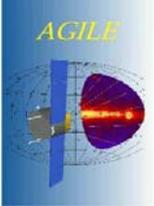
 <p>AGILE</p> <p>TESRE</p>	<p>MINICALORIMETRO PER LA MISSIONE AGILE PROVE PRELIMINARI</p>	<p>Ref# RI n. 278</p> <p><i>Issue:</i> <i>Date:</i> <i>page: 1/75</i></p>
--	--	--

**MINICALORIMETRO PER LA MISSIONE AGILE
PROVE PRELIMINARI**

**Rapporto Interno n. 278
Maggio 2000**

N. Auricchio, C. Labanti, G. Di Cocco, A. Mauri^{*}, E. Rossi, F. Schiavone, S. Traci
TESRE - CNR
^{*}ENEA - Bologna

 <p>AGILE TESRE</p>	<p>MINICALORIMETRO PER LA MISSIONE AGILE PROVE PRELIMINARI</p>	<p>Ref# RI n. 278</p> <p><i>Issue:</i> <i>Date:</i> <i>page: 2/75</i></p>
---	--	--

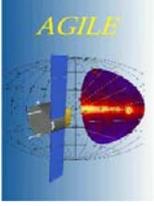
Indice

1. Introduzione
2. Caratterizzazione della catena elettronica di misura
 - 2.1 Rumore equivalente di ingresso al preamplificatore di carica
 - 2.2 Offset
 - 2.3 Risultati
3. Caratterizzazione delle barre
 - 3.1 Carica raccolta (uscita luce)
 - 3.2 Attenuazione del segnale lungo la barra
 - 3.3 Risultati
 - 3.3.1 Attenuazione del segnale lungo la sbarra
4. Algoritmi di valutazione dell'energia e della posizione
5. Risultati della ricostruzione in posizione ed energia
6. Irraggiamento a diversi angoli

Appendice A
Appendice B
Appendice C

Acronimi

AGILE	Astrorivelatore Gamma a Immagini LEggero
CsI(Tl)	Ioduro di Cesio attivato con Tallio
PD	PhotoDiode
GRID	Gamma Ray Imaging Detector
GRBs	Gamma Ray Bursts
MCA	MultiChannel Analyzer

 <p>AGILE TESRE</p>	<p>MINICALORIMETRO PER LA MISSIONE AGILE PROVE PRELIMINARI</p>	<p>Ref# RI n. 278</p> <p>Issue: Date: page: 3/75</p>
---	--	--

1. INTRODUZIONE

Il mini-calorimetro di Agile è composto da due piani ortogonali costituiti ciascuno da 16 barre di CsI(Tl) di dimensioni 1.5x2.3x40.0 cm. La luce di scintillazione generata da particelle cariche o da gamma di alta energia è raccolta da due fotodiodi (PD) accoppiati otticamente alle estremità delle barre. Gli obiettivi che si vogliono raggiungere con tale strumento sono:

1. misurare l'energia e la posizione d'interazione all'interno delle barre di CsI(Tl), a partire da 1 MeV, delle coppie di particelle prodotte nel tracker a W e Si sovrastante e contribuire così alla determinazione della direzione e dell'energia totale dei fotoni incidenti nel così detto modo di operazione di Gamma-Ray Imaging Detector (GRID).
2. rivelare eventi impulsivi, quali GRBs. Nel campo di energia 0.25 - 1 MeV sono utilizzati come rivelatori indipendenti i 64 lati delle barre senza ricostruzione della posizione di interazione e dell'energia persa. Per energie superiori ad 1 MeV, le uscite di entrambi i lati di ciascuna sbarra vengono utilizzate per la ricostruzione in energia e posizione della radiazione incidente anche per questo modo di operazione.

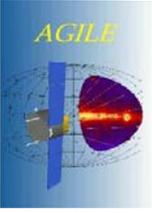
Lo scopo del presente rapporto interno è di analizzare i dati relativi alle prime misure sperimentali eseguite su **due** barre di Ioduro di Cesio drogato con Tallio, CsI(Tl), dalle dimensioni 1.5x3.0x40.0 cm.

Gli obiettivi delle misure sono:

- 4 Caratterizzazione delle catene elettroniche in termini di minimo rumore ottenibile
- 4 Caratterizzazione delle barre in termini di:
 - Quantità di segnale prodotto per energia della radiazione persa nelle barre
 - Descrizione dell'attenuazione della luce di scintillazione entro le barre
 - Algoritmi di ricostruzione della posizione e dell'energia a partire dai segnali dei PD
 - Valutazione della risoluzione in posizione ed energia

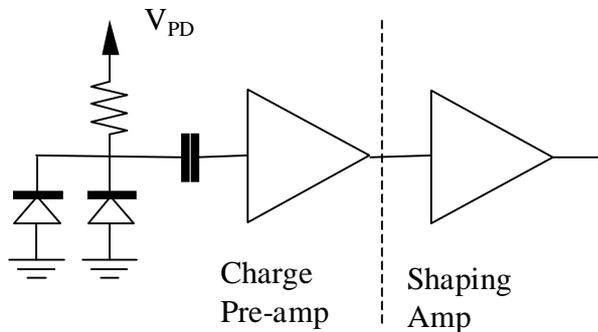
Le misure sono state effettuate in tre diversi periodi:

1. Una calibrazione preliminare, svoltasi nei laboratori del nostro Istituto, che ha avuto come scopo l'ottimizzazione del sistema d'acquisizione dei dati delle due barre.
2. Campagna di test compiuta a Ginevra, dove è stata effettuata una scansione sui rivelatori con un fascio collimato di particelle (e^- , μ^- , π^-) con momento sino a 2 GeV/c.
3. Controllo con sorgente radioattiva di ^{22}Na , di nuovo nel nostro Istituto, che ha avuto come scopo la valutazione della stabilità del sistema e l'esecuzione di misure per il calcolo del coefficiente d'attenuazione della luce lungo le barre.

 <p>AGILE TESRE</p>	<p>MINICALORIMETRO PER LA MISSIONE AGILE PROVE PRELIMINARI</p>	<p>Ref# RI n. 278</p> <p>Issue: Date: page: 4/75</p>
---	--	--

2. CARATTERIZZAZIONE DELLA CATENA ELETTRONICA DI MISURA

La luce di scintillazione viene raccolta e convertita in carica su ogni lato della barra da una catena elettronica schematizzata in figura 1; due PD sono accoppiati otticamente su ogni lato della barra per un totale di 2 cm² di area attiva, i PD sono collegati in parallelo e polarizzati inversamente. La luce di scintillazione produce carica nei PD viene raccolta da un pre-amplificatore di carica. Uno Shaping amplifier completa la parte analogica. I fotodiodi, la catena di polarizzazione ed il Charge preamplifier sono posti fisicamente in prossimità dello scintillatore mentre l'amplificatore formatore è collegato al pre-amp con cavi di lunghezza diversa a seconda delle esigenze (da 2 m per le misure in laboratorio fino a 15 m per le misure agli acceleratori).



PD	
type	2 x S3590-08
I leakage	2 nA
C _{PD}	2 x 40 pF
Pre-amp	
Type	Amptek 250 + external JFET
Sensitivity	0.16 μV/e ⁻
Shaping amplifier	
Type	Silena 7611
Shaping time	3 μsec

Figura 1. Catena elettronica di acquisizione dei segnali.

Il rumore elettronico di ogni catena dipende dalle caratteristiche elettriche dei PD in parallelo, dalle caratteristiche del JFET di ingresso del pre-amp e dal tipo di filtro dell'amplificatore formatore.

2.1 RUMORE EQUIVALENTE DI INGRESSO AL PREAMPLIFICATORE DI CARICA

Per la valutazione del rumore elettronico la catena di figura 1 è stata collegata direttamente ad un analizzatore multicanale tipo Amptek MCA 4096 con 5 V fondo scala ed i rivelatori sono stati irraggiati, con una sorgente di ²⁴¹Am non collimata, in corrispondenza di ogni fotodiodo di Silicio in modo tale da utilizzare il PD come rivelatore diretto della radiazione. Il numero di elettroni prodotti da un fotone gamma della sorgente di 59,5 keV nel Si, sapendo che l'energia necessaria per produrre una coppia di portatori di carica nel Si è di 3.62 eV a 300 K, risulta essere 16436 e⁻ (il valore utilizzato in tutti i calcoli seguenti è di 16400 e⁻). Negli spettri sul MCA il picco a 59.5 keV è risolto con sufficiente accuratezza da permettere di determinarne i parametri caratteristici con buona precisione, mentre la radiazione di più bassa energia prodotta dall' ²⁴¹Am (righe attorno a 20 keV) non è discriminabile dal rumore. Il fit del picco viene effettuato, tramite il programma "Peak Fit", con una funzione gaussiana sovrapposta ad una linea di base quadratica, il centroide così calcolato ci permette di calibrare, *a meno di valori di offset*, il sistema di acquisizione in e⁻/canale. Moltiplicando il FWHM del fotopicco dell'Am-241 per il numero di e⁻/canale e dividendo per 2.35 si otterrebbe direttamente il rumore del sistema in e⁻_{rms}.

2.2 OFFSET

Per valutare l'offset del sistema si sono iniettate in ingresso al sistema di figura 1 via un condensatore di valore noto posto in ingresso ed un "Precision Pulse Generator" cariche note. Con lo stesso sistema si può valutare il guadagno e la linearità della catena elettronica di misura.

Il segnale campione in uscita dal generatore è utilizzato con 4 valori d'attenuazione (1-2-5-10) impostati sul generatore stesso. I relativi picchi di ogni misura sono stati fittati con una gaussiana sempre con il programma "Peak Fit".

L'offset del sistema è valutato dal parametro **a** del fit lineare $y = a + b x$ tra i valori **y** dei centroidi dei picchi e i valori **x** dei segnali iniettati dall'impulsatore.

2.3 RISULTATI

In figura 2 sono riportati i tipici spettri ottenuti con ^{241}Am sul PD e con il segnale del pulser in ingresso. Nelle tabelle 1 e 2 sono riassunti i valori di rumore e guadagno misurati nelle varie situazioni sperimentali. Nelle misure prima dei test al CERN pre-amp e shaping amp erano collegati con un cavo di ~ 15 m terminato su 50Ω , mentre nelle misure dopo i test al CERN pre-amp e shaping amp erano collegati con un cavo di ~ 2 m terminato su 50 .

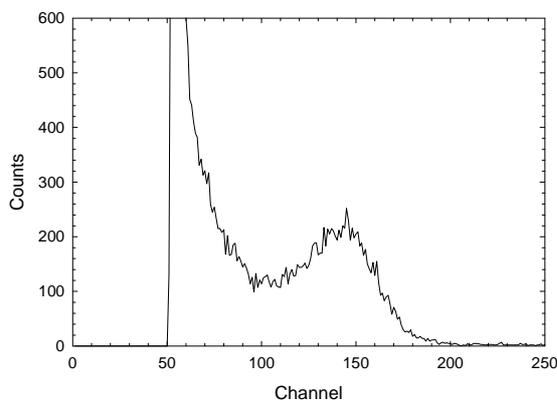


Figura 2.a Spettro ^{241}Am .

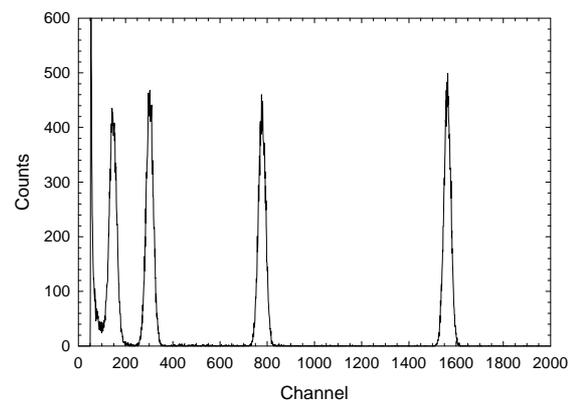
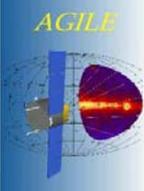


Figura 2.b Spettro con pulser.

	Barra 1		Barra 2	
	Ch 3	Ch 4	Ch1	Ch 2
Misure prima dei test CERN				
Pulse generator	1005 ± 45	1610 ± 105	832 ± 30	952 ± 39
^{241}Am	1187 ± 168.	1606 ± 379	1240 ± 213	1265 ± 229
Misure dopo i test CERN				
Pulse generator	887 ± 33	833 ± 29	836 ± 41	898 ± 38
^{241}Am	995 ± 104	898 ± 101	910 ± 129	976 ± 259

Tabella 1. Misure di rumore nei vari canali in e^-_{rms} .

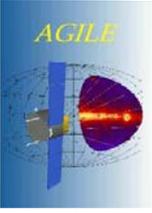
Considerando i dati relativi alle misure acquisite dopo i test al Cern si può concludere che il rumore elettronico è di circa $900 e^-_{\text{rms}}$ per ogni canale. Il rumore elettronico relativo al canale 4 prima dei test al Cern è elevato a causa di oscillazioni lungo il cavo da 15 metri.

 <p>AGILE TESRE</p>	<p>MINICALORIMETRO PER LA MISSIONE AGILE PROVE PRELIMINARI</p>	<p>Ref# RI n. 278</p> <p>Issue: Date: page: 6/75</p>
---	--	---

	Barra 1		Barra 2	
	Ch 3	Ch 4	Ch1	Ch 2
Setting gain amplifiers (tutti con 3 μ s shaping time)				
Gain (coarse fine)	1000 2.22	1000 12.58	1000 7.00	1000 7.30
Misure prima dei test CERN				
Misure con Pulser Generator				
Gain (ch / input signal (arbitrary unit))	155.92 \pm 0.06	157.53 \pm 0.12	154.45 \pm 0.03	163.40 \pm 0.06
Offset (ch)	-9.38 \pm 0.28	-11.67 \pm 0.93	-6.56 \pm 0.18	-15.48 \pm 0.26
FWHM peak (ch)	22.21 \pm 0.79	36.18 \pm 1.73	18.12 \pm 0.47	22.04 \pm 0.69
Misure con ²⁴¹ Am				
60 keV peak position (ch)	154.21 \pm 1.48	156.85 \pm 2.61	151.89 \pm 1.47	161.52 \pm 1.55
60 keV peak width FWHM (ch)	26.22 \pm 3.45	36.10 \pm 7.90	26.99 \pm 4.37	29.28 \pm 5.01
Calibrazione ADC (e ⁻ /ch)	106.35 \pm 1.02	104.56 \pm 1.74	107.97 \pm 1.05	101.54 \pm 0.97
Misure al CERN				
Misure con Pulser Generator				
Gain (ch / input signal (arbitrary unit))	153.37 \pm 0.02	142.04 \pm 0.02	144.08 \pm 0.02	152.94 \pm 0.02
Offset (ch)	-12.55 \pm 0.24	-14.55 \pm 0.24	-14.43 \pm 0.16	-14.09 \pm 0.16
FWHM peak (ch)	22.21 \pm 0.70	20.42 \pm 0.70	19.61 \pm 0.42	23.04 \pm 0.62
Misure con ²⁴¹ Am				
60 keV peak position (ch)	-	-	-	-
60 keV peak width FWHM (ch)	-	-	-	-
Calibrazione ADC (e ⁻ /ch)	-	-	-	-
Misure con ²² Na a 5 cm dal PD				
1275 keV peak position (ch)	156.45 \pm 1.92	161.8 \pm 2.58	155.73 \pm 2.98	161.04 \pm 1.12
Misure dopo i test CERN				
Misure con Pulser Generator				
Gain (ch / input signal (arbitrary unit))	163.34 \pm 0.04	156.69 \pm 0.03	158.09 \pm 0.07	163.23 \pm 0.05
Offset (ch)	-8.51 \pm 0.26	-9.18 \pm 0.18	-12.53 \pm 0.52	-10.90 \pm 0.31
FWHM peak (ch)	21.29 \pm 0.57	19.15 \pm 0.47	19.12 \pm 0.69	21.45 \pm 0.67
Misure con ²⁴¹ Am				
60 keV peak position (ch)	167.49 \pm 1.67	160.27 \pm 1.08	159.66 \pm 2.05	166.62 \pm 1.93
60 keV peak width FWHM (ch)	23.88 \pm 2.26	20.63 \pm 2.12	20.81 \pm 2.69	23.30 \pm 5.64
Calibrazione ADC (e ⁻ /ch)	97.92 \pm 0.98	102.33 \pm 0.69	102.72 \pm 1.32	98.43 \pm 1.14
Misure con ²² Na a 5 cm dal PD				
1275 keV peak position (ch)	157.00 \pm 1.16	151.18 \pm 1.38	160.66 \pm 1.09	164.15 \pm 1.39

Tabella 2. Misure di guadagno.

Dai dati relativi alle misure dopo i test di Ginevra si evince che il sistema è stabile. Il metodo utilizzato per il calcolo degli errori è riportato in appendice A.

 <p>AGILE TESRE</p>	<p>MINICALORIMETRO PER LA MISSIONE AGILE PROVE PRELIMINARI</p>	<p>Ref# RI n. 278</p> <p>Issue: Date: page: 7/75</p>
---	--	---

3. CARATTERIZZAZIONE DELLE BARRE

Per una valutazione delle caratteristiche delle barre di CsI(Tl) come rivelatori è opportuno determinare i parametri che regolano la produzione di segnale sui fotodiodi. Si vuole verificare e quantificare come:

- ♦ La quantità di segnale raccolta sul PD sia funzione dell'energia depositata nel cristallo da radiazione interagente sempre nello stesso punto della barra.
- ♦ A parità di energia depositata nella barra la quantità di segnale raccolta sui PD dipende dalla posizione di interazione.

Nella figura seguente è riportato lo schema della sbarra:

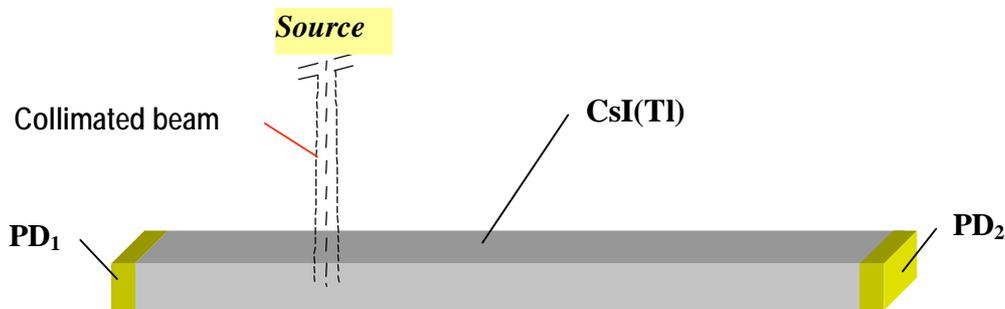


Figura 3. Schema della barra di CsI(Tl) e dei fotodiodi accoppiati otticamente su ogni lato della stessa.

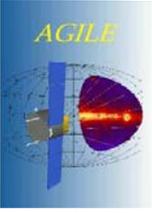
3.1 CARICA RACCOLTA (USCITA LUCE)

Le misure di uscita luce sono state effettuate per ogni fotodiodo delle barre utilizzando il circuito di figura 1 collegato ad un MCA. Una volta fatta la calibrazione assoluta descritta nel paragrafo 2 si irradia una barra con una sorgente collimata in posizione nota, di gamma di ^{22}Na che emette fotoni di 511 e 1275 keV. Il collimatore irradia un'area di cristallo ampia 2x25 mm. Il fotopicco corrispondente al completo deposito di energia di un gamma da 1275 keV viene fittato sempre con una distribuzione gaussiana sovrapposta ad una linea di base quadratica per calcolarne la posizione in canali del centroide e da questo (corretto per l'offset), utilizzando la calibrazione assoluta che dà la relazione tra e⁻ e canali, risalire al valore della carica raccolta (uscita luce).

3.2 ATTENUAZIONE DEL SEGNALE LUNGO LA BARRA

La valutazione dell'attenuazione del segnale lungo la barra è stata effettuata con diverse modalità:

- ♦ in laboratorio irradiando la barra con la sorgente collimata di ^{22}Na posta a varie distanze dal fotodiodo utilizzando per ogni lato il circuito di figura 1 connesso ad un MCA.
- ♦ all'acceleratore irradiando la barra in varie posizioni con un fascio collimato di particelle (spot di circa 20x20 mm di ampiezza) utilizzando per ogni lato della barra il circuito di figura 1 ma utilizzando una logica di discriminazione dei segnali basata sulla somma dei segnali di PD dei due lati della barra (figura 4).

 <p>AGILE TESRE</p>	<p>MINICALORIMETRO PER LA MISSIONE AGILE PROVE PRELIMINARI</p>	<p>Ref# RI n. 278</p> <p>Issue: Date: page: 8/75</p>
---	--	--

Il coefficiente di attenuazione della luce è stato calcolato nel modo seguente:

- per le misure con ^{22}Na è stato graficato il valore del segnale in uscita, valutato come in 3.1, del picco a 1275 keV in funzione della distanza dal fotodiodo e valutandone il best fit;
- nelle misure di Ginevra il deposito di energia delle particelle che attraversano la barra ha l'andamento spettrale delle particelle al minimo di ionizzazione. Il picco ottenuto in ogni posizione è stato fittato utilizzando il programma Peak Fit con una funzione di tipo "Pearson IV". Le posizioni dei centroidi dei picchi (corretti per l'offset) nelle diverse posizioni sono state valutate in funzione della distanza dal fotodiodo ed il best fit della funzione valutato.

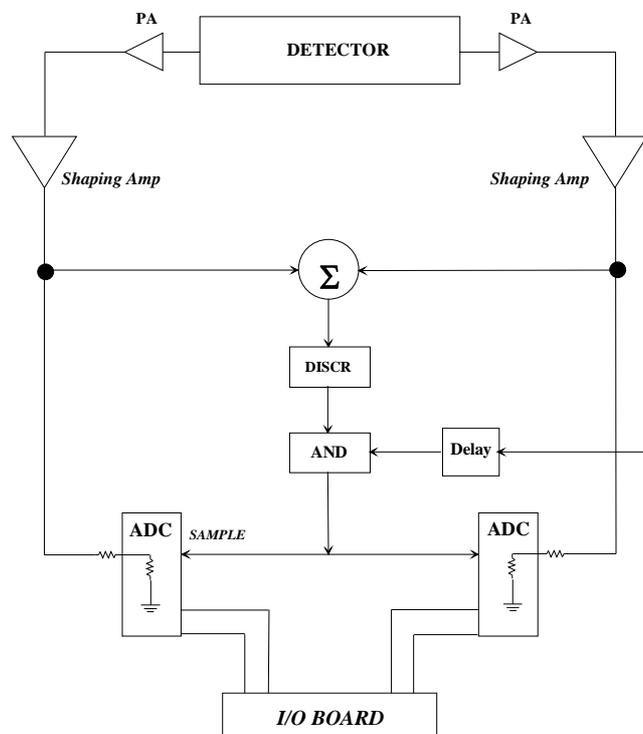


Figura 4. Circuito con discriminazione sulla somma.

3.3 RISULTATI

In figura 5a è riportato un tipico spettro dei segnali visti da un PD quando si irraggia il cristallo di CsI(Tl) con ^{22}Na collimato (2 mm spot) a 1 cm dal PD. In figura 5b è riportato un tipico spettro dei segnali visti da un PD quando si irraggia il cristallo di CsI(Tl) con particelle e^- , μ^- , π^- da 2 GeV/c collimate (circa 20 mm spot) a 20 cm dal PD (n.b. la larghezza dei canali è arbitraria).

In tabella 3 è riportato il valore dell'uscita luce per i vari PD valutati con ^{22}Na collimato (2 mm spot) a 1 cm dal PD.

In tabella 4 è riportato l'andamento dell'attenuazione della luce lungo la barra misurata con i raggi γ da 1275 keV del ^{22}Na e nella figura 5c ne è riportato il grafico per ogni barra.

In tabella 5 è riportato l'andamento dell'attenuazione della luce di scintillazione prodotta lungo la barra dalla interazione di particelle cariche.

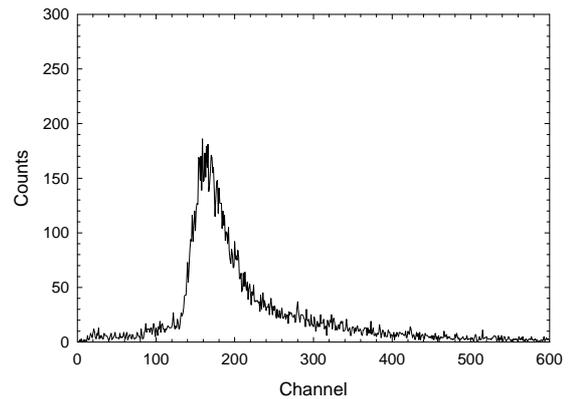
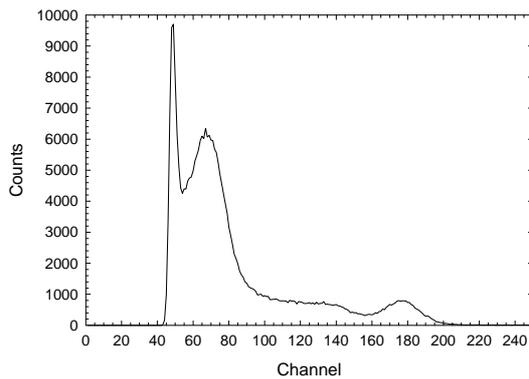
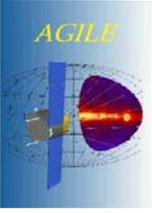


Figura 5.a Spettro visto da un PD di ^{22}Na a 1 cm dal PD.

Figura 5.b Spettro visto da un PD con particelle a centro barra.

	Barra 1		Barra 2	
	Ch 3	Ch 4	Ch1	Ch 2
Uscita luce con sorgente a 1 cm dal PD	14.95 ± 0.31	14.97 ± 0.23	16.86 ± 0.30	15.67 ± 0.30

Tabella 3. Uscita luce vista dai vari PD in e⁻/keV.

 <p>AGILE TESRE</p>	<p>MINICALORIMETRO PER LA MISSIONE AGILE PROVE PRELIMINARI</p>	<p>Ref# RI n. 278</p> <p>Issue: Date: page: 10/75</p>
---	--	---

Attenuazione luce

Distanza sorgente PD (cm)	Barra 1		Barra 2	
	Uscita luce e ⁻ /keV			
	Ch 3	Ch 4	Ch1	Ch 2
0.5	15.40 ± 0.35	15.39 ± 0.30	17.35 ± 0.31	16.21 ± 0.28
1	14.95 ± 0.31	14.97 ± 0.23	16.86 ± 0.30	15.67 ± 0.30
2	14.22 ± 0.29	14.13 ± 0.36	15.90 ± 0.48	14.75 ± 0.26
3	13.39 ± 0.20	13.44 ± 0.19	14.81 ± 0.39	13.85 ± 0.39
4	12.77 ± 0.25	12.80 ± 0.19	13.85 ± 0.39	13.30 ± 0.40
5	12.06 ± 0.20	12.13 ± 0.24	12.94 ± 0.25	12.71 ± 0.25
6	11.60 ± 0.38	11.56 ± 0.20	12.03 ± 0.25	12.20 ± 0.33
8	10.56 ± 0.32	10.94 ± 0.22	10.53 ± 0.31	11.35 ± 0.29
12	9.01 ± 0.29	9.54 ± 0.15	8.28 ± 0.21	9.95 ± 0.19
16	7.93 ± 0.16	8.34 ± 0.14	7.09 ± 0.25	8.50 ± 0.20

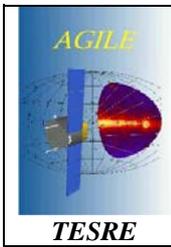
Tabella 4. Attenuazione delle uscita luce (e⁻/keV) prodotta da radiazione γ in funzione della distanza della sorgente dal PD.

L'errore nell'uscita luce è stato calcolato considerando soltanto il contributo dell'elettronica, poiché quello del rivelatore è trascurabile.

Barra 1			Barra 2		
Distanza (cm) Pos. interazione particelle - PD	Posizione centroide picco (ch)		Distanza (cm) Pos. interazione particelle - PD	Posizione centroide picco (ch)	
	Ch 3	Ch 4		Ch 1	Ch 2
			3.2	344.77±67.46	336.15 ±54.21
11.2	222.62 ± 28.24	225.39±24.95	6.0	281.99 ±54.93	293.04 ±43.77
15.6	178.97 ± 29.22	192.10±21.09	8.8	230.92 ±54.93	265.04 ±34.09
20.0	152.86 ±30.32	168.06 ± 18.7	11.6	191.68 ±28.25	241.15 ±31.45
24.4	132.45 ± 30.53	148.60 ± 15.9	14.4	168.87 ±25.62	219.53 ± 31.46
28.8	117.03 ± 19.96	134.63±15.89	17.2	150.30 ±25.62	195.33 ± 25.61
			20.0	136.26 ±25.62	177.67 ±24.78

Tabella 5. Attenuazione del segnale prodotto da particelle interagenti a varie distanze dal PD. Lo spot di interazione delle particelle è circa 2 cm (nelle tabelle è indicata la posizione media dello spot). Il segnale è valutato in canali dell'ADC non essendo disponibile in questo caso, una calibrazione assoluta (vedi cap 2).

L'errore associato ad ogni centroide è il sigma della Pearson in quanto il contributo del rivelatore non è più trascurabile rispetto a quello elettronico (vedi appendice B).



MINICALORIMETRO PER LA MISSIONE AGILE
PROVE PRELIMINARI

Ref# RI n. 278

Issue:
Date:
page: 11/75

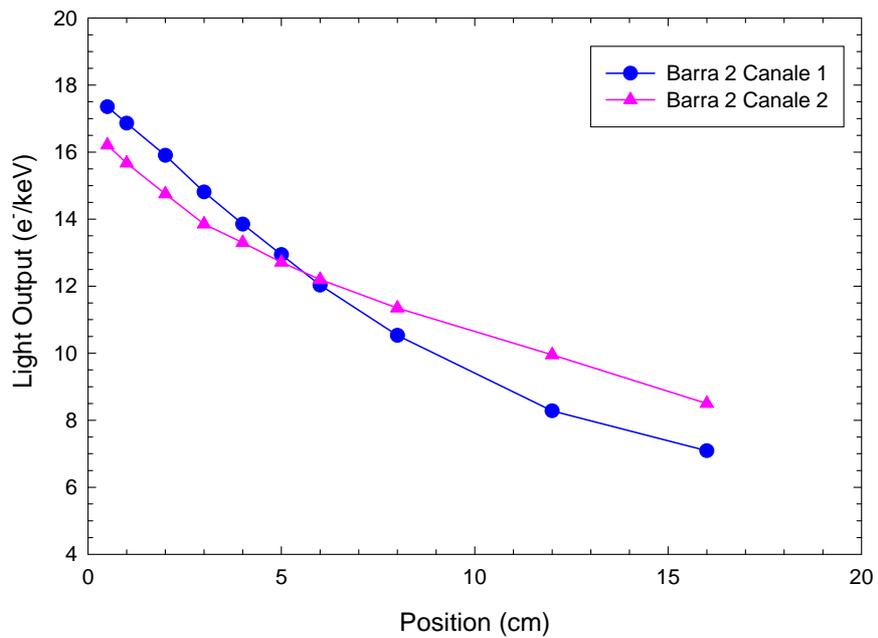
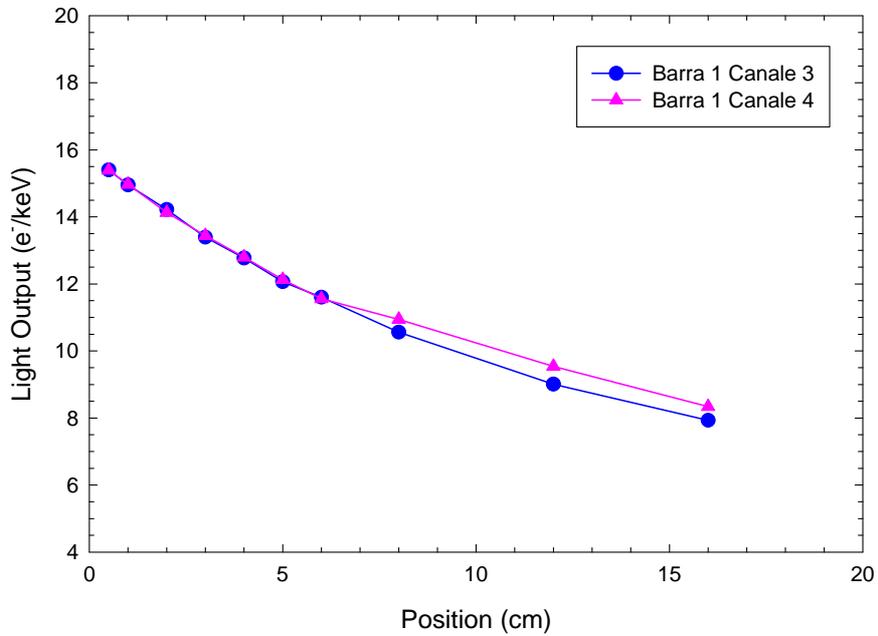


Figura 5.c Andamento dell'uscita luce lungo le due barre (da notare il comportamento anomalo del canale 1).

3.3.1 ATTENUAZIONE DEL SEGNALE LUNGO LA SBARRA

Il segnale in carica prodotto dai PD ad ogni lato di una barra può essere espresso come:

$$1) \quad Q_{PD} = Q_0 * E * f(x)$$

Q_0 dipende dall'uscita luce e può essere ricavato per ogni PD dai valori di tabella 3

$f(x)$ descrive la dipendenza dell'ampiezza del segnale dalla posizione di interazione.

Al segnale di ogni PD è sovrapposto un rumore elettronico N_{PD} con andamento statistico e che viene quantificato dai valori di tabella 1.

Una valutazione della funzione $f(x)$ deve basarsi sui dati delle tabelle 4 e 5.

In figura 6 per i dati della barra 1, canale 3 e' mostrato il fit con una legge esponenziale di equazione:

$$2) \quad f(x) = \exp(-\alpha x) \quad \text{con } \alpha \text{ in cm}^{-1} \quad (\alpha = 1/b)$$

Una descrizione più puntuale (figure 7 e 8) si ha se si utilizza una legge di attenuazione esponenziale della luce con i parametri variabili in funzione delle diverse zone della barra ossia per ogni barra si possono individuare due zone, la prima compresa tra 0 e 5 cm dal fotodiodo e l'altra per distanze maggiori di 5 cm, quindi, per ogni barra si ha:

$$3) \quad f(x) = \exp(-\alpha^A x) \quad \text{per } 0 < x \leq 5 \text{ cm}$$

$$f(x) = \exp(-\alpha^A 5) \cdot \exp(-\alpha^B (x-5)) \quad \text{per } x \geq 5 \text{ cm}$$

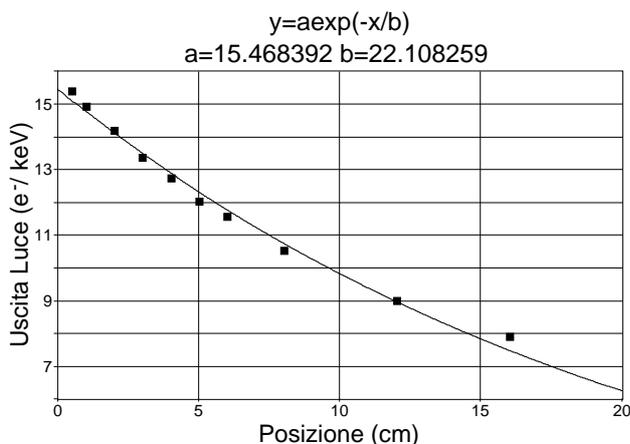


Figura 6.a Plot tutti i dati con esponenziale.

