

CONSIDERAZIONI SU TRIGGER E FILTRI – KM3

V. Valente
Agosto 2002

Approfondisco ed amplio le argomentazioni della nota precedente. In questo caso viene studiato il comportamento dell'apparato completo di 64 torri distanziate di 180 metri l'una dall'altra.

1 - Immagazzinamento dei dati

Come ipotesi di Data Acquisition viene immaginata una struttura di calcolatori che, uno per ogni torre, riceva la sequenza di impulsi generati dai PM di detta torre. Allorché uno dei calcolatori riconosce una predeterminata sequenza temporale di impulsi in una configurazione spaziale definita, "trigger", esso immagazzina tutti gli impulsi della sua torre contenuti in una data finestra temporale intorno al trigger e, nello stesso tempo, ordina ai calcolatori delle altre torri di fare altrettanto in finestre temporali sfalsate e dipendenti dalle distanze reciproche fra le torri. E' ovvio che esiste un allineamento generale dei tempi in tutto l'apparato.

Per verificare la liceità della definizione di finestre temporali sconnesse per le varie torri, ho analizzato le distribuzioni della differenza di tempo fra i segnali di traccia in coppie di PM appartenenti a torri diverse. Non è ovviamente incluso il fondo di ^{40}K . Il file di eventi generati contiene 200k eventi con energia fra 1 e 1000 TeV.

I risultati sono riportati nelle Figure 1 e 2.

Si vede che quando la distanza fra due torri supera i 300 metri la differenza di tempo fra due PM appartenenti a torri diverse si colloca in due finestre larghe circa 2 μsec ; il baricentro di ciascuna di queste finestre è circa ad un tempo corrispondente al transito del muone dal centro di una torre al centro dell'altra. Le finestre sono simmetriche rispetto allo zero, riflettendo i due versi di percorrenza del muone.

Per due torri alla distanza minima le due finestre sono contigue e contengono anche differenze di tempo nulle. Ciò corrisponde alla luce emessa da una traccia che passa a metà strada fra i due PM e che non viene assorbita in un cammino di circa 100 metri da entrambe le parti. Nel caso di PM appartenenti alla stessa torre, primo dei quattro istogrammi nelle 2 figure, è evidente la clusterizzazione a differenze di tempo prossime allo zero.

