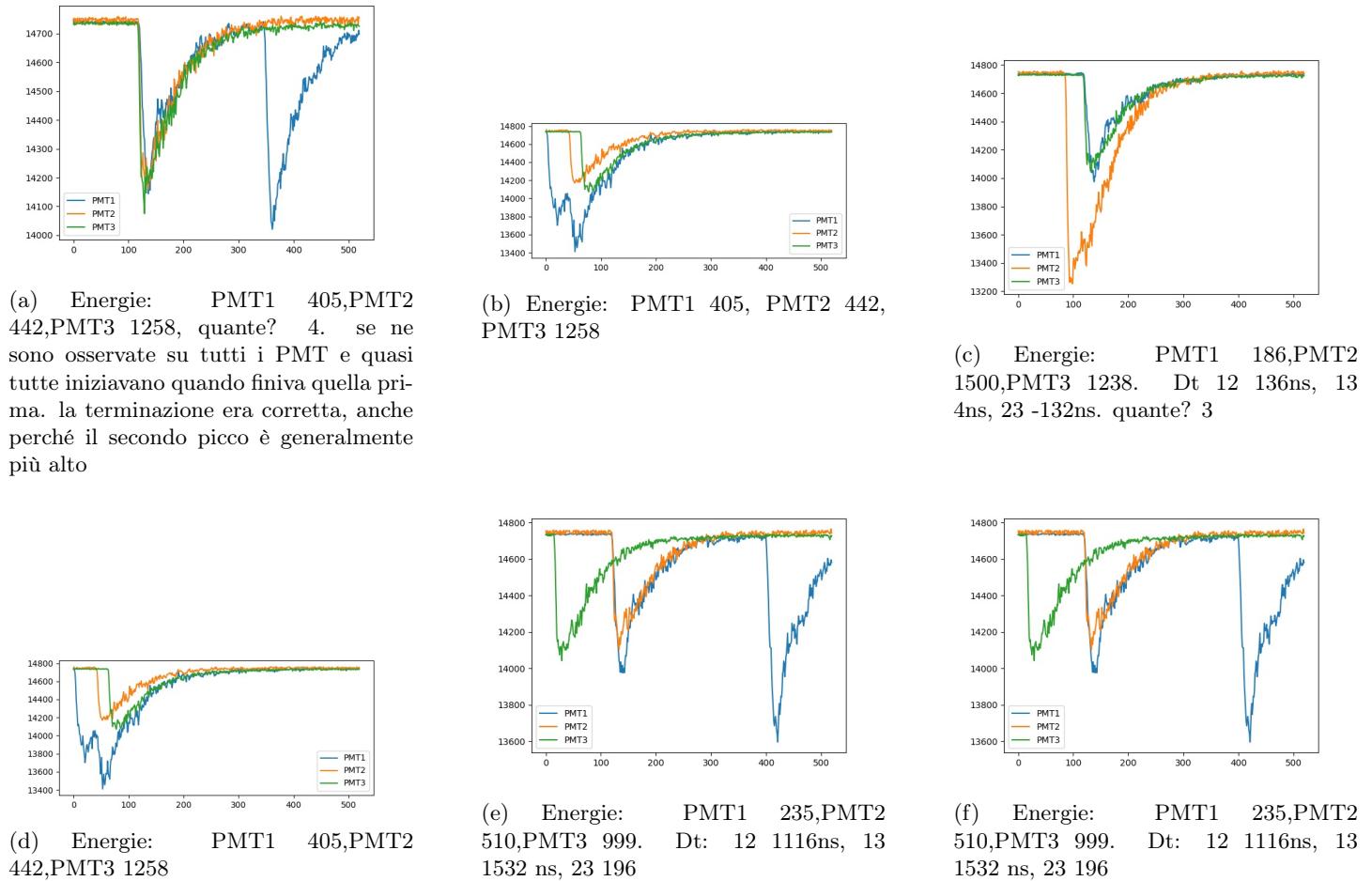
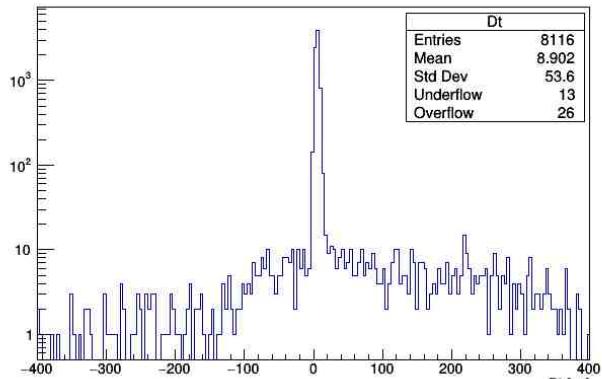