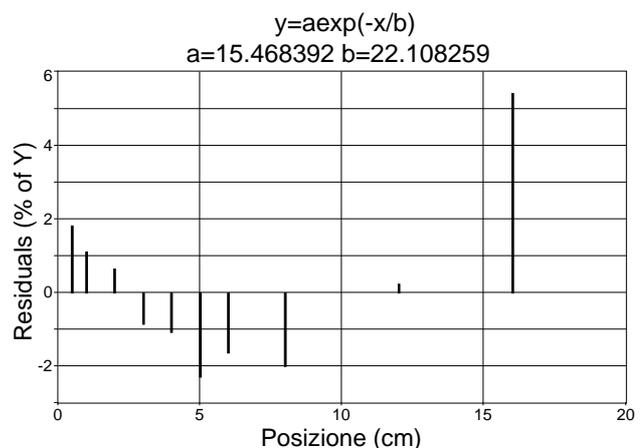


Figura 6.b Plot residui.

Nelle figure 7 e 8 sono riportati gli andamenti delle attenuazioni lungo la barra 1- canale 3 nelle due zone sopraindicate (i punti cerchiati sono stati esclusi dal fit).

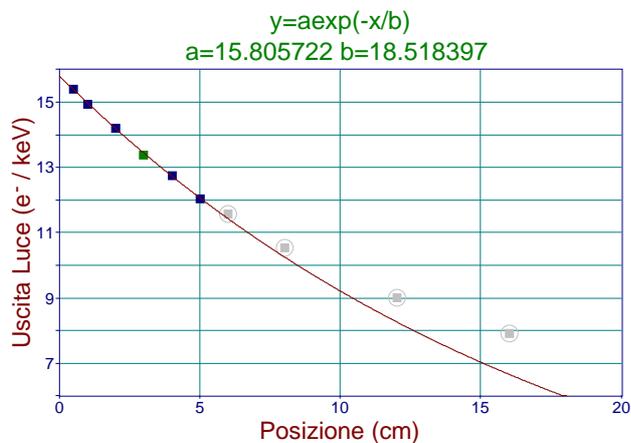
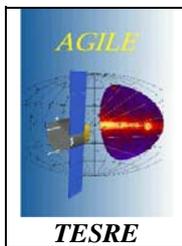


Figura 7.a Plot tra 0 e 5 cm.

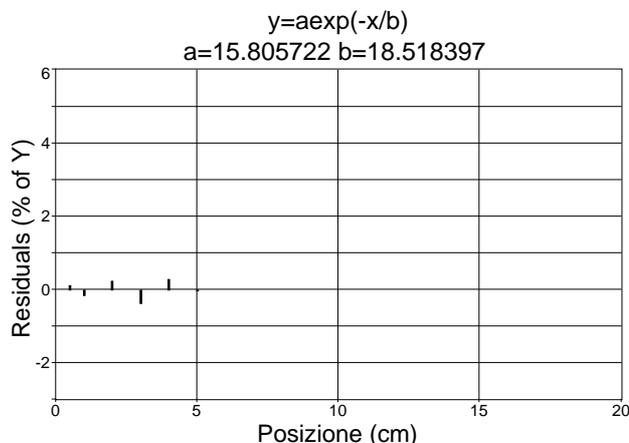


Figura 7.b Plot residui.

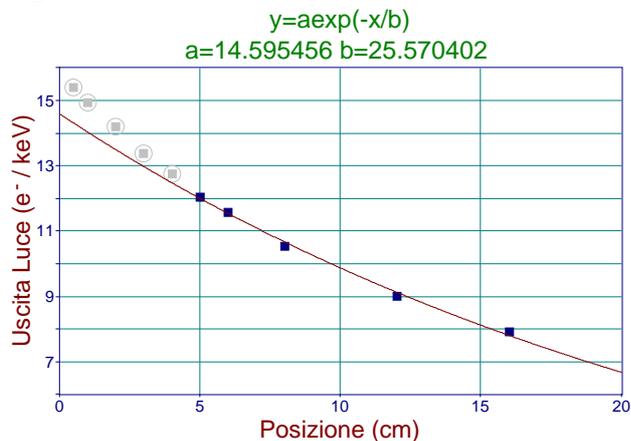


Figura 8.a Plot per $x > 5$ cm.

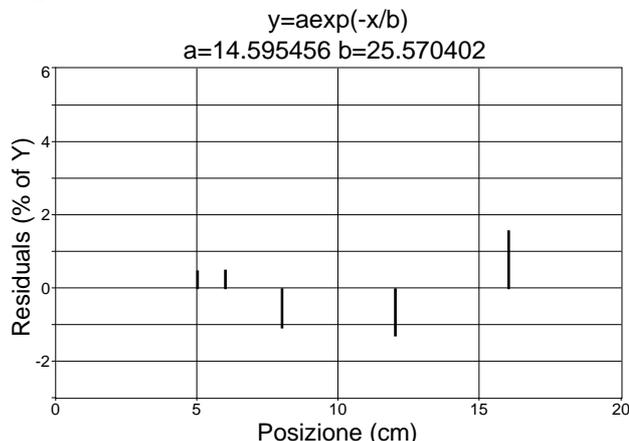


Figura 8.b Plot residui.

In tabella 6 sono riportati i coefficienti di attenuazione esponenziale valutati secondo le diverse modalità sperimentali.

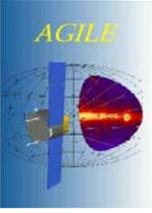
	Barra 1		Barra 2	
	Coeff. attenuazione luce cm^{-1}			
	Ch 3	Ch 4	Ch1	Ch 2
Misure con γ				
α^A	0.054 ± 0.005	0.053 ± 0.004	0.065 ± 0.005	0.055 ± 0.005
α^B	0.039 ± 0.003	0.034 ± 0.002	0.057 ± 0.003	0.036 ± 0.002
Misure con particelle				
α^B	0.038 ± 0.013	0.030 ± 0.009	0.060 ± 0.016	0.038 ± 0.011

Tabella 6. Coefficienti di attenuazione luce nelle barre secondo la relazione 3).

Notare che i coefficienti di attenuazione possono cambiare nella stessa barra a seconda del lato da cui la si osserva.

Si può concludere che i coefficienti d'attenuazione calcolati secondo le due modalità (con fotoni e con particelle) sono in accordo entro gli errori per ogni canale delle due barre.

In appendice D viene riportata l'analisi dettagliata dei dati relativi alle misure acquisite con l'analizzatore multicanale per ogni lato delle barre e in coincidenza su entrambi i lati delle barre.

 <p>AGILE TESRE</p>	<p>MINICALORIMETRO PER LA MISSIONE AGILE PROVE PRELIMINARI</p>	<p>Ref# RI n. 278</p> <p>Issue: Date: page: 14/75</p>
---	--	---

4. ALGORITMI DI VALUTAZIONE DELL' ENERGIA E DELLA POSIZIONE

Un deposito di energia entro la barra viene rilevato da una coppia di segnali sui due fotodiodi PD₁ e PD₂ della barra secondo la relazione 1).

$$4) \quad Q_{PD1} = Q_1 * E * f_1(x) \quad \quad \quad Q_{PD2} = Q_2 * E * f_2(x)$$

Nella relazione precedente ed in 1) e 3) il valore x indica la distanza tra il PD_n ed il punto di interazione; per il calcolo della posizione risulta più conveniente usare un unico sistema di coordinate sulla barra con origine al centro della barra stessa secondo lo schema di figura 7

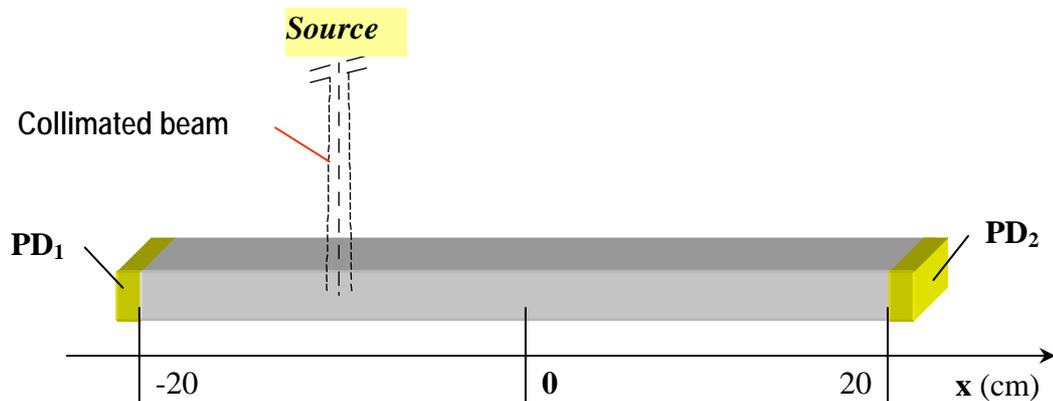


Figura 7. Schema del sistema di riferimento adottato per determinare la posizione del fascio collimato (di particelle) incidente sul rivelatore rispetto al centro della barra.

Inoltre i segnali raccolti dai PD seguono processi di amplificazione e conversione distinti con guadagni che possono essere diversi.

Una descrizione più puntuale dei segnali da elaborare è allora:

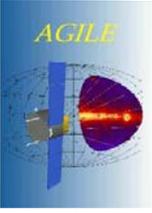
$$5) \quad \begin{aligned} Q_{PD1} &= g_1 * Q_1 * E * \exp(-\alpha^A_1(L/2 + x)) && \text{per } -L/2 < x < -L/2+5 \\ Q_{PD2} &= g_2 * Q_2 * E * \exp(-\alpha^A_2(L/2 - 5) * \exp(-\alpha^B_2(L/2 - 5 - x))) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_{PD1} &= g_1 * Q_1 * E * \exp(-\alpha^A_1(L/2 - 5) * \exp(-\alpha^B_1(L/2 - 5 + x))) && \text{per } -L/2+5 < x < L/2-5 \\ Q_{PD2} &= g_2 * Q_2 * E * \exp(-\alpha^A_2(L/2 - 5) * \exp(-\alpha^B_2(L/2 - 5 - x))) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_{PD1} &= g_1 * Q_1 * E * \exp(-\alpha^A_1(L/2 - 5) * \exp(-\alpha^B_1(L/2 - 5 + x))) && \text{per } L/2-5 < x < L/2 \\ Q_{PD2} &= g_2 * Q_2 * E * \exp(-\alpha^A_2(L/2 - x)) \end{aligned}$$

Dove per PD_n:

- E è l'energia depositata in keV
- x è la posizione di interazione in cm

 <p>AGILE TESRE</p>	<p>MINICALORIMETRO PER LA MISSIONE AGILE PROVE PRELIMINARI</p>	<p>Ref# RI n. 278 Issue: Date: page: 15/75</p>
---	--	--

- L è la lunghezza totale della barra in cm
 g_n è il guadagno della catena ricavabile da tabella 2
 Q_n è l'uscita luce ricavabile dalla tabella 3
 α_n^X è il coefficiente di attenuazione della zona A o B descritto in tabella 6

La 5) può essere risolta in x ed E ottenendo:

6) calcolo della posizione

$$x = [k + \ln(Q_{PD2}/Q_{PD1})] / \alpha_M$$

$$k = \ln[(g_1 * Q_1)/(g_2 * Q_2)] + [-\alpha^A_1 * L/2 + (L/2 - 5) * (\alpha^A_2 + \alpha^B_2)]$$

$$\alpha_M = \alpha^A_1 + \alpha^B_2$$

per $-L/2 < x < -L/2+5$

$$k = \ln[(g_1 * Q_1)/(g_2 * Q_2)] + (L/2 - 5) * [(\alpha^A_2 + \alpha^B_2) - (\alpha^A_1 + \alpha^B_1)]$$

$$\alpha_M = \alpha^B_1 + \alpha^B_2$$

per $-L/2+5 < x < L/2-5$

$$k = \ln[(g_1 * Q_1)/(g_2 * Q_2)] - [\alpha^A_2 * L/2 + (L/2 - 5) * (\alpha^A_1 + \alpha^B_1)]$$

$$\alpha_M = \alpha^A_2 + \alpha^B_1$$

per $L/2 - 5 < x < -L/2$

7) calcolo dell'energia

$$E = [(Q_{PD1} * Q_{PD2})/h]^{1/2}$$

$$h = (g_1 Q_1) * (g_2 Q_2) * \exp[-\alpha^A_1 * L/2 + (L/2 - 5) * (\alpha^B_2 - \alpha^A_2) - (\alpha^A_1 + \alpha^B_2) x]$$

per $-L/2 < x < -L/2+5$

$$h = (g_1 Q_1) * (g_2 Q_2) * \exp[-(L/2 - 5) * (\alpha^A_1 + \alpha^A_2 + \alpha^B_1 + \alpha^B_2) + (\alpha^B_2 - \alpha^B_1) x]$$

per $-L/2+5 < x < L/2-5$

$$h = (g_1 Q_1) * (g_2 Q_2) * \exp[-\alpha^A_2 * L/2 - (L/2 - 5) * (\alpha^A_1 + \alpha^B_1) + (\alpha^A_2 - \alpha^B_1) x]$$

per $L/2 - 5 < x < -L/2$

Il diagramma a blocchi che descrive graficamente il flusso dell'algoritmo utilizzato per il calcolo della posizione e dell'energia del fascio di particelle incidenti la sbarra è riportato nella figura seguente e il listato del programma IDL è riportato in appendice C.

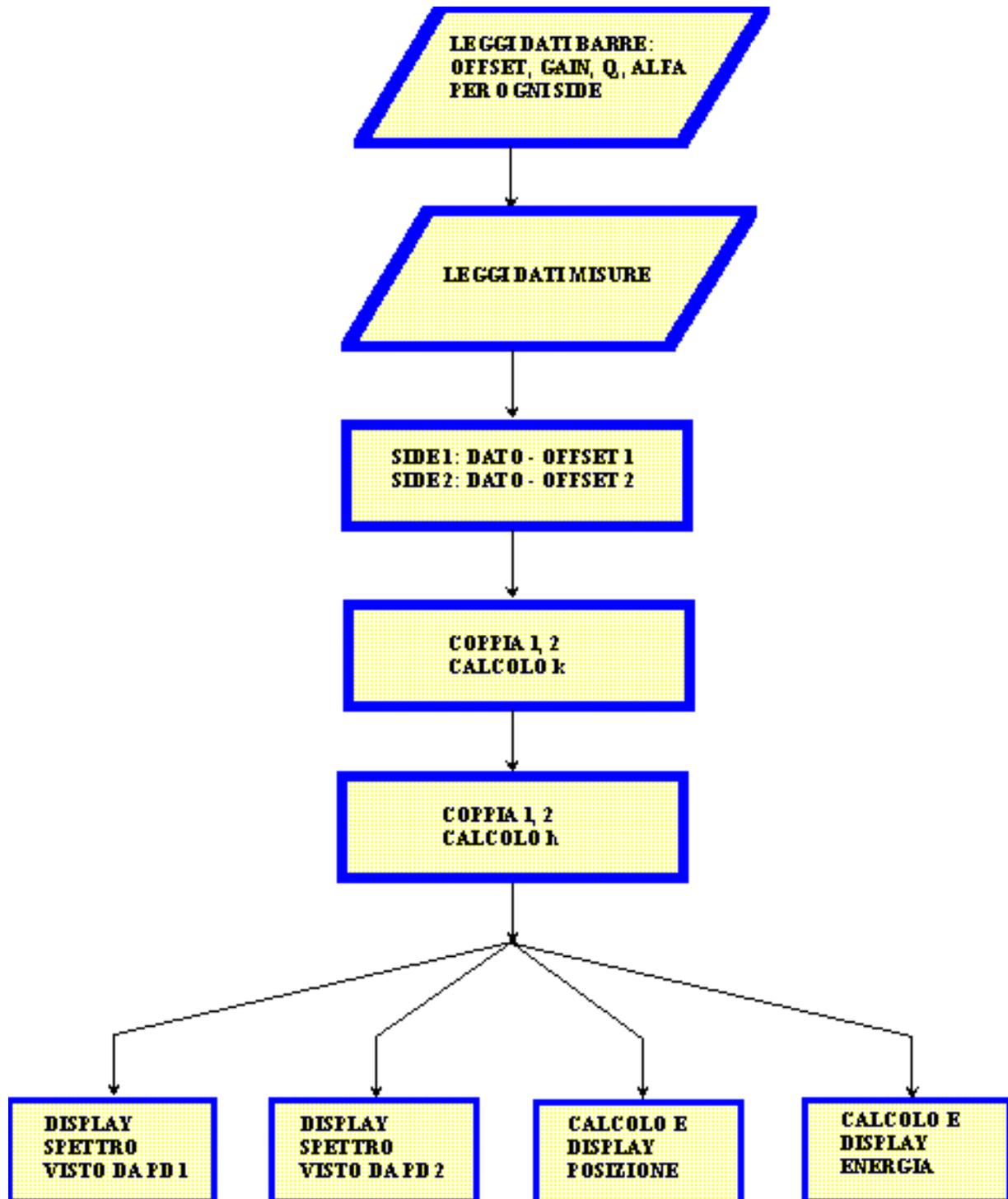
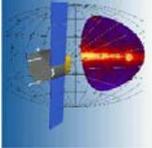
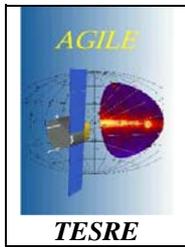


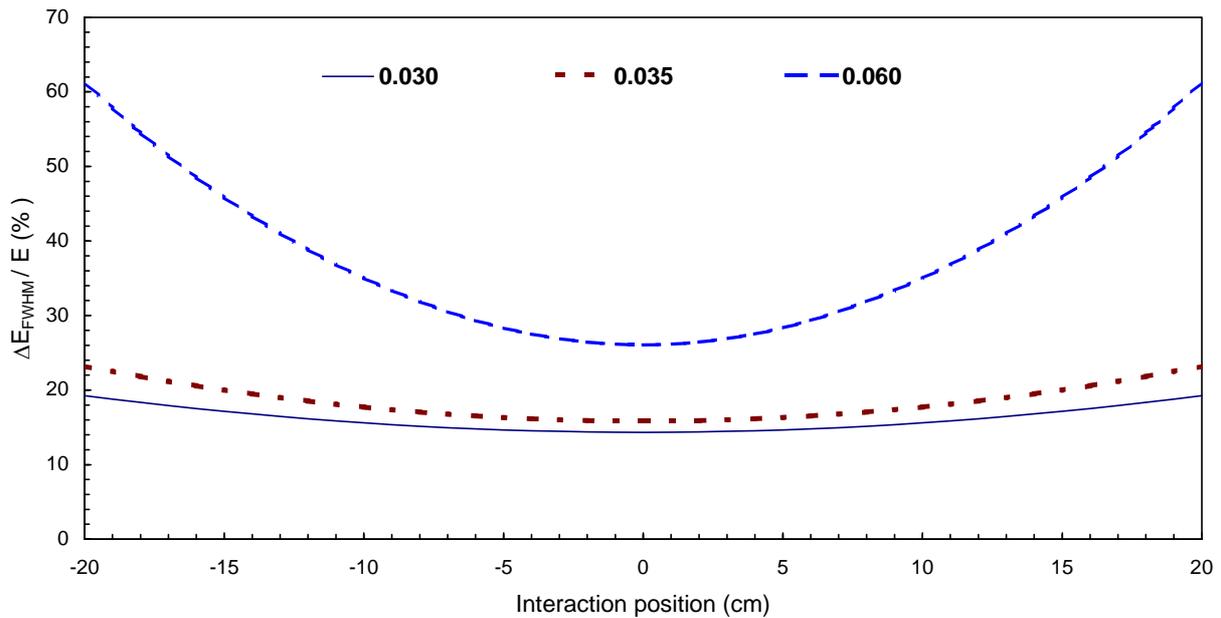
Figura 8. Diagramma a blocchi dell'algoritmo utilizzato per il calcolo della posizione e dell'energia.



I valori attesi della risoluzione energetica $\Delta E/E$ e della risoluzione in posizione σ_x per la sbarra 1 ($\alpha = 0.035 \text{ cm}^{-1}$) e per $\alpha = 0.03 \text{ cm}^{-1}$, $\alpha = 0.06 \text{ cm}^{-1}$ a 1275 keV sono riportati nella figura seguente:

Risoluzione Energetica @ 1275 keV per differenti valori del coefficiente d'attenuazione della luce e rumore elettronico di 900 e⁻_{rms}

a)



σ_x @ 1275 keV per differenti valori del coefficiente d'attenuazione della luce e rumore elettronico di 900 e⁻_{rms}

b)

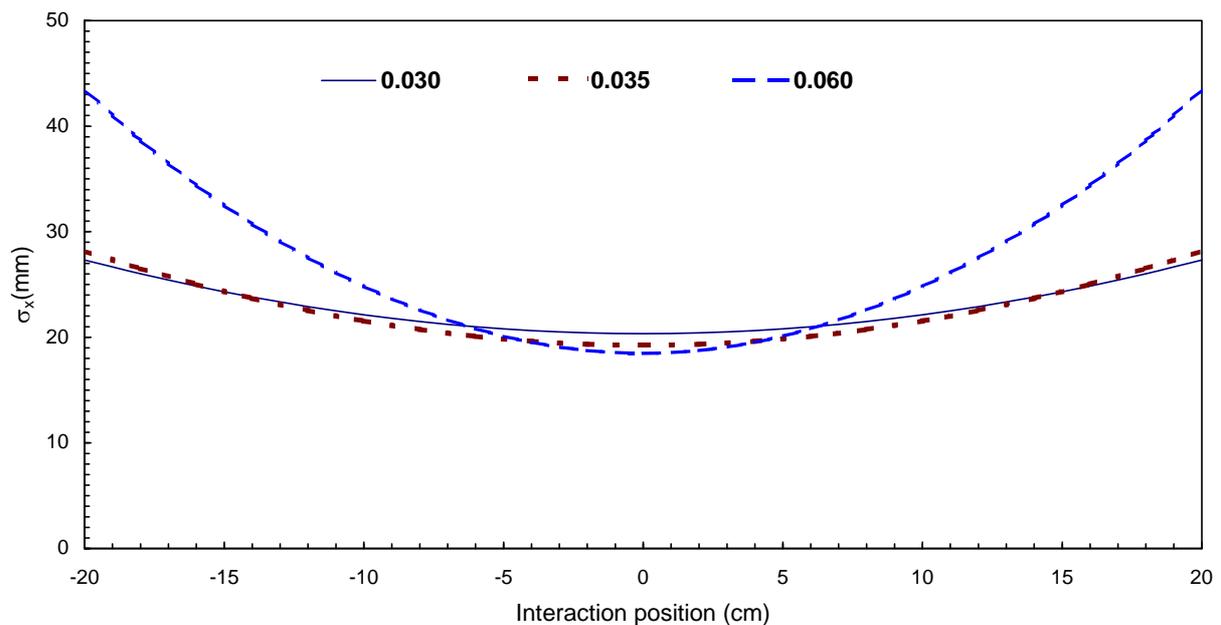
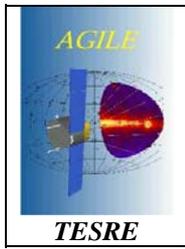
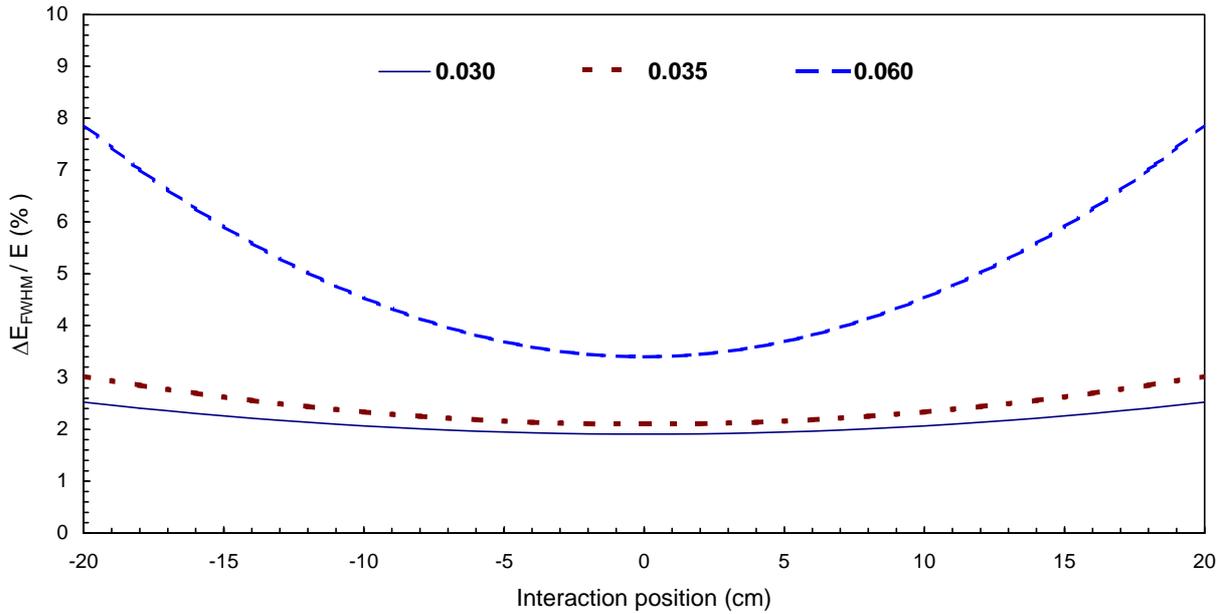


Figura 9.a Valori attesi della risoluzione energetica $\Delta E/E$. **9.b** Valori attesi della risoluzione in posizione σ_x .



I valori attesi della risoluzione energetica $\Delta E/E$ e della risoluzione in posizione σ_x per la sbarra 1 ($\alpha = 0.035 \text{ cm}^{-1}$) e per $\alpha = 0.03 \text{ cm}^{-1}$, $\alpha = 0.06 \text{ cm}^{-1}$ a 10 MeV sono riportati nella figura seguente:

Risoluzione Energetica @ 10 MeV per differenti valori del coefficiente d'attenuazione della luce e rumore elettronico di $900 \text{ e}^-_{\text{rms}}$ a)



σ_x @ 10 MeV per differenti valori del coefficiente d'attenuazione della luce e rumore elettronico di $900 \text{ e}^-_{\text{rms}}$ b)

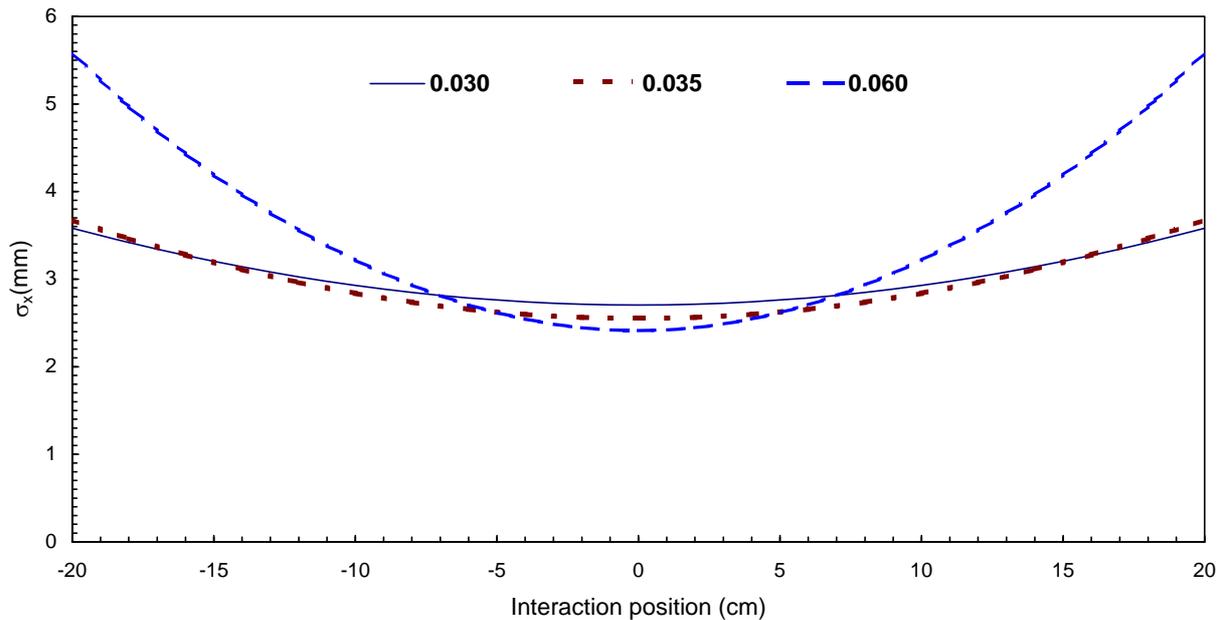
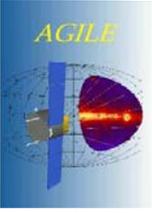


Figura 10.a Valori attesi della risoluzione energetica $\Delta E/E$. 10.b Valori attesi della risoluzione in posizione σ_x .

 <p>AGILE TESRE</p>	<p>MINICALORIMETRO PER LA MISSIONE AGILE PROVE PRELIMINARI</p>	<p>Ref# RI n. 278</p> <p>Issue: Date: page: 19/75</p>
---	--	--

5. RISULTATI DELLA RICOSTRUZIONE IN POSIZIONE ED ENERGIA

I coefficienti d'attenuazione della luce nella barra 1 (relativi ai canali 3 e 4: $\alpha_3=0.038 \text{ cm}^{-1}$ e $\alpha_4=0.030 \text{ cm}^{-1}$) possono essere considerati, in prima approssimazione, uguali e quindi la posizione dell'interazione del fascio di particelle con il rivelatore può essere ricostruita secondo la seguente formula:

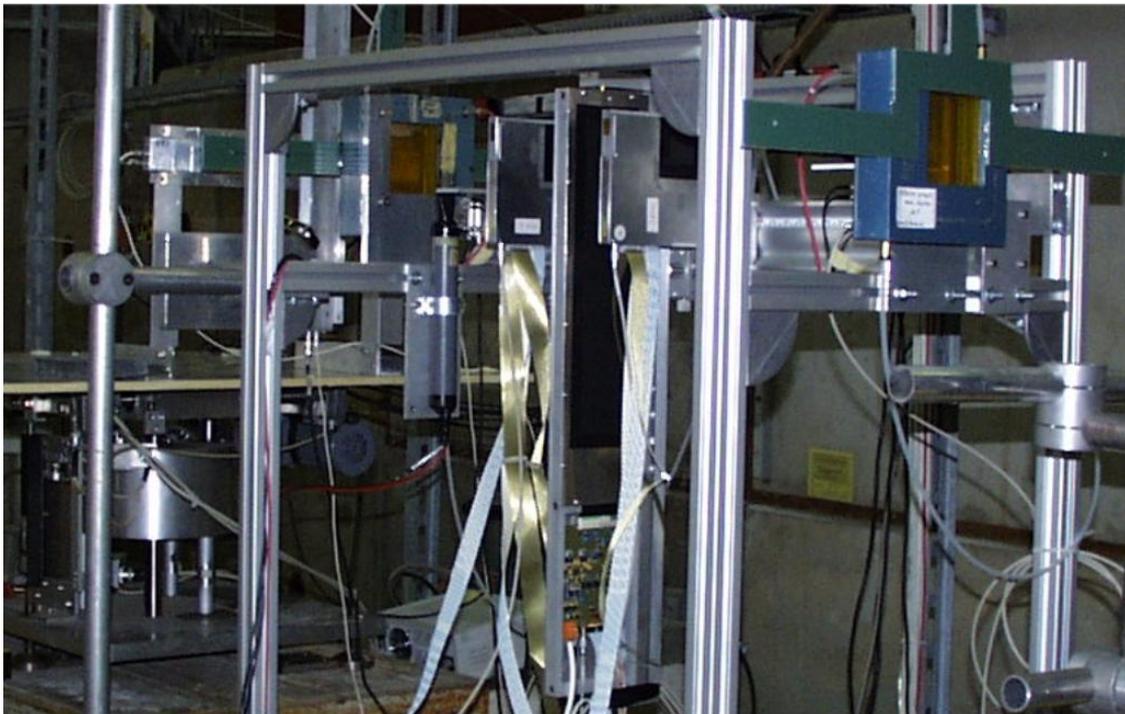
$$\alpha_3 = \alpha_4 = \alpha_{\text{mean}} = 0.035 \text{ cm}^{-1}$$

$$x = \frac{1}{2\alpha_{\text{mean}}} \ln \frac{n_1}{n_2} \quad 1)$$

dove n_1 e n_2 sono i segnali prodotti dai fotodiodi.

Nella figura 11 vengono presentati i risultati della ricostruzione in posizione relativa alle misure eseguite al Cern irraggiando il centro della barra 1 con particelle (e^- , μ , π) di momento 2 GeV/c utilizzando il sistema d'acquisizione CAMAC di Trieste.

