



Quali sono i limiti del calorimetro attuale di Belle ?

Marcello Piccolo
Febbraio 2015

Agenda

Studia e conosci il tuo nemico :

‘L’arte della guerra’ di SUNZI

Differenze tra il segnale dei cosmici e il fondo dei rivelatori.

Metodi “aggressivi “ per aumentare il rapporto segnale/fondo.

Risultati di un run di cosmici.

Risultati a tempi di filtraggio piccoli.

Ottimizzazione del numero di samples dei flash ADC.

I dati

Ho adoperato per questa analisi un singolo run di cosmici.

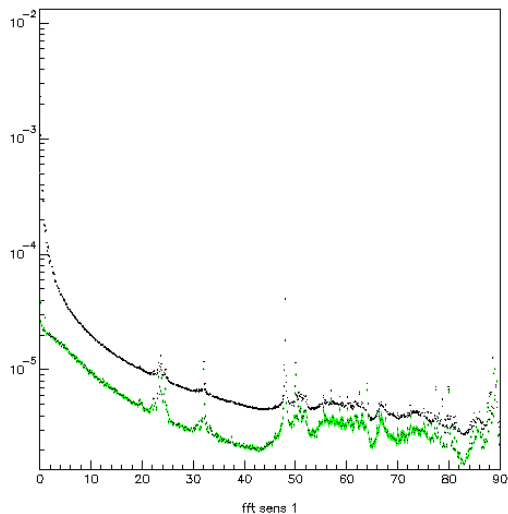
I dati che mostrero' si riferiscono ai due cristalli esposti a radiazione: uno a circa 750 Gy e il secondo a circa 250 Gy.

La raccolta dati e' durata un intero week-end: in totale si sono raccolti circa 31k trigger.

L'acquisizione e' la solita adoperata sul "tauto" di Frascati.

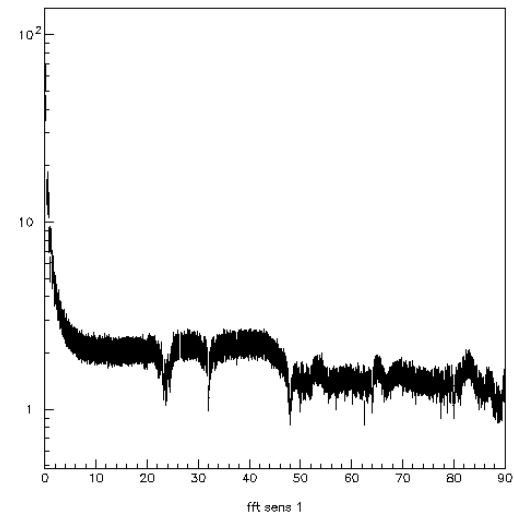
Tutto quanto descrivero' nel prosieguo e' partito dalla osservazione che alcuni runs raccolti all'oscilloscopio mostravano rapporti segnale/fondo migliori di altri : Riccardo alla fine si e' ricordato di aver ridotto a bella posta la banda passante dell'oscilloscopio proprio per i runs incriminalti.

La differenza tra segnale e fondo (frequencywise)