relazione tempo/spazio fra due PM illuminati da una traccia

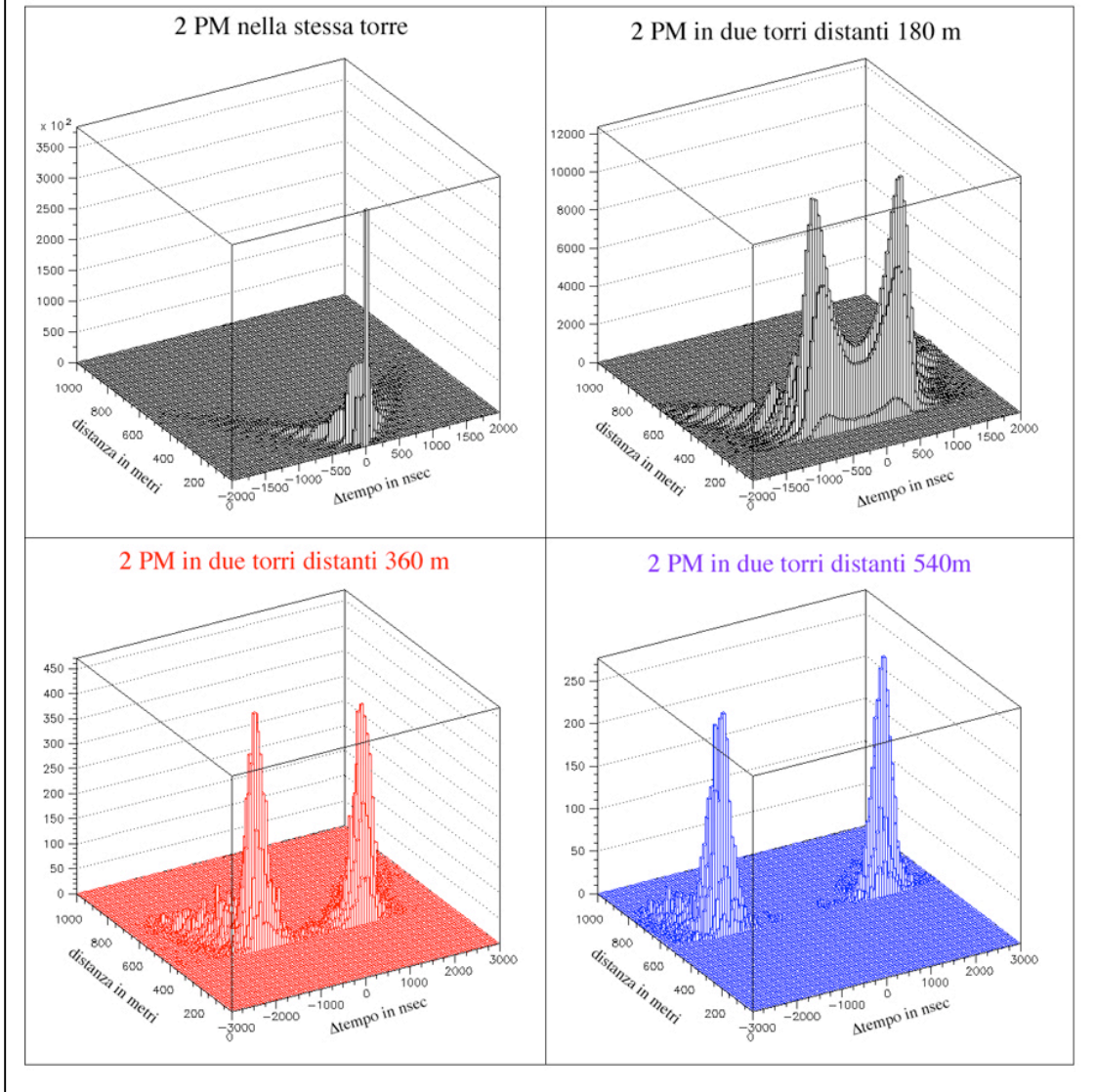


Figura 1 – Correlazioni fra distanza e differenze di tempo fra i segnali generati da una traccia in coppie di PM appartenenti alla stessa torre ed a torri diverse a diverse distanze.

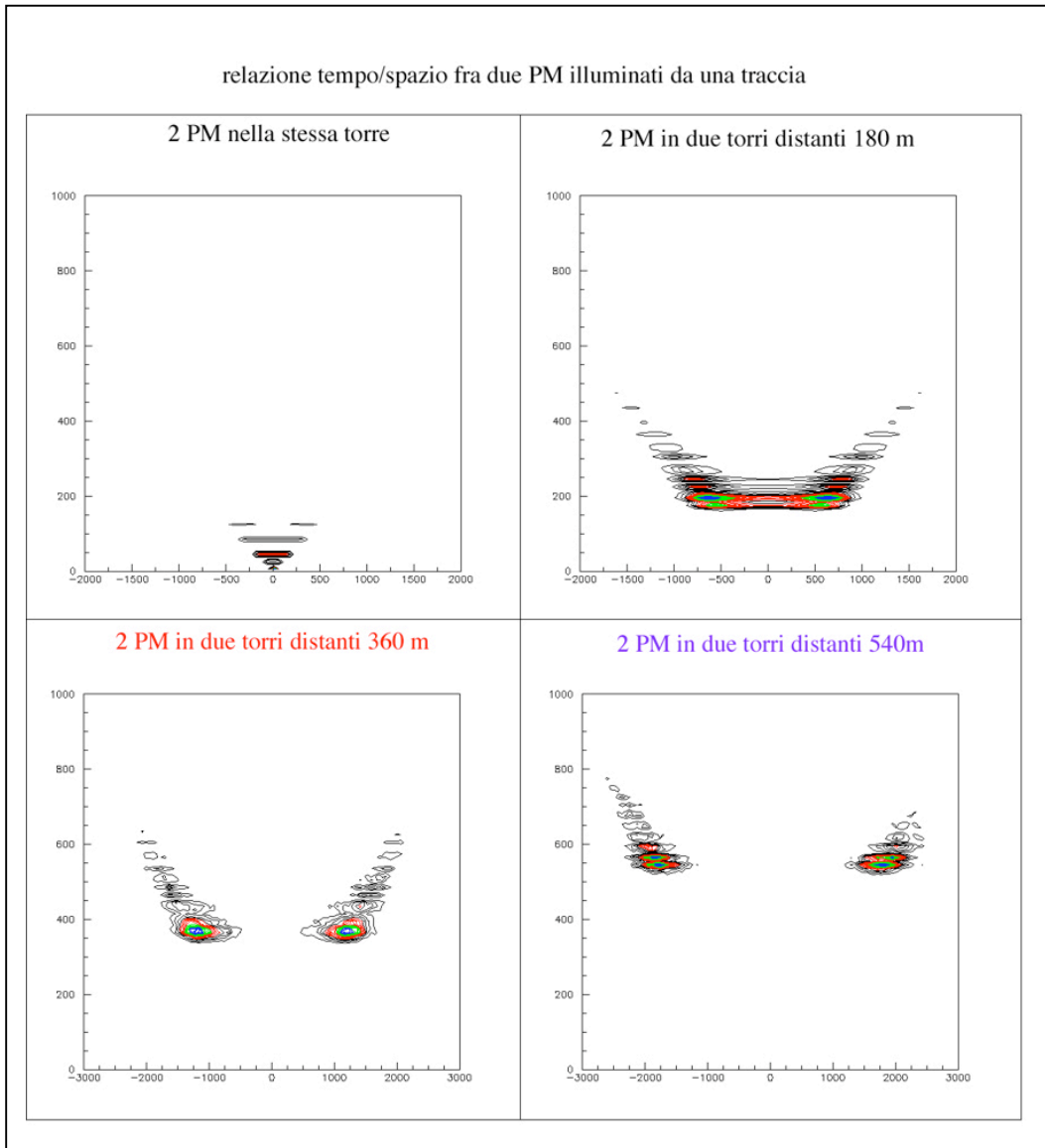


Figura 2 – Correlazioni fra distanza e differenze di tempo fra i segnali generati da una traccia in coppie di PM appartenenti alla stessa torre ed a torri diverse a diverse distanze. Curve di livello degli istogrammi di Figura 1.