La posizione del fascio di particelle incidenti è stata calcolata utilizzando il rispettivo algoritmo e confrontata con la posizione estrapolata sulla barra usando un sistema esterno di tracciamento delle particelle fornito da TS. Le posizioni sulla barra 1 e 2 sono state valutate proiettando la direzione della traccia delle particelle sulle barre partendo dalla posizione x e y fornita dai telescopi. La fotografia seguente riporta il setup sperimentale:



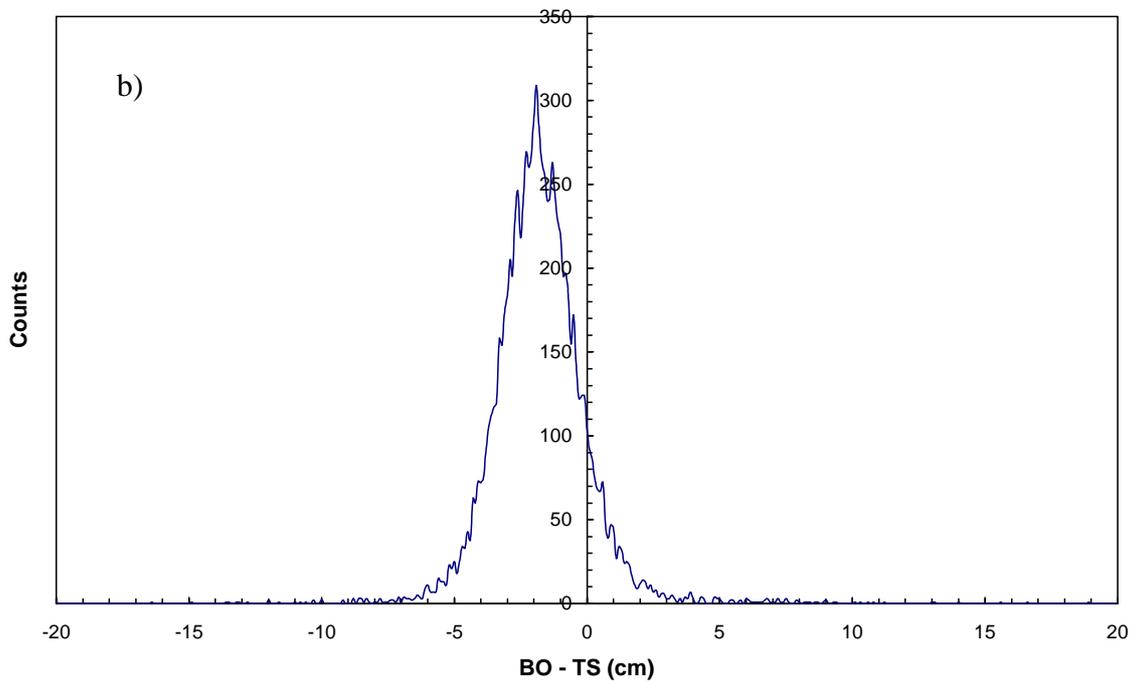
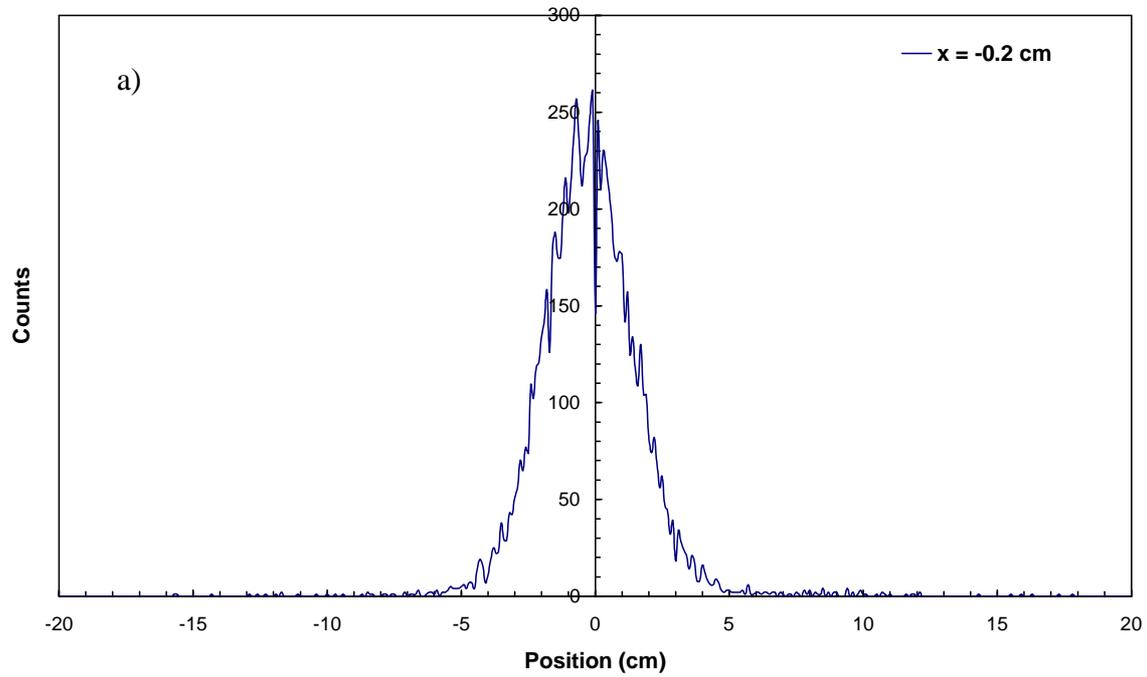
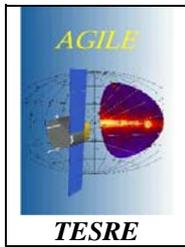
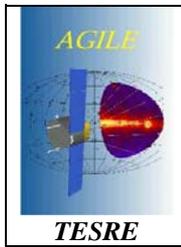


Figura 11.a Posizione ricostruita dell'interazione con particelle di 2 GeV/c; è riportata la posizione media della distribuzione. **11.b** Scarto tra la posizione estrapolata come descritto sopra e quella calcolata.



Poiché i coefficienti d'attenuazione della luce nella barra 1 sono, in realtà, diversi la posizione viene ricostruita assumendo:

$$\alpha_3 \neq \alpha_4$$

$$x = \frac{1}{\alpha_3 + \alpha_4} \left(\ln \left(\frac{n_1}{n_2} \right) + \frac{L}{2} (\alpha_3 - \alpha_4) \right)$$

2)

I risultati sono riportati nelle seguenti figure:

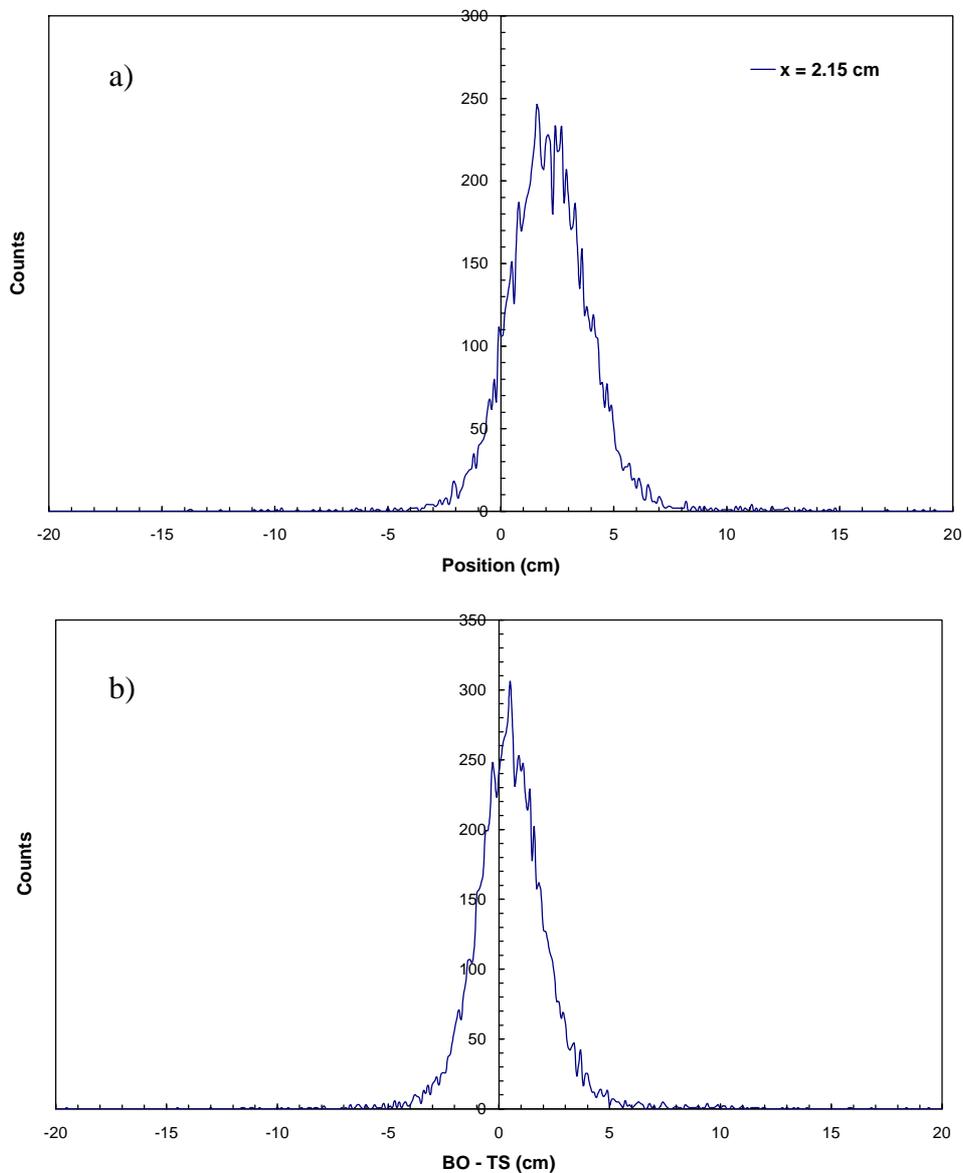
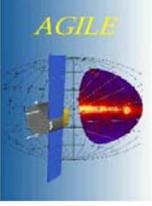


Figura 12.a Posizione ricostruita dell'interazione con particelle di 2 GeV/c; è riportata la posizione media della distribuzione. **12.b** Scarto tra la posizione estrapolata e quella calcolata.

 <p>AGILE TESRE</p>	<p>MINICALORIMETRO PER LA MISSIONE AGILE PROVE PRELIMINARI</p>	<p>Ref# RI n. 278</p> <p>Issue: Date: page: 22/75</p>
---	--	--

Utilizzando la formula puntale 6) si ottiene:

$$x = [k + \ln (Q_{PD2}/ Q_{PD1})] / \alpha_M \quad 3)$$

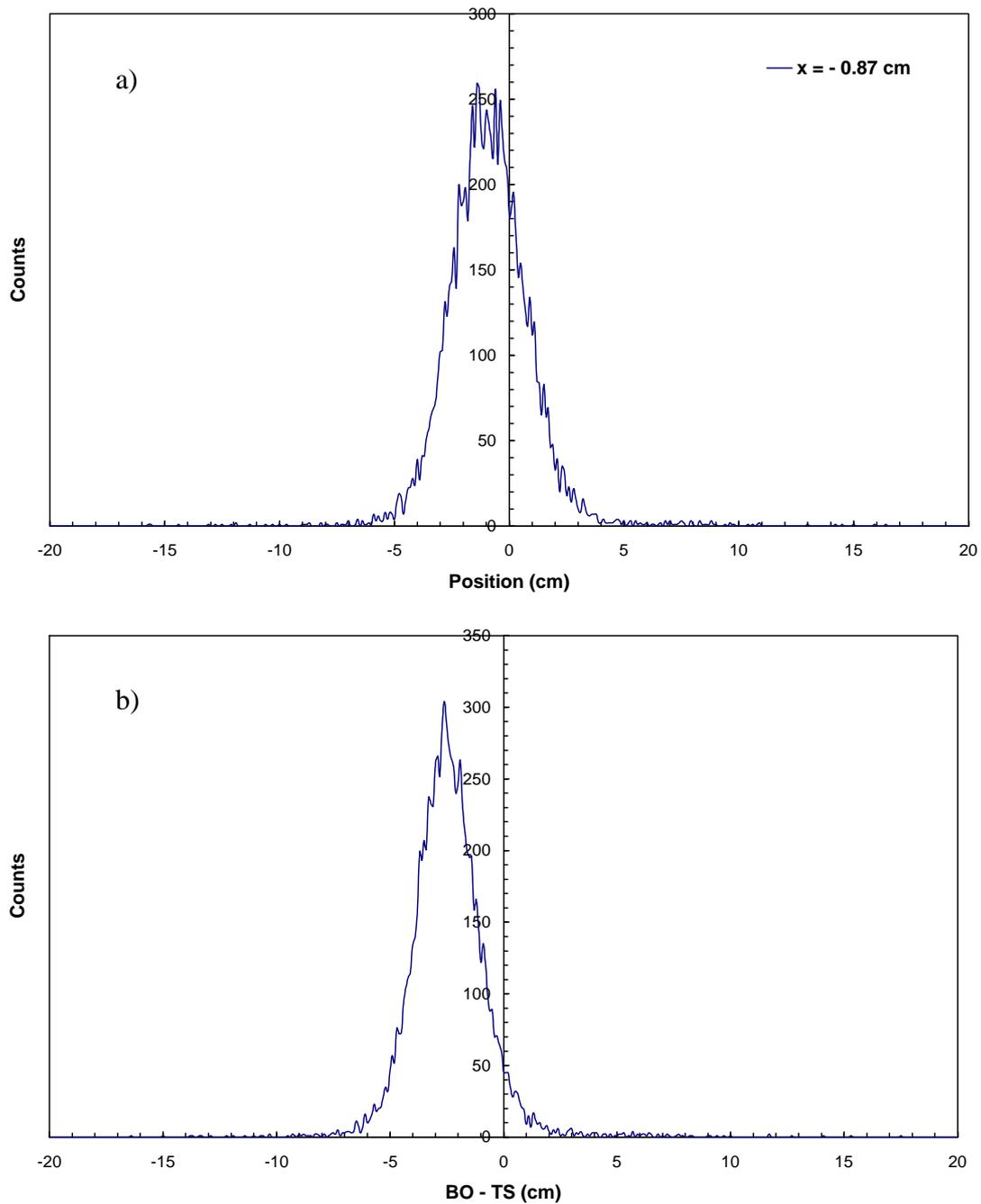
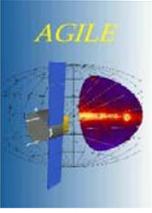


Figura 13.a Posizione ricostruita dell'interazione con particelle di 2 GeV/c; è riportata la posizione media della distribuzione. **13.b** Scarto tra la posizione estrapolata e quella calcolata.

 <p>AGILE TESRE</p>	<p>MINICALORIMETRO PER LA MISSIONE AGILE PROVE PRELIMINARI</p>	<p>Ref# RI n. 278</p> <p>Issue: Date: page: 23/75</p>
---	--	--

Nella tabella 7 sono riportate per la barra 1 le posizioni medie calcolate utilizzando i 3 algoritmi per la ricostruzione della posizione del fascio di particelle interagente con il centro della barra rispettivamente di momento 2 GeV/c, 1 GeV/c e 500 MeV/c (in appendice E vengono riportate le distribuzioni relative al fascio di particelle di 1 GeV/c e 500 MeV/c):

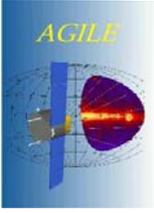
Barra 1			
<i>Algoritmo 1</i>			
	2 GeV/c	1 GeV/c	500 MeV/c
x medio (cm)	- 0.2	- 0.18	- 0.22
<i>Algoritmo 2</i>			
	2 GeV/c	1 GeV/c	500 MeV/c
x medio(cm)	2.15	2.17	2.13
<i>Algoritmo 3</i>			
	2 GeV/c	1 GeV/c	500 MeV/c
x medio(cm)	- 0.87	- 0.86	- 0.89

Tabella 7. Posizioni medie.

Nella tabella 8 è riportato il centroide e il sigma della distribuzione ottenuta calcolando lo scarto tra la posizione ricostruita con i 3 algoritmi e quella estrapolata con il metodo descritto precedentemente:

Barra 1			
<i>Algoritmo 1</i>			
	2 GeV/c	1 GeV/c	500 MeV/c
Centroide (cm)	- 1.86	- 1.71	- 1.98
σ (cm)	1.35	1.29	1.17
<i>Algoritmo 2</i>			
	2 GeV/c	1 GeV/c	500 MeV/c
Centroide (cm)	0.52	0.6	0.36
σ (cm)	1.39	1.28	1.24
<i>Algoritmo 3</i>			
	2 GeV/c	1 GeV/c	500 MeV/c
Centroide (cm)	- 2.58	- 2.44	- 2.57
σ (cm)	1.32	1.31	1.05

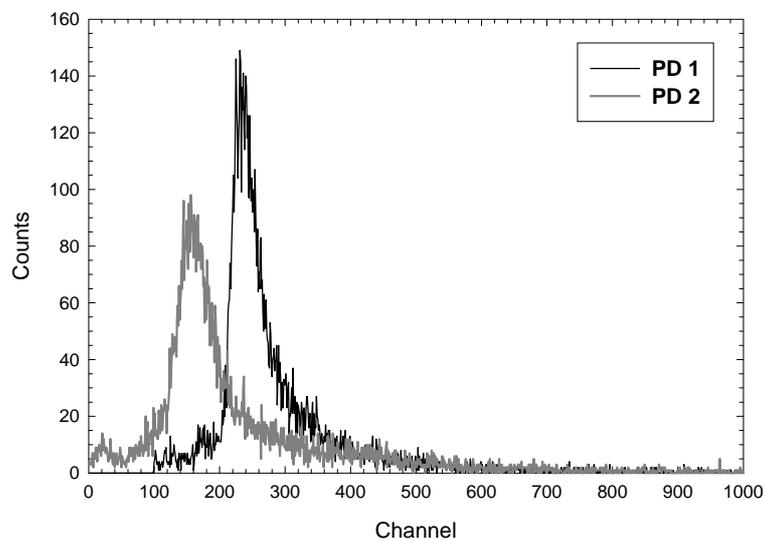
Tabella 8. Centroide e sigma della differenza tra la posizione calcolata ed estrapolata.

 <p>AGILE TESRE</p>	<p>MINICALORIMETRO PER LA MISSIONE AGILE PROVE PRELIMINARI</p>	<p>Ref# RI n. 278</p> <p>Issue: Date: page: 24/75</p>
---	--	--

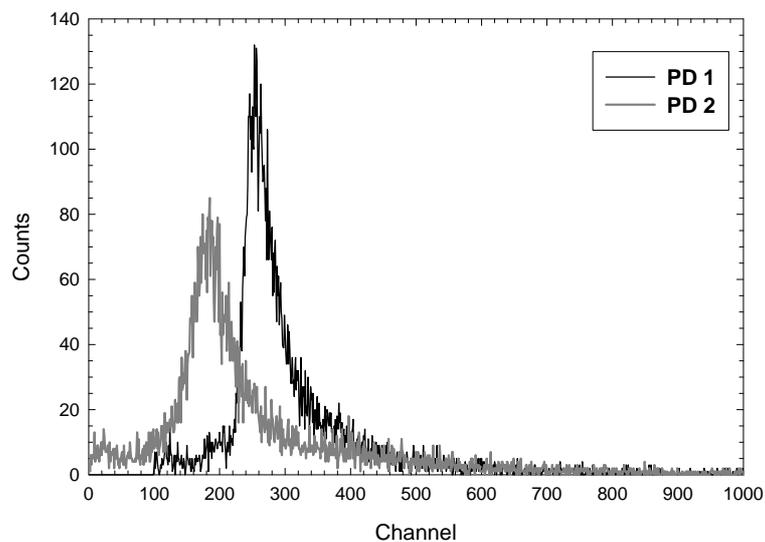
6. IRRAGGIAMENTO A DIVERSI ANGOLI

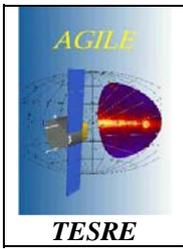
La barra 2 è stata irraggiata con particelle aventi momento di 2 GeV/c, inclinandola rispetto al fascio di diversi angoli (90°, 60°, 45°, 30°) con l'obiettivo di determinare il deposito d'energia in funzione dello spessore di materiale attraversato, il quale aumenta con il diminuire dell'angolo (1.5 cm - 3 cm) con legge $1/\sin \theta$. Nelle seguenti figure vengono riportati gli spettri relativi ai due fotodiodi per i diversi angoli:

Barra 2 - 90°



Barra 2 - 60°



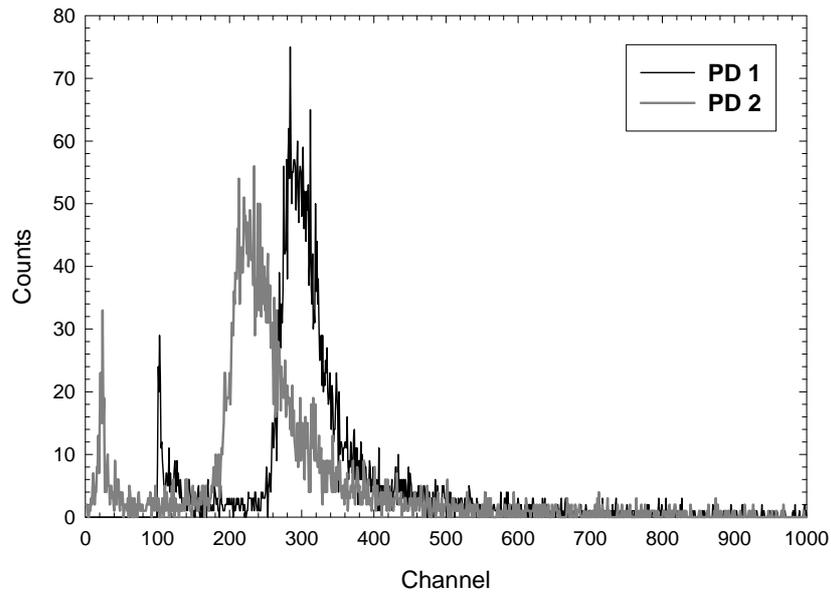


MINICALORIMETRO PER LA MISSIONE AGILE
PROVE PRELIMINARI

Ref# RI n. 278

Issue:
Date:
page: 25/75

Barra 2 - 45°



Barra 2 - 30°

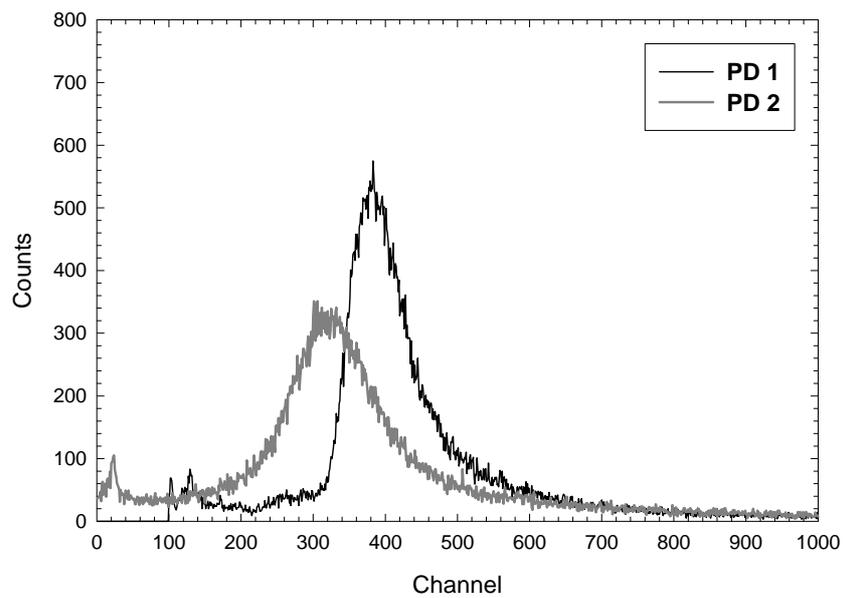


Figura 14. Spettri a diversi angoli.

Nella figura seguente è riportata la ricostruzione in energia a 90°, 60°, 45° ipotizzando, come prima approssimazione, che l'energia sia data da:

$$E \propto \sqrt{n_1 n_2}$$

Barra 2

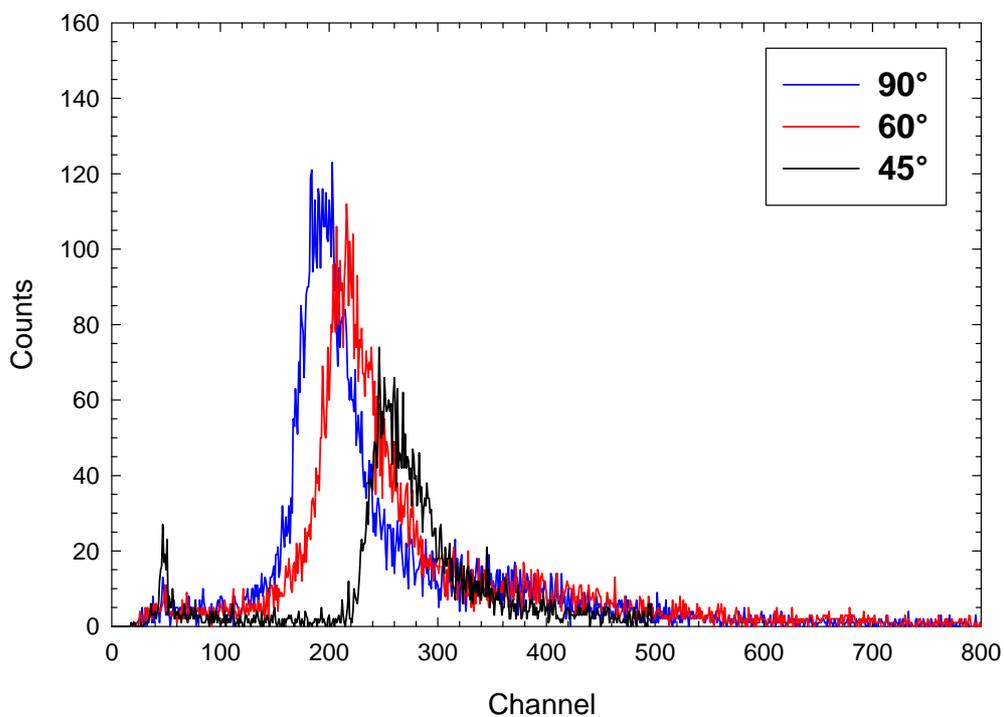
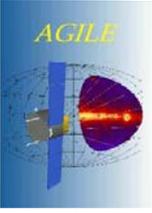


Figura 15. Ricostruzione in energia a diversi angoli. Il valore dell'energia non è riportato in keV poiché non è stata possibile una calibrazione in energia.

Le distribuzioni sono state fittate con una Pearson IV i cui centroidi sono riportati nella successiva tabella e confrontati con i valori ottenuti applicando la relazione $1/\text{sen } \theta$:

ANGLE	CENTROID CHANNEL	$C = C_{90^\circ}/\text{sen } \theta$
90°	192.3	192.3
60°	215.3	222
45°	254.4	272

Tabella 9. Centroidi delle distribuzioni ottenute dalla ricostruzione in energia e confronto con i valori ottenuti dalla relazione $1/\text{sen } \theta$.

 <p>AGILE TESRE</p>	<p>MINICALORIMETRO PER LA MISSIONE AGILE PROVE PRELIMINARI</p>	<p>Ref# RI n. 278</p> <p>Issue: Date: page: 27/75</p>
---	--	---

APPENDICE A

L'errore nel gain e nell'offset è stato calcolato con una procedura IDL di cui è riportato il listato. Al centroide e al FWHM del fotopicco a 60 keV dell'²⁴¹Am e a 1275 keV del ²²Na è stato associato un errore pari a 3 * deviazione standard fornita dal fit. All'errore nel centroide è stato poi sommato l'errore nell'offset precedentemente calcolato. È stata applicata la propagazione degli errori per il calcolo dell'incertezza nella calibrazione (e⁻/ch).

Vengono generate n rette che passano per n punti generati casualmente sulle distribuzioni gaussiane. Dalla distribuzione dei parametri delle rette si ricavano le incertezze sull'offset e sul gain.

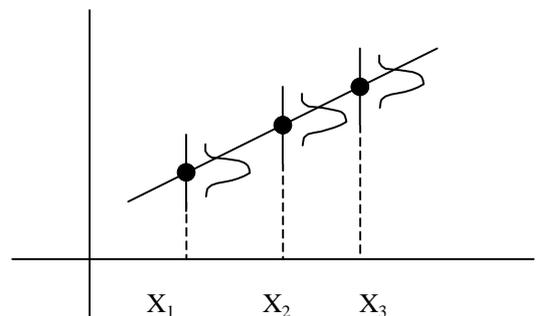
```

pro claufun,x,a,F,pder
  bx=(a(1)*x)
  F=a(0)+bx
  pder=[[replicate(1.0,N_elements(x))],[x]]
end
pro errori
  res0=fltarr(10000)
  res1=fltarr(10000)
  x=[0.05,0.1,0.2,0.5]
  y=[228,458,920,2320]
  e=[0.06,0.15,0.06,0.07] & w=1./e*e
;plot,x,y
for i=0,9999 do begin
  a=fltarr(2)
  ye=randomn(seed,7)*e+y
  a(1)=(y(3)-y(0))/(x(3)-x(0))
  a(0)=(y(0)-(a(1)*x(0)))
  f=curvefit(x,ye,w,a,s,function_name='claufun')
;oplot,x,ye
;oplot,x,f,color=255

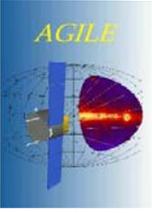
  res0(i)=a(0)
  res1(i)=a(1)
; print,a(0),a(1)
endfor

print,mean(res0),stddev(res0)
print,mean(res1),stddev(res1)
return
end

```



;valori dell'attenuazione
;posizione del centroide
;5 sigma

 <p>AGILE TESRE</p>	<p>MINICALORIMETRO PER LA MISSIONE AGILE PROVE PRELIMINARI</p>	<p>Ref# RI n. 278</p> <p>Issue: Date: page: 28/75</p>
---	--	--

APPENDICE B

L'errore nel coefficiente d'attenuazione della luce è stato calcolato con la seguente procedura IDL:

```

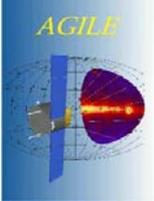
pro claufun,x,a,F,pder
  bx=exp(a(1)*x)
  F=a(0)*bx
  pder=[[bx],[a(0)*x*bx]]
end
pro piffero1
  res0=fltarr(10000)
  res1=fltarr(10000)
  x=[3.2,6.0,8.8,11.6,14.4,17.2,20.0] ;posizione (cm)
  y=[336.15,293.04,265.04,241.15,219.53,195.33,177.67] ;centroide
  e=[54.21,43.77,34.09,31.45,31.46,25.61,24.78] & w=1./e*e ;sigma della Pearson
;plot,x,y
  for i=0,9999 do begin
    a=fltarr(2)
    ye=randomn(seed,7)*e+y
    a(1)=(1./(x(0)-x(1)))*(alog(ye(0)/ye(1)))
    a(0)=ye(0)/(exp(a(1)*x(0)))
    f=curvefit(x,ye,w,a,s,function_name='claufun')
;   oplot,x,ye
;   oplot,x,f,color=255

    res0(i)=a(0)
    res1(i)=a(1)
;   print,a(0),a(1)
  endfor

  print,mean(res0),stddev(res0)
  print,mean(res1),stddev(res1)
return
end

```

La funzione **random** genera numeri random normalmente distribuiti (secondo una distribuzione gaussiana di centroide = y e di sigma = e) mentre alla posizione del centroide del picco generato dall'interazione delle particelle è associato come incertezza il sigma della Pearson che è una distribuzione asimmetrica.

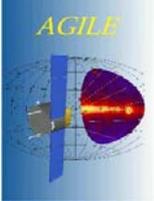
 <p>AGILE TESRE</p>	<p>MINICALORIMETRO PER LA MISSIONE AGILE PROVE PRELIMINARI</p>	<p>Ref# RI n. 278</p> <p><i>Issue:</i> <i>Date:</i> <i>page: 29/75</i></p>
---	--	---

APPENDICE C

Listato del programma in IDL per il calcolo della posizione di interazione delle particelle con il rivelatore di CsI:

```

pro posene1
set_plot,'WIN'
device,decomposed=0
loadct,12
flag_tel_y=intarr(15000) ;buffer dati flag telescopio y
tel_y=fltarr(15000) ;buffer y della traccia
particella=intarr(15000) ;buffer dati flag Cherenkov
ch3=intarr(15000) ;dati canale 3
ch4=intarr(15000) ;dati canale 4
dirinp='c:\agile\posizioni\' ;directory dati originali
filename="" file name dati
read,'nome file dati di input ',filename
file1=dirinp+filename ;file name dati ADC1
print,''
read,'Soglia inferiore ',thinf
print,''
read,'Soglia superiore ',thsup
ON_IOERROR,chiudi
openr,1,file1
FOR ind=0, 14999 DO BEGIN
    readf,1,a1,a2,a3,a4,a5,a6,a7,a8,a9,a10
    IF a5 LT 99000. THEN BEGIN
        flag_tel_y(ind)=a4
    
```

 <p>AGILE TESRE</p>	<p>MINICALORIMETRO PER LA MISSIONE AGILE PROVE PRELIMINARI</p>	<p>Ref# RI n. 278</p> <p>Issue: Date: page: 30/75</p>
---	--	--

```

tel_y(ind)=a5
particella(ind)=a6
ch3(ind)=a9           ;ch3 (bar 1)
ch4(ind)=a10         ;ch4 (bar 1)

```

```

ENDIF

```

```

ENDFOR

```

```

chiudi: print,'chiusura files'

```

```

letti=ind-1

```

```

print,'letti ',letti

```

```

close,1

```

```

MCA1=intarr(1024)           ;MCA ADC1

```

```

MCA2=intarr(1024)           ;MCA ADC2

```

```

barra1pos=intarr(16000)     ;MCA posizione barra 2

```

```

buffer4=fltarr(15000)

```

```

buffer5=intarr(15000)

```

```

window,1,TITLE=' MCA1-MCA2',xpos=400,ypos=0,xsize=400,ysize=250

```

```

ch3=ch3-120

```

```

MCA1=histogram(ch3,MIN=0,MAX=1024,BINSIZE=1.)

```

```

MCA2=histogram(ch4,MIN=0,MAX=1024,BINSIZE=1.)

```

```

plot,MCA1,yrange=[0,200]

```

```

oplot,MCA2,color=180

```

```

window,3,TITLE=' posizione barra 1',xpos=400,ypos=270,xsize=400,ysize=250 ;plot della
posizione

```

```

ind1=0

```

```

dum1=0.

```

```

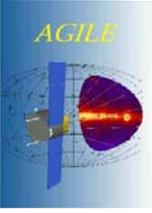
FOR ind=0, letti-1 DO BEGIN

```

```

IF ch3(ind) GT thinf AND ch3(ind) LT thsup AND ch4(ind) GT thinf AND ch4(ind) LT thsup
THEN BEGIN

```

 <p>AGILE TESRE</p>	<p>MINICALORIMETRO PER LA MISSIONE AGILE PROVE PRELIMINARI</p>	<p>Ref# RI n. 278</p> <p>Issue: Date: page: 31/75</p>
---	--	--

dum1=(1.*ch4(ind))/(1.*ch3(ind))

buffer4(ind1)= (1./(2.*0.035))*(alog(dum1)) ;calcolo posizione barra 1

ind1=ind1+1

buffer5(ind)=1

ENDIF

ENDFOR

FOR ind=ind1+1,14999 DO BEGIN

buffer4(ind)=9999

ENDFOR

print,'analizzati',ind1

barra1pos=histogram(buffer4,MIN=-20.,MAX=20.,BINSIZE=.1)

!psym=10

plot,barra1pos

set_plot,'CGM'

DEVICE,file='c:\agile\posizioni\file1.cgm'

loadct,1

plot,barra1pos,color=1

DEVICE,/close

set_plot,'WIN'

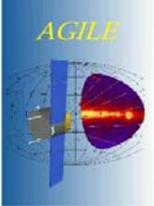
read,'Se vuoi salvare il file scrivi 1 ',salva

IF salva EQ 1 THEN BEGIN

ON_IOERROR,finisci

openw,1,'c:\agile\posizioni\'+filename+'ts-bo-1'

ind1=0

 <p>AGILE TESRE</p>	<p>MINICALORIMETRO PER LA MISSIONE AGILE PROVE PRELIMINARI</p>	<p>Ref# RI n. 278</p> <p><i>Issue:</i> <i>Date:</i> <i>page: 32/75</i></p>
---	--	---

```

FOR ind=0, letti-1 DO BEGIN

    IF buffer5(ind) EQ 1 THEN BEGIN
        printf,1,tel_y(ind),ch3(ind),ch4(ind),buffer4(ind1)
        ind1=ind1+1
    ENDIF
ENDFOR

close,1

openw,1,'c:\agile\posizioni\'+filename+'pos-1'
    FOR ind=0, 399 DO BEGIN
        printf,1,barra1pos(ind)
    ENDFOR

media1=0.
media2=0.

FOR ind=0,399 DO BEGIN
    media1=media1+(-20.0 + ind*0.1)*barra1pos(ind)
    media2=media2+barra1pos(ind)
ENDFOR

print,'posizione media ',media1/media2

close,1

ENDIF

print,'esecuzione finita bene'

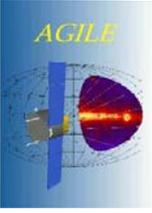
return

finisci: a=1

print,'error'

end

```

 <p>AGILE TESRE</p>	<p>MINICALORIMETRO PER LA MISSIONE AGILE PROVE PRELIMINARI</p>	<p>Ref# RI n. 278</p> <p>Issue: Date: page: 33/75</p>
---	--	--

APPENDICE D

1 MISURE ACQUISITE SUI SINGOLI LATI DELLE BARRE

Vengono riportati i risultati dell'analisi dei dati relativi alle misure acquisite con l'analizzatore multicanale portatile Amptek (4096 Ch. – 5 Volt f.s.).