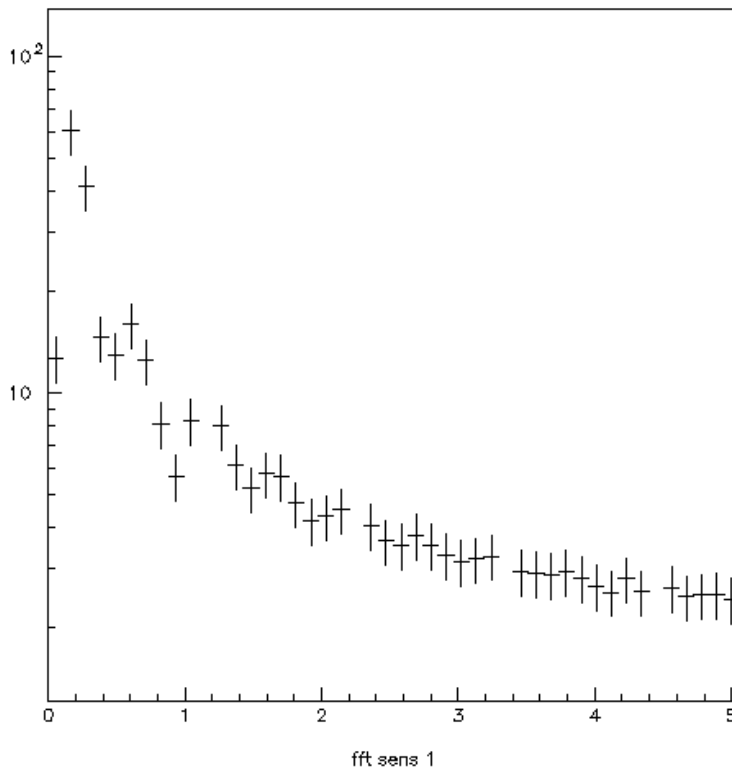


Ampiezza vs frequenza:
Segnale in nero
Piedistallo in verde

Rapporto tra i due spettri del plot
di destra.
Da notare il picco a bassa frequenza



La differenza tra segnale e fondo (frequencywise) cont.



Lo zoom del plot precedente che mostra il rapporto delle ampiezze in funzione della frequenza esemplifica il fatto che un rapporto segnale / fondo alto si ottiene solo tagliando pesantemente le frequenze piu' alte. D'altro canto se la luce del cristallo viene rilasciata con una costante di tempo di $1\mu\text{sec}$. mi bastera' raccogliere frequenze piu piccole di 0.3-0.4 MHz.

I filtri tradizionali (e non)

Ora se uno applica un filtro tradizionale trova che il rapporto segnale fondo rimane assolutamente invariato.

Bisogna inventarsi un filtro che sia MOLTO più aggressivo sulle alte frequenze.

Filtri del genere vengono adoperati di routine negli oscilloscopi digitali e vanno sotto il nome di “BRICKWALL” filters.

Essenzialmente possono essere schematizzati con una funzione di trasferimento a gradino (1 per frequenze inferiori a f_0 e 0 per frequenze superiori a f_0).

Una postilla: filtri del genere NON sono realizzabili con componenti reali.....

Filtri NON tradizionali

Quindi ho provato ad applicare uno di questi filtri ai dati raccolti in cosmici (run00057).

Il dettaglio dell'analisi e' il seguente:

- si fa la trasformata di fourier del segnale

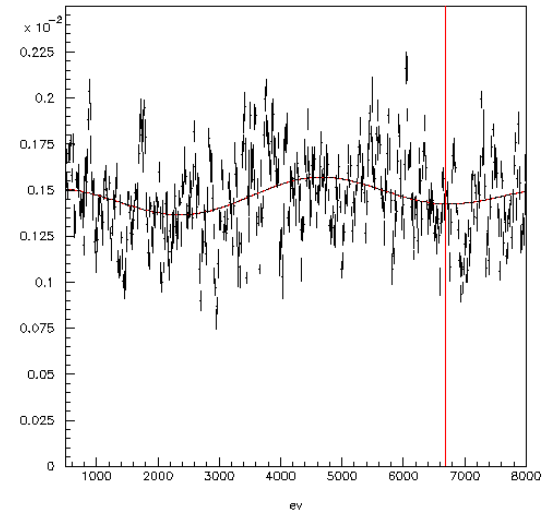
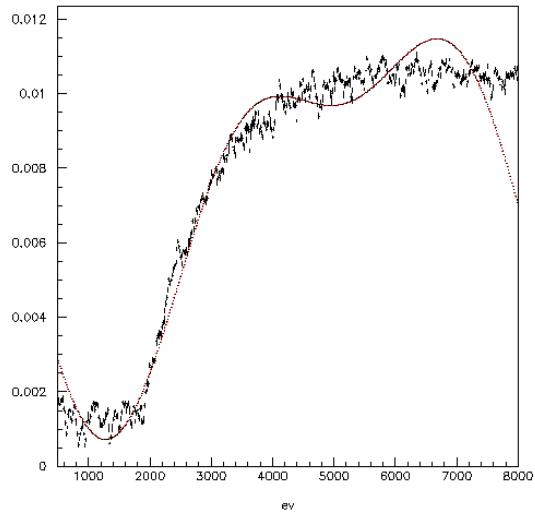
- si applica il brickwall filter al segnale trasformato.