Figura 57: Si potrebbe vedere le somme delle cariche depositate, ma la quantità di questi eventi sembra essere veramente bassa

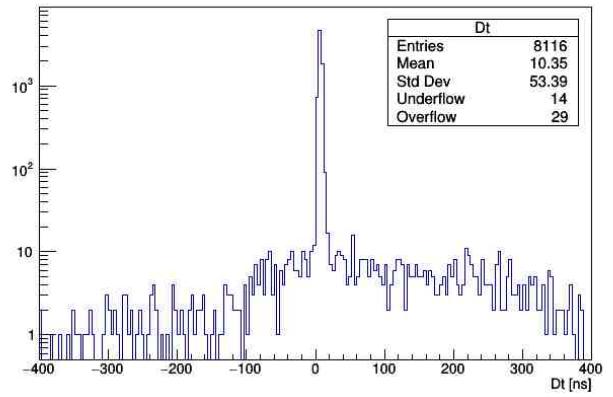
Ritardi Ritardi tra i PMT 1 e 3, PMT 2 e 3

Ritardi segnali 1-3



(a)

Ritardi segnali 2-3



(b)

Figura 58

Scatter Proviamo a vedere in base ai ritardi Dt12 quali sono le cariche lette dai 3 PMT

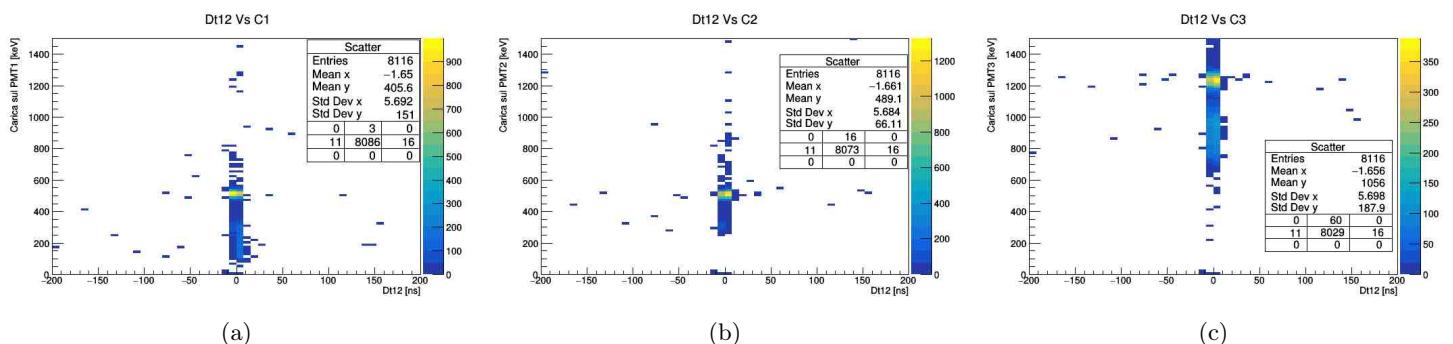


Figura 59

Dt13 Cariche PMT1-3

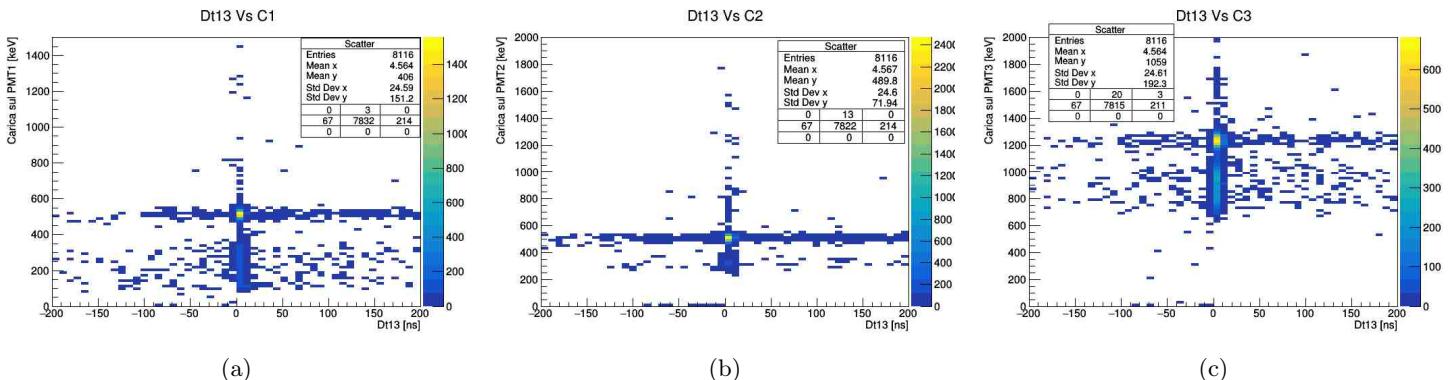


Figura 60

Dt23 Cariche PMT1-3

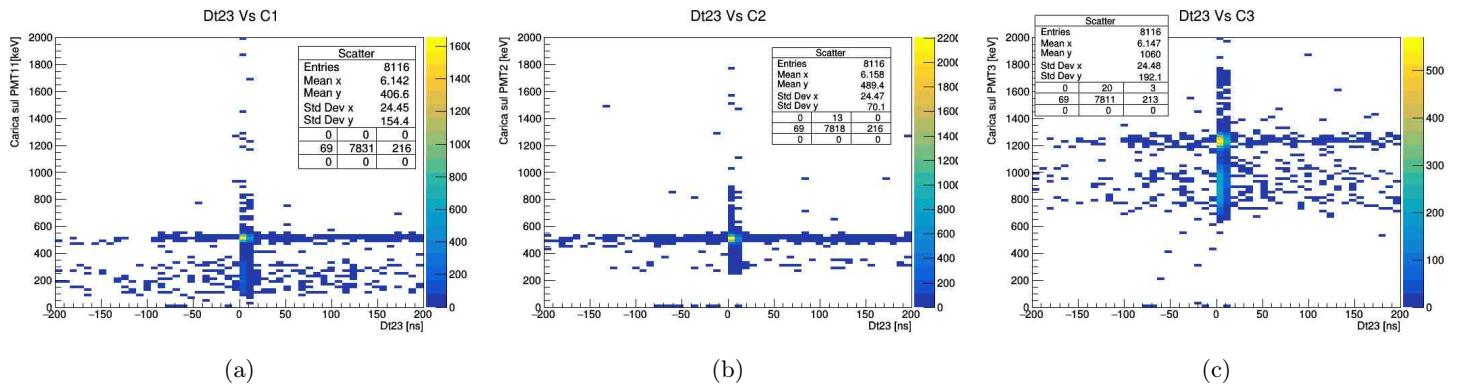


Figura 61

Le cariche lette dal PMT2 hanno una dispersione minore rispetto agli altri PMT. La moda di tutti sembra entrata a circa 500 keV PMT1-2 e 1200 per il PMT 3. Probabilmente è più facile che un fotone prima di arrivare al fotocatodo del PMT faccia Compton.

La differenza tra i ritardi Dt12 (figura 59) e quelle invece dei ritardi Dt13 e 23 (figure 60 e 61 rispettivamente) mostra come i segnali letti dai PMT 1 e 2 siano effettivamente in coincidenza e che il 3 legga solamente Fotoni provenienti da decadimento gamma del neon eccitato mentre gli altri due PMT rivelino maggiormente fotoni da annichilizione del positrone.

I ogni scatterplot notiamo a voltee che ei PMT1 e 2 rivelano fotoni da 1200 keV o anche superiori probabilmente da sovrapposizione di segnali (come nelle figure 57).

