

FONDO DI ^{40}K – TRIGGER – FILTRI – RICOSTRUZIONE

*A. Capone – V. Valente
Maggio –Luglio 2002*

1. Nuova struttura del programma
2. Definizione del trigger temporale
3. Introduzione del fondo di ^{40}K
4. Filtro spazio-temporale
5. Ricostruzione delle tracce

-
1. Nuova struttura del programma

2. Definizione del trigger temporale

La definizione di “trigger” finora adoperata nelle analisi si riferiva ad un concetto puramente topologico: almeno tre PM con segnale in una stessa sbarra/piano, indipendentemente dalle correlazioni temporali fra di essi. La realizzazione effettiva di un trigger (di primo livello) richiede la definizione di intervalli temporali entro cui cercarlo tali da limitare i trigger generati casualmente dal fondo di ^{40}K .

Dall’analisi di tracce simulate risultano le correlazioni temporali fra segnali dei PM di una stessa sbarra riportate nella Figura 1. Nei tempi di arrivo dei segnali e’ ovviamente incluso il TTS dei fotomoltiplicatori.

Commento : non mi e’ chiarissimo il significato delle code a grandi differenze di tempo, specie fra i due PM dallo stesso lato che nella simulazione attuale sono spazialmente coincidenti (anche se con i fotocatodi contrapposti).

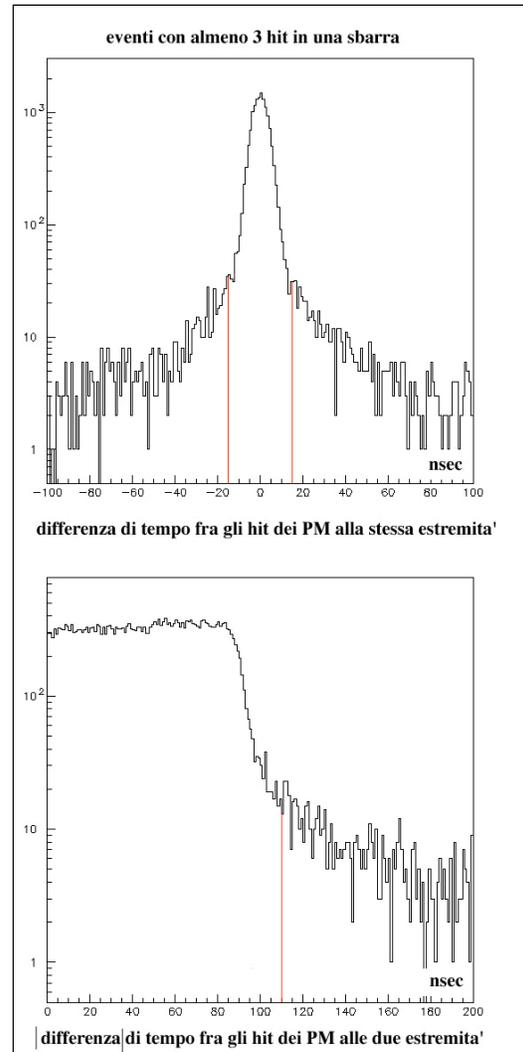


Figura 1 – *Relazioni temporali fra i segnali generati da una traccia nei PM di una stessa sbarra.*

Per la definizione del trigger si e’ deciso di utilizzare in questa fase una finestra di ± 15 nsec fra i PM posti alla stessa estremita’, e una finestra di 110 nsec fra PM ad estremita’ opposte.

Con questa definizione i trigger generati casualmente dal fondo di ^{40}K , assunta una frequenza di singola di 30 kHz per PM, ammontano a circa 3 al secondo per torre.

Un indurimento nella definizione del trigger, quali la richiesta di tutti e quattro i PM di una sbarra, comporterebbe un abbassamento sensibile dell'accettanza per le energie di traccia minori.

Proseguiamo, quindi, con la definizione di trigger sopra descritta.

3. Introduzione del fondo di ^{40}K

Per una prima messa a punto delle metodologie la trattazione d'ora in poi si occuperà solo dell'apparato a due torri di Fase I.