- si ritrasforma il segnale nel dominio temporale

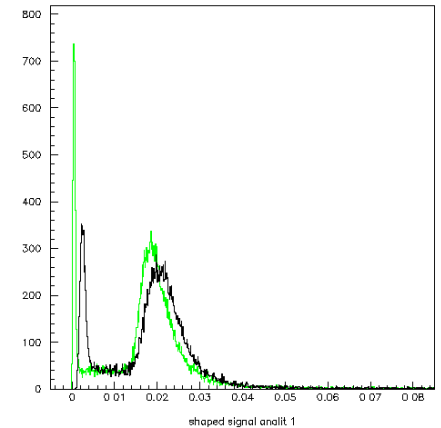
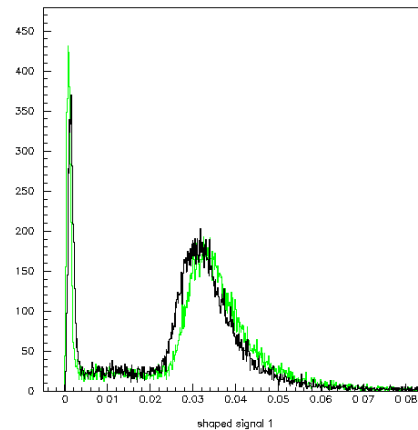
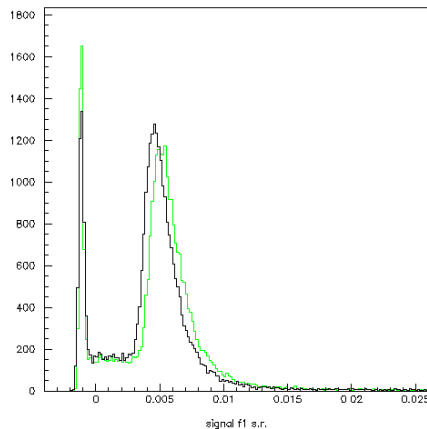
- si analizza il segnale cosi' ottenuto SENZA adoperare il filtraggio RC^4 , adoperando viceversa il filtraggio CR in modo da ottenere un segnale di forma standard.

I risultati che si ottengono sono secondo me MOLTO interessanti: anche a costanti di derivazione piccole (200 nsec) i valori di ENE e di risoluzione energetica sono forse un po meglio di quelli che si ottengono per il barrel @ 500 nsec.

Esempio di forme d'onda



Spettro di ampiezza singolo rivelatore

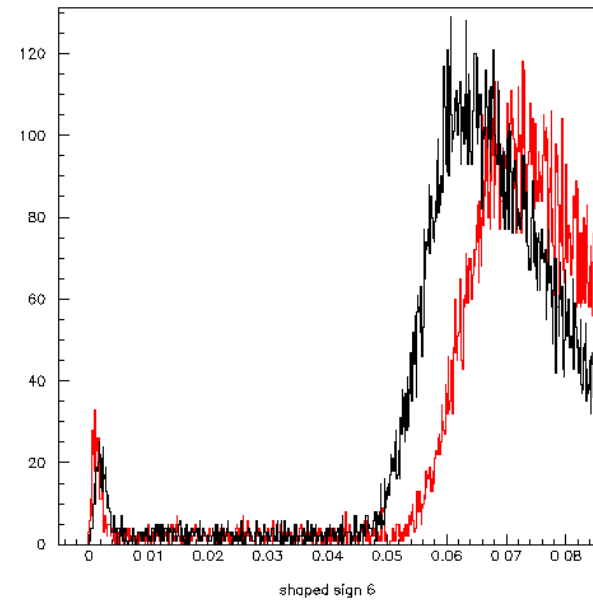
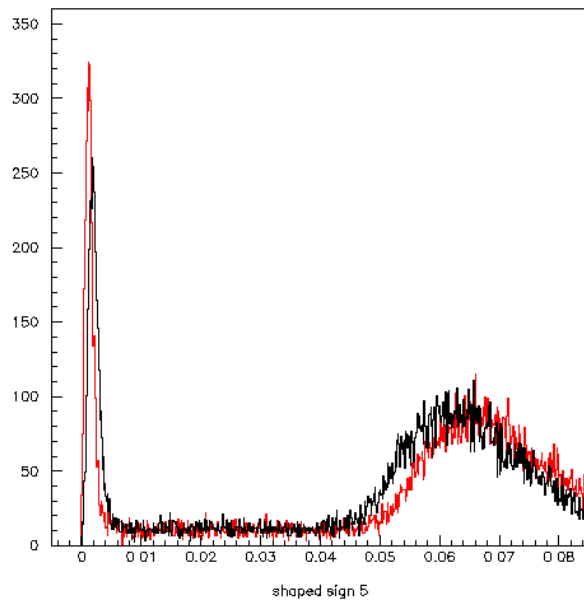