PRENDERE VISIONE DI QUALCHE EVENTO

Scatter cariche

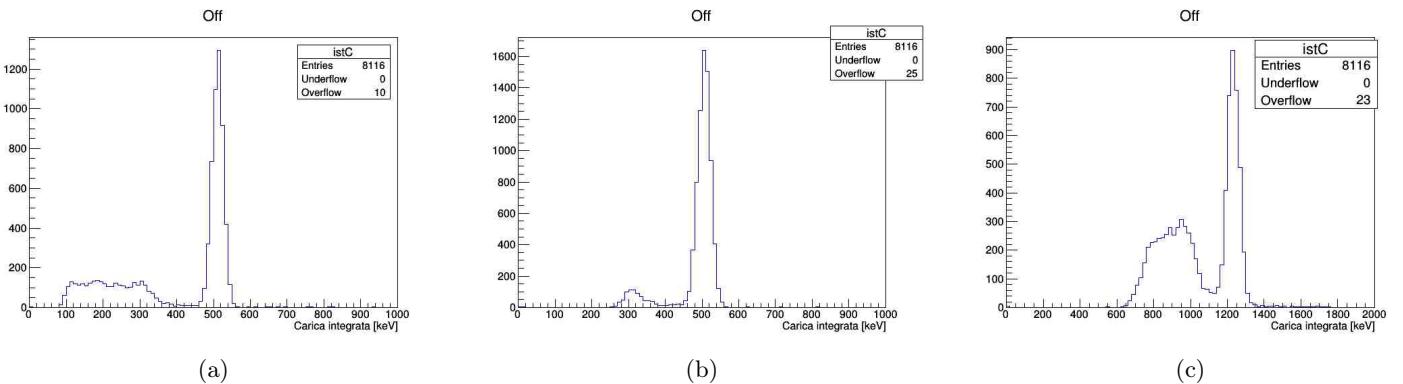


Figura 62

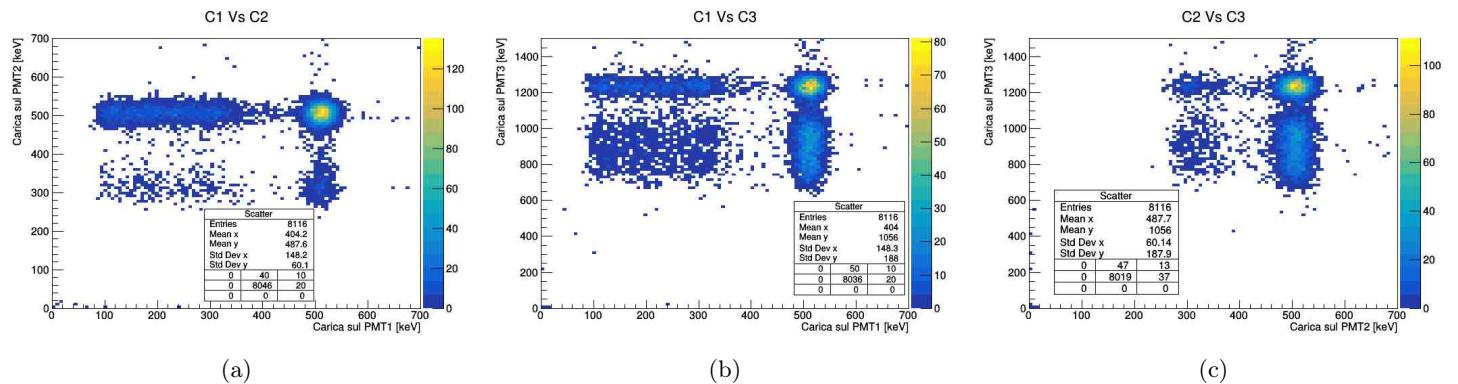
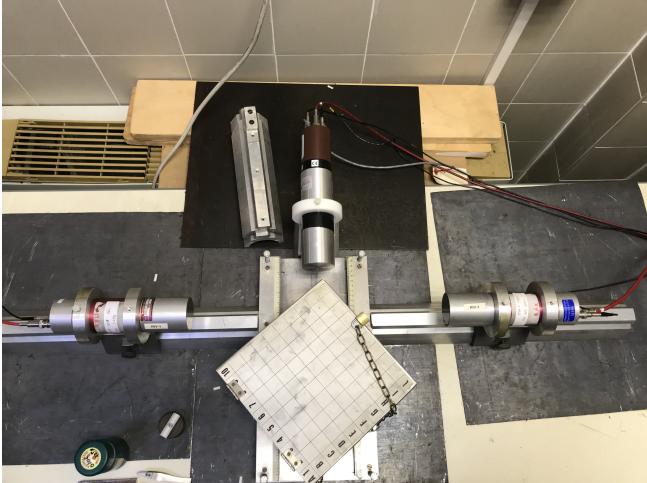
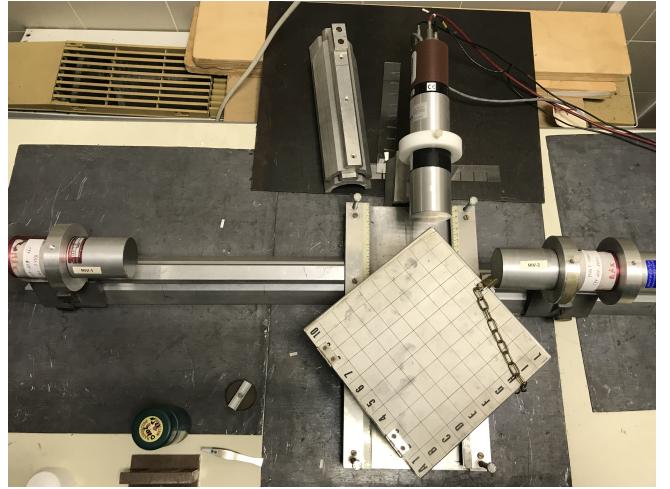