Entro le parentesi quadre sono riportati il nome dei file utilizzati [filename].

Nella figura sottostante è schematizzato il sistema di calibrazione delle barre utilizzato presso il nostro Istituto.

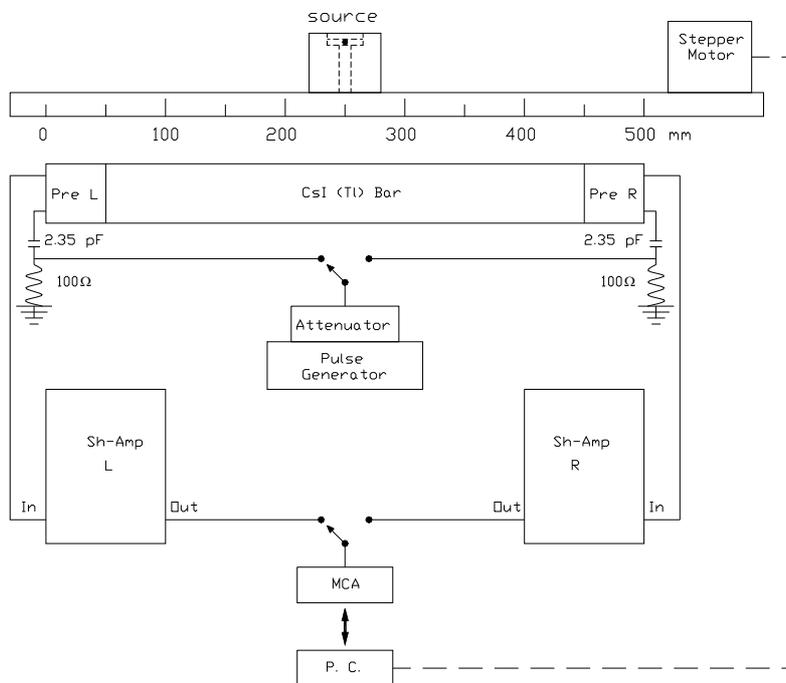
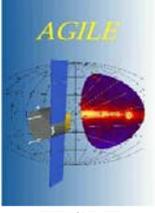


Figura 1. Sistema di calibrazione delle barre e catena elettronica impiegata per l'acquisizione delle misure sperimentali.

 <p>AGILE TESRE</p>	<p>MINICALORIMETRO PER LA MISSIONE AGILE PROVE PRELIMINARI</p>	<p>Ref# RI n. 278</p> <p>Issue: Date: page: 34/75</p>
---	--	--

Barra 1 - Canale 3

(Amplificatore Silena Mod. 7611/L - Id. (ch 3): Shaping Time = 3 μ s; Gain = 1000 - 2.22)

Misure eseguite a Bologna prima dei test al CERN

(15 m di cavo coax fra preamp e amp terminato su 50 Ω)

Misura con Pulse Generator: [B1ch3003PG.prn]

Input	1	2	5	10
Peak Centroid	146.88	301.05	771.93	1549.28
FWHM	23.09	21.91	21.93	21.9

Ch = -9.38 + 155.92 In
Offset = -9.38 Ch
<FWHM> = 22.21 Ch

Misura con ²⁴¹Am (900 sec Live time): [B1ch3004Am.prn]

Centroid @ 59.5 keV = 144.83 - (-9.38) = 154.21 Ch

FWHM = 26.22 Ch

e⁻/ch = 16400/154.21 = 106.35

Noise (P.G.) = FWHM * e⁻/ch / 2.35 = 22.21 * 106.35 / 2.35 = 1005 e⁻_{rms}

Noise (²⁴¹Am) = FWHM * e⁻/ch / 2.35 = 26.22 * 106.35 / 2.35 = 1187 e⁻_{rms}

Misure eseguite al CERN

(15 m di cavo coax fra preamp e amp terminato su 50 Ω)

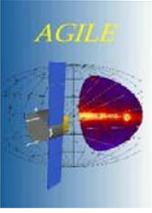
Misura con Pulse Generator: [Calch3b1.prn]

Input	2	5	10	20
Peak Centroid	292.09	754.9	1524.15	3053.57
FWHM	21.66	21.51	22.82	22.85

Ch = -12.55 + 153.37 In
Offset = -12.55 Ch
<FWHM> = 22.21 Ch

Misura con ²²Na (300 sec Live time) a 5 cm. dal PD: [Cern48.prn]

Centroid @ 1275 keV = 143.9 - (-12.55) = 156.45 Ch

 <p>AGILE TESRE</p>	<p>MINICALORIMETRO PER LA MISSIONE AGILE PROVE PRELIMINARI</p>	<p>Ref# RI n. 278</p> <p>Issue: Date: page: 35/75</p>
---	--	---

Misure eseguite a Bologna dopo i test al CERN

(2 m di cavo coax fra preamp e amp terminato su 50 Ω)

Misure con Pulse Generator: [Bncch3b1.prn]

Input	1	2	5	10
Peak Centroid	156.05	316.89	808.14	1625.17
FWHM	20.86	21.07	21.85	21.39

Ch = -8.51 + 163.34 In
Offset = -8.51 Ch
<FWHM> = 21.29 Ch

Misure con ²⁴¹Am (900 sec Live time): [Amch3B1.prn]

Centroid @ 59.5 keV = 158.98 - (-8.51) = **167.49 Ch**

FWHM = **23.88 Ch**

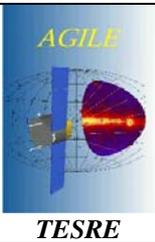
e⁻/ch = 16400 / 167.49 = **97.92**

Noise (P.G.) = FWHM * e⁻/ch / 2.35 = 23.88 * 97.92 / 2.35 = **995 e⁻_{rms}**

Noise (²⁴¹Am) = FWHM * e⁻/ch / 2.35 = 21.29 * 97.92 / 2.35 = **887 e⁻_{rms}**

Misure acquisite con ²² Na collimato a diverse distanze dal PD						
File Name	PD Dist (cm).	Peak Fit 1275 keV	Offset (ch)	Peak Fit 1275 keV	Uscita luce	
					e ⁻	e ⁻ /keV
Na_05	0.5	192.04	-8.51	200.55	19638	15.40
Na01	1	186.09	-8.51	194.60	19055	14.95
Na02	2	176.69	-8.51	185.20	18135	14.22
Na03	3	165.81	-8.51	174.32	17069	13.39
Na04	4	157.74	-8.51	166.25	16279	12.77
Na05	5	148.49	-8.51	157.00	15373	12.06
Na06	6	142.48	-8.51	150.99	14785	11.60
Na08	8	128.94	-8.51	137.45	13459	10.56
Na012	12	108.82	-8.51	117.33	11489	9.01
Na016	16	94.74	-8.51	103.25	10110	7.93

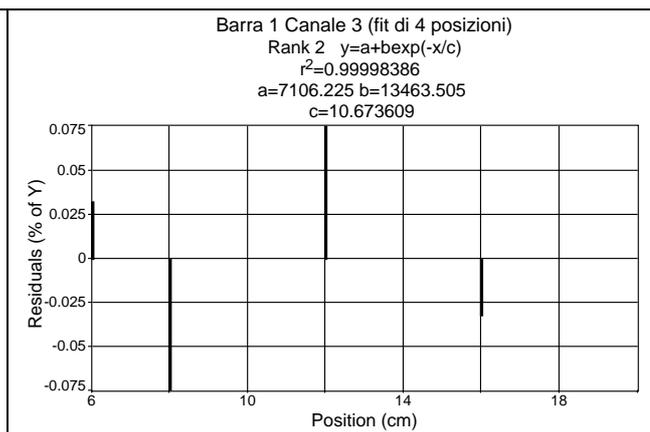
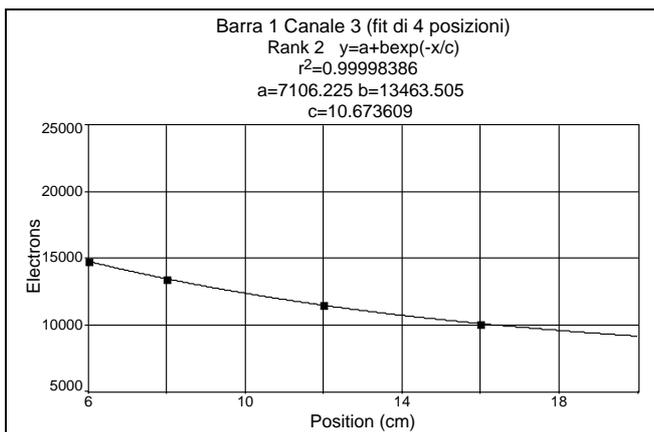
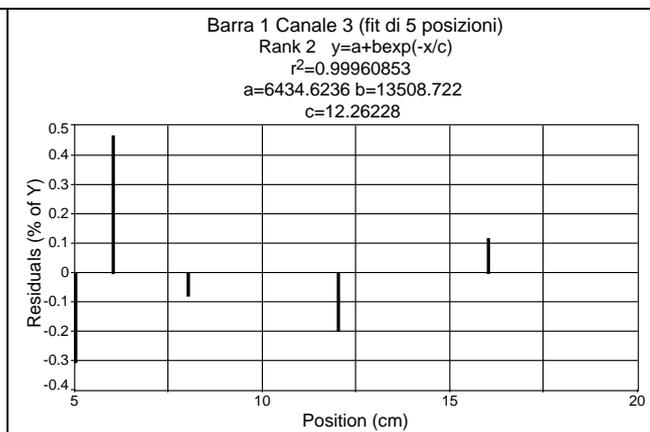
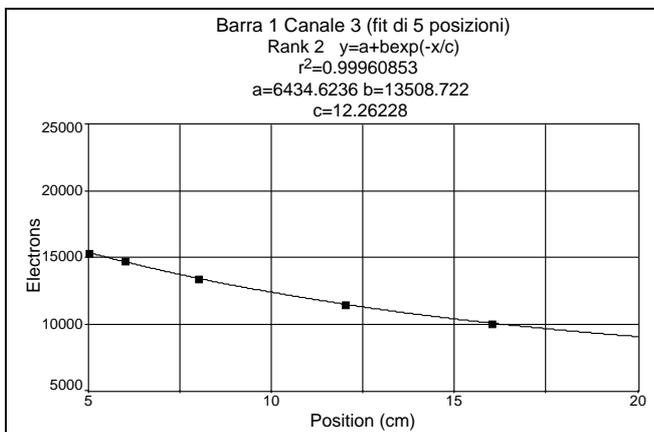
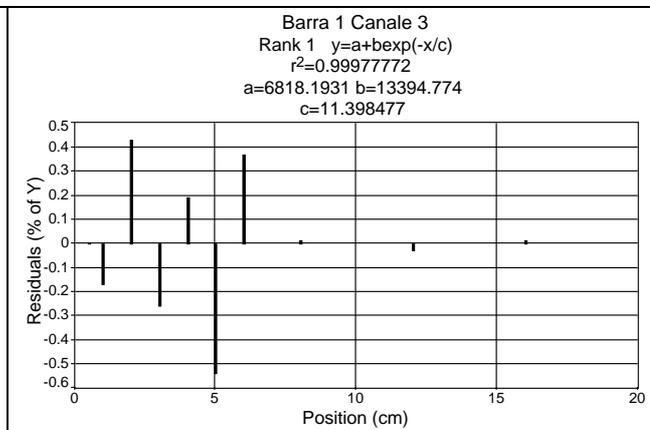
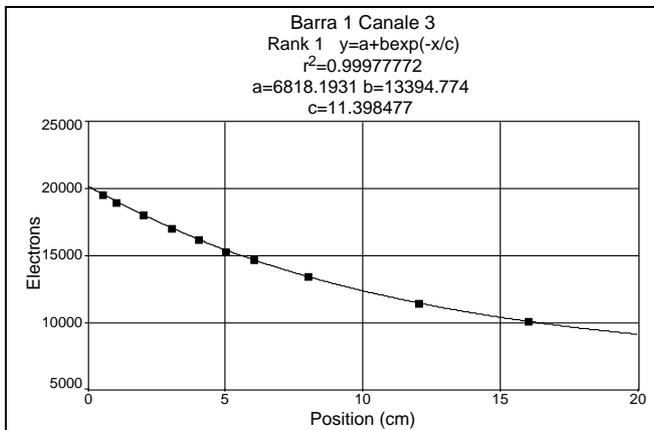
Nella figura seguente è riportato il best fit dell'uscita luce in funzione della distanza dal fotodiode con la funzione $y = a + b \exp(-x/c)$ e il fit con una semplice legge esponenziale $y = a \exp(-x/b)$



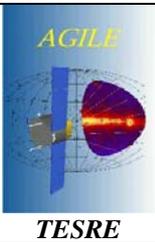
MINICALORIMETRO PER LA MISSIONE AGILE
PROVE PRELIMINARI

Ref# RI n. 278

Issue:
Date:
page: 36/75



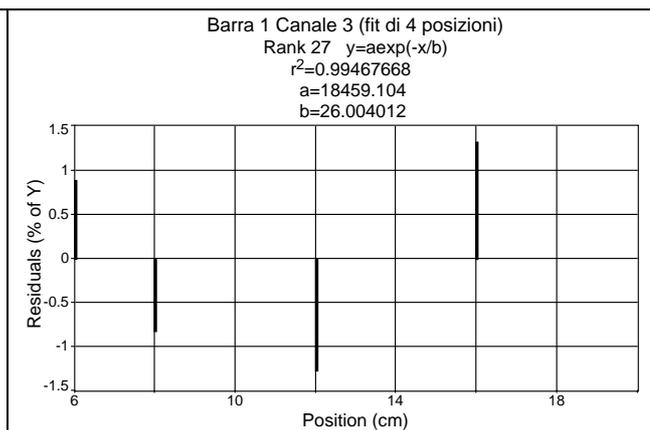
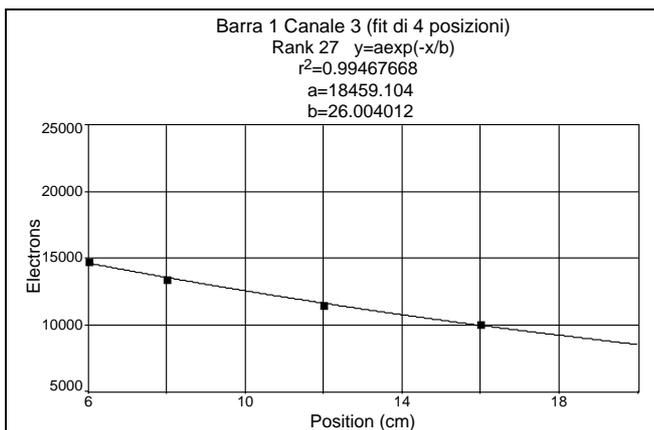
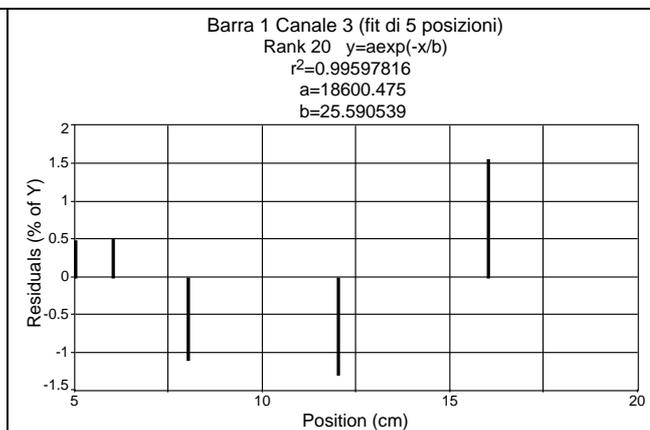
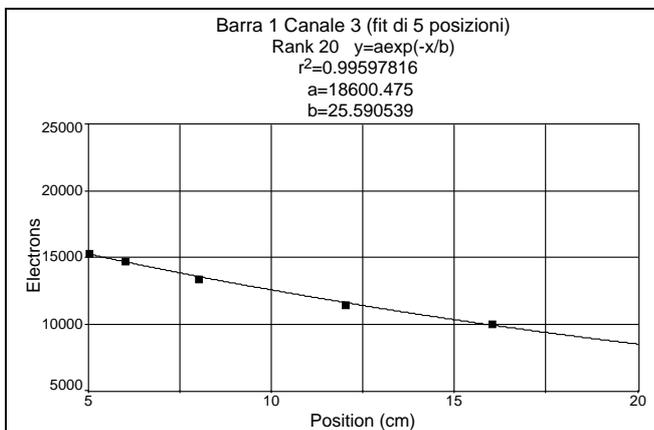
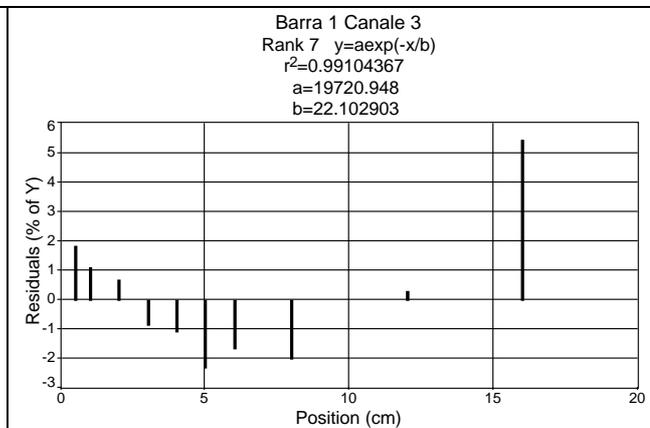
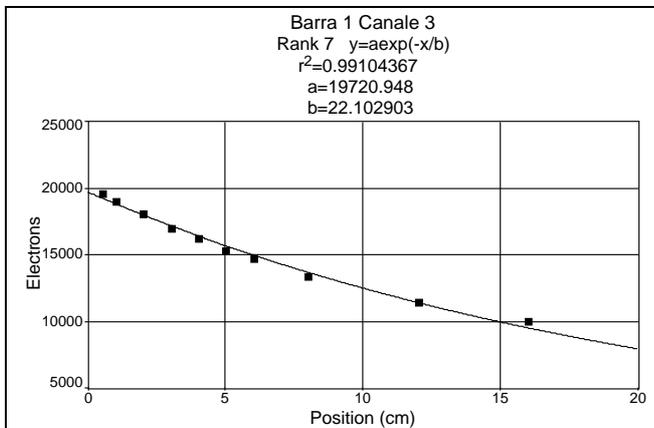
Barra 1 Canale 3 ($y = a + b \exp(-x/c)$)	Coefficiente d'attenuazione di b: $\alpha = 1/c$ (cm^{-1})
Fit di tutte le posizioni	0.088
Fit di 5 posizioni	0.082
Fit di 4 posizioni	0.094



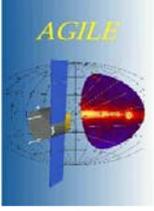
MINICALORIMETRO PER LA MISSIONE AGILE
PROVE PRELIMINARI

Ref# RI n. 278

Issue:
Date:
page: 37/75



Barra 1 Canale 3 ($y = a \exp(-x/b)$)	Coefficiente d'attenuazione della luce: $\alpha = 1/b$ (cm^{-1})
Fit di tutte le posizioni	0.045
Fit di 5 posizioni	0.039
Fit di 4 posizioni	0.0385

 <p>AGILE TESRE</p>	<p>MINICALORIMETRO PER LA MISSIONE AGILE PROVE PRELIMINARI</p>	<p>Ref# RI n. 278</p> <p>Issue: Date: page: 38/75</p>
---	--	---

Barra 1 - Canale 4

(Amplificatore Silena Mod. 7611/L – Id. (ch 4): Shaping Time = 3 μ s; Gain = 1000 - 12.58)

Misure eseguite a Bologna prima dei test al CERN

(15 m di cavo coax fra preamp e amp terminato su 50 Ω)

Misure con Pulse Generator: [B1ch4002PG.prn]

Input	1	2	5	10
Peak Centroid	146.16	301.69	778.26	1562.92
FWHM	37.66	36.96	35.3	34.78

Ch = -11.67 + 157.53 In
Offset = -11.67 Ch
<FWHM> = 36.18 Ch

Misure con ²⁴¹Am (900 sec Live): [B1ch4001Am.prn]

Centroid @ 59.5 keV = 145.18 - (-11.67) = 156.85 Ch

FWHM = 36.10 Ch

e⁻/ch = 16400/156.85 = 104.56

Noise (P.G.) = FWHM * e⁻/ch / 2.35 = 36.18 * 104.56 / 2.35 = 1610 e⁻_{rms}

Noise (²⁴¹Am) = FWHM * e⁻/ch / 2.35 = 36.10 * 104.56 / 2.35 = 1606 e⁻_{rms}

Misure eseguite al CERN

(15 m di cavo coax fra preamp e amp terminato su 50 Ω)

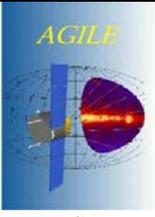
Misure con Pulse Generator: [Calch4b1.prn]

Input	2	5	10	20
Peak Centroid	267.15	697.68	1407.16	2825.4
FWHM	19.48	19.68	21.23	21.28

Ch = -14.55 + 142.04 In
Offset = -14.55 Ch
<FWHM> = 20.42 Ch

Misure con ²²Na (300 sec Live time a 5 cm dal PD): [Cern49.prn]

Centroid @ 1275 keV = 147.25 - (-14.55) = 161.8 Ch

 <p>AGILE TESRE</p>	<p>MINICALORIMETRO PER LA MISSIONE AGILE PROVE PRELIMINARI</p>	<p>Ref# RI n. 278</p> <p>Issue: Date: page: 39/75</p>
---	--	---

Misure eseguite a Bologna dopo i test al CERN)

(2 m di cavo coax fra preamp e amp terminato su 50 Ω)

Misure con Pulse Generator: [Bncch4b1.prn]

Input	1	2	5	10
Peak Centroid	148.04	302.82	773.96	1557.96
FWHM	19.09	19.49	18.91	19.10

Ch = -9.18 + 156.69 In
Offset = -9.18 Ch
<FWHM> = 19.15 Ch

Misure con ²⁴¹Am (900 sec Live time): [Amch4B1.prn]

Centroid @ 59.5 keV = 151.09 - (-9.18) = 160.27 Ch

FWHM = 20.63 Ch

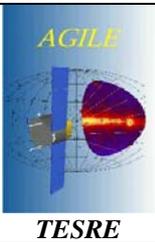
e⁻/ch = 16400 / 160.27 = 102.33

Noise (P.G.) = FWHM * e⁻/ch / 2.35 = 20.63 * 102.33 / 2.35 = 833 e⁻_{rms}

Noise (²⁴¹Am) = FWHM * e⁻/ch / 2.35 = 20.63 * 102.33 / 2.35 = 898 e⁻_{rms}

Misure acquisite con ²² Na collimato a diverse distanze dal PD						
File Name	PD Dist (cm).	Peak Fit 1275 keV	Offset) (ch)	Peak Fit 1275 keV	Uscita luce e ⁻	Uscita luce e ⁻ /keV
Na_05	0.5	182.59	-9.18	191.77	19624	15.39
Na01	1	177.37	-9.18	186.55	19090	14.97
Na02	2	166.85	-9.18	176.03	18013	14.13
Na03	3	158.25	-9.18	167.43	17133	13.44
Na04	4	150.34	-9.18	159.52	16324	12.80
Na05	5	142.00	-9.18	151.18	15470	12.13
Na06	6	134.87	-9.18	144.05	14741	11.56
Na08	8	127.19	-9.18	136.37	13955	10.94
Na012	12	109.72	-9.18	118.90	12167	9.54
Na016	16	94.78	-9.18	103.96	10638	8.34

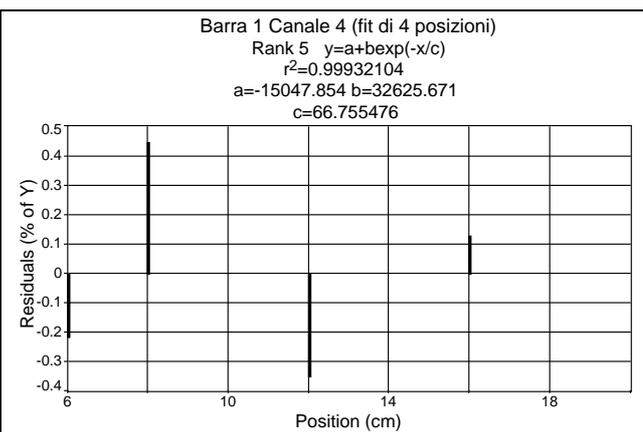
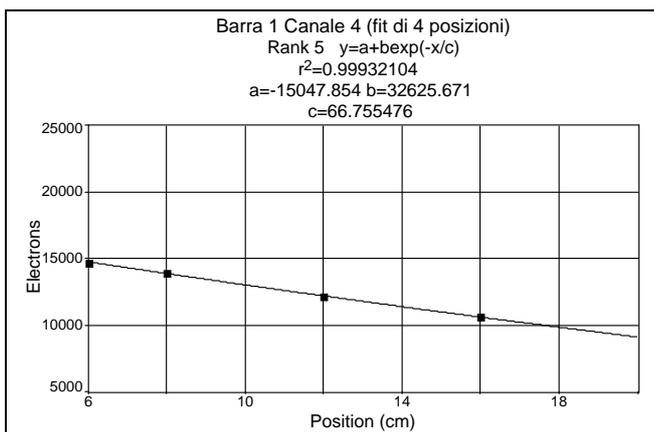
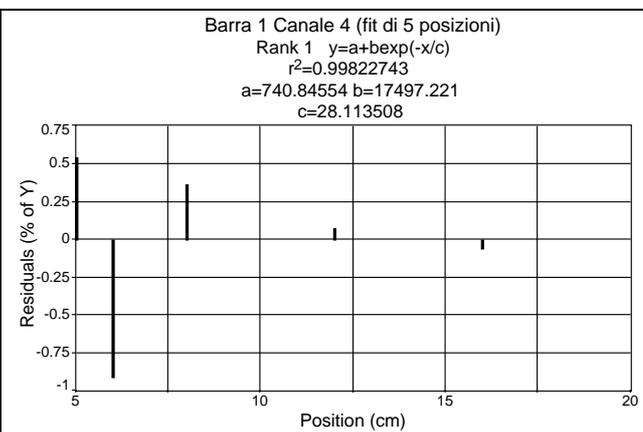
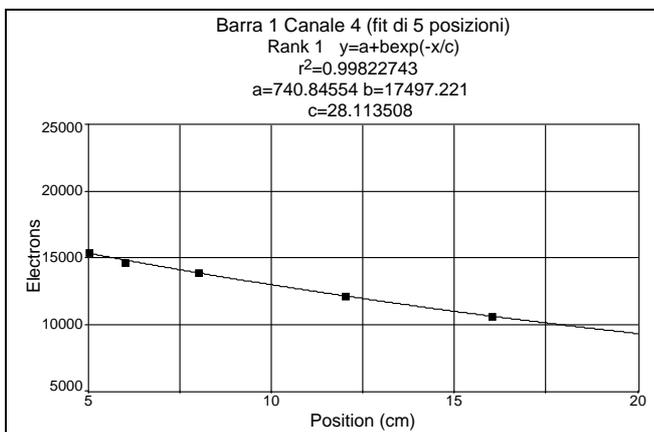
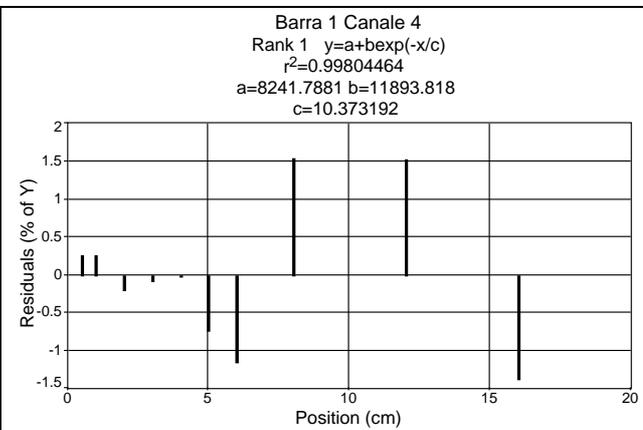
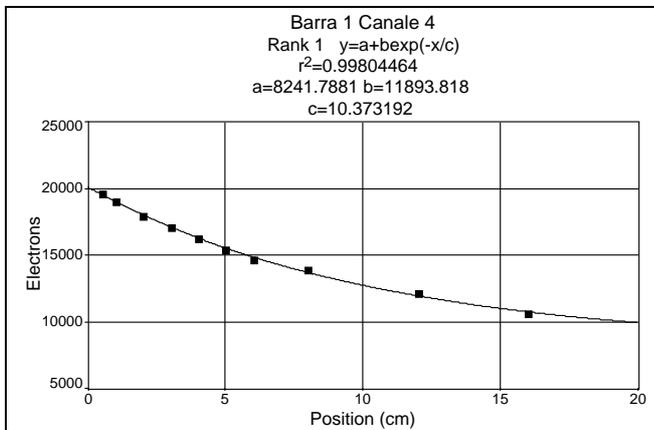
Nella figura seguente è riportato il best fit dell'uscita luce in funzione della distanza dal fotodiode con la funzione $y = a + b \exp(-x/c)$ e il fit con una semplice legge esponenziale $y = a \exp(-x/b)$



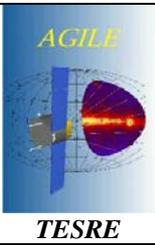
MINICALORIMETRO PER LA MISSIONE AGILE
PROVE PRELIMINARI

Ref# RI n. 278

Issue:
Date:
page: 40/75



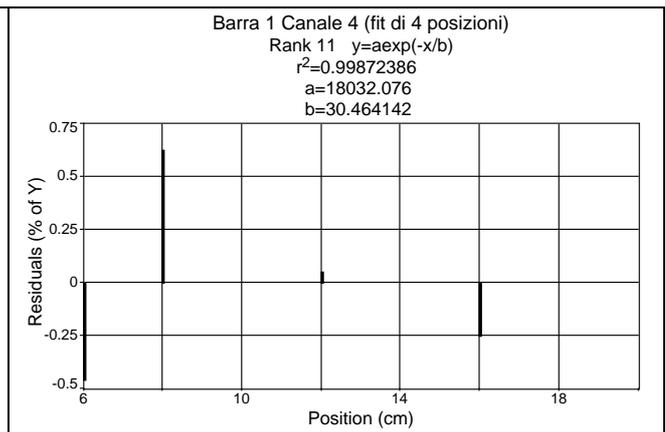
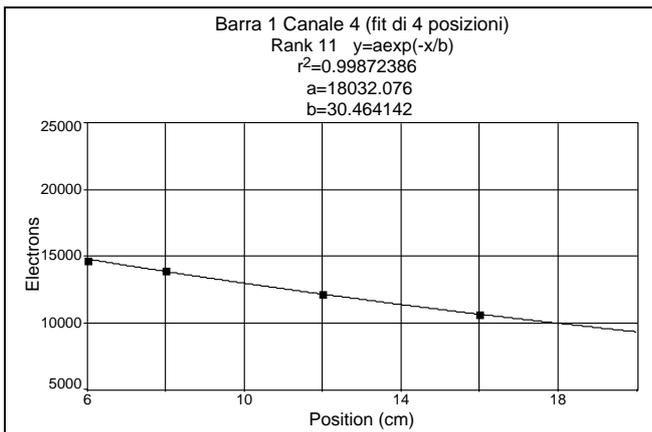
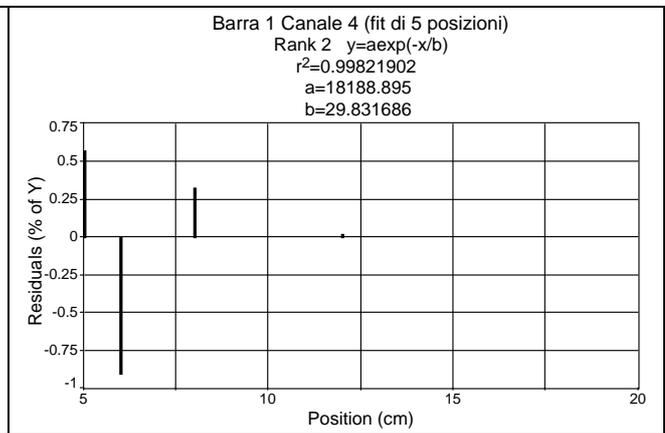
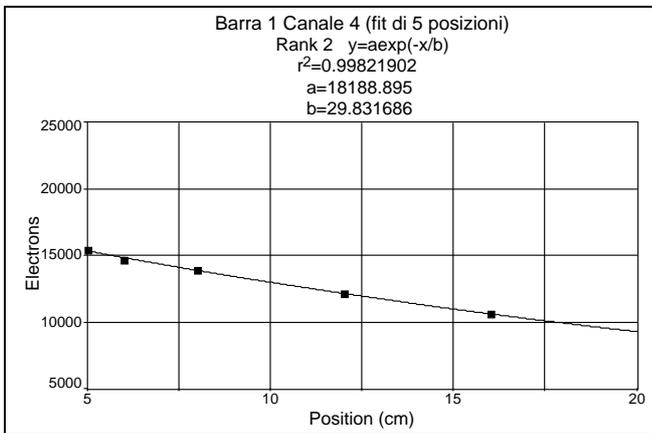
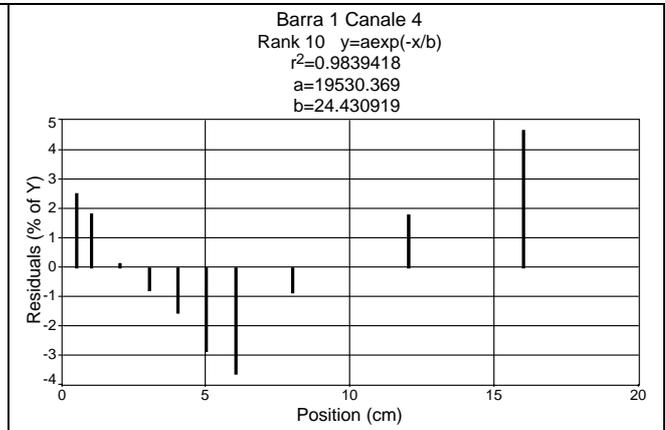
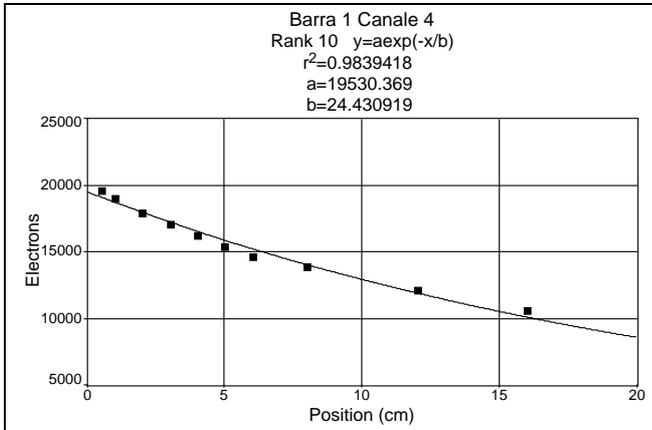
Barra 1 Canale 4 ($y = a + b \exp(-x/c)$)	Coefficiente d'attenuazione di b: $\alpha = 1/c$ (cm^{-1})
Fit di tutte le posizioni	0.096
Fit di 5 posizioni	0.036
Fit di 4 posizioni	0.015



