



WP MC Trigger

R. Carosi, P. Da Vela, G. Rodriguez, A. Rugliancich

Padova CTA Software Meeting
22/06/2015

WP MC Trigger

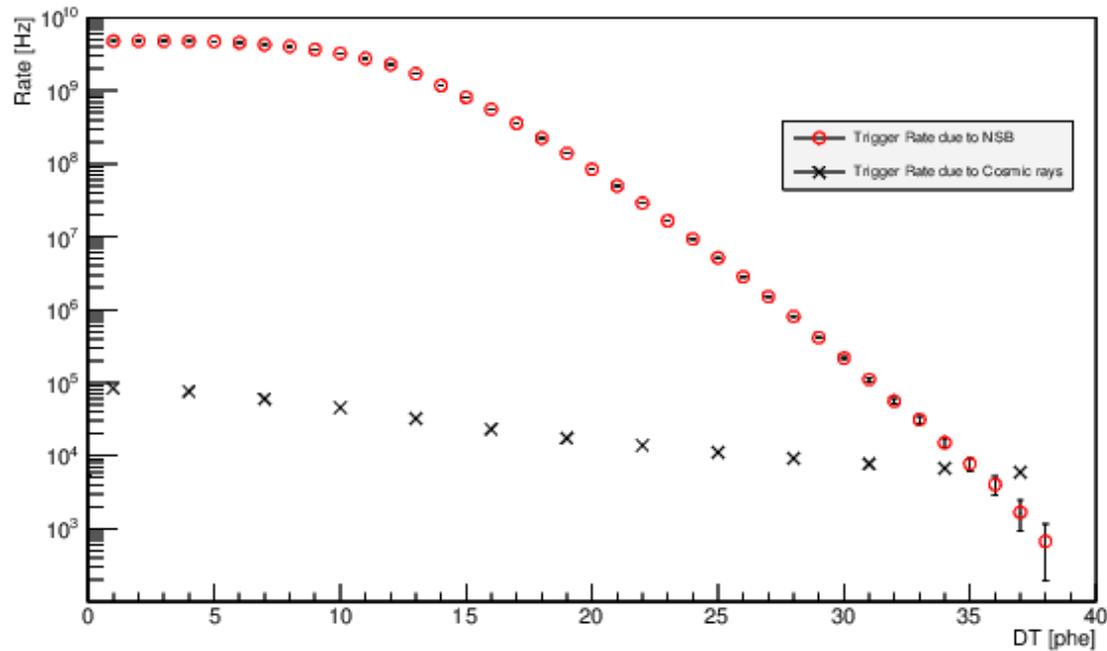


Figure 3: Trigger Rate due to NSB (red circles) and due to Cosmic Rays (Black crosses) for an LST. The crossing point gives the DT where we will operate.

Barrio et al, CTA COM-CCC/130723

(DT = Discriminator Threshold)

Normalizzazione

- NSB rate: efficiency/ Δt (time window)
 - time_window = disc_bins x fadc_mhz⁻¹ x 1000 [ns] = 120 [ns]
- Protoni: eff. x flux (nsb=0)
 - $d\Phi/dEdtdSd\Omega = J(E)$ /sec m² GeV SR
 - $J(E) = A (E+B)^\alpha E^\beta$
 - E (GeV), A=18000, B=0.9 (trascurabile), $\alpha=-4$, $\beta=1.25$
 - $J(E) = 18000 E^{-2.7}$
 - Superficie: parametro CSCAT, raggio 3k → $2.8 \cdot 10^7$ m²
 - Angolo solido: cono di $\Theta = 5^\circ$ di raggio → $2 \pi (1 - \cos \Theta) = 0.024$ sr
 - Integrale in dE tra 100 e 1000 GeV
 - Fattore: $\sim 2.8 \cdot 10^6$

Nota tecnica: passare da efficienza a rate (NSB)

Durata della simulazione: $\tau = 120$ ns.

Per stimare il rate NSB: supponiamo di effettuare tante simulazioni una di seguito all'altra.

Il rate di eventi massimo (teorico) misurabile: $1/\tau = 8.33$ MHz

Rate eventi realistico per un trigger: ~ 1 -50 kHz.