Figura 63

POSIZIONI PMT



(a)



(b) Trigger Doppia 13. è stata fatta questa prova per avere una quantità di dati maggiore. da analizzare solo successivamente in analisi dati

Figura 64: PMT sinistra PMT2 destra PMT3 alto

13 3-Impulso

Utilizzo i dati delle doppie del giorno 5 marzo quando si provò la misura della massa dell'elettrone.

In questo momento (24/3) le cariche sono prese con il metodo del 20%

Utilizzo i dati nelle tabelle 18

Provo con diverse calibrazioni:

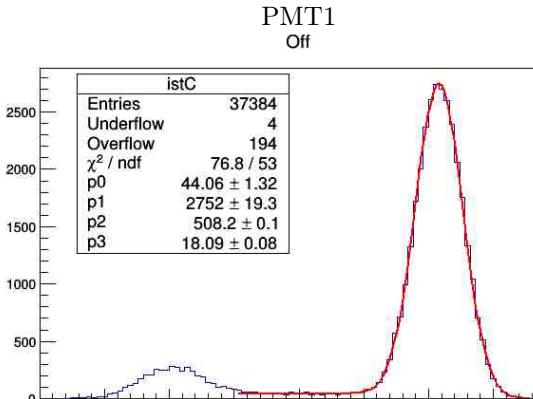
Retta passante per zero

$$f(x) = a * x \quad (9)$$

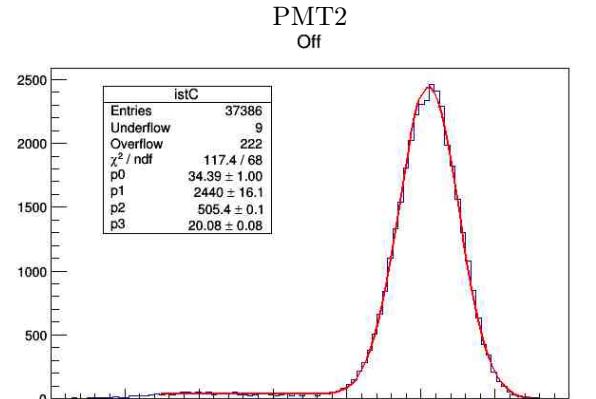
Risultati fit "Retta Zero"

PMT	χ^2 , ndof	a [u.a./keV]	massa [keV]
1	19541, 3	207.7 ± 1.8	507.8 ± 4.4
2	440, 3	69.772 ± 0.087	504.75 ± 0.64

Tabella 24: Funzione di fit in equazione 9.