La procedura per l'introduzione nell'evento di traccia simulato dei segnali casuali di ^{40}K è la seguente:

- si individua nell'evento il primo e l'ultimo, temporalmente, dei segnali e si determina la lunghezza temporale della traccia = tempo dell'ultimo segnale – tempo del primo segnale
- si definisce come intervallo temporale nel quale situare i segnali di fondo la durata dell'evento allungata di 1 microsecondo da entrambi gli estremi; nel caso fosse presente un solo segnale la finestra è di 2 μsec centrata su di esso; se non ci sono segnali si prende una finestra di 2 μsec centrata a tempo 0
- per ogni PM, compresi quelli che hanno già un segnale di traccia, si definisce se ha, o no, un segnale di ^{40}K entro l'intervallo temporale sopra definito in base alla probabilità derivante dalla frequenza di singola
- se risulta che il PM ha un segnale di fondo gli si attribuisce un tempo estratto uniformemente nell'intervallo ed una ampiezza (per ora costante e circa pari a quella di una particella senza sciami); viene inoltre settato a 1 il flag di fondo; nel caso il PM abbia già un segnale di traccia si modifica anche la struttura del segnale (spettro) e si pone il flag al nuovo valore 2
- nei dati dell'evento si modifica il parametro che dà il numero totale di PM con segnale.

Appare evidente che a questo stadio, data la frequenza dei segnali di ^{40}K ed il numero di PM, ogni torre ha almeno un segnale e non sono possibili classificazioni in base al numero di torri.

Nella Figura 2 sono riportate la distribuzioni delle durate temporali di un campione di eventi simulati fra 1 e 1000 TeV e le distribuzioni in tempo dei segnali di fondo introdotti, nel caso di eventi con durata diversa o uguale a 0 (quest'ultimo caso si riferisce a eventi con uno o nessun segnale di traccia).

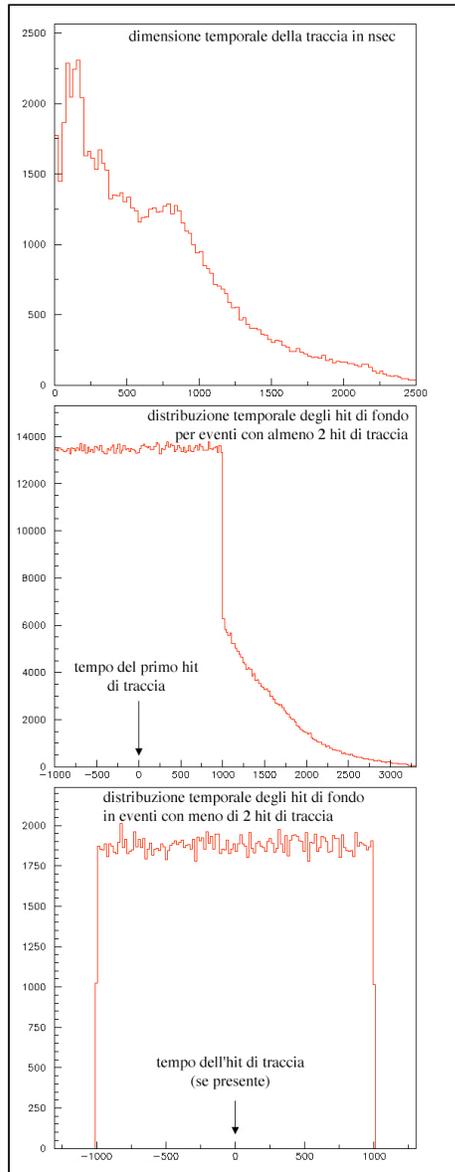


Figura 2 –

a) *distribuzione della lunghezza temporale dell'evento per un campione di tracce di energia compresa fra 1 e 1000 TeV;*

b) *distribuzione temporale dei segnali di fondo introdotti in eventi con almeno 2 segnali di traccia; poiché' i segnali di fondo sono distribuiti casualmente da 1 μ sec prima del primo segnale di traccia ad 1 μ sec dopo l'ultimo, la coda della distribuzione riflette quella degli eventi con lunghezze maggiori (vedi a);*

c) *distribuzione temporale dei segnali di fondo introdotti in eventi con meno di 2 segnali di traccia.*

Agli eventi così ridefiniti, segnali di traccia più segnali di fondo, viene applicata la ricerca del trigger di primo livello.