La risposta di un cristallo

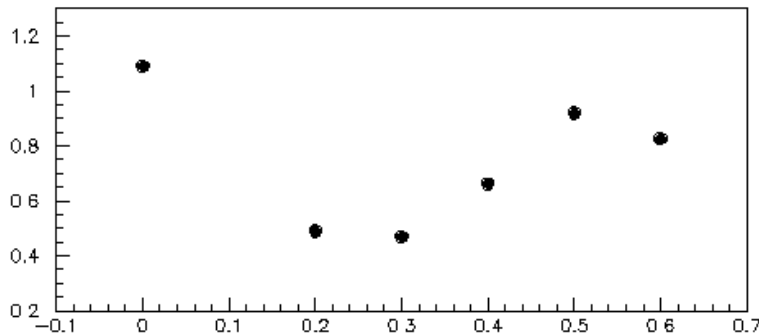
Al fine di avere una stima realistica delle prestazioni del calorimetro ho provato ad analizzare la somma dei due PIN diodes, senza normalizzazione relativa.

Il razionale per questo test e' quello di vedere se il miglioramento che compete al raddoppio della luce raccolta effettivamente si ottiene da una somma "hardware" dei rivelatori.

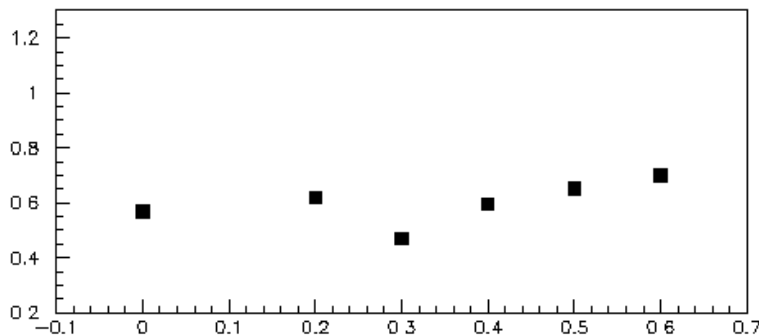
Spettri di somma



ENE di un singolo rivelatore