(a)



(b)

Figura 65: Funzione Fit: $\theta(x < 500) * p0 + Gaussian(p1, p2, p3)$, nel range visibile

Sono state poi sommate e sottratte tra di loro le energie dei segnali in ogni evento per ottenere due distribuzioni

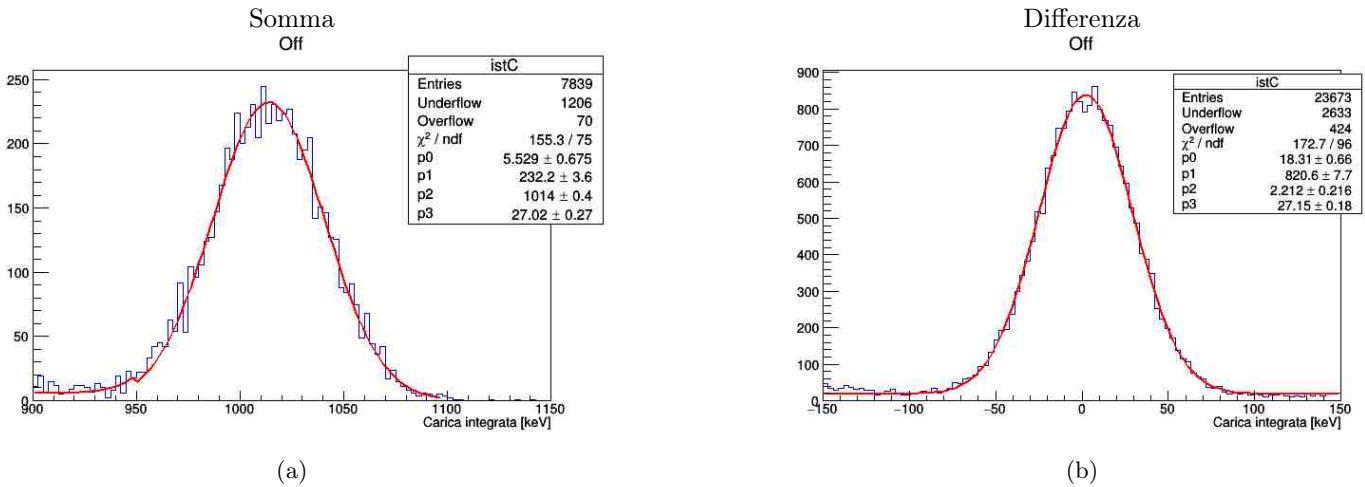


Figura 66

13.1 considerazioni

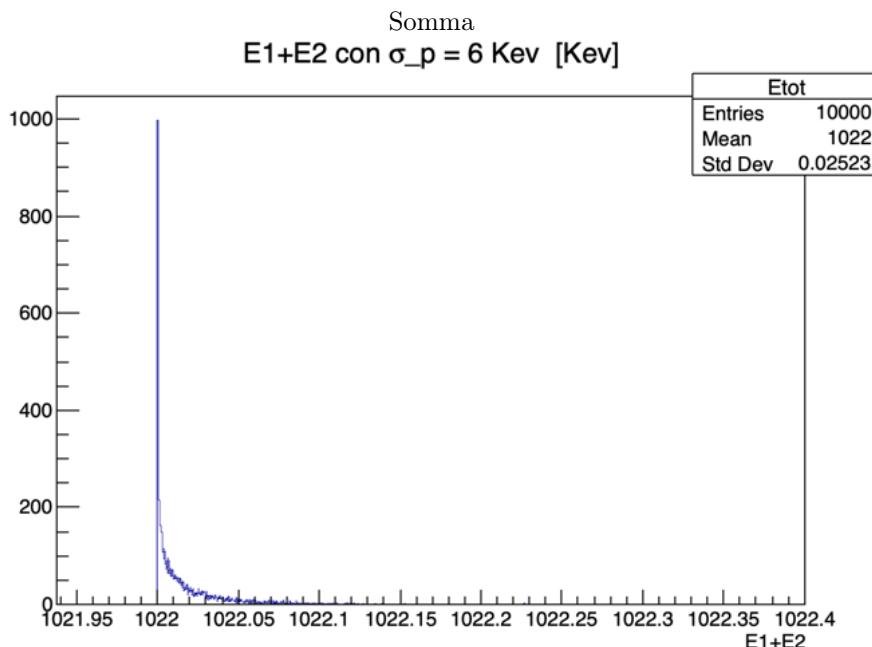
Supponiamo che il tri-impulso sia distribuito con una densità di probabilità $\rho(p)$ gaussiana con una certa deviazione standard σ_p . La distribuzione del tri-impulso osservata (cioè la distribuzione della differenza delle energie dei PMT 1 e 2, figura 66b) avrà una densità di probabilità $\rho_{obs}(p)$ data dal prodotto di convoluzione della distribuzione risultante dalla risoluzione sperimentale $\rho_{exp}(p)$ con la distribuzione del tri-impulso $\rho(p)$.