I risultati dell'operazione sono sintetizzati nelle Figure 3 e 4.

Nella Figura 3 sono riportate le distribuzioni dei numeri di segnali di traccia e di fondo prima e dopo la selezione operata dal trigger; nella Figura 4 è riportata per ogni evento,

dopo il trigger, la relazione fra numero totale di segnali nell'evento ed il numero di segnali dovuti alla traccia.

Appare evidente, nella Figura 4, che l'aggiunta dei segnali di fondo ha portato a triggerare anche eventi che avevano un numero di segnali di traccia inferiore a 3 e, addirittura, eventi senza segnali di traccia.

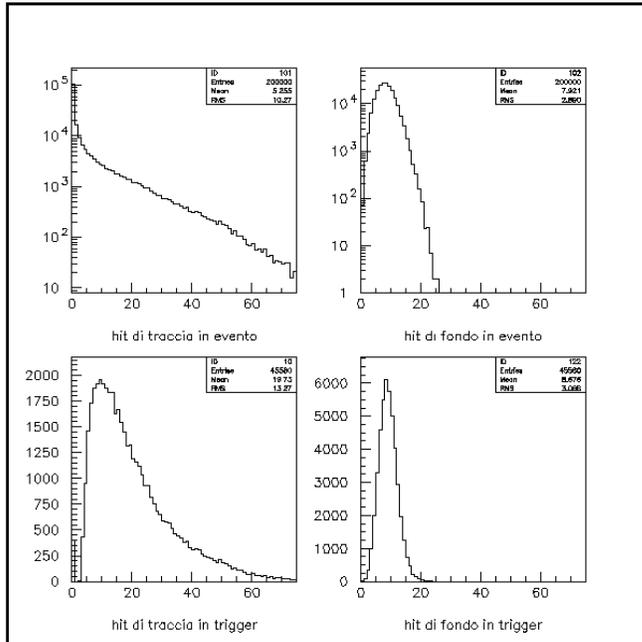


Figura 3 – Distribuzioni dei numeri di segnali di traccia e di fondo negli eventi ridefiniti, prima e dopo l'applicazione del trigger.

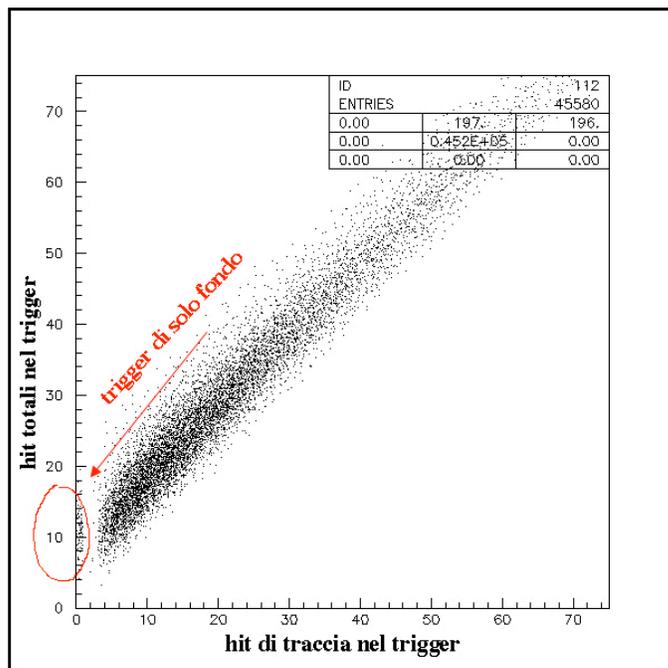


Figura 4 – Relazione fra numero di segnali di traccia e numero di segnali di fondo per gli eventi che soddisfano al trigger.

4. Filtro spazio-temporale

Dalla Figura 4 appare che, soprattutto in eventi con bassa molteplicità totale di segnali, il numero di segnali di fondo supera spesso quello dei segnali di traccia.

In tali condizioni è prevedibile che anche sofisticati criteri di ricostruzione geometrica possano fallire. Da qui la necessità di costruire dei “filtri” che, prima di passare alla ricostruzione vera e propria, eliminino il massimo numero di segnali di fondo senza intaccare grandemente i segnali di traccia.