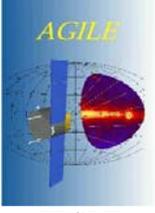
MINICALORIMETRO PER LA MISSIONE AGILE
PROVE PRELIMINARI

Ref# RI n. 278

Issue:
Date:
page: 41/75



Barra 1 Canale 4 ($y = a \exp(-x/b)$)	Coefficiente d'attenuazione della luce: $\alpha = 1/b$ (cm^{-1})
Fit di tutte le posizioni	0.041
Fit di 5 posizioni	0.034
Fit di 4 posizioni	0.033

 <p>AGILE TESRE</p>	<p>MINICALORIMETRO PER LA MISSIONE AGILE PROVE PRELIMINARI</p>	<p>Ref# RI n. 278</p> <p>Issue: Date: page: 42/75</p>
---	--	---

Barra 2 - Canale 1

(Amplificatore Silena Mod. 7611/L – Id. (ch 1): Shaping Time = 3 μ s; Gain = 1000 - 7.00)

Misure eseguite a Bologna prima dei test al CERN

(15 m di cavo coax fra preamp e amp terminato su 50 Ω)

Misure con Pulse Generator: [B2ch1002PG.prn]

Input	1	2	5	10
Peak Centroid	147.81	300.99	767.96	1537.03
FWHM	17.99	18.14	18.36	17.99

Ch = -6.56 + 154.45 In
Offset = -6.56 Ch
<FWHM> = 18.12 Ch

Misure con ²⁴¹Am (900 sec Live): [B2ch1001Am.prn]

Centroid @ 59.5 keV = 145.33 - (-6.56) = 151.89 Ch

FWHM = 26.99 Ch

e⁻/ch = 16400/151.89 = 107.97

Noise (P.G.) = FWHM * e⁻/ch / 2.35 = 18.12 * 107.97 / 2.35 = 832 e⁻_{rms}

Noise (²⁴¹Am) = FWHM * e⁻/ch / 2.35 = 26.99 * 107.97 / 2.35 = 1240 e⁻_{rms}

Misure eseguite al CERN

(15 m di cavo coax fra preamp e amp terminato su 50 Ω)

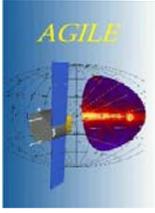
Misure con Pulse Generator: [Calch1b2.prn]

Input	2	5	10	20
Peak Centroid	272.1	708.21	1425.97	2866.99
FWHM	19.40	19.70	19.57	19.79

Ch = -14.43 + 144.08 In
Offset = -14.43 Ch
<FWHM> = 19.61 Ch

Misure con ²²Na (300 sec Live time): a 5 cm. dal PD: [Cern10.prn]

Centroid @ 1275 keV = 141.3 - (-14.43) = 155.73 Ch

 <p>AGILE TESRE</p>	<p>MINICALORIMETRO PER LA MISSIONE AGILE PROVE PRELIMINARI</p>	<p>Ref# RI n. 278</p> <p>Issue: Date: page: 43/75</p>
---	--	--

Misure eseguite a Bologna dopo i test al CERN

(2 m di cavo coax fra preamp e amp terminato su 50 Ω)

Misure con Pulse Generator: [Bncch1b2.prn]

Input	1	2	5	10
Peak Centroid	147.13	302.26	777.32	1568.79
FWHM	19.73	19.06	18.70	18.99

Ch = -12.53 + 158.09 In
Offset = -12.53 Ch
<FWHM> = 19.12 Ch

Misure con ²⁴¹Am (900 sec Live): [Amch1B2.prn]

Centroid @ 59.5 keV = 147.13 - (-12.53) = 159.66 Ch

FWHM = 20.81 Ch

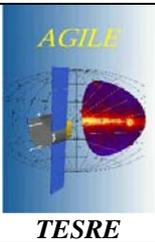
e⁻/ch = 16400/ 159.66 = 102.72

Noise (P.G.) = FWHM * e⁻/ch / 2.35 = 19.12 * 102.72 / 2.35 = 836 e⁻_{rms}

Noise (²⁴¹Am) = FWHM * e⁻/ch / 2.35 = 20.81 * 102.72 / 2.35 = 910 e⁻_{rms}

Misure acquisite con ²²Na collimato a diverse distanze dal PD						
File Name	PD Dist (cm).	Peak Fit 1275 keV	Offset) (ch)	Peak Fit 1275 keV	Uscita luce	
					e ⁻	e ⁻ /keV
Na_05	0.5	202.79	-12.53	215.32	22118	17.35
Na01	1	196.78	-12.53	209.31	21500	16.86
Na02	2	184.83	-12.53	197.36	20273	15.90
Na03	3	171.35	-12.53	183.88	18888	14.81
Na04	4	159.34	-12.53	171.87	17654	13.85
Na05	5	148.13	-12.53	160.66	16503	12.94
Na06	6	136.82	-12.53	149.35	15341	12.03
Na08	8	118.22	-12.53	130.75	13431	10.53
Na012	12	90.273	-12.53	102.803	10560	8.28
Na016	16	75.507	-12.53	88.037	9043	7.09

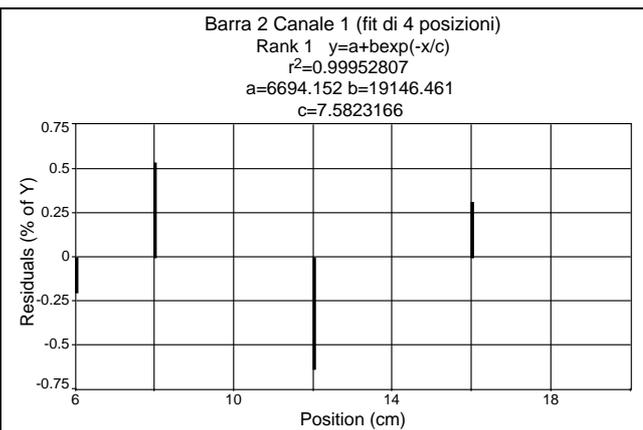
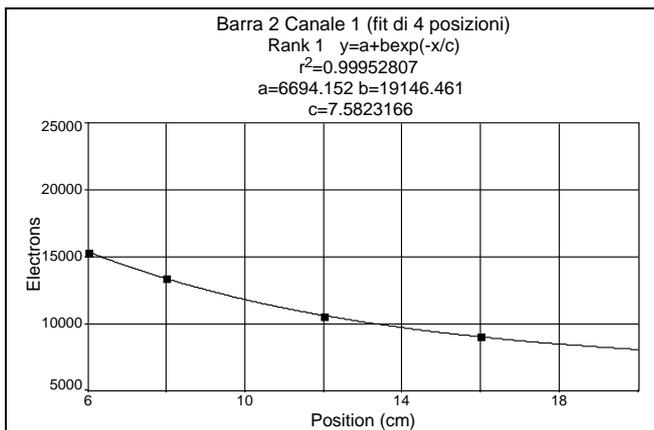
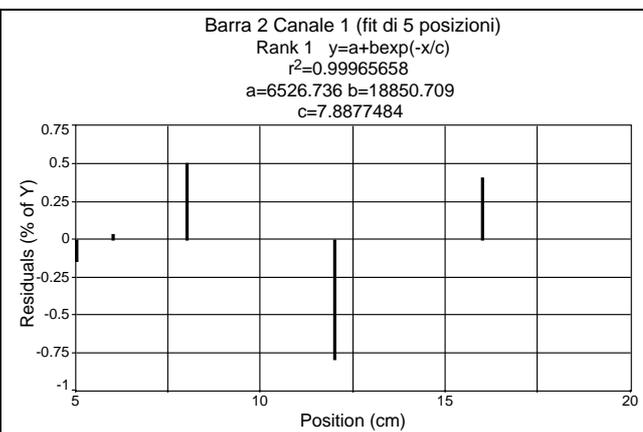
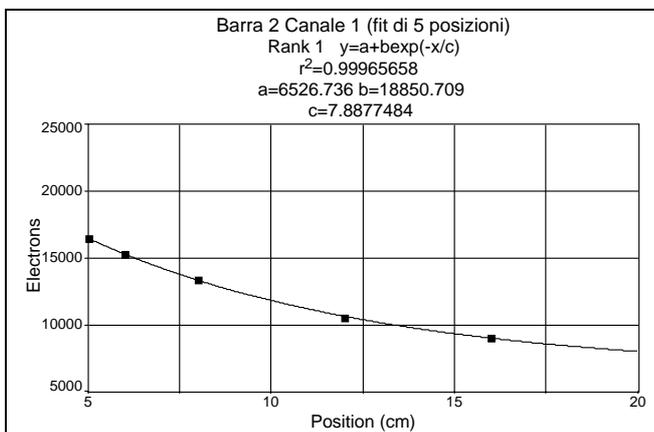
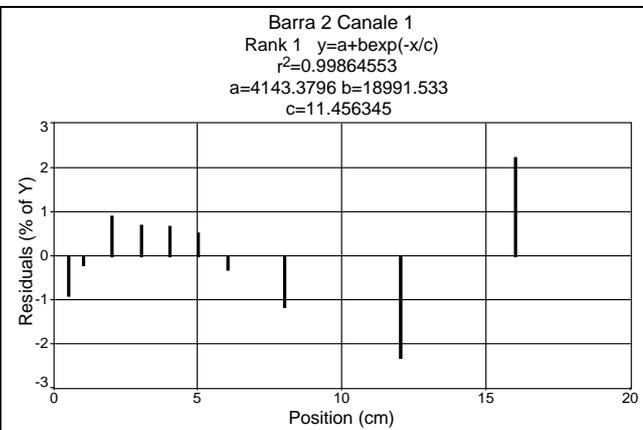
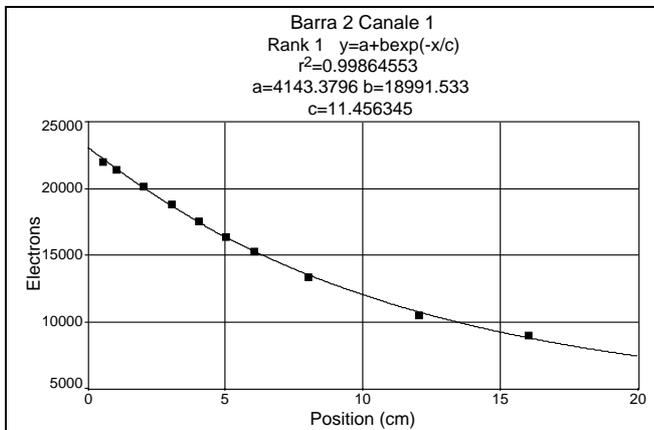
Nella figura seguente è riportato il best fit dell'uscita luce in funzione della distanza dal fotodiodo con la funzione $y = a + b \exp(-x/c)$ e il fit con una semplice legge esponenziale $y = a \exp(-x/b)$



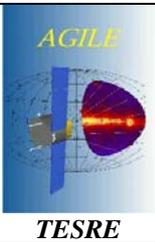
MINICALORIMETRO PER LA MISSIONE AGILE
PROVE PRELIMINARI

Ref# RI n. 278

Issue:
Date:
page: 44/75



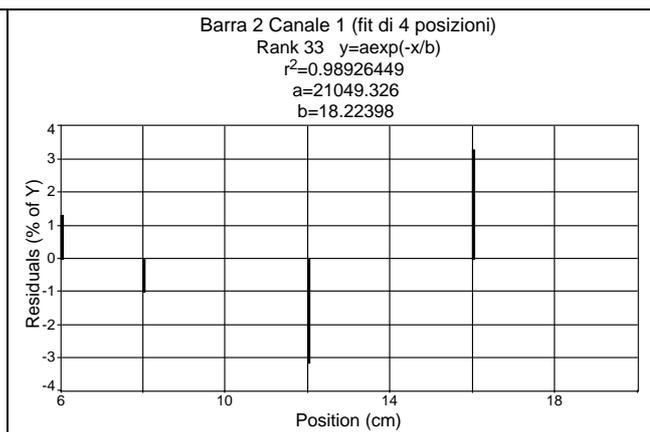
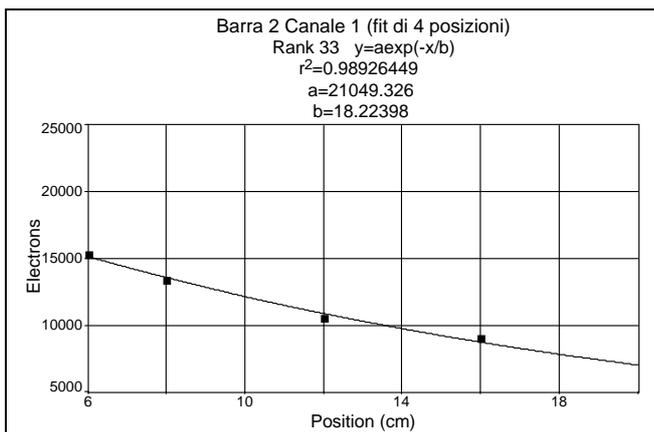
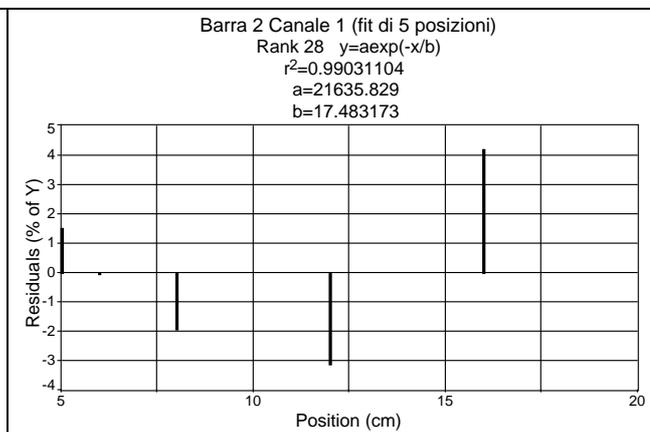
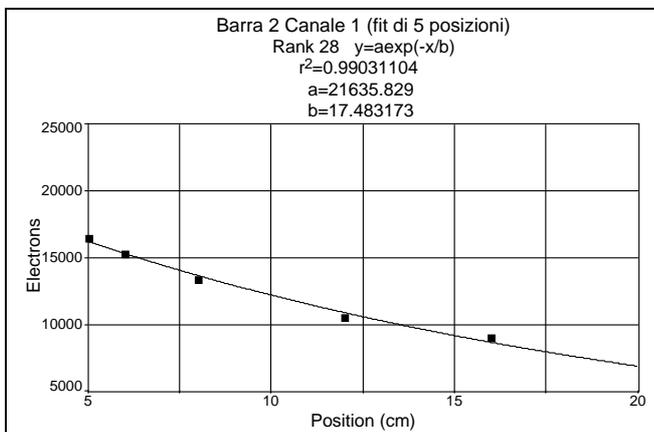
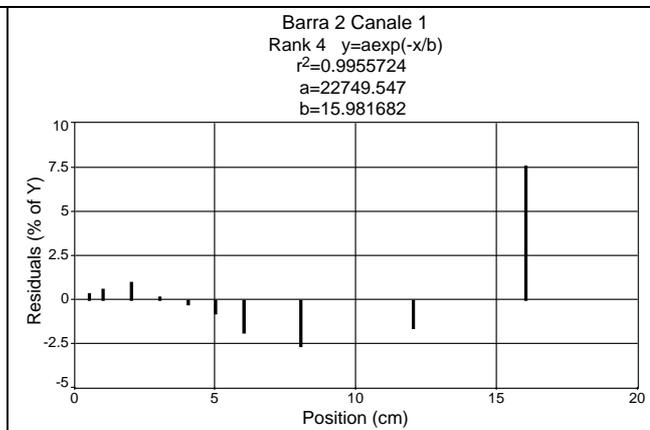
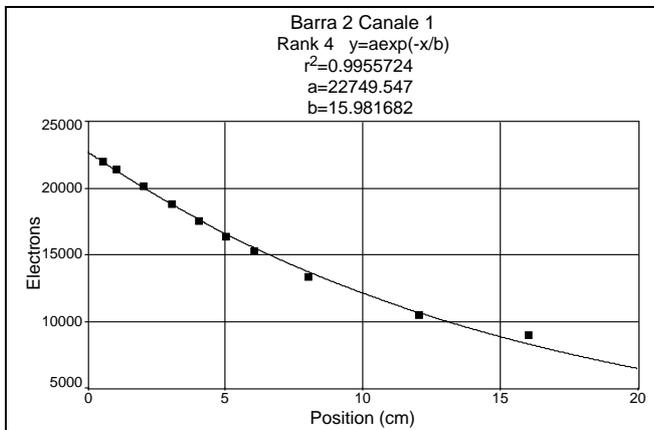
Barra 2 Canale 1 ($y = a + b \exp(-x/c)$)	Coefficiente d'attenuazione di b: $\alpha = 1/c$ (cm^{-1})
Fit di tutte le posizioni	0.087
Fit di 5 posizioni	0.127
Fit di 4 posizioni	0.132



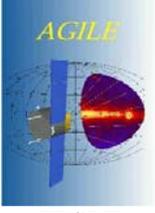
MINICALORIMETRO PER LA MISSIONE AGILE
PROVE PRELIMINARI

Ref# RI n. 278

Issue:
Date:
page: 45/75



Barra 2 Canale 1 ($y = a \exp(-x/b)$)	Coefficiente d'attenuazione della luce: $\alpha = 1/b$ (cm^{-1})
Fit di tutte le posizioni	0.063
Fit di 5 posizioni	0.057
Fit di 4 posizioni	0.055

 <p>AGILE TESRE</p>	<p>MINICALORIMETRO PER LA MISSIONE AGILE PROVE PRELIMINARI</p>	<p>Ref# RI n. 278</p> <p>Issue: Date: page: 46/75</p>
---	--	---

Barra 2 - Canale 2

(Amplificatore Silena Mod. 7611/L - Id. (ch 2): Shaping Time = 3 μ s; Gain = 1000 - 7.30)

Misure eseguite a Bologna prima dei test al CERN

(15 m di cavo coax fra preamp e amp terminato su 50 Ω)

Misure con Pulse Generator: [B2ch2002PG.prn]

Input	1	2	5	10
Peak Centroid	148.46	309.82	802.92	1618.04
FWHM	22.38	22.13	21.65	22.01

Ch = -15.48 + 163.40 In
Offset = -15.48 Ch
<FWHM> = 22.04 Ch

Misure con ²⁴¹Am (900 sec Live time): [B2ch2001Am.prn]

Centroid @ 59.5 keV = 146.04 - (-15.48) = 161.52 Ch

FWHM = 29.28 Ch

e⁻/ch = 16400/161.52 = 101.54

Noise (P.G.) = FWHM * e⁻/ch / 2.35 = 22.04 * 101.54 / 2.35 = 952 e⁻_{rms}

Noise (²⁴¹Am) = FWHM * e⁻/ch / 2.35 = 29.28 * 101.54 / 2.35 = 1265 e⁻_{rms}

Misure eseguite al CERN

(15 m di cavo coax fra preamp e amp terminato su 50 Ω)

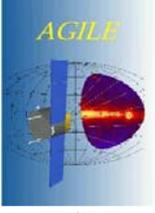
Misure con Pulse Generator: [Calch2b2.prn]

Input	2	5	10	20
Peak Centroid	289.8	752.85	1515.62	3044.31
FWHM	22.69	23.03	23.62	22.84

Ch = -14.09 + 152.94 In
Offset = -14.09 Ch
<FWHM> = 23.04 Ch

Misure con ²²Na (300 sec Live time): a 5 cm. Dal PD: [Cern11.prn]

Centroid @ 1275 keV = 146.95 - (-14.09) = 161.04 Ch

 <p>AGILE TESRE</p>	<p>MINICALORIMETRO PER LA MISSIONE AGILE PROVE PRELIMINARI</p>	<p>Ref# RI n. 278</p> <p>Issue: Date: page: 47/75</p>
---	--	---

Misure eseguite a Bologna dopo i test al CERN

(2 m di cavo coax fra preamp e amp terminato su 50 Ω)

Misure con Pulse Generator:[Bncch2b2.prn]

Input	1	2	5	10
Peak Centroid	153.89	313.94	804.98	1621.66
FWHM	21.78	21.05	20.96	22.00

Ch = -10.90 + 163.23 In
Offset = -10.90 Ch
<FWHM> = 21.45 Ch

Misure con ²⁴¹Am (900 sec Live time): [Amch2B2]

Centroid @ 59.5 keV = 155.72 - (-10.9) = 166.62 Ch

FWHM = 23.30 Ch

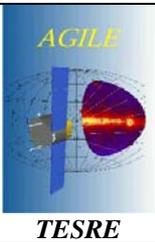
e⁻/ch = 16400 / 166.62 = 98.43

Noise (P.G.) = FWHM * e⁻/ch / 2.35 = 21.45 * 98.43 / 2.35 = 898 e⁻_{rms}

Noise (²⁴¹Am) = FWHM * e⁻/ch / 2.35 = 23.30 * 98.43 / 2.35 = 976 e⁻_{rms}

Misure acquisite con ²² Na collimato a diverse distanze dal PD						
File Name	PD Dist (cm).	Peak Fit 1275 keV	Offset) (ch)	Peak Fit 1275 keV	Uscita luce e ⁻	Uscita luce e ⁻ /keV
Na_05	0.5	198.43	-10.9	209.33	20665	16.21
Na01	1	191.49	-10.9	202.39	19980	15.67
Na02	2	179.62	-10.9	190.52	18808	14.75
Na03	3	168.02	-10.9	178.92	17663	13.85
Na04	4	160.86	-10.9	171.76	16956	13.30
Na05	5	153.25	-10.9	164.15	16205	12.71
Na06	6	146.62	-10.9	157.52	15550	12.20
Na08	8	135.75	-10.9	146.65	14477	11.35
Na012	12	117.56	-10.9	128.46	12682	9.95
Na016	16	98.91	-10.9	109.81	10841	8.50

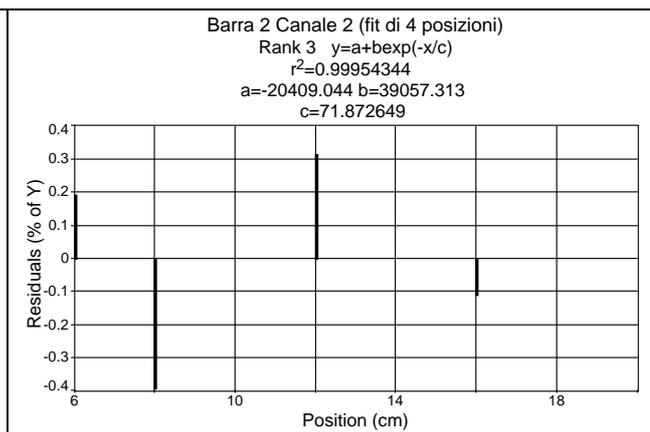
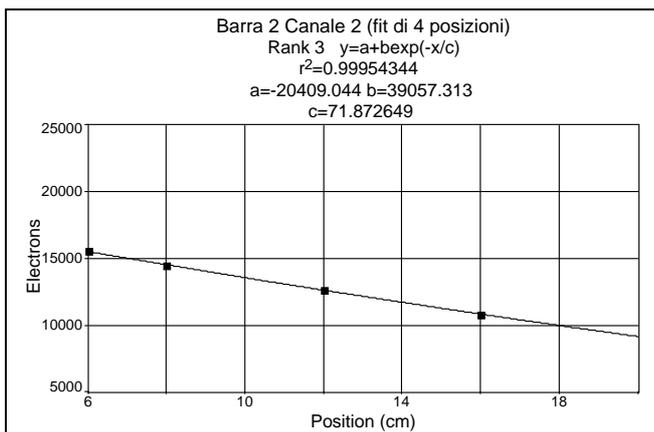
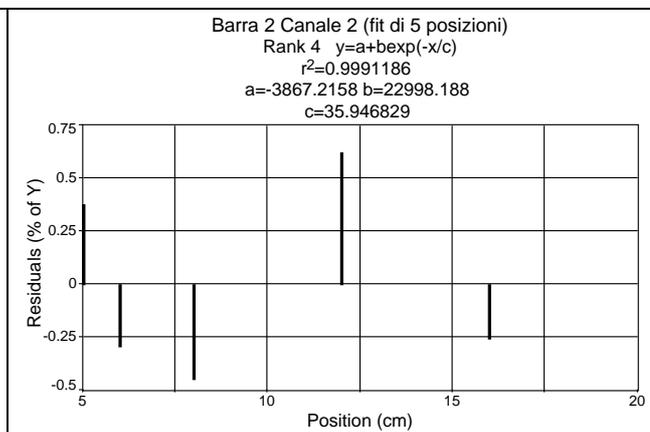
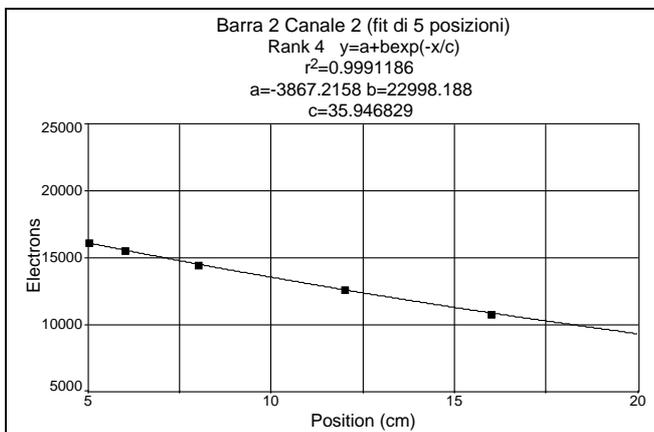
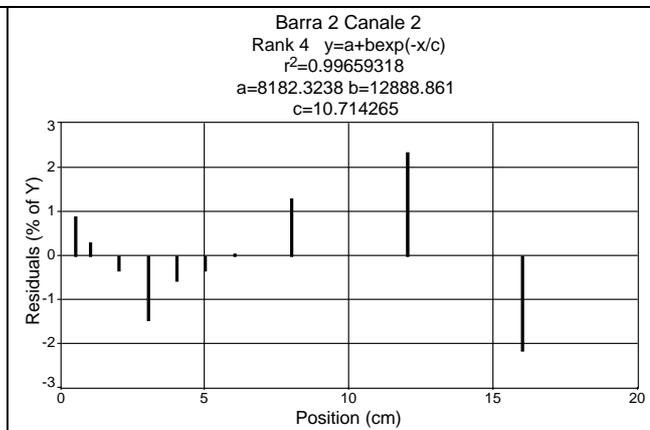
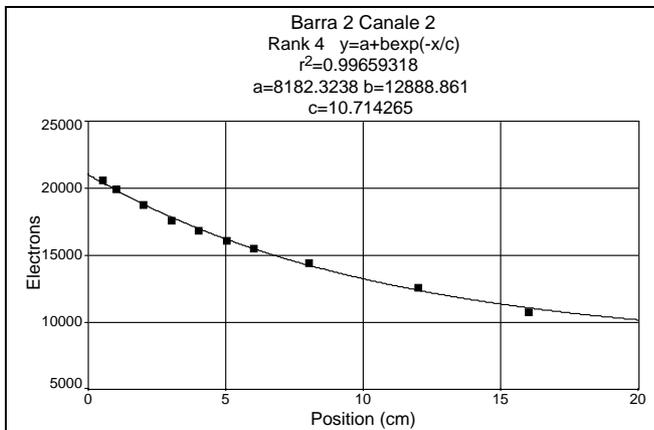
Nella figura seguente è riportato il best fit dell'uscita luce in funzione della distanza dal fotodiode con la funzione $y = a + b \exp(-x/c)$ e il fit con una semplice legge esponenziale $y = a \exp(-x/b)$



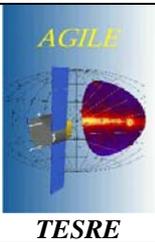
MINICALORIMETRO PER LA MISSIONE AGILE
PROVE PRELIMINARI

Ref# RI n. 278

Issue:
Date:
page: 48/75



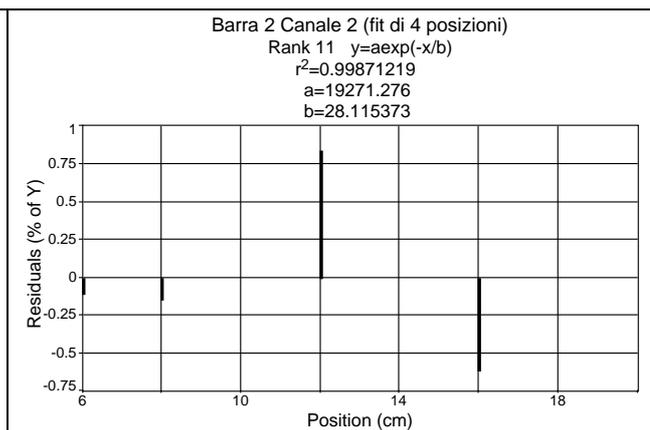
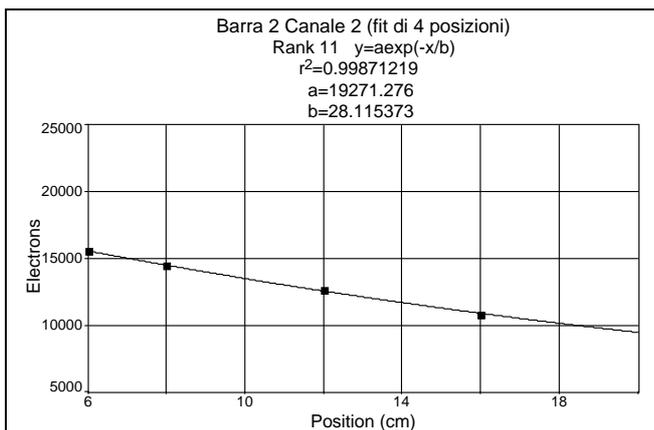
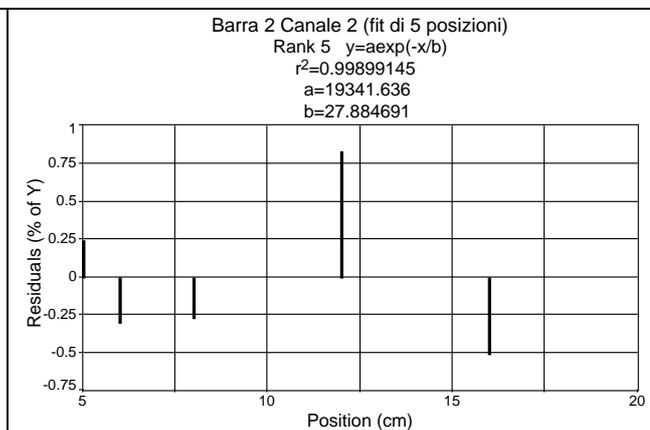
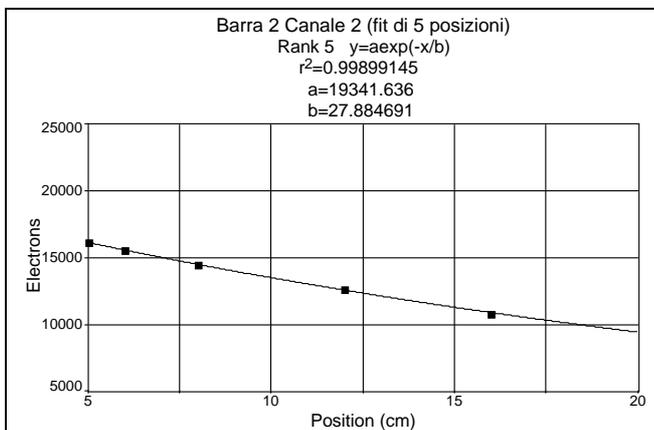
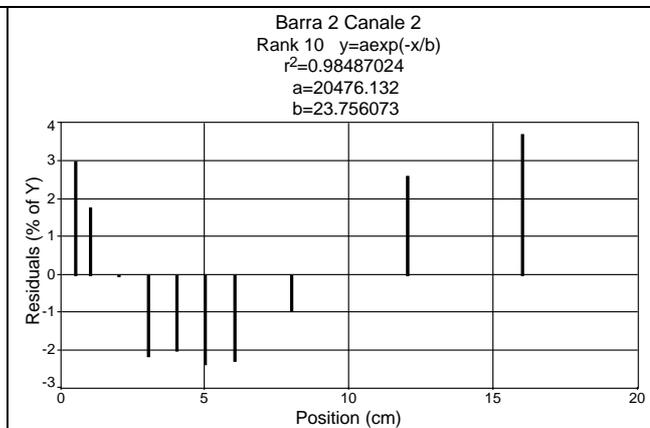
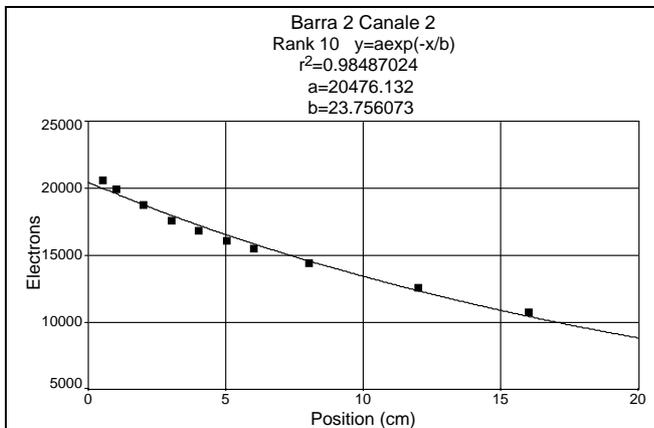
Barra 2 Canale 2 ($y = a + b \exp(-x/c)$)	Coefficiente d'attenuazione di b: $\alpha = 1/c$ (cm^{-1})
Fit di tutte le posizioni	0.093
Fit di 5 posizioni	0.028
Fit di 4 posizioni	0.014