$$\rho_{obs}(p) = \int \rho(p') \rho_{exp}(p - p') dp' \quad (10)$$

Come distribuzione data dalla risoluzione sperimentale ρ_{exp} possiamo considerare una gaussiana; in prima approssimazione (ma forse anche in ultima) possiamo considerare come sigma di questa gaussiana la sigma della distribuzione della somma delle energie dei PMT 1 e 2 cioè $\sigma_{exp} = \sigma_{sum}$. Il prodotto di convoluzione di due gaussiane $gaus_1$ e $gaus_2$ è ancora una gaussiana con deviazione standard data da $\sigma_3 = \sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^2}$. La distribuzione del tri-impulso osservata sarà quindi una gaussiana con deviazione standard $\sigma_{obs} = \sqrt{\sigma_p^2 + \sigma_{exp}^2} = \sqrt{\sigma_p^2 + \sigma_{sum}^2}$. E' quindi possibile ottenere una misura della sigma della distribuzione del tri-impulso come:

$$\sigma_p = \sqrt{\sigma_{obs}^2 - \sigma_{sum}^2} \quad (11)$$

Si ricava: $\sigma_p = (2.66 \pm 3.31) \text{ Kev} \rightarrow \sigma_p < 6 \text{ Kev}$



(a) Energia PMT1+PMT2 "montecarlo" supponendo una distribuzione dell' impulso gaussiana con $\sigma_p=6$ Kev

FONDAMENTA

PROBABILITÀ DI AVERE UNA SERIE DI RISULTATI →

esempio i punti di un FIT

Se si può supporre che i punti

hanno strettamente pendenza attorno al loro
valore medio.

$$\text{LIKELIHOOD} \rightarrow L = P(\text{parametri}; Y_1, Y_2, \dots, Y_N) \propto e^{-\frac{\sum_i^N (Y_i - \mu)^2 / 2\sigma_i^2}{2}}$$

Nel Fit cerca si minimizza il $-\ln(L)$ ovvero minimizza il χ^2 .

Se i punti nel hanno strettamente pendenza attorno al loro valore medio si ottiene la likelihood L da cui χ^2 fatto come segue.

(Opzione "L" Root. Root si spiega cosa rende twice la likelihood).

CAPIRE QUALE MODELLO È MEGLIO: →

~~che modello è meglio?~~ → ESEMPIO: Parabola: $a x^2 + b x + c = f(x)$

Retta: $b x + c = f(x)$

→ Sotto ipotesi ipotesi $\sim 0 \rightarrow -\ln(L) = \chi^2$

l'ipotesi di $x=0$.

TEOREMA DI WILKZ →

$$\begin{aligned} -2 \ln \left(\frac{L(\text{retta})}{L(\text{parabola})} \right) &\rightarrow \text{regrese strettamente} \\ (-2) \ln \left(\frac{L(\text{retta})}{L(\text{parabola})} \right) &= \chi^2 \text{ con } (k=1). \\ \frac{-2 \ln \left(\frac{L(\text{retta})}{L(\text{parabola})} \right)}{(1-1)} &= \frac{\chi^2(\text{retta}) - \chi^2(\text{parabola})}{1-1} \end{aligned}$$

$$\frac{-2 \ln \left(\frac{L(\text{retta})}{L(\text{parabola})} \right)}{(1-1)} \rightarrow = \frac{\chi^2(\text{retta}) - \chi^2(\text{parabola})}{1-1}$$