Dopo alcuni tentativi (il filtro introdotto nella nota dell'8 maggio, e basato sulla localizzazione del piano che ha dato il trigger, e' stato abbandonato in quanto reso poco efficace dalla possibile presenza di più trigger nello stesso evento), un filtro che sembra dare risultati soddisfacenti e' il seguente:

- per ogni segnale si analizza la sua coerenza spazio/temporale con tutti gli altri: per ogni altro segnale che si trovi in concordanza secondo un criterio da definire si attribuisce un punto di merito al segnale in esame;
- si ritengono solo i segnali che hanno un valore di merito (detto d'ora in poi “i-bon”) superiore ad un valore prefissato (segnali “buoni”);
- si conservano, per poi passarli alla ricostruzione geometrica, solo gli eventi in cui il numero di segnali “buoni” e' almeno 5;
- in alternativa al punto precedente, si utilizzano i segnali con i migliori valori di i-bon per una procedura di prefit, estendendo successivamente il fit a tutti gli altri.

Il criterio di coerenza e' stato così fissato: la distanza temporale fra i due segnali non deve eccedere il tempo occorrente ad un muone per attraversare la distanza fra i due PM.

Non e' possibile, non conoscendo le effettive posizioni ed angoli della traccia, tener conto della diversa velocità in acqua del muone e della luce. Il criterio adottato risente di tale limitazione solo nel senso che i tagli sono più severi del dovuto.

Un altro difetto della procedura descritta deriva dal fatto che più lontani sono i due PM in esame meno stringente e' la definizione di coerenza, più probabile diventa perciò l'inclusione di segnali di fondo. Torneremo più avanti su questo argomento.

Nella Figura 5 sono riportate le distribuzioni di ibon per gli hit di traccia, per gli hit di fondo e per i PM con doppio hit. I PM con doppio hit hanno ovviamente lo stesso livello di qualità di quelli col solo hit di traccia.

Come già' premesso, la valutazione di ibon estesa a tutto l'apparato non conduce ad una grande differenziazione fra segnali di traccia e segnali di fondo ed un taglio basso sul suo valore lascia ancora molti eventi con un numero di segnali di fondo preponderanti, si veda la Figura 6.