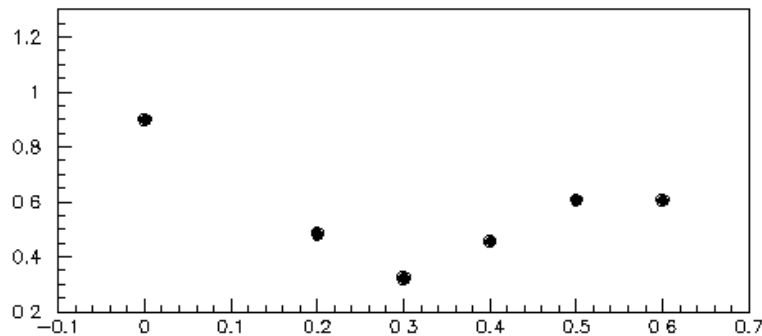
200 nsec (CR) filter



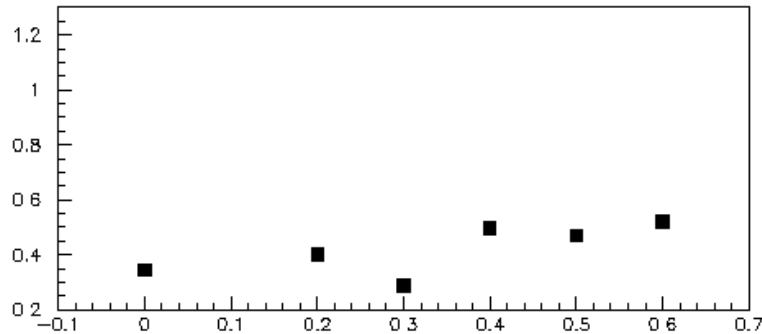
500 nsec (CR) filter

L'asse x mostra la frequenza di taglio in MHz; il punto a 0 riporta il valore senza il BW filter.

L'ENE dei singoli cristalli



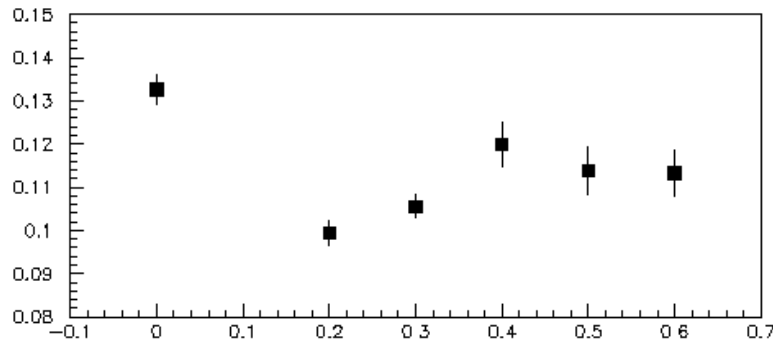
200 nsec (CR) filter



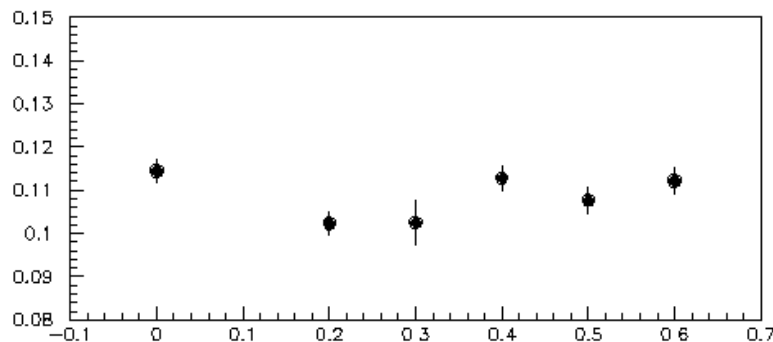
500 nsec (CR) filter

L'asse x mostra la frequenza di taglio in MHz; il punto a 0 riporta il valore senza il BW filter.