2 - I trigger in una torre

Il trigger in una torre che da' inizio all'immagazzinamento dei dati di tutto l'apparato deve avere due caratteristiche: essere il meno restrittivo possibile per non perdere i già' rari eventi, e consentire una bassa frequenza di trigger generati da coincidenze casuali fra i segnali di fondo, in special modo del fondo di ^{40}K .

Come ipotesi ragionevole, ho scelto una definita correlazione temporale dei segnali di 3 dei 4 PM di una stessa sbarra. Rianalizziamo la figura, già' mostrata nella nota precedente, in cui sono riportate le differenze temporali fra i segnali di una coppia di PM alla stessa estremita' o ad estremita' diverse di una sbarra.

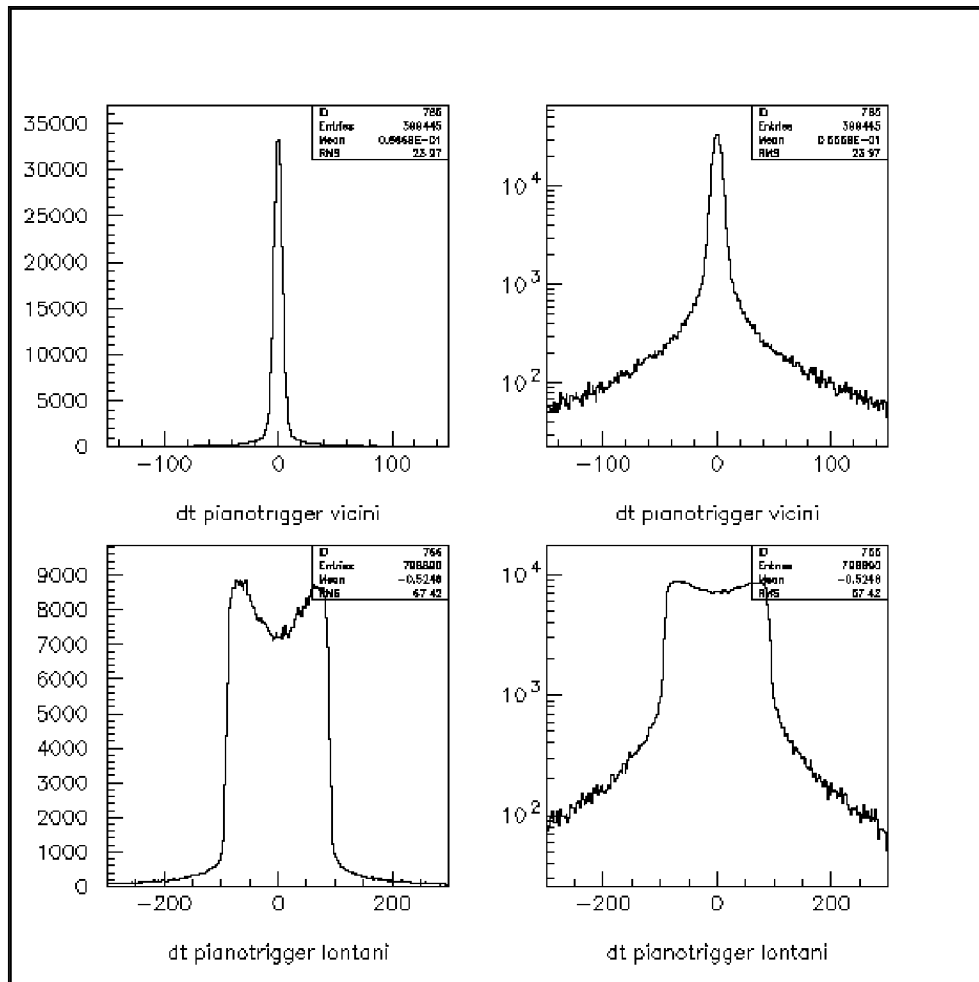


Figura 3 – Differenze di tempo, in nanosecondi, fra i segnali generati da una traccia in coppie di PM alla stessa estremita' o ad estremita' diverse di una sbarra. Gli istogrammi sono presentati sia in scala lineare che in scala logaritmica.

Mentre sono evidenti le accumulazioni a differenze nulle per i PM alla stessa estremita' e a differenze minori di circa 80 nsec per PM ad estremita' diverse, sono altresì' presenti code a differenze molto grandi. Queste possono essere causate dalla luce emessa da scia-

mi ad angoli grandi rispetto alla traccia e sono perciò molto dipendenti dalla correttezza della sua simulazione.