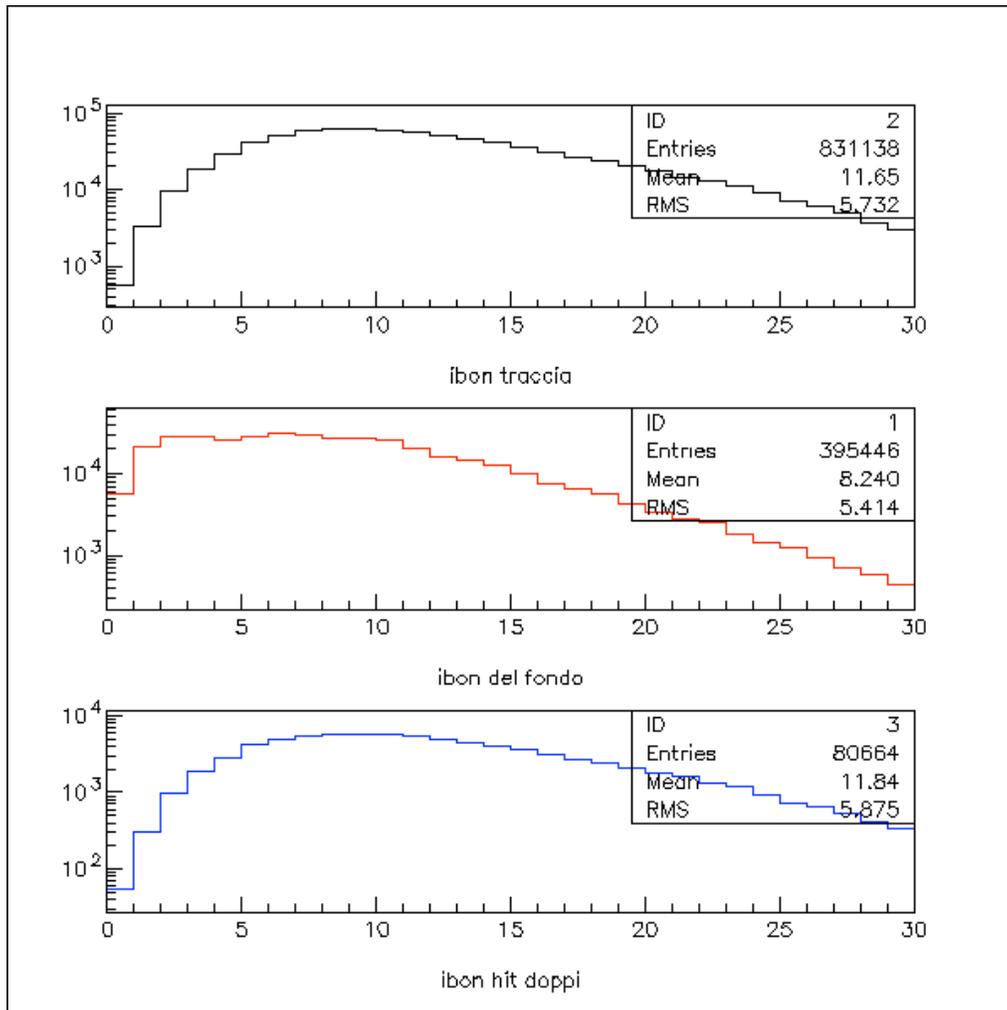


Figura 5 – Distribuzioni del fattore di merito per segnali di traccia, segnali di fondo e segnali di PM in cui siano presenti entrambi.

Nella Figura 6 sono riportati gli eventi nei quali e' stato fatto il taglio dei segnali con ibon inferiore a 4 e si e' richiesto che questi siano almeno 5.

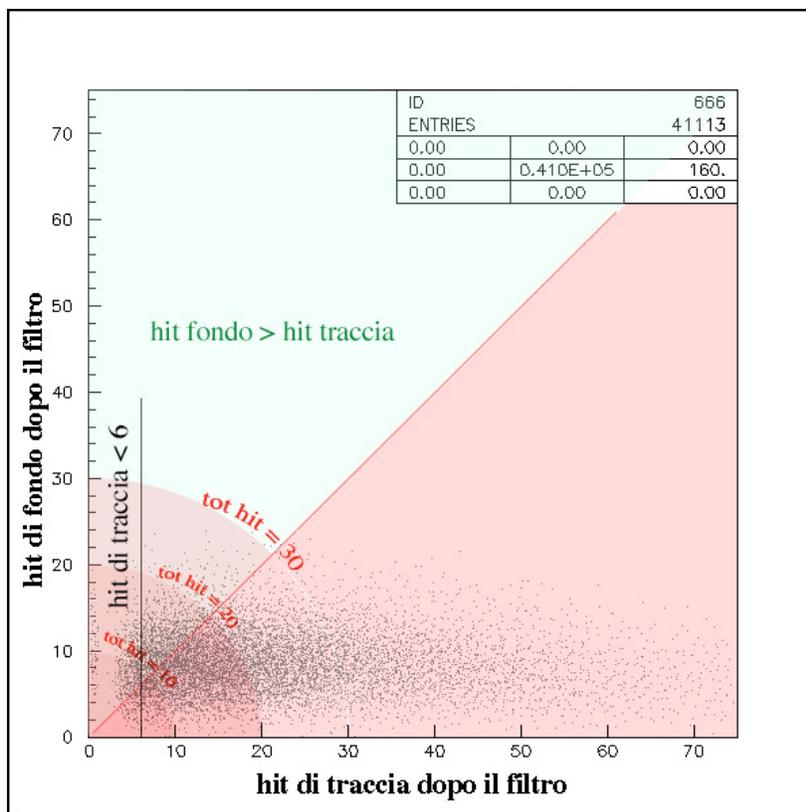


Figura 6 – *Relazione fra numero di segnali di traccia e numero di segnali di fondo in eventi cui si e' applicato il criterio di filtraggio con fattore di merito pari a 4.*

Nella zona con meno di 20 hit totali la probabilita' di ricostruire correttamente la direzione della traccia potrebbe essere problematica; gli eventi senza segnali di traccia non dovrebbero comunque essere ricostruiti. Sotto il numero di 10 hit totali i segnali di fondo predominano.