Risoluzione energetica di un singolo rivelatore



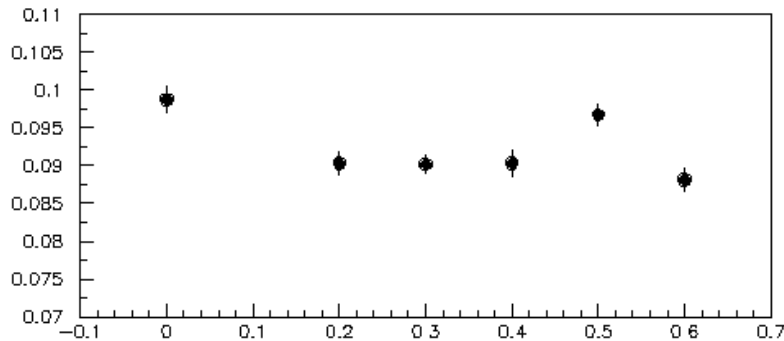
200 nsec (CR) filter



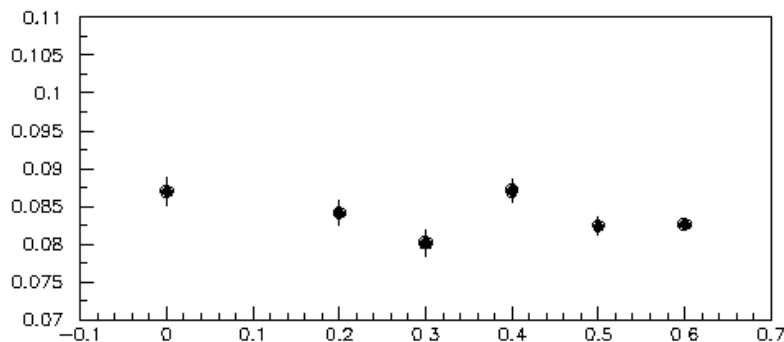
500 nsec (CR) filter

L'asse x mostra la frequenza di taglio in MHz; il punto a 0 riporta il valore senza il BW filter.

Risoluzione energetica di un singolo cristallo



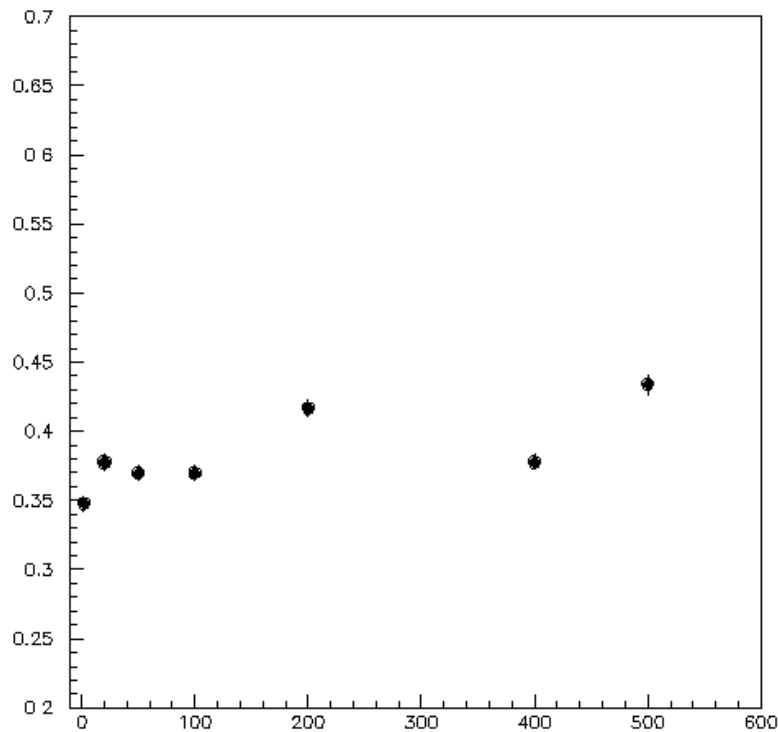
200 nsec. (CR) Filter



500 nsec. (CR) Filter

L'asse x mostra la frequenza di taglio in MHz; il punto a 0 riporta il valore senza il BW filter.

Dipendenza dal time bin (?)



ENE in MeV vs larghezza
del time bin del Flash ADC

Prossimi passi

Studio piu' accurato in funzione della frequenza di taglio.

Ripetibilita' dei risultati.

Applicazione di questo tipo di filtraggio ad altri dati (test beam ? Cosmici con i cristalli non drogati ?)

Controllo completo delle prestazioni del calorimetro.

Conclusioni

Mi sembra che i risultati siano abbastanza interessanti. Purtroppo non e' semplice una implementazione hardware di questa tecnica.

Secondo me vale la pena di avere un riscontro con un'analisi indipendente.

Nel caso che i risultati fossero riprodotti dovremmo eventualmente capire se e come proporre una implementazione ragionevole del metodo