In questa fase dello studio ho fissato a 15 e 110 nanosecondi la larghezza delle finestre temporali che definiscono la configurazione di trigger.

Per quanto concerne la capacità del fondo di produrre trigger casuali, questa dipende linearmente dal prodotto delle due larghezze: con i numeri riportati e con una frequenza di singole di ^{40}K di 30kHz, si hanno circa 3 trigger casuali per torre al secondo.

E' possibile ridurre le finestre di accettazione sulla base del seguente fatto: le tracce producono un numero considerevole di configurazioni di trigger in tutto l'apparato, per cui anche restringendo i tempi di definizione del trigger la perdita di eventi e' contenuta.

Una prova fatta riducendo le finestre a 10 e 95 nsec mostra che, a fronte di una riduzione di quasi un fattore 2 dei trigger casuali, gli eventi di traccia si riducono solo dell'1 per cento.

In Figura 4 la distribuzione del numero di configurazioni di trigger negli eventi analizzati.

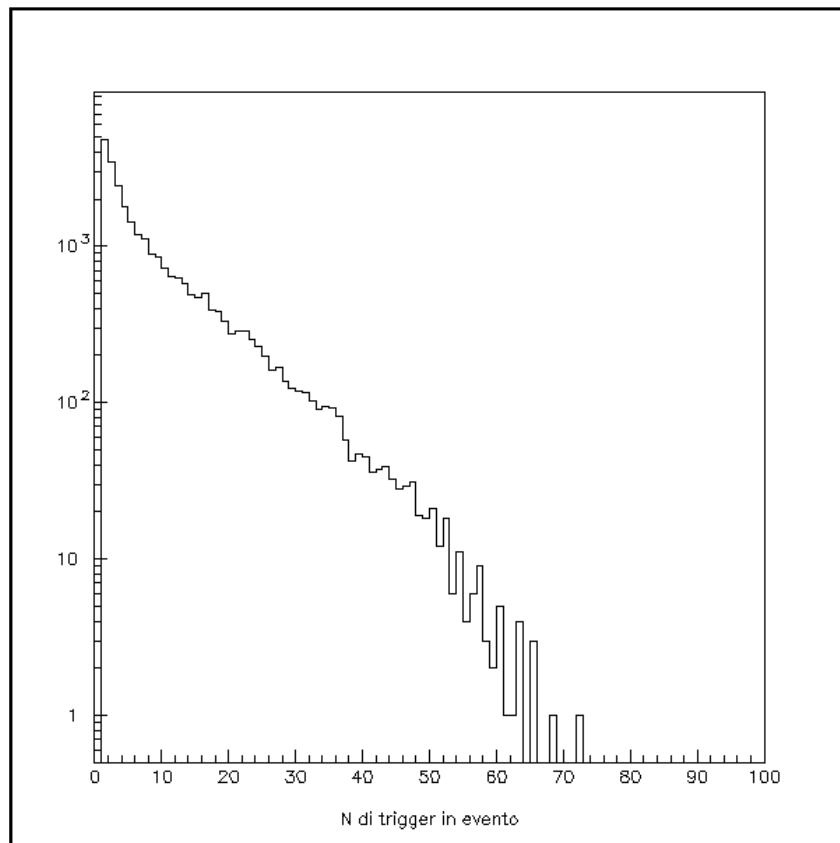


Figura 4 – *Distribuzione del numero di configurazioni di trigger per evento nel campione di tracce analizzato.*

Ricordo che c'e' ancora un altro parametro che dovrebbe aiutare a ridurre ulteriormente i trigger casuali: l'ampiezza del segnale. Finora non e' stato preso in considerazione.

La presenza di piu' configurazioni di trigger porta ad immagazzinare piu' volte lo stesso evento. Questo effetto, che potrebbe anche essere utile per eventi a molte tracce (muoni atmosferici paralleli), dovra' essere indagato, specialmente per i possibili problemi derivanti dalla presenza di piu' trigger spazialmente molto separati nella stessa torre.