Un modo diverso di vedere gli stessi dati e' riportato in Figura 7, nella quale sono mostrate le distribuzioni delle percentuali di segnali di traccia sul totale dei segnali per tre tagli sul numero totale di segnali: solo con un taglio a 20 segnali totali si ottiene una situazione in cui i segnali di traccia sono quasi sempre in maggioranza, dando una certa sicurezza nel successo di una procedura di fit. Ovviamente un taglio del genere riduce sensibilmente l'area efficace del rivelatore.

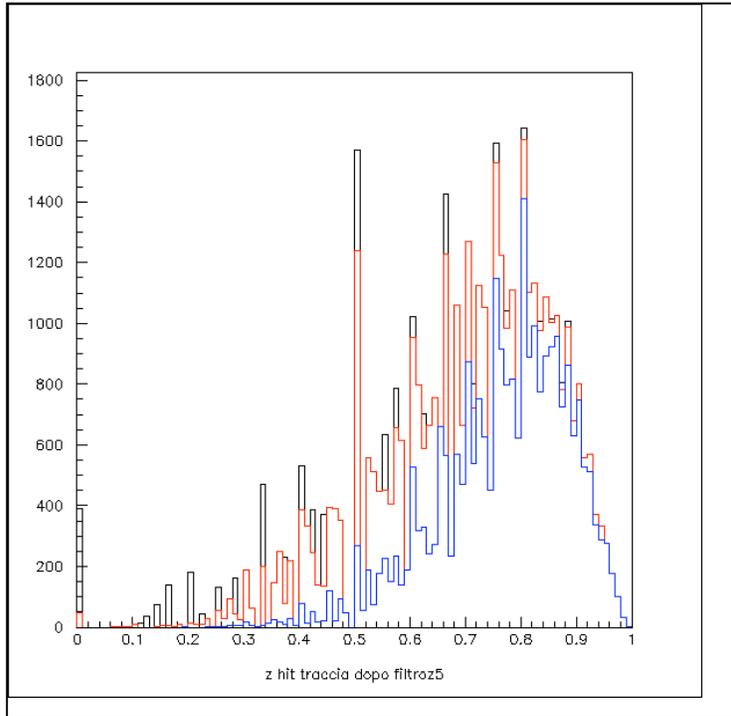


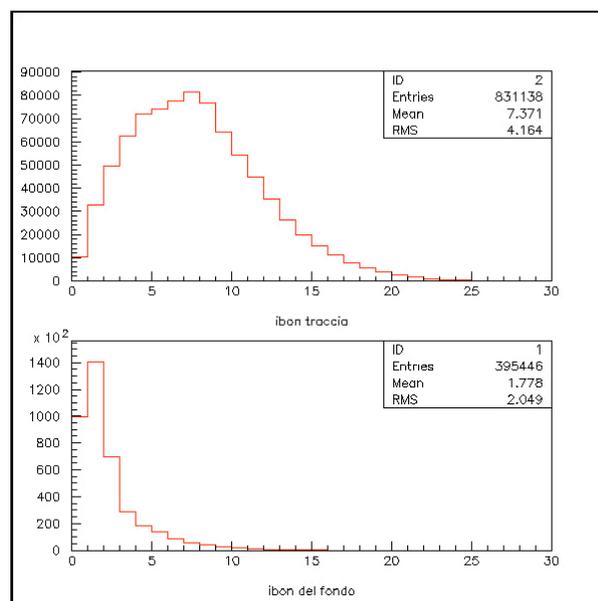
Figura 7 – Distribuzioni della percentuale di segnali “buoni” di traccia nel numero totale di segnali “buoni” per tre tagli sul numero totale: taglio a 5 (nero), 10 (rosso) e 20 (blu).

Torniamo alla già citata questione del campo di ricerca della correlazione fra segnali. Sembra utile limitare la zona di apparato entro cui cercare i segnali correlati in spazio-tempo allo scopo di abbassare il fattore di merito dei segnali di fondo. Definiamo così un fattore di merito “locale”.