MINICALORIMETRO PER LA MISSIONE AGILE
PROVE PRELIMINARI

Ref# RI n. 278

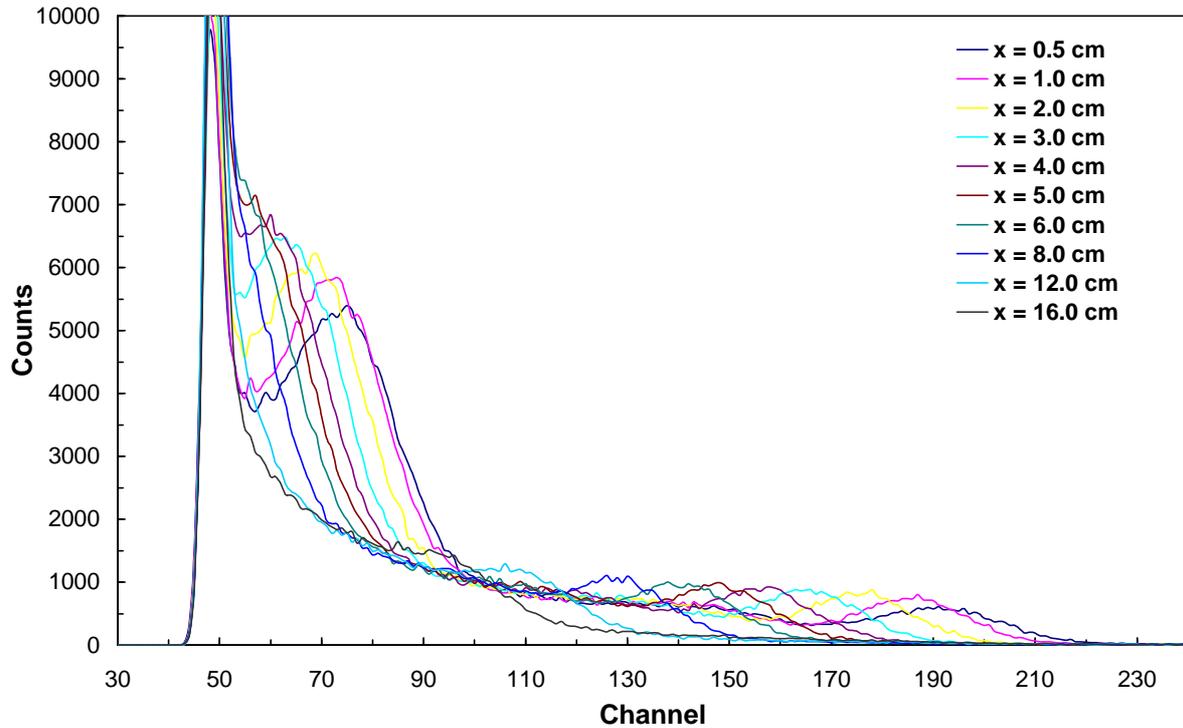
Issue:
Date:
page: 49/75



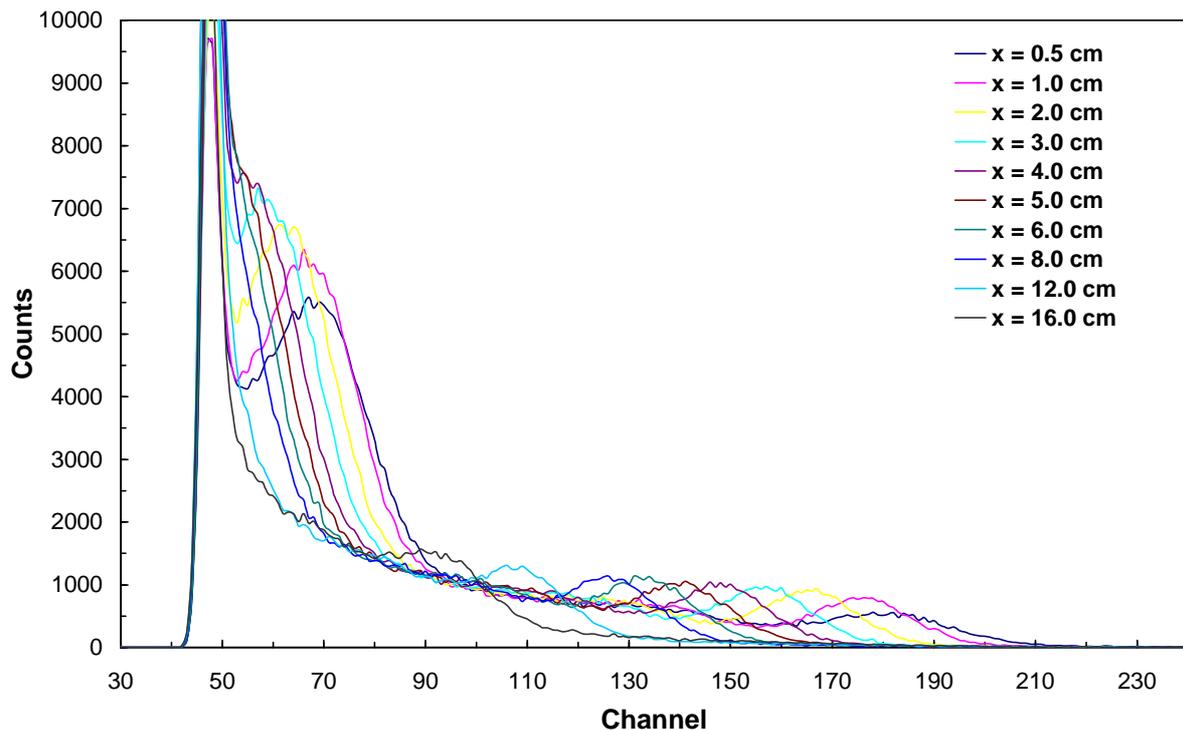
Barra 2 Canale 2 ($y = a \exp(-x/b)$)	Coefficiente d'attenuazione della luce: $\alpha = 1/b$ (cm^{-1})
Fit di tutte le posizioni	0.042
Fit di 5 posizioni	0.036
Fit di 4 posizioni	0.036

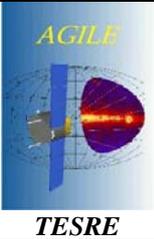
Nelle seguenti figure sono riportati gli spettri acquisiti, a Bologna dopo i test al CERN, con la sorgente radioattiva di ^{22}Na a diverse distanze da ogni PD:

Barra 1 - Canale 3

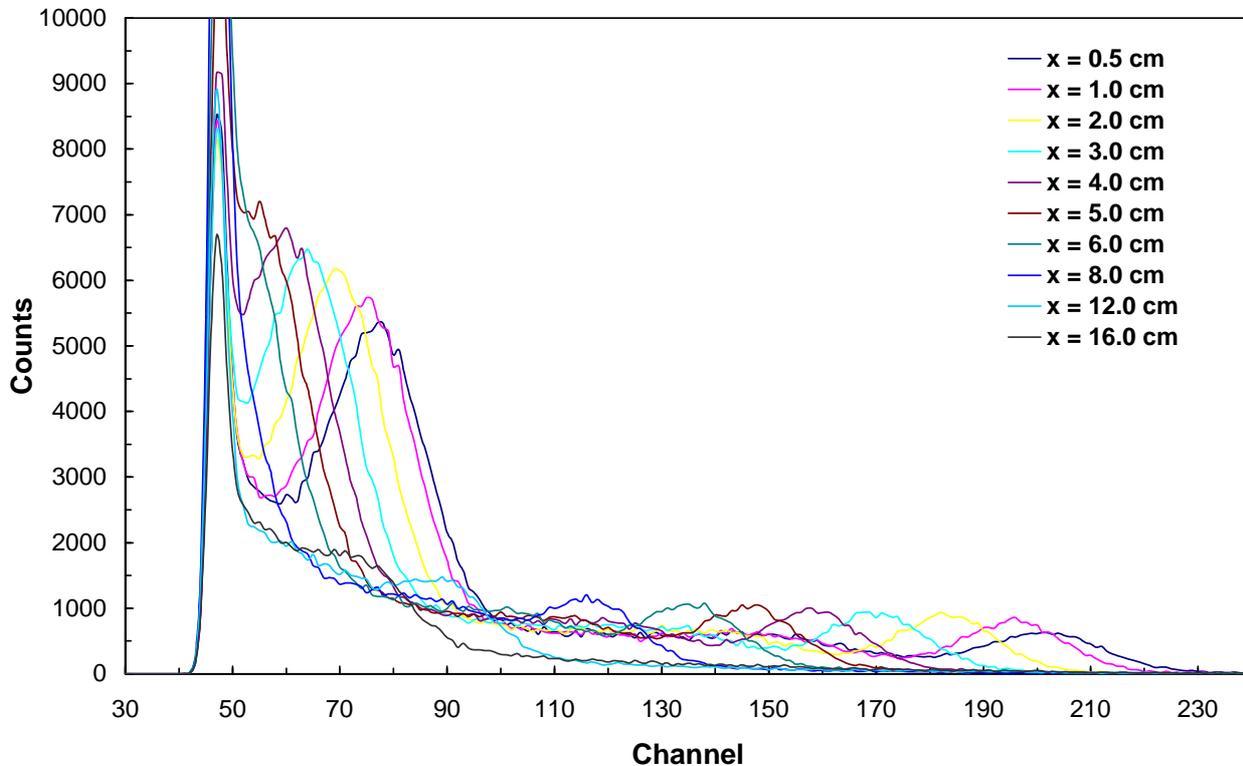


Barra 1 - Canale 4

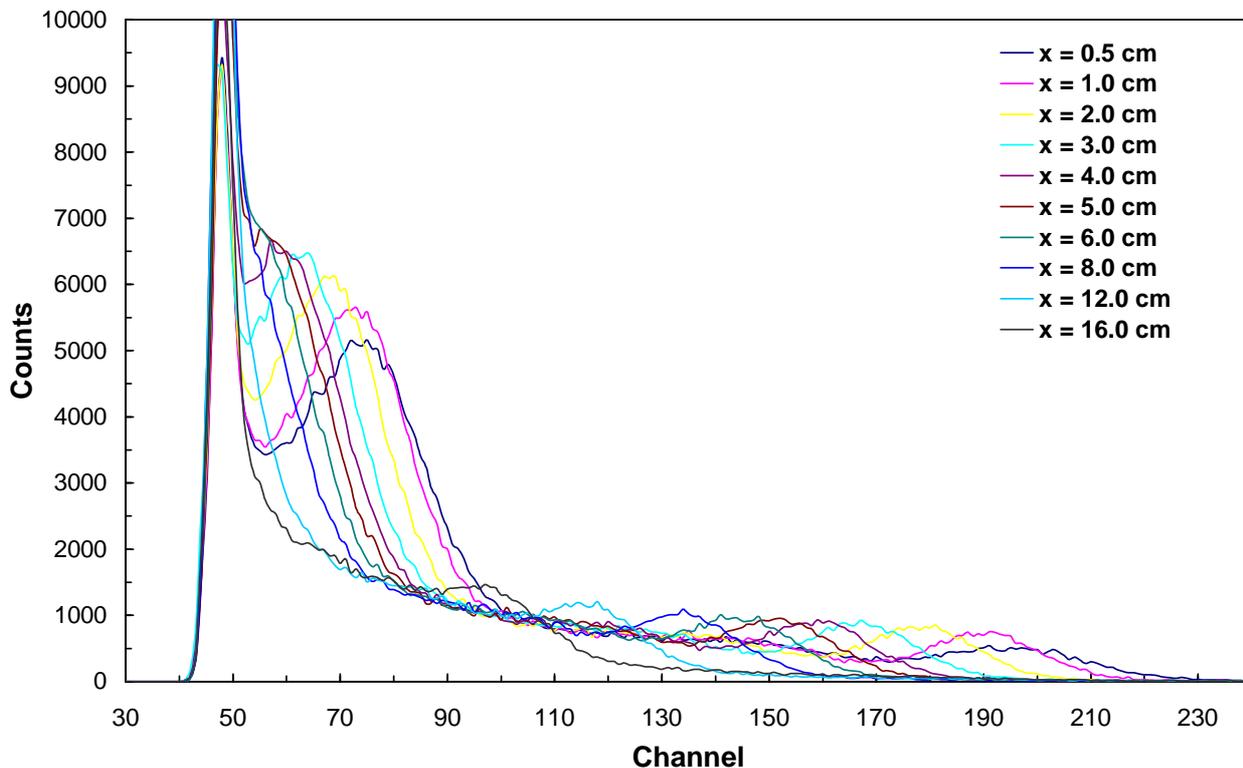


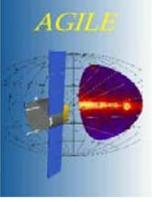


Barra 2 - Canale 1



Barra 2 - Canale 2



 <p>AGILE TESRE</p>	<p>MINICALORIMETRO PER LA MISSIONE AGILE PROVE PRELIMINARI</p>	<p>Ref# RI n. 278</p> <p>Issue: Date: page: 52/75</p>
---	--	--

2 MISURE ACQUISITE IN COINCIDENZA SU ENTRAMBI I LATI DELLE BARRE

Vengono riportati i risultati dell'analisi dei dati relativi alle misure acquisite dalle barre secondo lo schema illustrato in figura 2

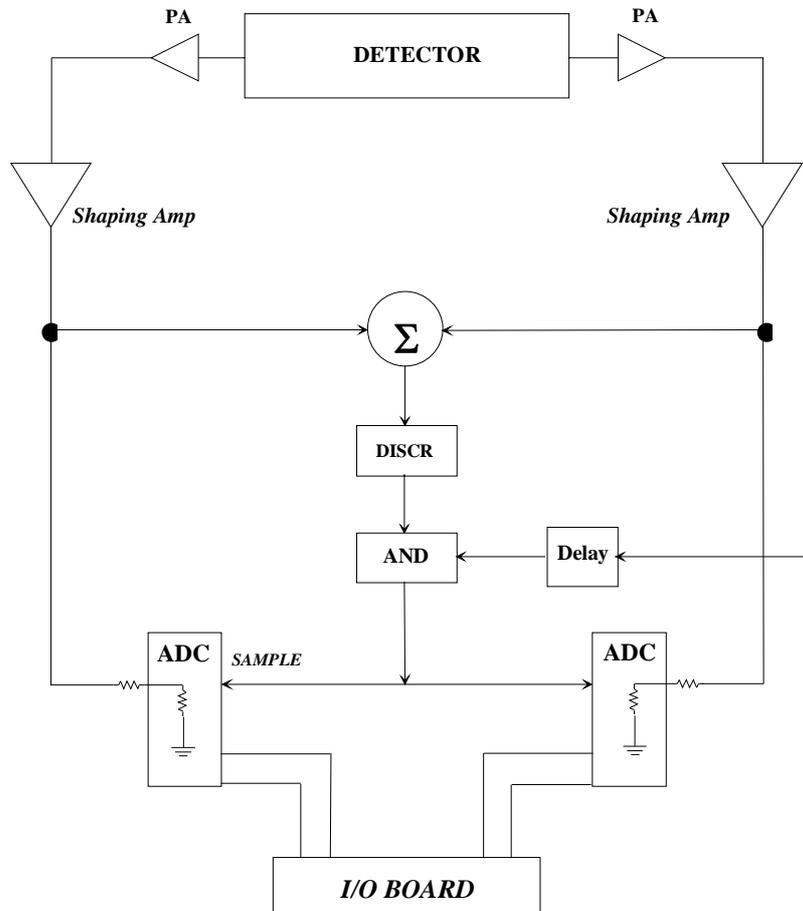
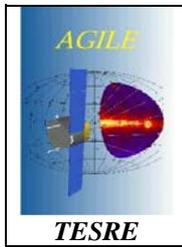


Figura 2. Catena elettronica impiegata per l'acquisizione delle misure sperimentali.

I canali d'acquisizione sono due per ogni barra (canale 1 e 2 per la barra 2, canale 3 e 4 per la barra 1) e la campionatura degli ADC viene eseguita quando viene superata la soglia del discriminatore sulla somma dei segnali provenienti dai due fotodiodi.



Barra 1 - Canale 3

(Amplificatore Silena Mod. 7611/L - Id. (ch 3): Shaping Time = 3 μ s; Gain = 1000 - 2.22)

Misure eseguite a Bologna prima dei test al CERN

(15 m di cavo coax fra preamp e amp terminato su 50 Ω)

Misura con Pulse Generator: [B1ch3003PG.prn]

Input	1	2	5	10
Peak Centroid	63.85	110.68	253.43	488.90
FWHM	6.84	6.60	6.60	6.71

Ch = 16.54 + 47.26 In
Offset = 16.54 Ch
<FWHM> = 6.69 Ch

Misura con sorgente di ²⁴¹Am: [b1ch3005.prn]

Centroid @ 59.5 keV = 64.29 - (16.54) = 47.75 Ch

FWHM = 7.95 Ch

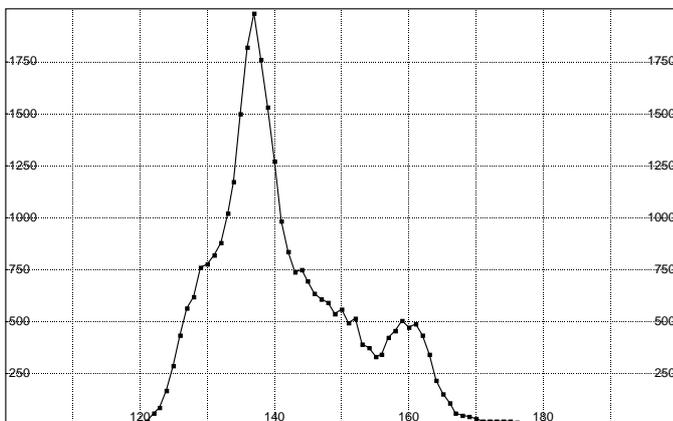
e⁻/ch = 16400/47.75 = 343.46

Noise (P.G.) = FWHM * e⁻/ch / 2.35 = 6.69 * 343.46 / 2.35 = 978 e⁻_{rms}

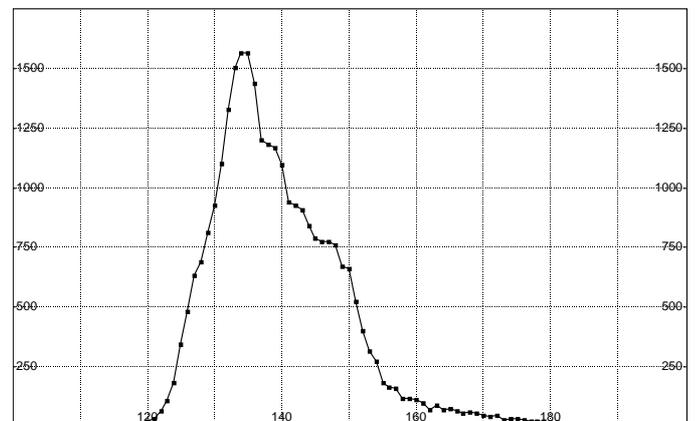
Noise (²⁴¹Am) = FWHM * e⁻/ch / 2.35 = 7.95 * 343.46 / 2.35 = 1162 e⁻_{rms}

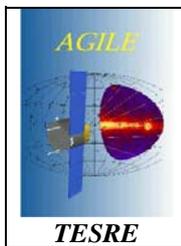
Misure acquisite con ²²Na collimato a diverse distanze dal PD

Spettro ²²Na a 6 cm dal PD [b1006]



Spettro ²²Na a 15 cm dal PD [b1007]





MINICALORIMETRO PER LA MISSIONE AGILE
PROVE PRELIMINARI

Ref# RI n. 278

Issue:
Date:
page: 54/75

Nella tabella seguente è riportato il canale del centroide del fotopicco a 1275 keV e l'uscita luce in funzione della posizione di interazione lungo la barra:

Distanza dal PD Ch 3 (cm)	Centroide (canali)	Uscita luce e ⁻ /keV
35	33.75	4.58
30	35.81	5.13
25	38.50	5.85
20	42.55	6.93
15	46.84	8.07
10	53.26	9.78
6	60.03	11.58

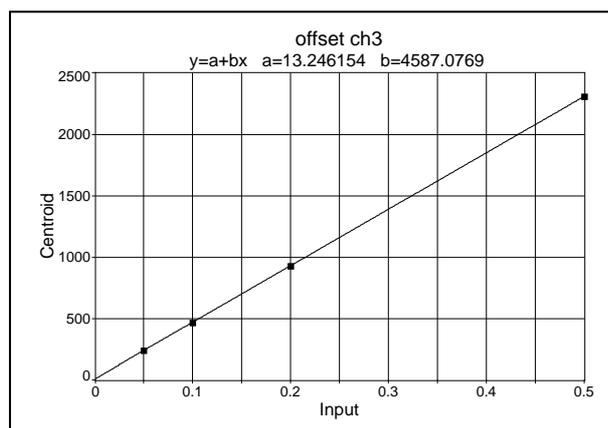
Misure eseguite al CERN

Nella tabella seguente sono riportati i valori dei 4 centroidi dell'impulsore calcolati dal fit e accanto la relazione lineare che ci permette di calcolare l'offset:

Input	0.05	0.1	0.2	0.5
Centroid	245	472	927	2308
FWHM	6.54	6.40	6.47	6.50

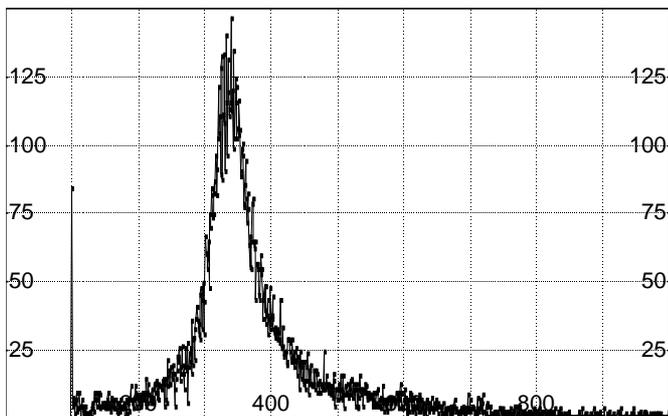
Offset = 13.25 Ch

Nota: Non era disponibile una sorgente di ²⁴¹Am e quindi non è stato possibile ripetere le calibrazioni fatte a Bologna.

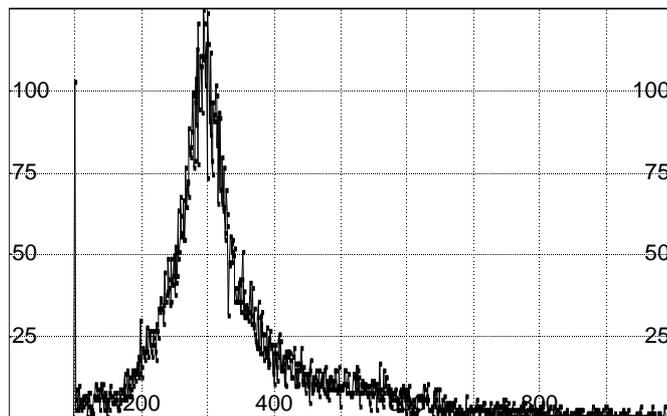


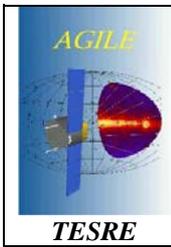
Calcolo del coefficiente d'attenuazione della luce

Spettro particelle a 11.2 cm dal fotodiiodo



Spettro particelle a 15.6 cm dal fotodiiodo





MINICALORIMETRO PER LA MISSIONE AGILE
PROVE PRELIMINARI

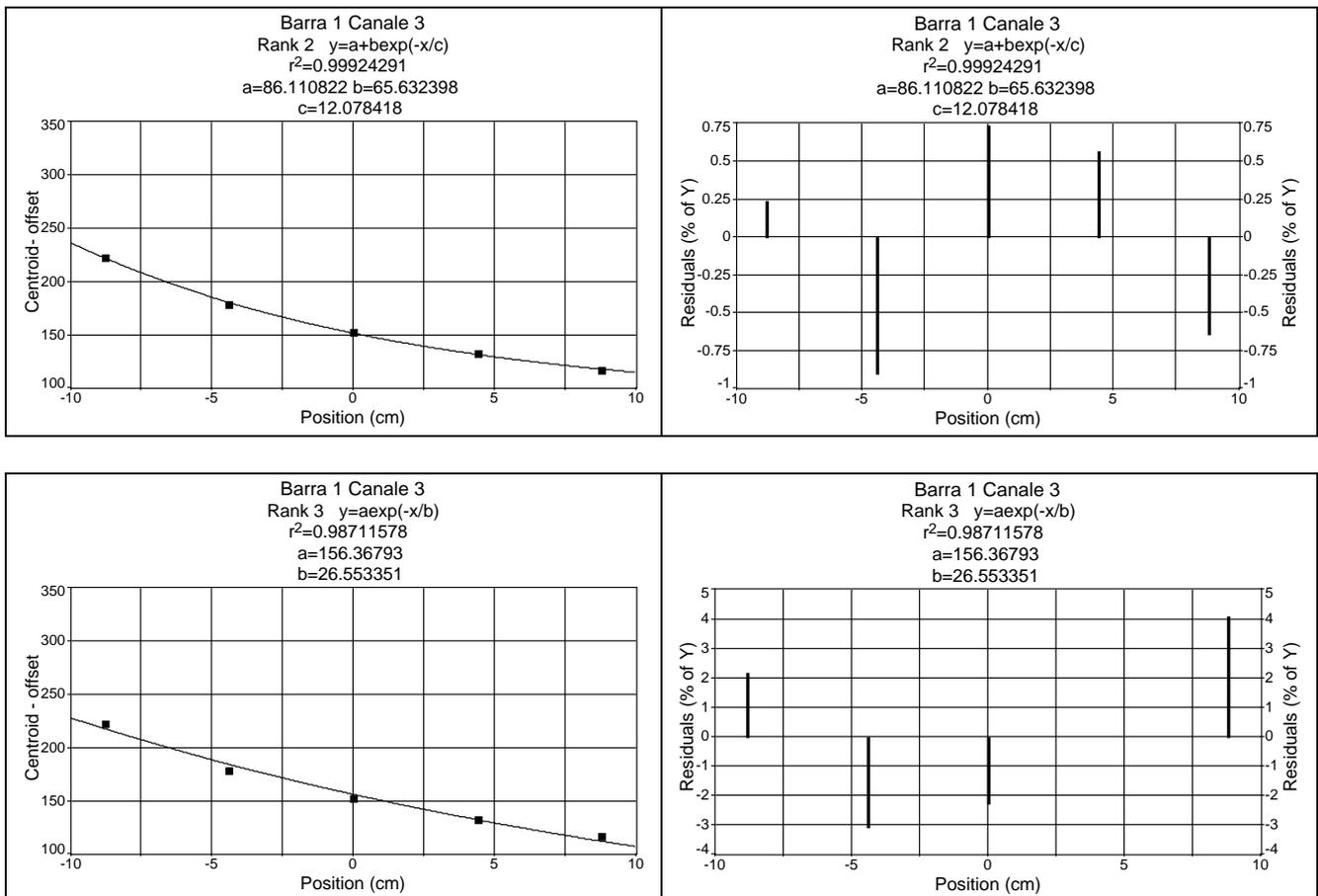
Ref# RI n. 278

Issue:
Date:
page: 55/75

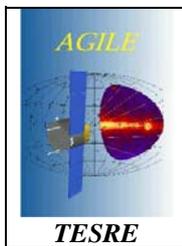
Nella tabella seguente è riportato il centroide in funzione della distanza dal fotodiode (lo zero della posizione corrisponde al centro della barra):

POSIZIONE (cm)	CENTROIDE-OFFSET (canali)
-8.8	222.62
-4.4	178.97
0.0	152.86
4.4	132.45
8.8	117.03

Nella figura sottostante è riportato il best fit con la funzione $y = a + b \exp(-x/c)$ e il fit con la funzione $y = a \exp(-x/b)$



FIT	Coefficiente d'attenuazione α in cm^{-1}
$y = a + b \exp(-x/c)$	$\alpha = 1/c = 0.083$
$y = a \exp(-x/b)$	$\alpha = 1/b = 0.038$



Barra 1 - Canale 4

(Amplificatore Silena Mod. 7611/L – Id. (ch 4): Shaping Time = 3 μ s; Gain = 1000 - 12.58)

Misure eseguite a Bologna prima dei test al CERN

(15 m di cavo coax fra preamp e amp terminato su 50 Ω)

Misure con Pulse Generator: [b1ch4003.prn]

Input	1	2	5	10
Peak Centroid	47.3	97.6	250.4	502.2
FWHM	10.44	10.47	10.25	9.95

Ch = -3.14 + 50.56 In
Offset = -3.14 Ch
<FWHM> = 10.28 Ch

Misura con sorgente di ^{241}Am : [b1ch4004.prn]

Centroid @ 59.5 keV = 46.4 - (-3.14) = 49.54 Ch

FWHM = 9.8 Ch

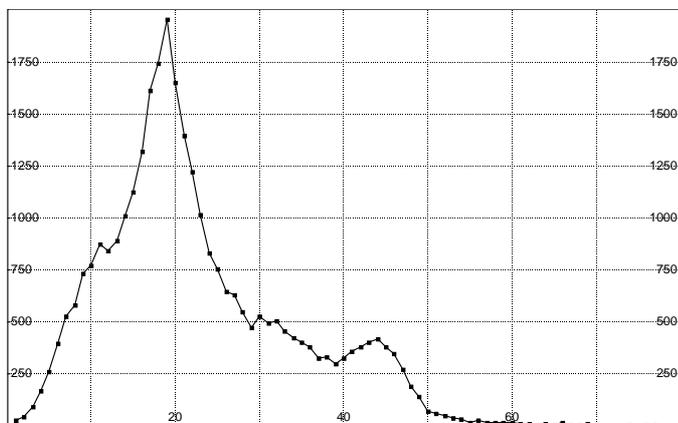
$e^-/\text{ch} = 16400/49.54 = 331.05$

Noise (P.G.) = FWHM * e^-/ch / 2.35 = 10.28*331.05/ 2.35 = 1448.17 e^-_{rms}

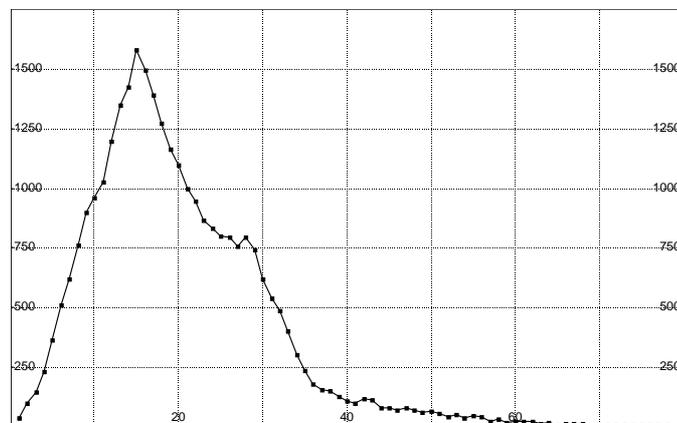
Noise (^{241}Am) = FWHM * e^-/ch / 2.35 = 9.80*331.05/ 2.35 = 1380.55 e^-_{rms}

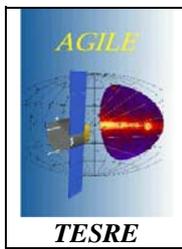
Misure acquisite con ^{22}Na collimato a diverse distanze dal PD

Spettro ^{22}Na a 5 cm. dal PD [b1001]



Spettro ^{22}Na a 15 cm. dal PD [b1003]





MINICALORIMETRO PER LA MISSIONE AGILE
PROVE PRELIMINARI

Ref# RI n. 278

Issue:
Date:
page: 57/75

Nella tabella seguente è riportato il canale del centroide del fotopicco a 1275 keV e l'uscita luce in funzione della posizione di interazione lungo la barra:

Distanza dal PD Ch 4 (cm)	Centroide (canali)	Uscita luce (e ⁻ /keV)
5	43.86	12.07
10	33.64	9.44
15	27.35	7.83
20	23.55	6.85
25	20.10	5.97
30	16.61	5.07
34	14.69	4.58

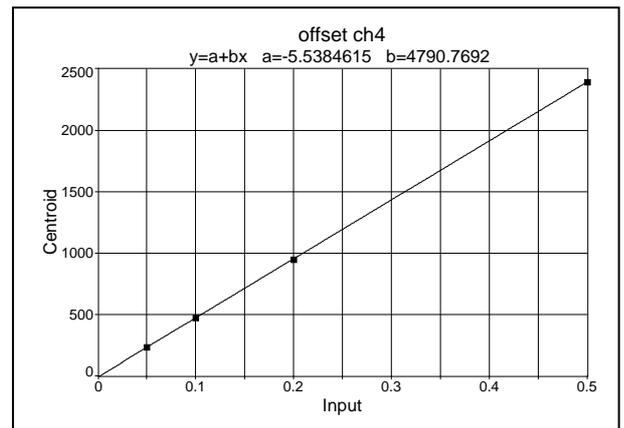
Misure eseguite al CERN

Nella tabella seguente sono riportati i valori dei 4 centroidi dell'impulsore calcolati dal fit e accanto la relazione lineare che ci permette di calcolare l'offset:

Input	0.05	0.1	0.2	0.5
Centroid	236	474	949	2391
FWHM	7.62	7.55	7.07	7.72

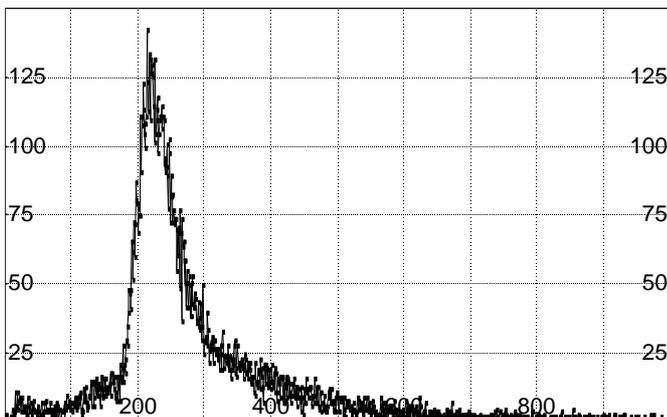
Offset = -5.54 Ch

Nota: Non era disponibile una sorgente di ²⁴¹Am e quindi non è stato possibile ripetere le calibrazioni fatte a Bologna.