3 – Filtraggio dei segnali non correlati

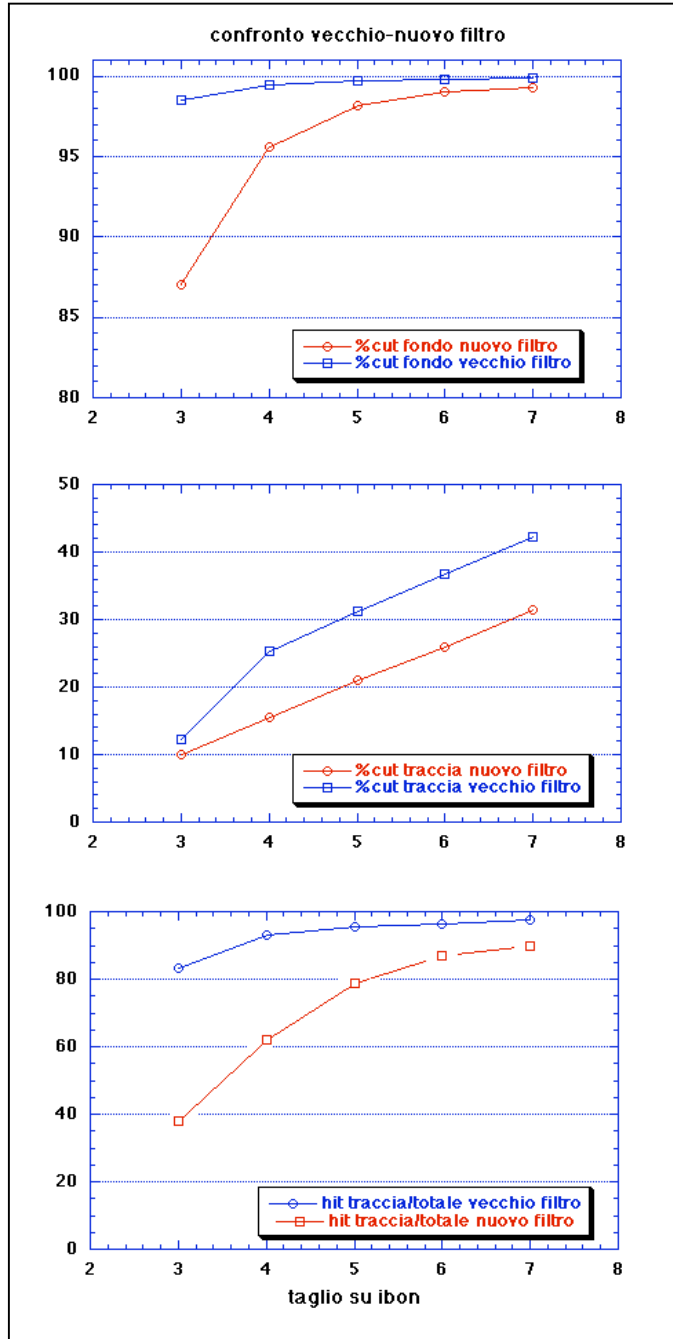
Immagazzinati i segnali entro i quali potrebbe celarsi una traccia, “raw event”, e prima di procedere alla sua ricostruzione geometrica, e' necessario eliminare il massimo numero di segnali di fondo.

Il filtro descritto nella nota precedente definisce come segnale “buono” un segnale che abbia almeno 3 altri segnali correlati in spazio e tempo entro una distanza di 200 metri e nella stessa torre.

Questo filtraggio potrebbe essere troppo rigido, eliminando segnali di traccia distanti ma nella stessa torre. Ho provato percio' ad utilizzare un filtro che agisca su tutta una torre, cercando segnali nel pattern tempo/spazio che si puo' ricavare dal primo istogramma di Figura 1.

Questo “nuovo filtro” recupera un numero maggiore sia di segnali di traccia che di segnali di fondo, ed il risultato e' che la percentuale di segnali di traccia sul totale dei segnali e', qualunque valore si assuma per il parametro di bonta' (ibon), inferiore a quello prodotto dal filtro precedente, Figura 5.

Figura 5 – Confronto fra le percentuali di taglio operate dal vecchio e dal nuovo filtro sui segnali di traccia e di fondo in funzione del parametro di bonta' minima adottato.



Proseguiamo pertanto con la “vecchia” definizione del filtro.
 La configurazione degli eventi che sopravvivono ad un taglio a 6 hit (residui) dopo l’applicazione del filtro e’ mostrata in Figura 6.
 Sono presenti molti eventi contenenti solo segnali di fondo e molti eventi nei quali il numero di segnali di fondo supera il numero di quelli di traccia.