E’ stata operata la seguente limitazione spaziale: si analizzano solo segnali di PM della stessa torre e che distino non più di 200 metri. Questa limitazione fa’ accettare le correlazioni per tracce che passano esternamente alla congiungente i due PM o, con minore efficienza dato l’assorbimento della luce, tracce che passino fra i due PM, circa al centro della loro congiungente.

Le nuove distribuzioni di ibon sono riportate in Figura 8.

Figura 8 – Distribuzioni del nuovo fattore di merito “locale”.



Appare evidente, rispetto al caso di una ricerca su tutto l'apparato, che i segnali di traccia e quelli di fondo si differenziano in maniera molto piu' marcata.

Sulla base della Figura 8 operiamo un taglio sui segnali a $ibon < 3$. Il risultato del filtraggio e' mostrato in Figura 9.

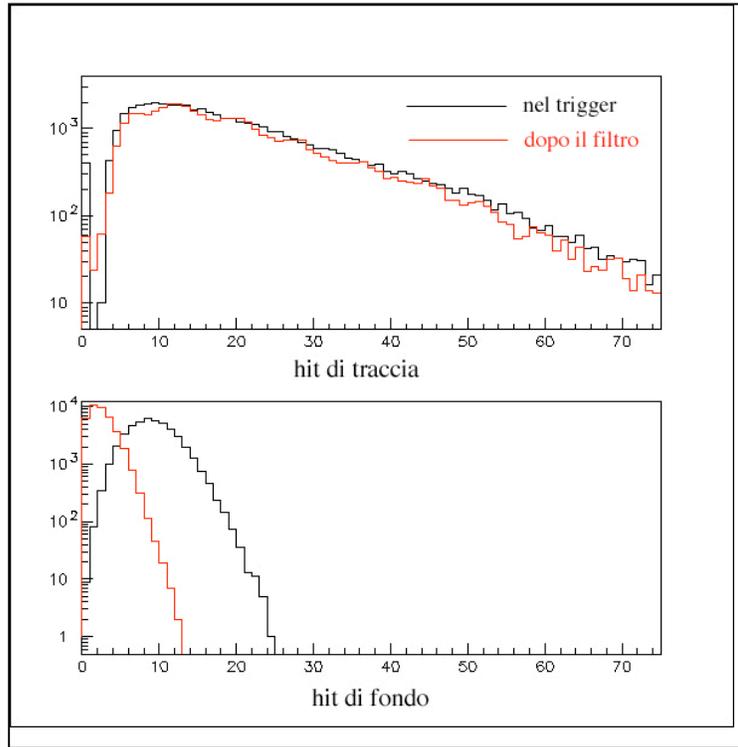


Figura 9 – Effetti del filtraggio locale a $ibon \geq 3$ sulle distribuzioni del numero di hit.

Riguardiamo ora la nuova situazione degli eventi dopo il filtraggio locale ed un taglio a 6 hit totali, Figura 10.

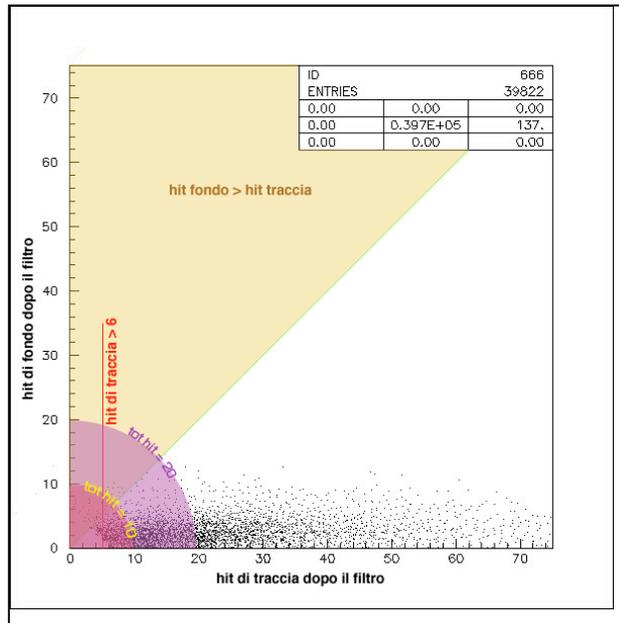


Figura 10 – Relazione fra numero di segnali di traccia e numero di segnali di fondo in eventi cui si e' applicato il criterio di filtraggio locale con fattore di merito pari a 3 ed un taglio a 6 hit totali.