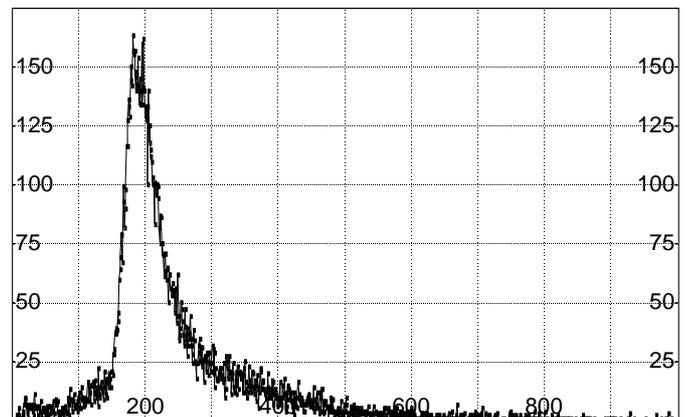


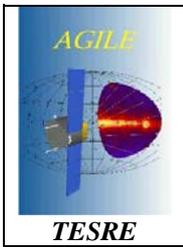
Calcolo del coefficiente d'attenuazione della luce

Spettro particelle a 11.2 cm dal fotodiode



Spettro particelle a 15.6 cm dal fotodiode





MINICALORIMETRO PER LA MISSIONE AGILE
PROVE PRELIMINARI

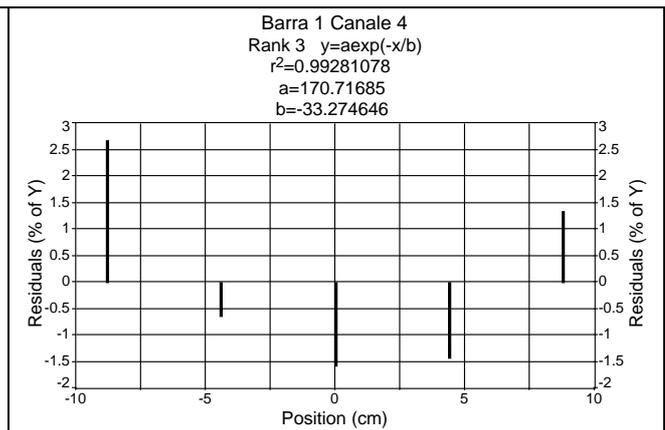
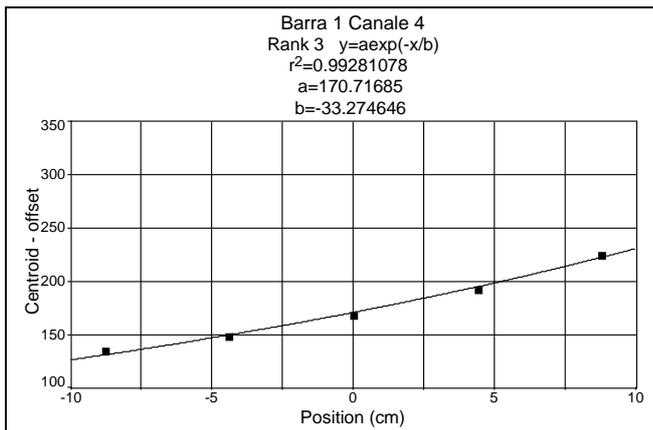
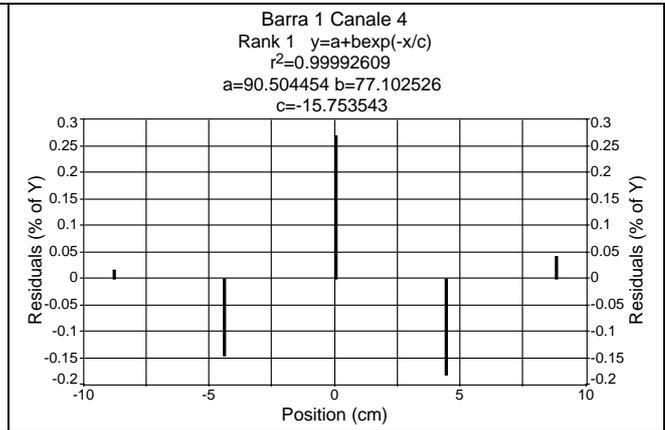
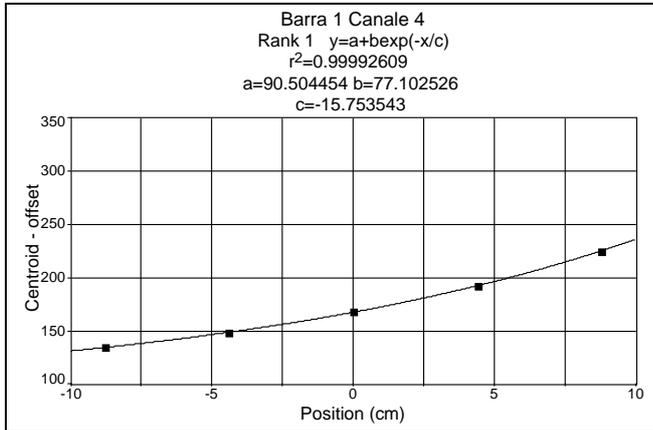
Ref# RI n. 278

Issue:
Date:
page: 58/75

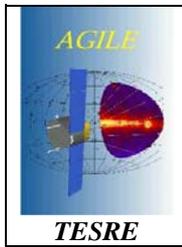
Nella tabella seguente è riportato il centroide in funzione della distanza dal fotodiode (lo zero della posizione corrisponde al centro della barra):

POSIZIONE (cm)	CENTROID-OFFSET (canali)
-8.8	134.63
-4.4	148.60
0.0	168.06
4.4	192.10
8.8	225.39

Nella figura sottostante è riportato il best fit con la funzione $y = a + b \exp(-x/c)$ e il fit con la funzione $y = a \exp(-x/b)$



FIT	Coefficiente d'attenuazione α in cm^{-1}
$y = a + b \exp(-x/c)$	$\alpha = 1/c = 0.063$
$y = a \exp(-x/b)$	$\alpha = 1/b = 0.03$



Barra 2 - Canale 1

(Amplificatore Silena Mod. 7611/L – Id. (ch 1): Shaping Time = 3 μ s; Gain = 1000 - 7.00)

Misure eseguite a Bologna prima dei test al CERN

(15 m di cavo coax fra preamp e amp terminato su 50 Ω)

Misure con Pulse Generator: [b2ch1003.prn]

Input	1	2	5	10
Peak Centroid	49.02	96.38	241.73	481.25
FWHM	6.10	5.62	5.72	5.66

$$\text{Ch} = 0.67 + 48.07 \text{ In}$$

$$\text{Offset} = 0.67 \text{ Ch}$$

$$\langle \text{FWHM} \rangle = 5.78 \text{ Ch}$$

Per la barra 2 non sono state acquisite le misure con la sorgente di ^{241}Am prima dei test al CERN. Tenuto conto che nelle calibrazioni della barra 1 il picco più basso dell'impulsore è stato scelto in modo da iniettare la carica corrispondente ai 59.5 keV del ^{241}Am , si è considerato il canale del centroide del primo picco dell'impulsore corrispondente a 16400 e^- .

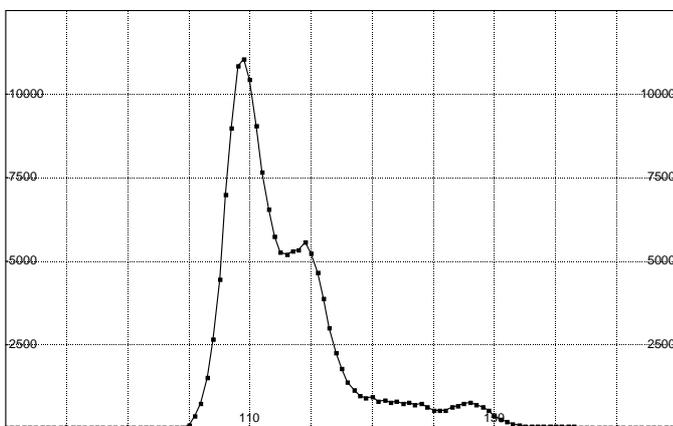
Centroide del I picco dell'impulsore = $49.02 - (0.67) = 48.35 \text{ Ch}$

$e^-/\text{ch} = 16400/48.35 = 339.19$

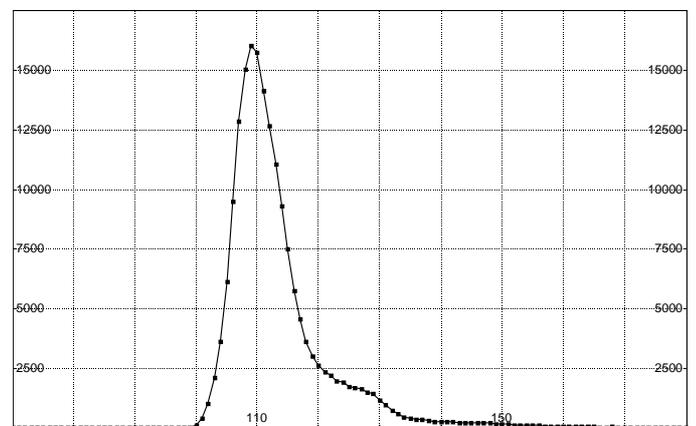
Noise (P.G.) = $\text{FWHM} * e^-/\text{ch} / 2.35 = 5.78 * 339.19 / 2.35 = 834 e^-_{\text{rms}}$

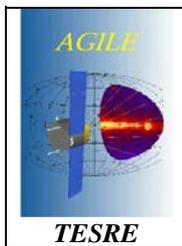
Misure acquisite con ^{22}Na collimato a diverse distanze dal PD

Spettro ^{22}Na a 6 cm. dal PD [b2007]



Spettro ^{22}Na a 15 cm. dal PD [b2005]





MINICALORIMETRO PER LA MISSIONE AGILE
PROVE PRELIMINARI

Ref# RI n. 278

Issue:
Date:
page: 60/75

Nella tabella seguente è riportato il canale del centroide del fotopicco a 1275 keV e l'uscita luce in funzione della posizione di interazione lungo la barra:

Distanza dal PD Ch 1 (cm)	Centroide (canali)	Uscita luce (e ⁻ /keV)
5	13.72	3.43
10	13.80	3.45
15	15.90	4.01
20	24.16	6.18
25	27.35	7.02
30	34.35	8.86
34	46.04	11.94

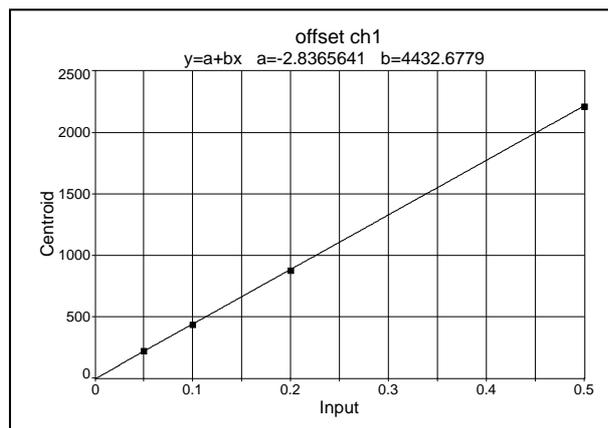
Misure eseguite al CERN

Nella tabella seguente sono riportati i valori dei 4 centroidi dell'impulsore calcolati dal fit e accanto la relazione lineare che ci permette di calcolare l'offset:

Input	0.05	0.1	0.2	0.5
Centroid	222	440	880	2215
FWHM	6.78	6.48	6.25	6.34

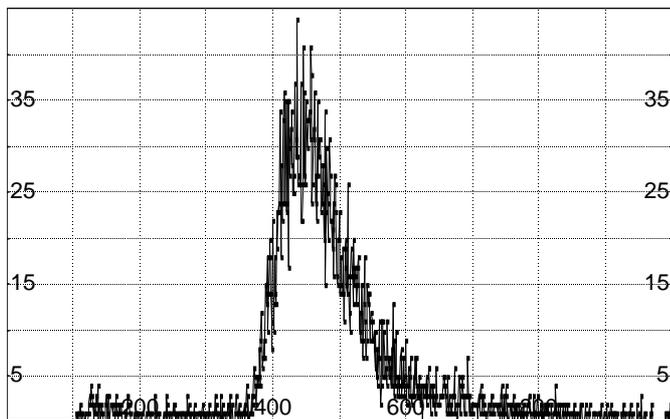
Offset = -2.84 Ch

Nota: Non era disponibile una sorgente di ²⁴¹Am e quindi non è stato possibile ripetere le calibrazioni fatte a Bologna.

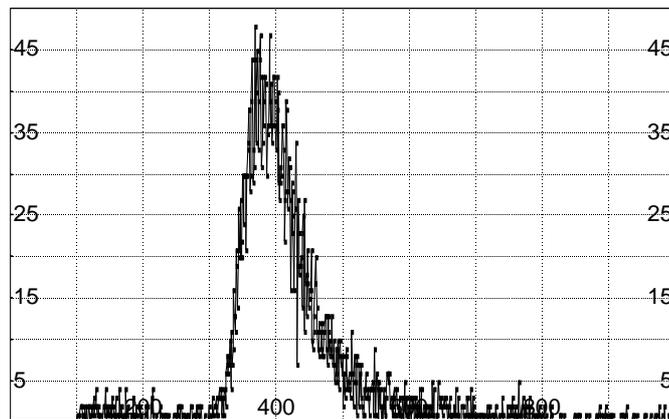


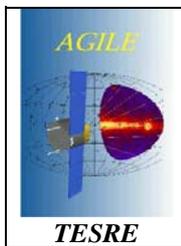
Calcolo del coefficiente d'attenuazione della luce

Spettro particelle a 3.2 cm dal fotodiode



Spettro particelle a 6.0 cm dal fotodiode





MINICALORIMETRO PER LA MISSIONE AGILE
PROVE PRELIMINARI

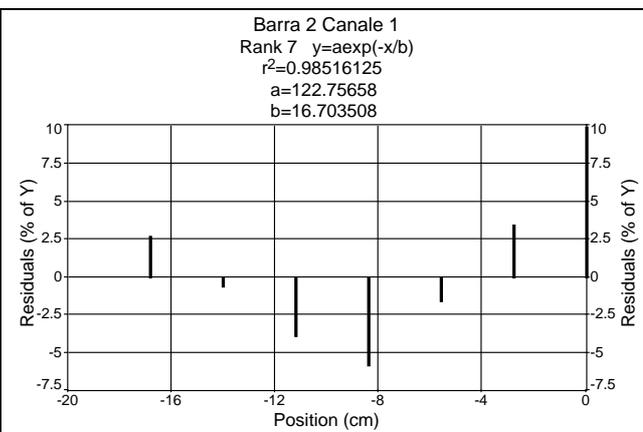
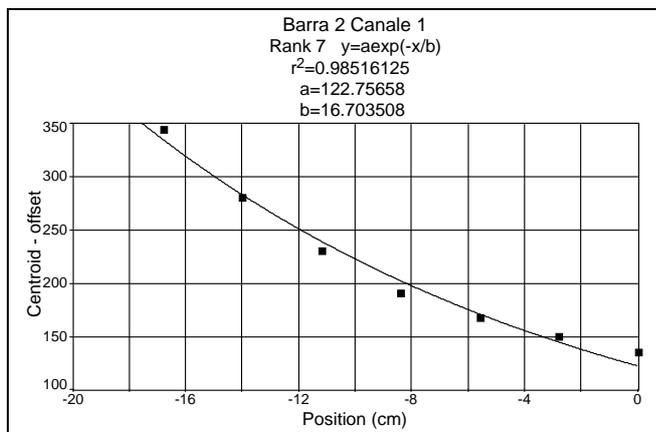
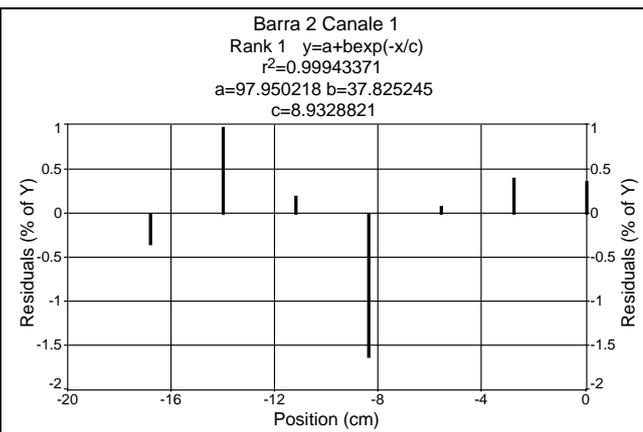
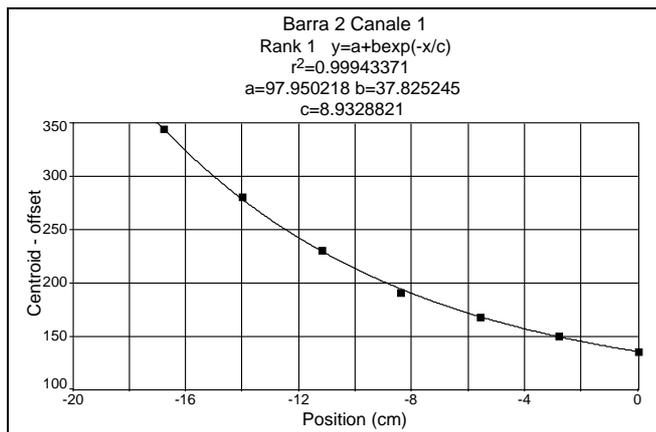
Ref# RI n. 278

Issue:
Date:
page: 61/75

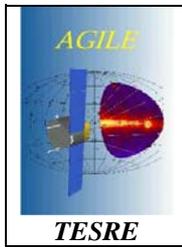
Nella tabella seguente è riportato il centroide in funzione della distanza dal fotodiode (lo zero della posizione corrisponde al centro della barra):

POSIZIONE (cm)	CENTROIDE-OFFSET (canali)
-16.8	344.77
-14.0	281.99
-11.2	230.92
-8.4	191.68
-5.6	168.87
-2.8	150.30
0.0	136.26

Nella figura è riportato il best fit con la funzione $y = a + b \exp(-x/c)$ e il fit con la funzione $y = a \exp(-x/b)$



FIT	Coefficiente d'attenuazione α in cm^{-1}
$y = a + b \exp(-x/c)$	$\alpha = 1/c = 0.112$
$y = a \exp(-x/b)$	$\alpha = 1/b = 0.06$



Barra 2 - Canale 2

(Amplificatore Silena Mod. 7611/L - Id. (ch 2): Shaping Time = 3 μ s; Gain = 1000 - 7.30)

Misure eseguite a Bologna prima dei test al CERN

(15 m di cavo coax fra preamp e amp terminato su 50 Ω)

Misure con Pulse Generator: [B2ch2002PG.prn]

Input	1	2	5	10
Peak Centroid	44.4	93.1	242.39	488.85
FWHM	7.80	7.78	7.53	7.47

$$\text{Ch} = -5.49 + 49.46 \text{ In}$$

$$\text{Offset} = -5.49 \text{ Ch}$$

$$\langle \text{FWHM} \rangle = 7.65 \text{ Ch}$$

Per la barra 2 non sono state acquisite le misure con la sorgente di ^{241}Am prima dei test al CERN. Tenuto conto che nelle calibrazioni della barra 1 il picco più basso dell'impulsore è stato scelto in modo da iniettare la carica corrispondente ai 59.5 keV del ^{241}Am , si è considerato il canale del centroide del primo picco dell'impulsore corrispondente a 16400 e^- .

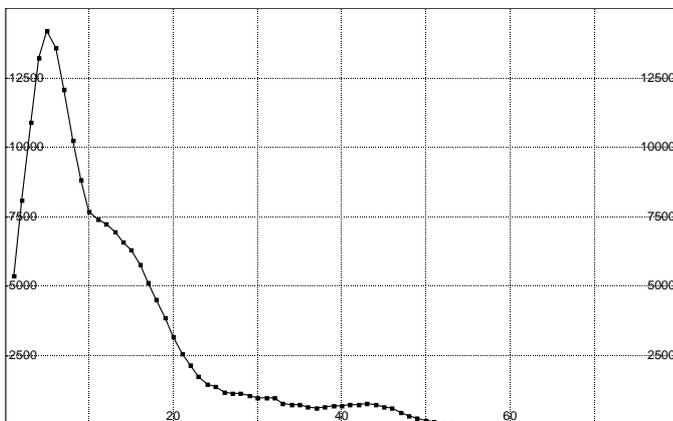
$$\text{Centroide del I picco dell'impulsore} = 44.04 - (-5.49) = 49.53 \text{ Ch}$$

$$e^-/\text{ch} = 16400/49.53 = 331.11$$

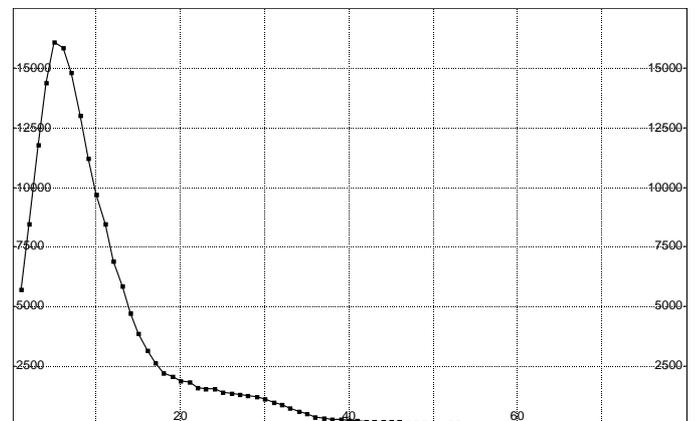
$$\text{Noise (P.G.)} = \text{FWHM} * (e^-/\text{ch}) / 2.35 = 7.65 * 331.11 / 2.35 = 1078 e^-_{\text{rms}}$$

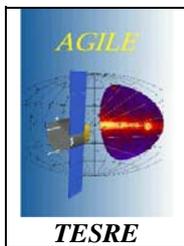
Misure acquisite con ^{22}Na collimato a diverse distanze dal PD

Spettro ^{22}Na a 5 cm. dal PD [B2001]



Spettro ^{22}Na a 15 cm. dal PD [B2003]





MINICALORIMETRO PER LA MISSIONE AGILE
PROVE PRELIMINARI

Ref# RI n. 278

Issue:
Date:
page: 63/75

Nella tabella seguente è riportato il canale del centroide del fotopicco a 1275 keV e l'uscita luce in funzione della posizione di interazione lungo la barra:

Distanza dal PD Ch 2 (cm)	Centroide (canali)	Uscita luce (e ⁻ /keV)
5	44.17	12.75
10	35.84	10.61
15	29.67	9.03
20	23.79	7.52
25	16.99	5.77
30	13.29	4.82
34	12.41	4.60

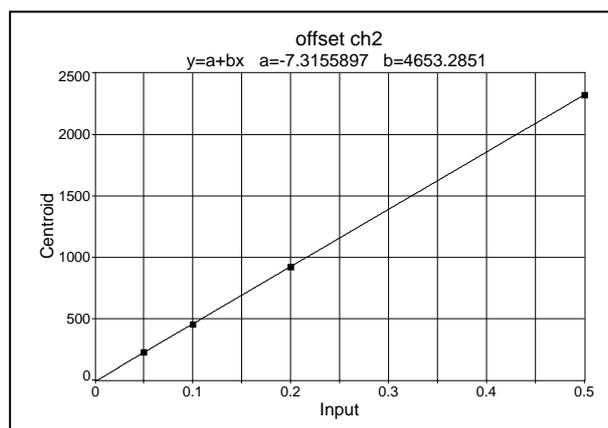
Misure eseguite al CERN

Nella tabella seguente sono riportati i valori dei 4 centroidi dell'impulsore calcolati dal fit e accanto la relazione lineare che ci permette di calcolare l'offset:

Input	0.05	0.1	0.2	0.5
Centroid	228	458	920	2320
FWHM	7.16	7.00	7.34	7.27

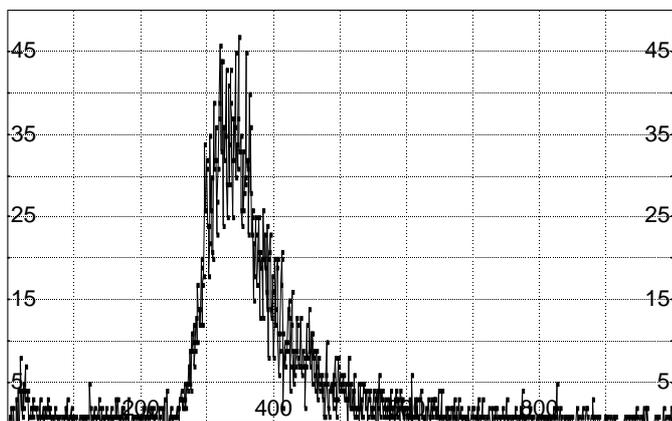
Offset = -7.32

Nota: Non era disponibile una sorgente di ²⁴¹Am e quindi non è stato possibile ripetere le calibrazioni fatte a Bologna.

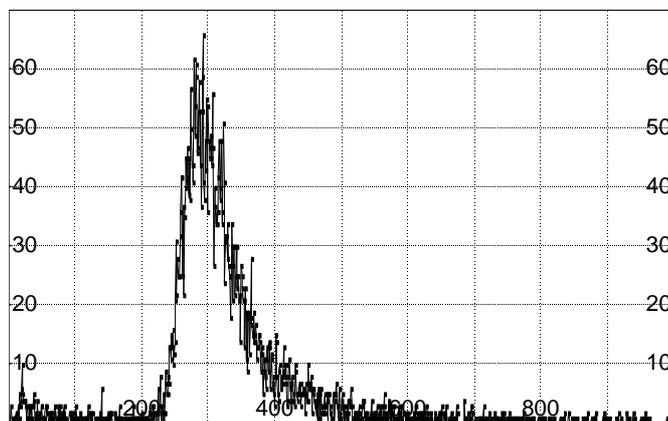


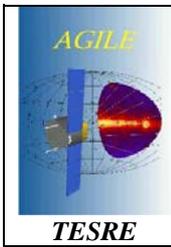
Calcolo del coefficiente d'attenuazione della luce

Spettro particelle a 3.2 cm dal fotodiodo



Spettro particelle a 6 cm dal fotodiodo





MINICALORIMETRO PER LA MISSIONE AGILE
PROVE PRELIMINARI

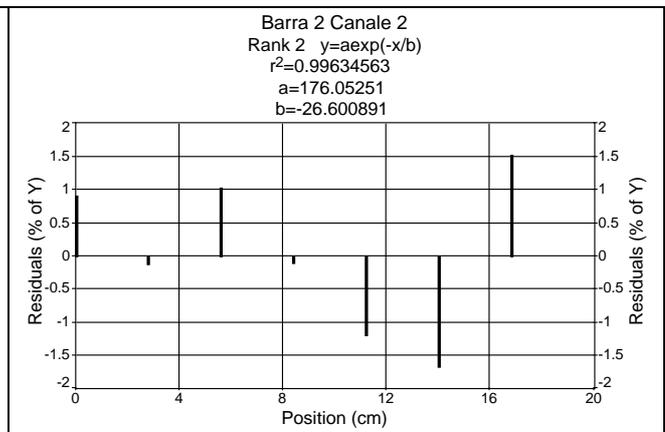
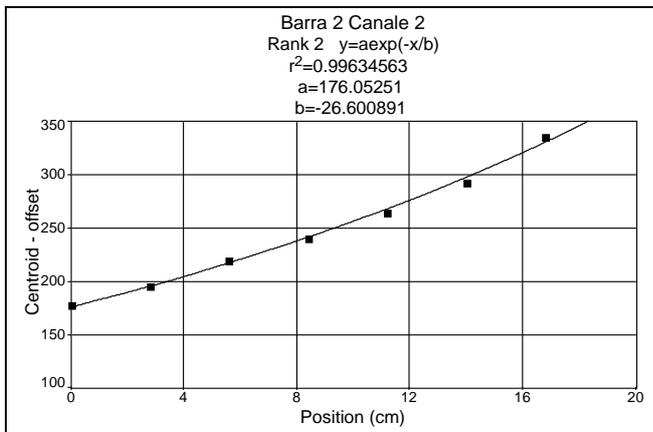
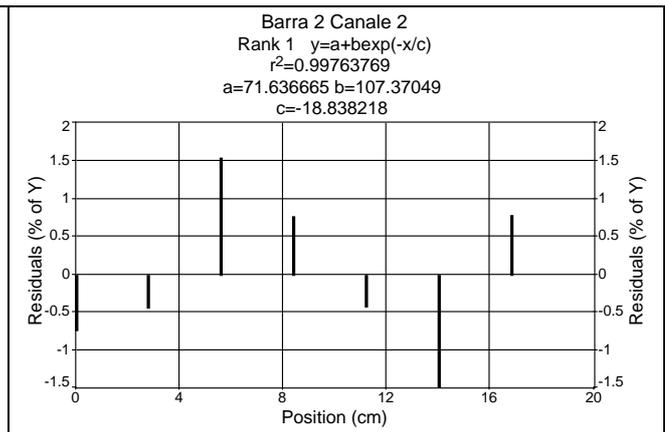
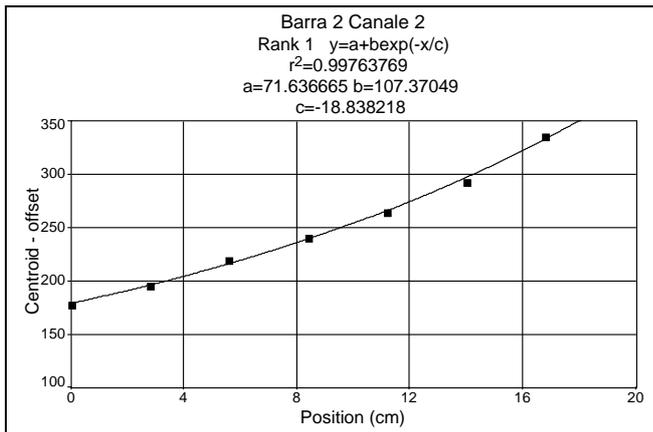
Ref# RI n. 278

Issue:
Date:
page: 64/75

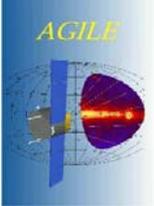
Nella tabella seguente è riportata la distanza dal fotodiode e il centroide (lo zero della posizione corrisponde al centro della barra):

POSIZIONE (cm)	CENTROID-OFFSET (canali)
16.8	336.15
14.0	293.04
11.2	265.04
8.4	241.15
5.6	219.53
2.8	195.33
0.0	177.67

Nella figura è riportato il best fit con la funzione $y = a + b \exp(-x/c)$ e il fit con la funzione $y = a \exp(-x/b)$



FIT	Coefficiente d'attenuazione α in cm^{-1}
$y = a + b \exp(-x/c)$	$\alpha = 1/c = 0.053$
$y = a \exp(-x/b)$	$\alpha = 1/b = 0.038$

 <p>AGILE TESRE</p>	<p>MINICALORIMETRO PER LA MISSIONE AGILE PROVE PRELIMINARI</p>	<p>Ref# RI n. 278</p> <p>Issue: Date: page: 65/75</p>
---	--	--

APPENDICE E

Nelle seguenti figure vengono riportati i risultati della ricostruzione in posizione relativa alle misure eseguite al Cern irraggiando il centro della barra 1 con particelle (e^- , μ , π) di momento rispettivamente di 1 GeV/c e 500 MeV/c, utilizzando il sistema d'acquisizione CAMAC di Trieste.

Algoritmo 1

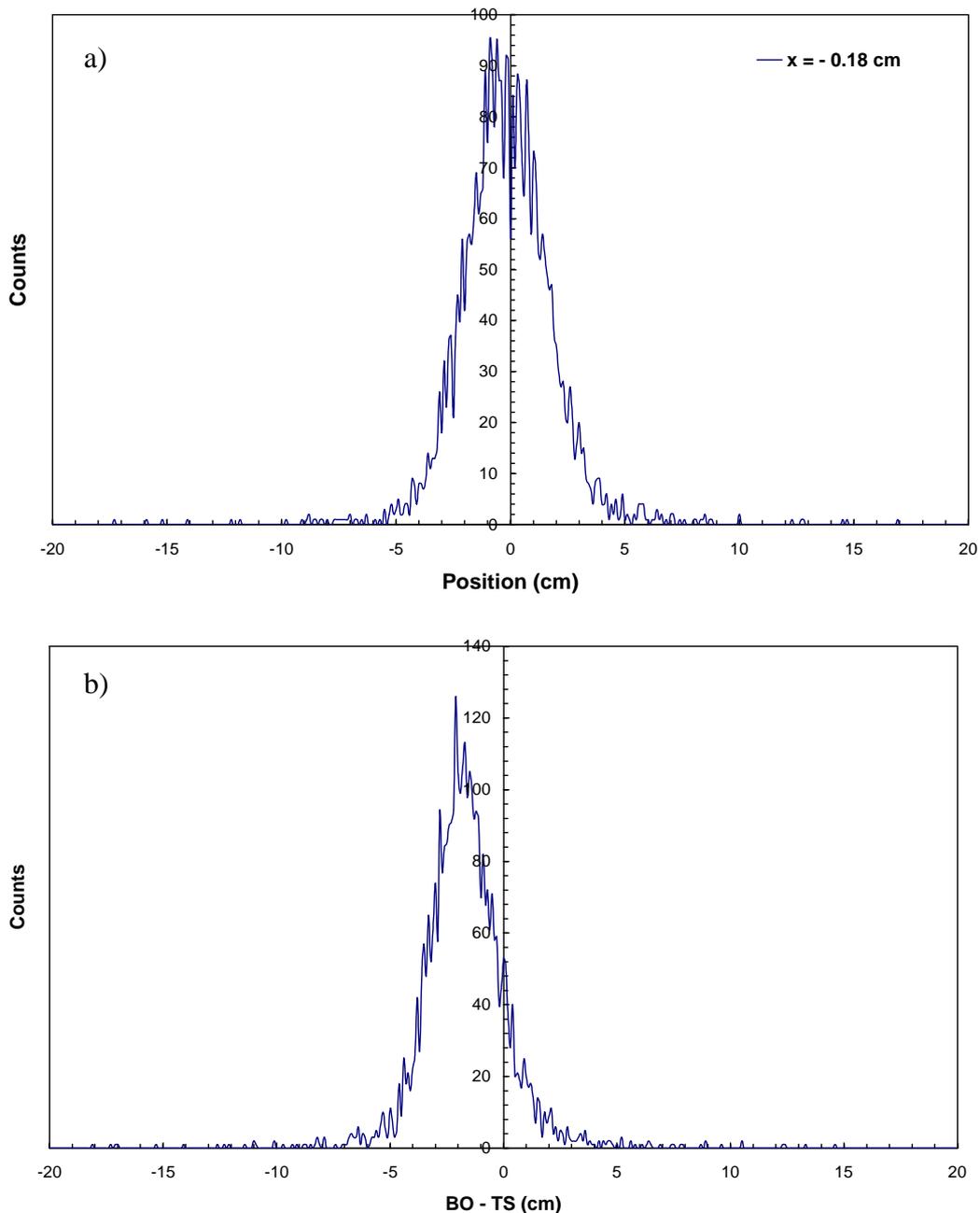


Figura 1a Posizione ricostruita dell'interazione con particelle di 1 GeV/c; è riportata la posizione media della distribuzione. **1b** Scarto tra la posizione estrapolata e quella calcolata.