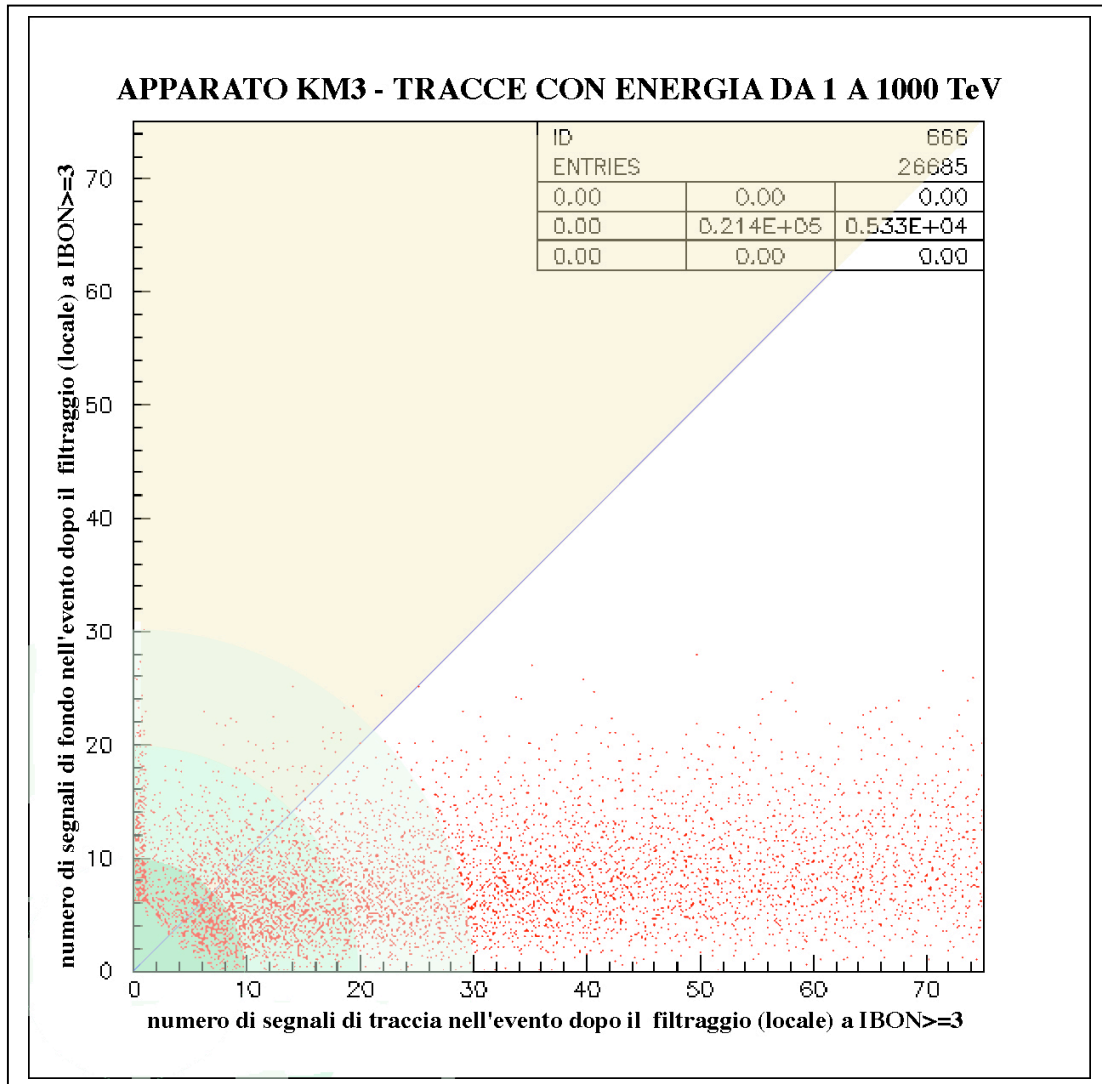


Figura 6 – Numero dei segnali di traccia e di fondo negli eventi filtrati con $IBON=3$. Sono disegnate anche le curve corrispondenti al numero totale di segnali di 10, 20 e 30.

La situazione appare piu’ evidente nella Figura 7 nella quale sono riportate le percentuali di segnali di traccia sul totale dei segnali dopo diversi tagli su quest’ultimo.

ATTENZIONE a non confondere i risultati di Figura 7 con quelli di Figura 5. Nella Figura 5 il numero di segnali e’ sommato su tutti gli eventi del campione.