La situazione appare molto migliore rispetto a quella derivante da un filtro esteso a tutto l'apparato: praticamente in tutti gli eventi rimasti potrebbe essere possibile operare con successo una procedura di ricostruzione.

Questa affermazione e' confermata in maniera piu' evidente dalle distribuzioni di Figura 11: non sembra, infatti, necessario alcun taglio ulteriore sul numero totale di segnali per aumentare in maniera sensibile la percentuale di segnali di traccia del totale.

Si evita, cosi', di ridurre pesantemente l'area efficace dell'apparato.

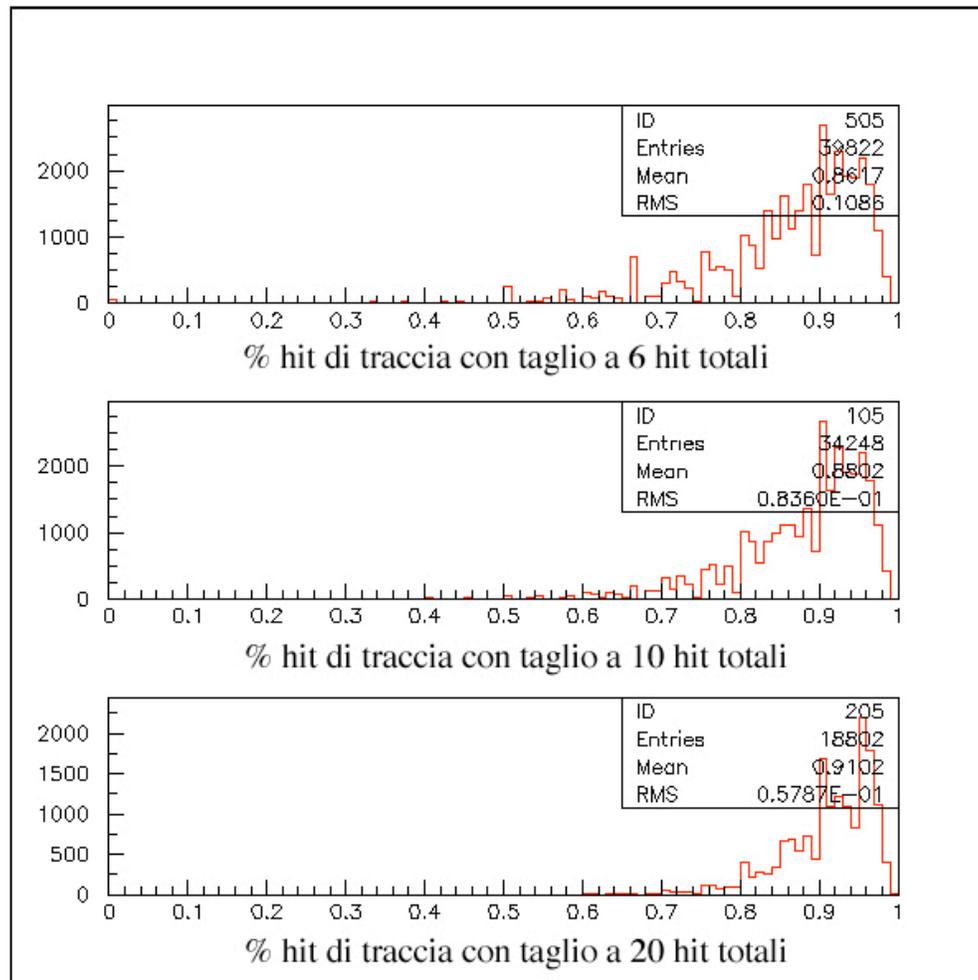


Figura 11 – Distribuzioni della percentuale di segnali di traccia dopo il filtraggio locale per diversi tagli sul numero totale di segnali.

5. Ricostruzione delle tracce