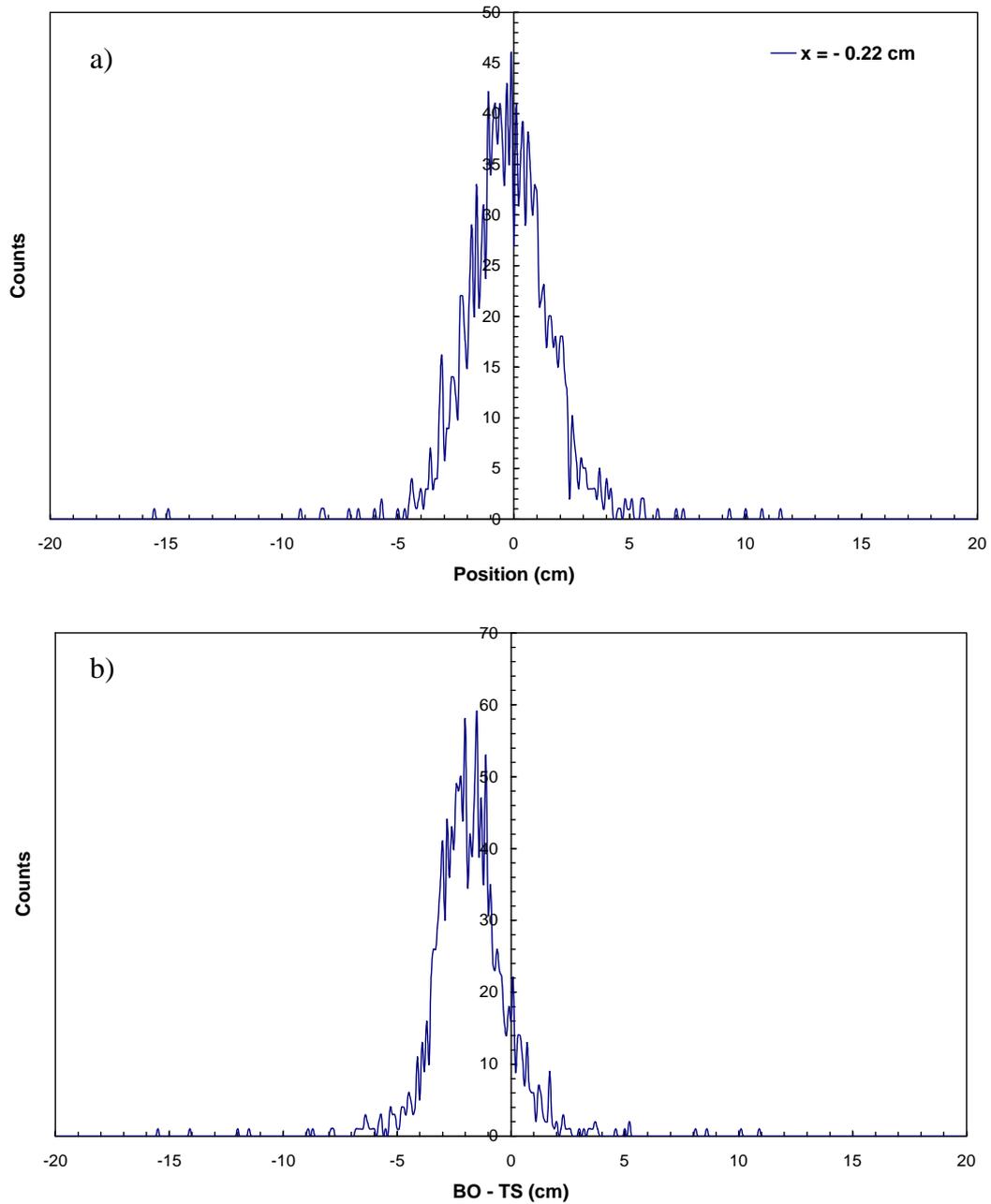


Figura 2a Posizione ricostruita dell'interazione con particelle di 500 MeV/c; è riportata la posizione media della distribuzione. **2b** Scarto tra la posizione estrapolata e quella calcolata.

Algoritmo 2

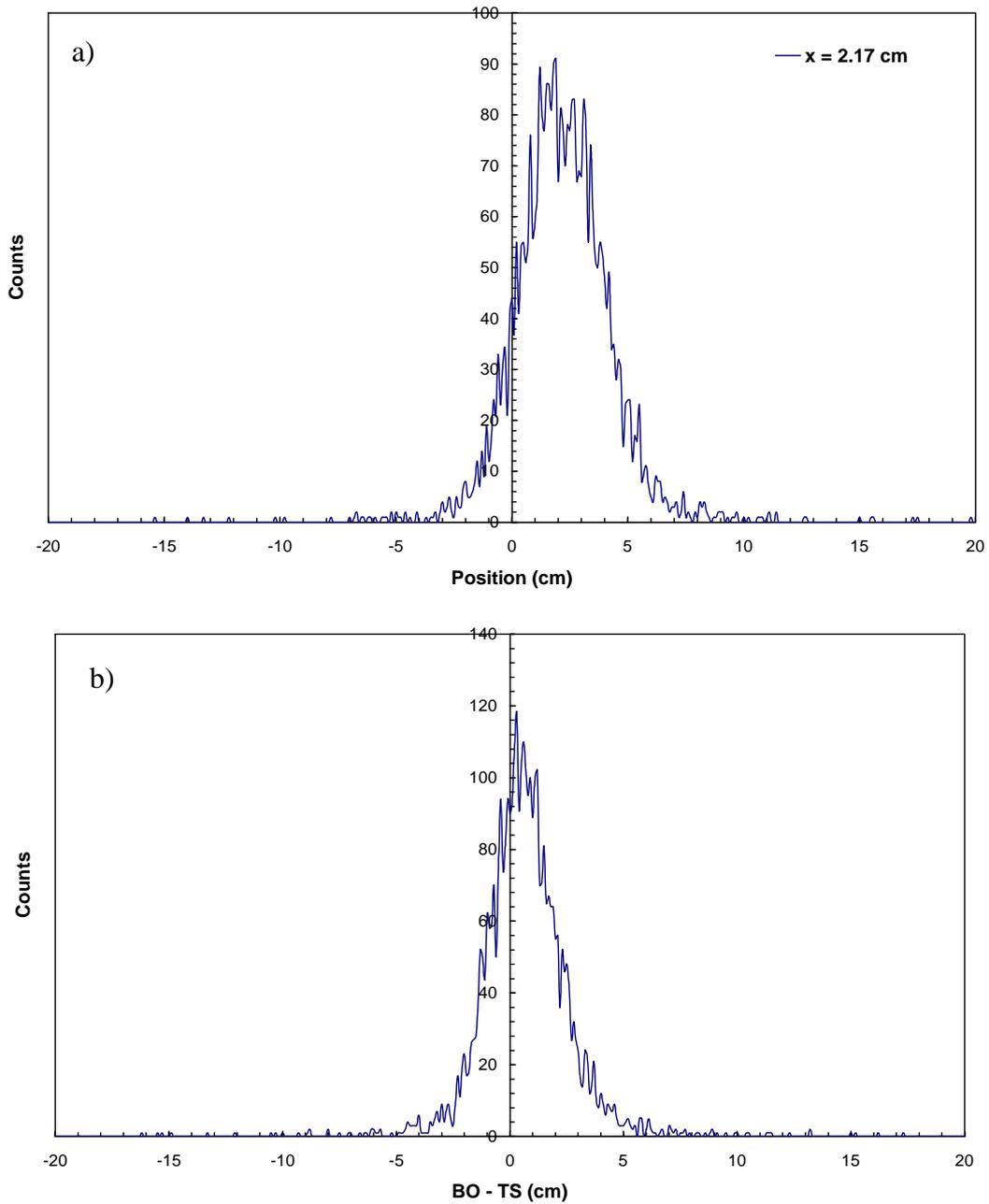


Figura 3a Posizione ricostruita dell'interazione con particelle di 1 GeV/c; è riportata la posizione media della distribuzione. **3b** Scarto tra la posizione estrapolata e quella calcolata.

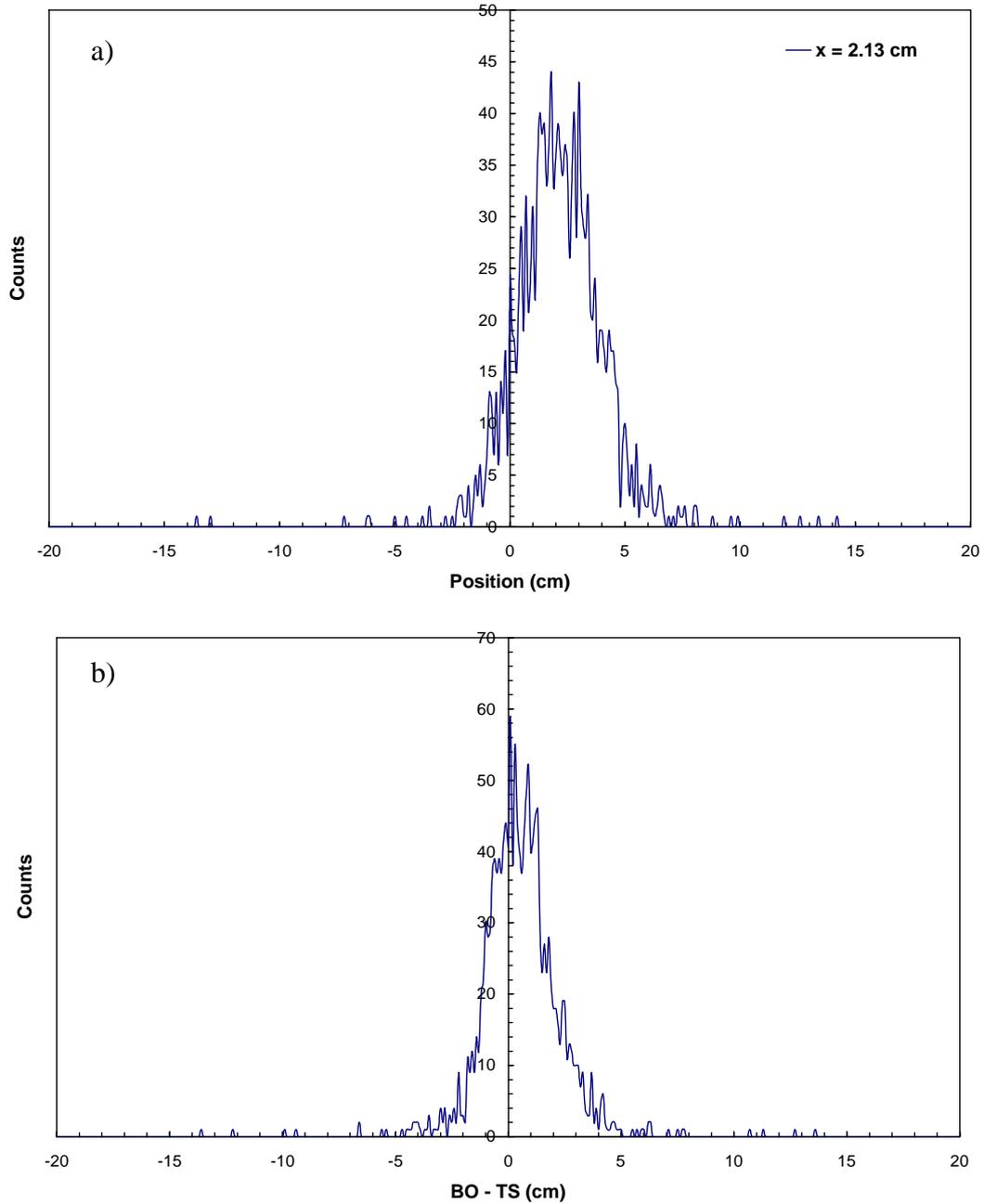
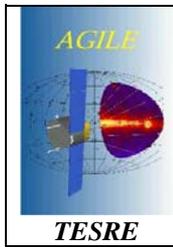


Figura 4a Posizione ricostruita dell'interazione con particelle di 500 MeV/c; è riportata la posizione media della distribuzione. **4b** Scarto tra la posizione estrapolata e quella calcolata.



Algoritmo 3

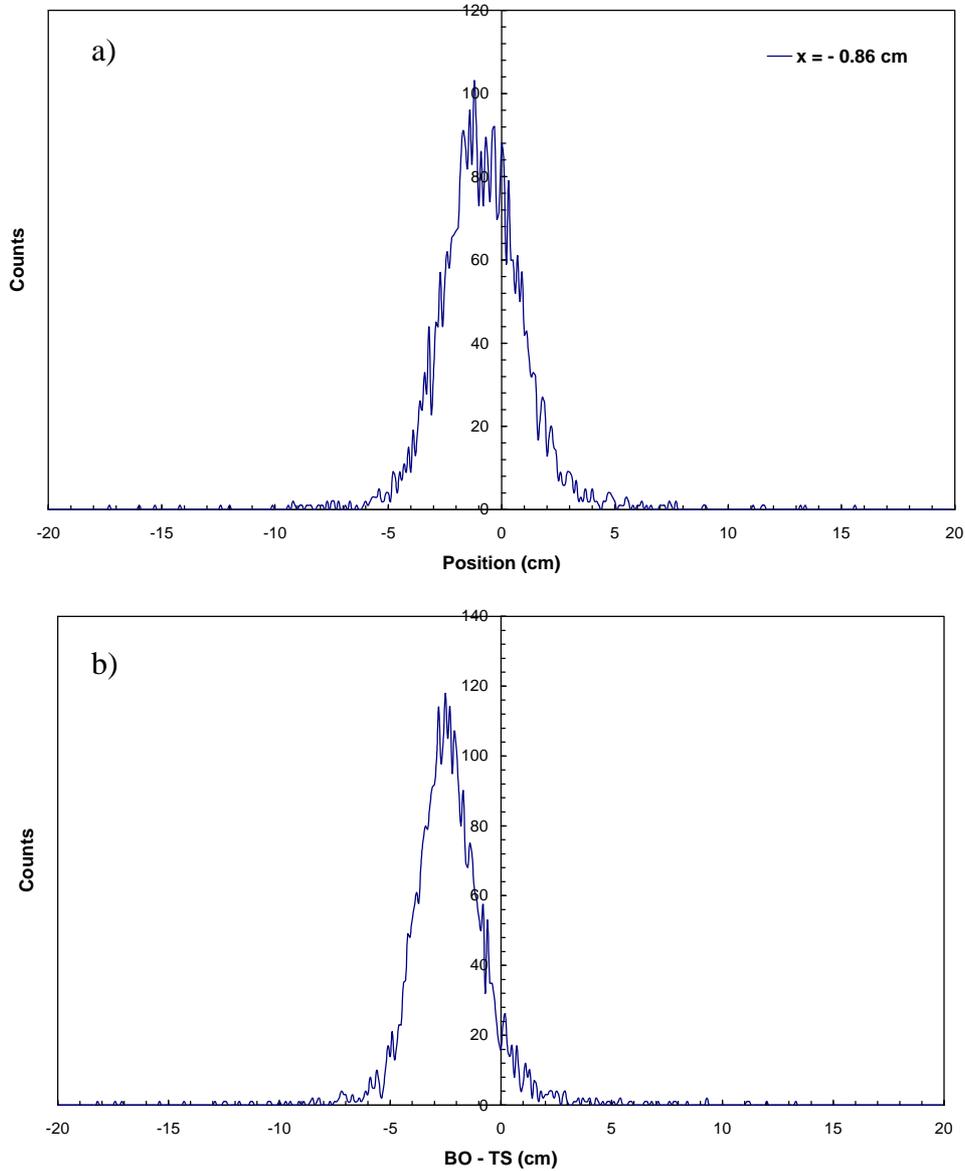


Figura 5a Posizione ricostruita dell'interazione con particelle di 1 GeV/c; è riportata la posizione media della distribuzione. **5b** Scarto tra la posizione estrapolata e quella calcolata.

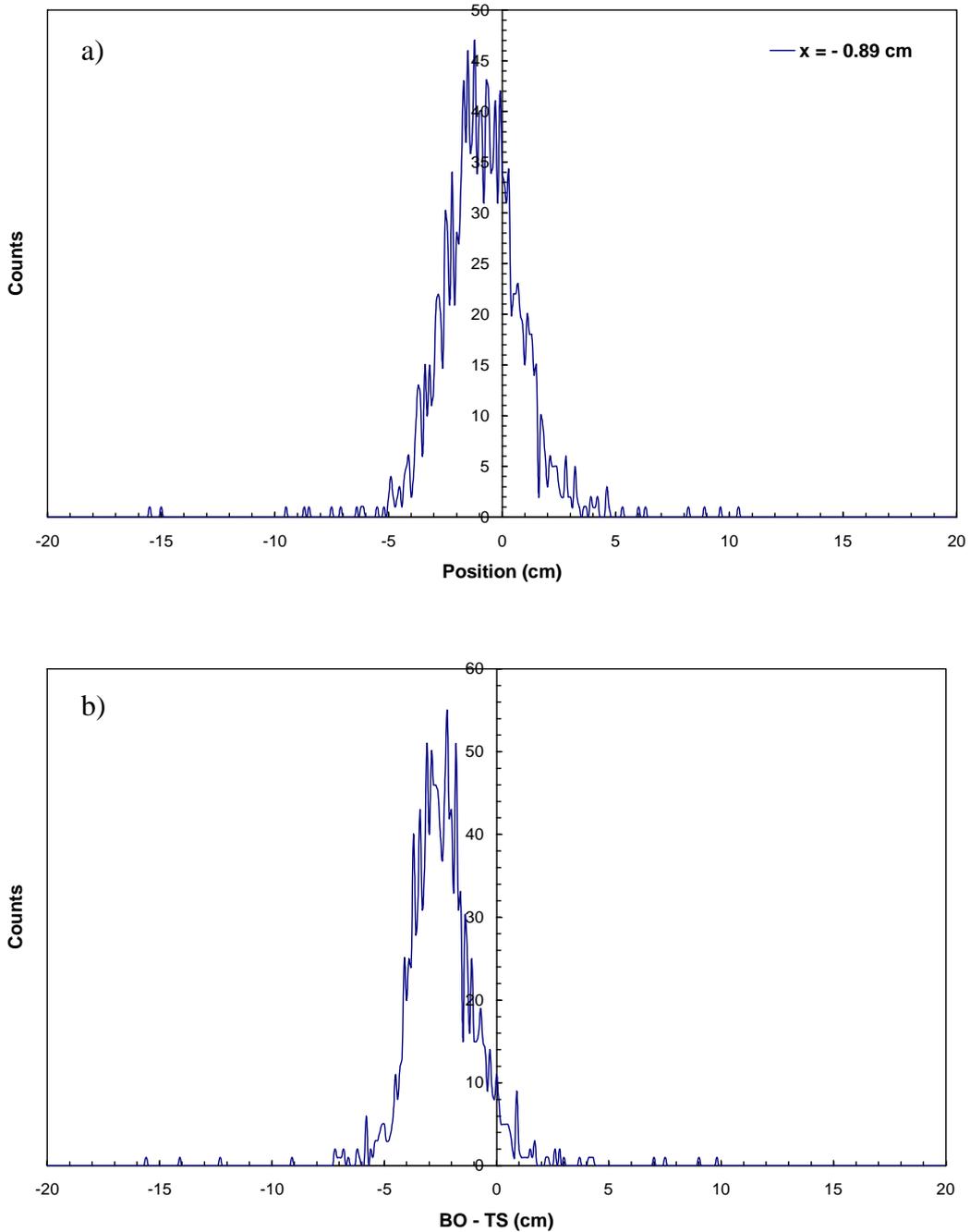
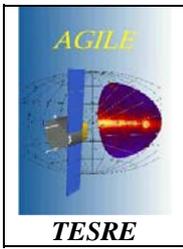


Figura 6a Posizione ricostruita dell'interazione con particelle di 500 MeV/c; è riportata la posizione media della distribuzione. **6b** Scarto tra la posizione estrapolata e quella calcolata.

Nelle seguenti figure sono riportati gli spettri relativi a diverse configurazioni delle barre sperimentate durante i test effettuati al CERN.

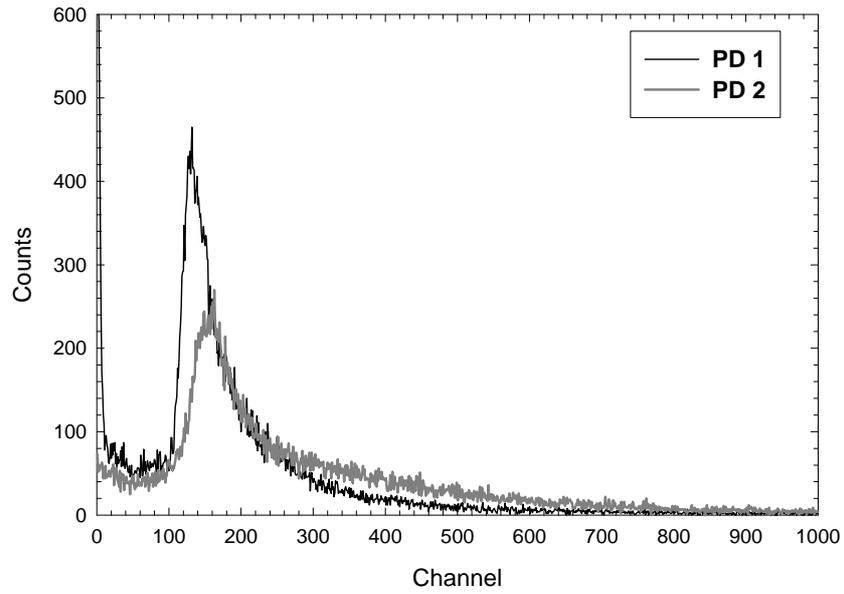


MINICALORIMETRO PER LA MISSIONE AGILE
PROVE PRELIMINARI

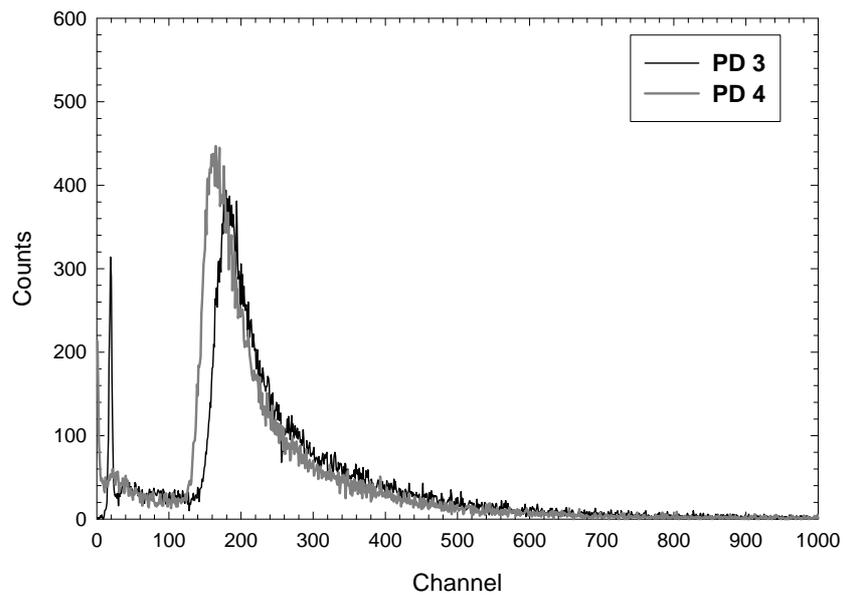
Ref# RI n. 278

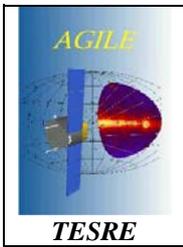
Issue:
Date:
page: 71/75

Barre 1 e 2 incrociate distanziate di 19.8 mm



Barre 1 e 2 incrociate distanziate di 19.8 mm



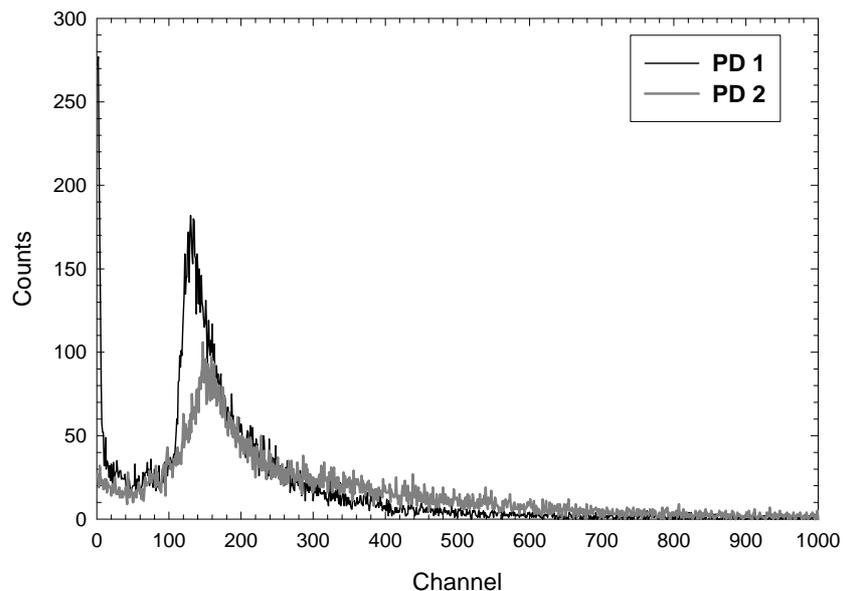


MINICALORIMETRO PER LA MISSIONE AGILE
PROVE PRELIMINARI

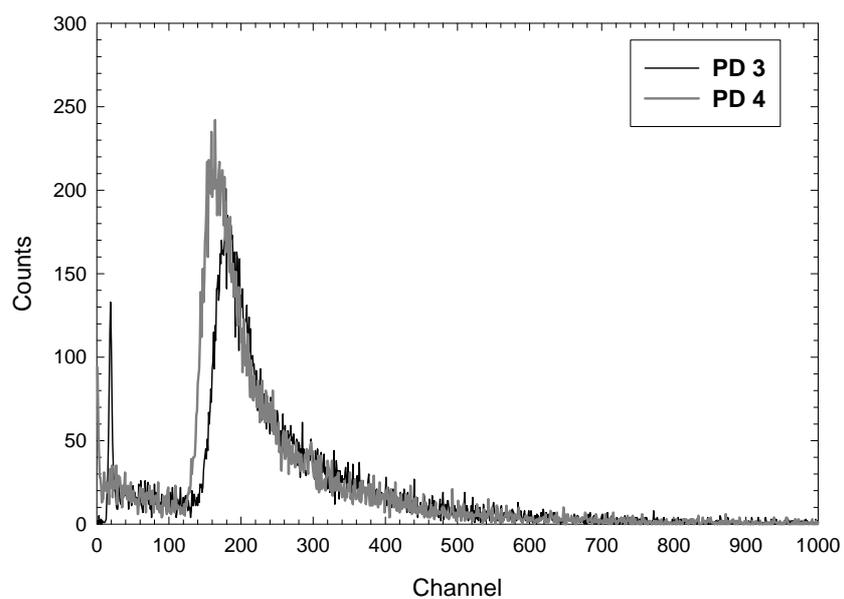
Ref# RI n. 278

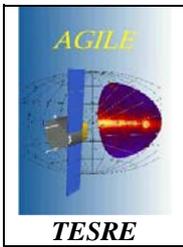
Issue:
Date:
page: 72/75

Barre 1 e 2 incrociate distanziate di 5 mm



Barre 1 e 2 incrociate distanziate di 5 mm



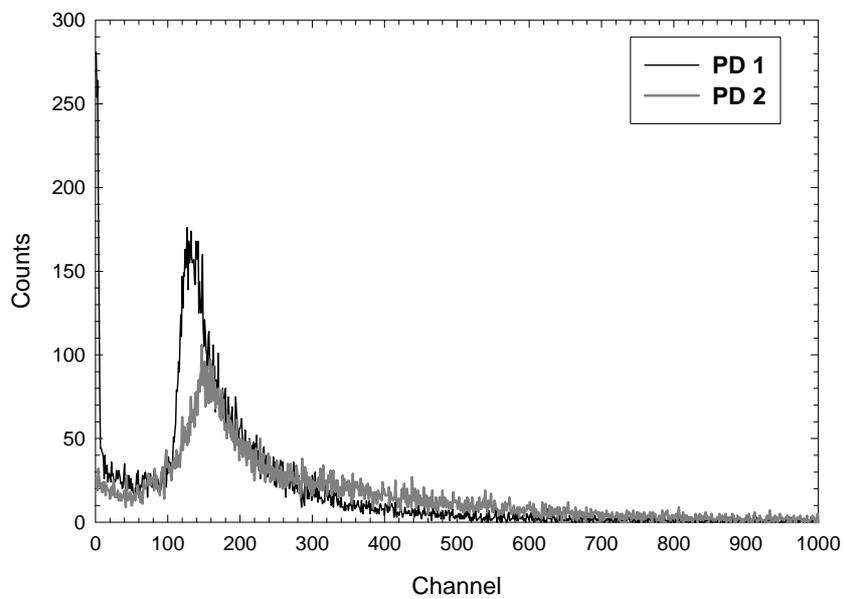


MINICALORIMETRO PER LA MISSIONE AGILE
PROVE PRELIMINARI

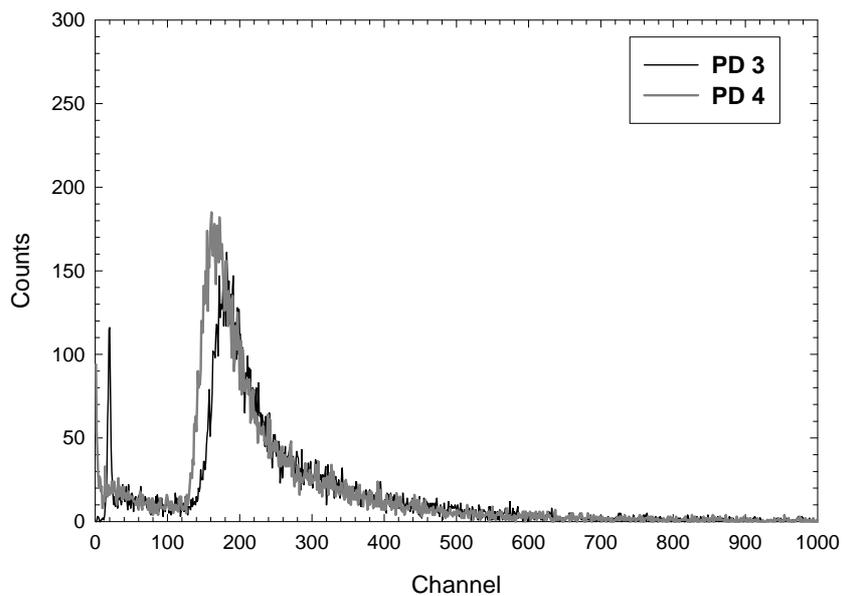
Ref# RI n. 278

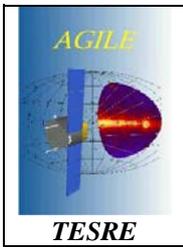
Issue:
Date:
page: 73/75

**Barre 1 e 2 incrociate a contatto
posizione motore = 0.0 cm**



**Barre 1 e 2 incrociate a contatto
posizione motore =0.0 cm**



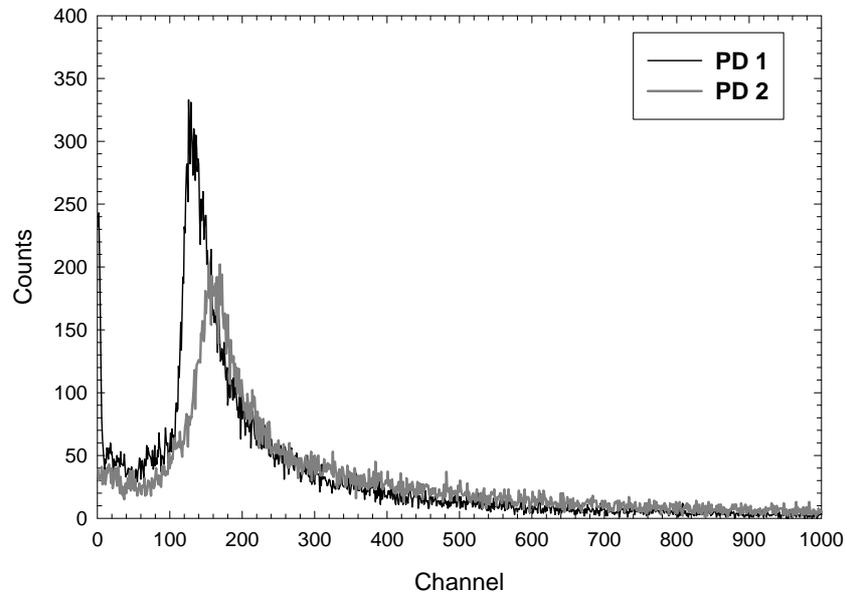


MINICALORIMETRO PER LA MISSIONE AGILE
PROVE PRELIMINARI

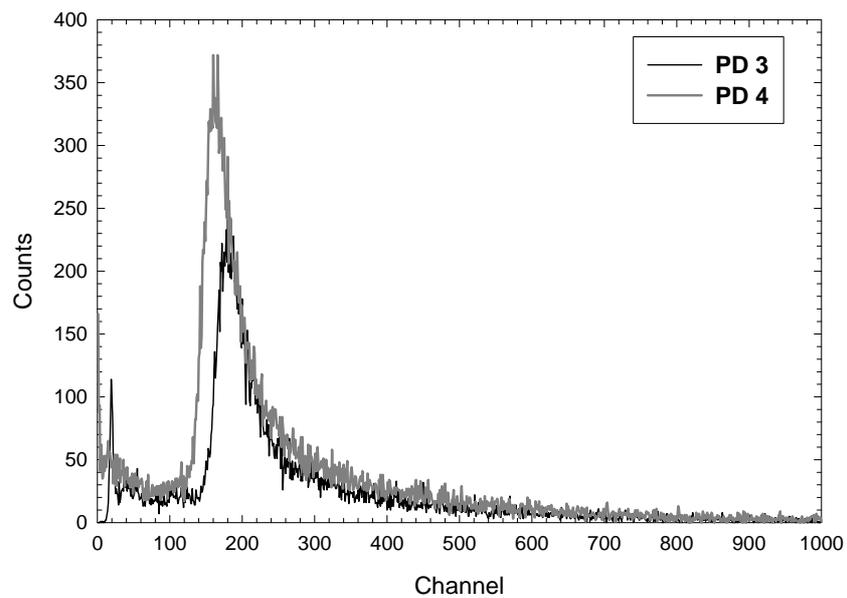
Ref# RI n. 278

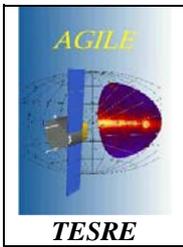
Issue:
Date:
page: 74/75

**Particelle elettroni (20%)
posizione motore = 0.0 cm**



**Particelle elettroni (20%)
posizione motore = 0.0 cm**



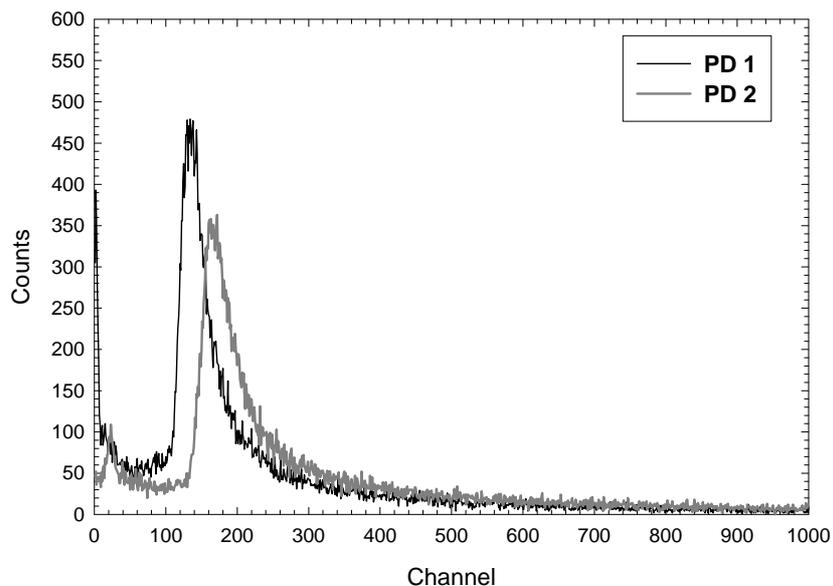


MINICALORIMETRO PER LA MISSIONE AGILE
PROVE PRELIMINARI

Ref# RI n. 278

Issue:
Date:
page: 75/75

**Particelle elettroni (20%)
posizione motore = 0.0 cm
Lamina di Pb davanti**



**Particelle elettroni (20%)
posizione motore =0.0 cm
Lamina di Pb davanti**