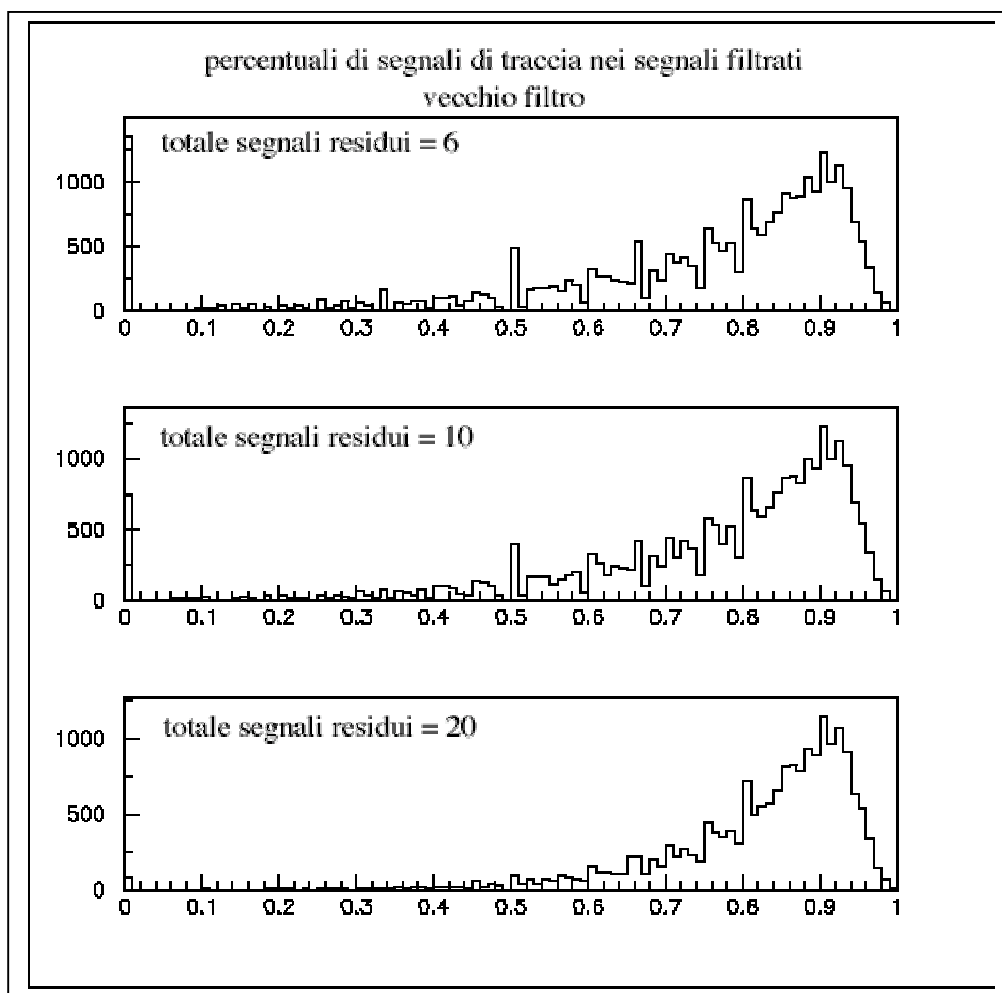


Figura 7 – Percentuale di segnali di traccia sul totale dei segnali nell'evento per diversi tagli sul numero totale.

In Figura 8 e' infine riportata la correlazione fra percentuale di segnali di traccia e numero totale di segnali.

In conclusione: se si vuole eliminare la gran parte degli eventi in cui i segnali di traccia sono in maggioranza lasciando in funzione il filtro finora adottato (cosi' come e') e' necessario un taglio sul numero totale di segnali residui fra 20 e 30.

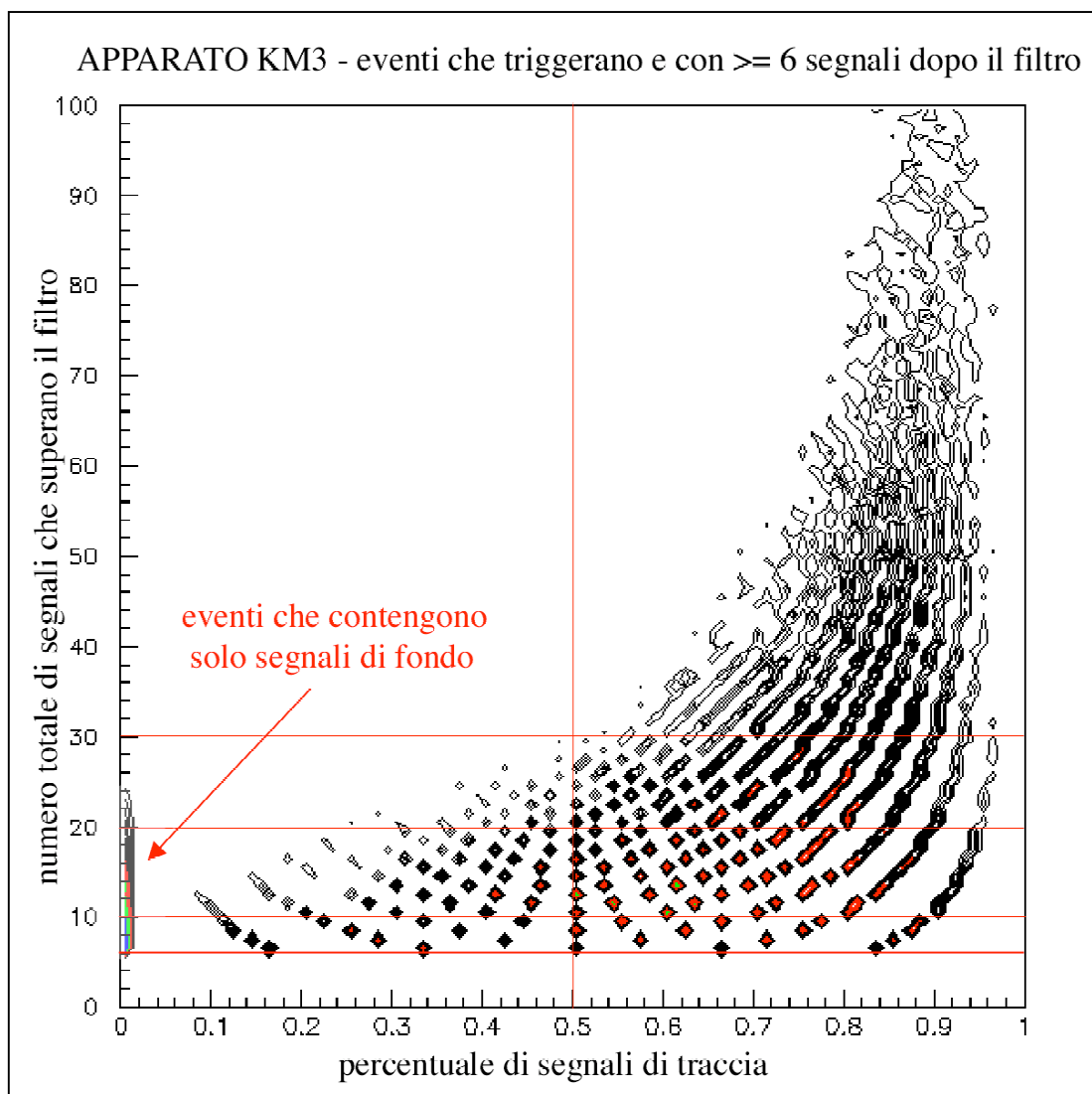


Figura 8 – *Relazione fra il numero totale di segnali di un evento che superano il filtro e percentuale di questi che appartengono alla traccia.*

4 – Area efficace

Evidentemente ogni operazione di selezione degli eventi che operi su tagli di segnali abbassa l'area efficace dell'apparato. Per evidenziare l'effetto riporto in Figura 9, in funzione dell'energia della traccia, l'area efficace dell'apparato con tagli progressivi sul numero totale di segnali nell'evento. La curva piu' alta, trigger, corrisponde all'area definita dal solo trigger e rappresenta, quindi, l'area limite ottenibile, in quanto e' difficilmente ipotizzabile un trigger meno selettivo di quello adottato.

Come gia' detto nella nota precedente, va esplorata la possibilita' di operare un taglio basso sul numero totale di segnali ed utilizzare solo quelli con fattore di merito piu' alto per una prima ricostruzione della traccia, facendo agire solo dopo un filtro piu' restrittivo

In ogni caso l'efficienza di ricostruzione abbassera l'area efficace per qualunque numero totale di segnali, presumibilmente in quantita' inversamente proporzionale ad esso. Un ulteriore abbassamento verra' operato dall'efficienza di un algoritmo di ricostruzione dell'energia.

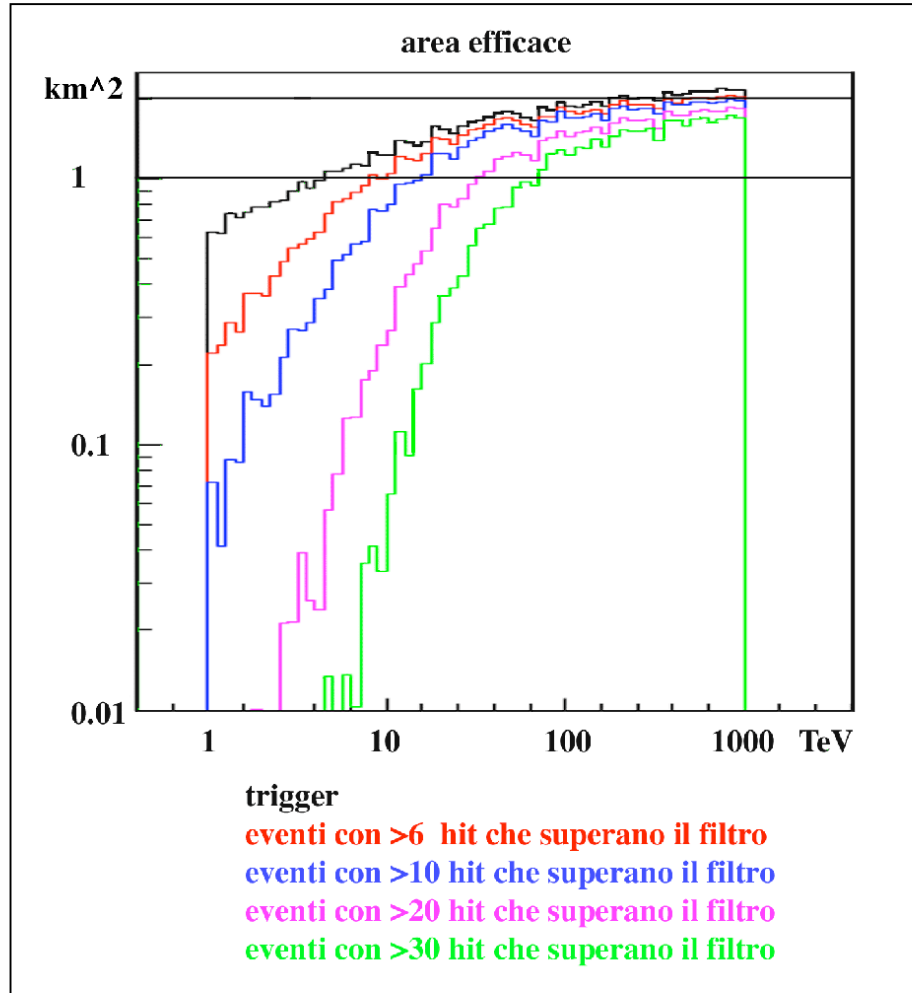


Figura 9 – Aree efficaci dell'apparato KM3 per diversi tagli sul numero di segnali che superano il filtro in eventi che hanno dato trigger.