Il trigger di un evento NSB può essere modellato come un processo di Poisson.

La probabilità che ci siano N eventi in grado di far scattare il trigger nella finestra temporale è:

$$P(N) = \frac{\mu^N e^{-\mu}}{N!}.$$

Dove μ è il numero medio di impulsi NSB nella finestra temporale in grado di far scattare il trigger.

Il trigger è attivato se c'è *almeno un evento* in grado di far scattare il trigger:

$$\text{efficienza} = \epsilon = P(N \geq 1) = 1 - P(0) = 1 - e^{-\mu}.$$

Esempio: durata della simulazione: $\tau = 120$ ns. Efficienza 0.5 (50%) $\rightarrow \mu = -\ln(1-0.5) = 0.7 \rightarrow \text{Rate} = \mu/\tau = 5.8$ MHz.

Quando ϵ è piccolo, tuttavia $-\ln(1-\epsilon) \simeq \epsilon$.

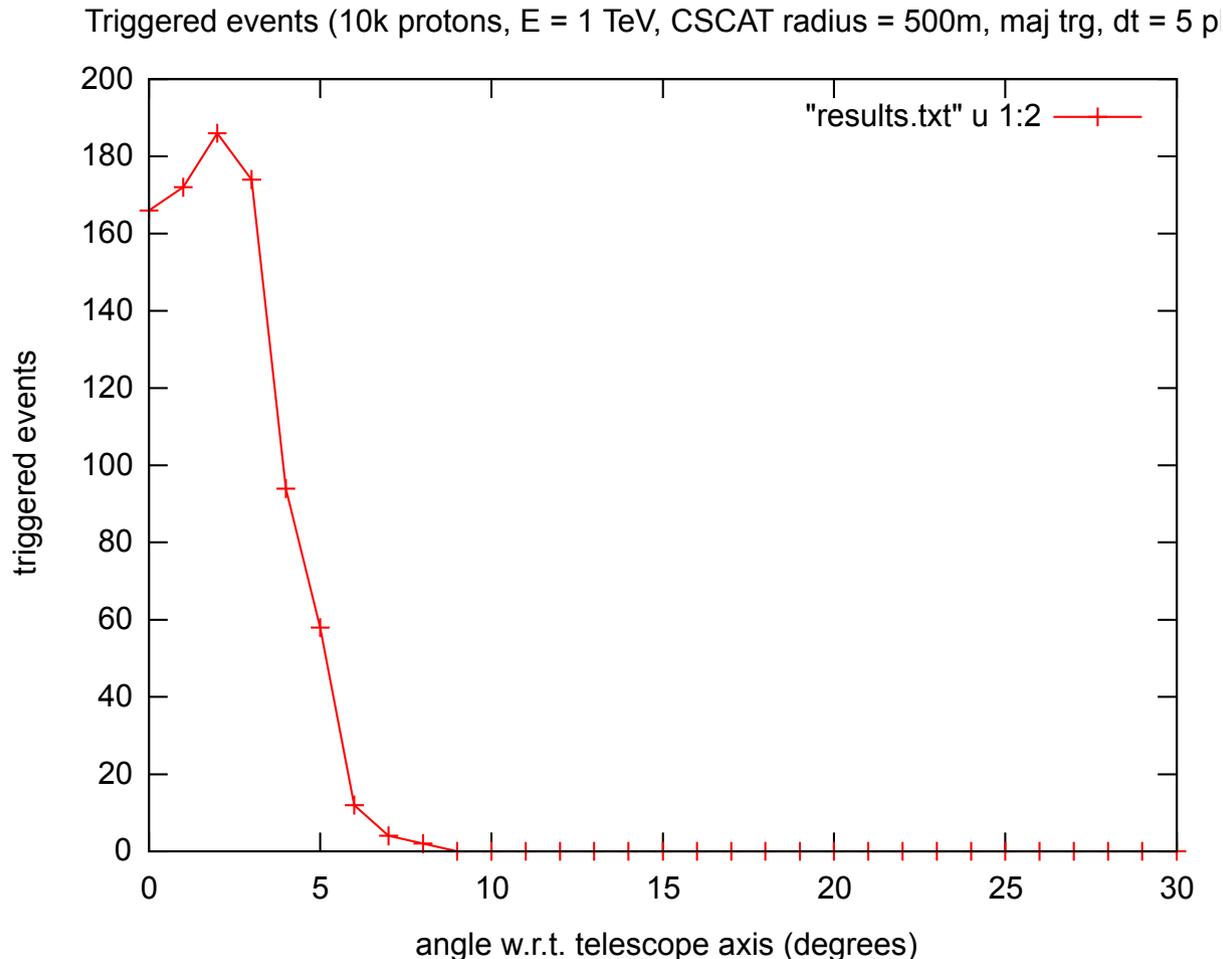
$$\text{Rate} \simeq \epsilon/\tau$$

Tale condizione è verificata nel caso di rate di eventi realistico!

Angolo di accettazione

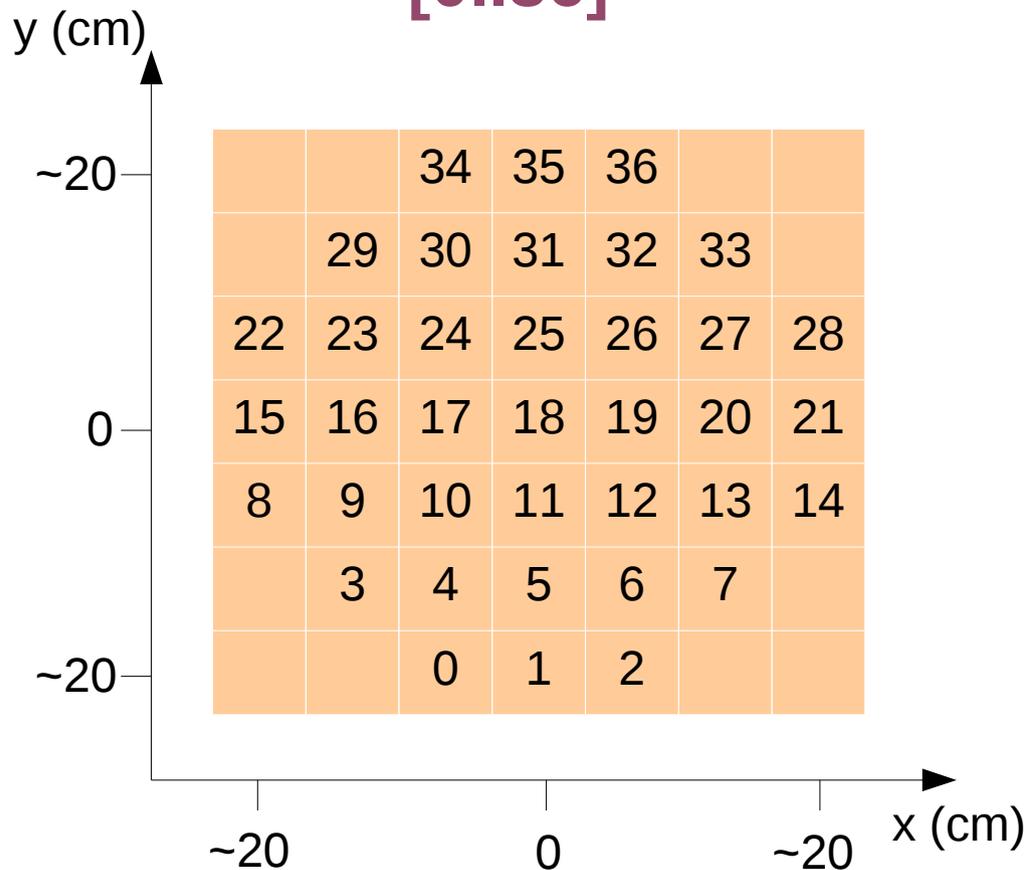
L'angolo di accettazione è dell'ordine della decina di gradi. Il grafico seguente mostra il numero di protoni che generano il trigger in funzione dell'angolo tra la direzione di incidenza del protone e l'asse del telescopio (generato con protoni da 1 TeV). L'angolo di accettazione (protoni da 1 TeV) è circa 5°.

L'opzione per generare protoni ad un angolo fisso rispetto all'asse del telescopio è (ad esempio, per 4°): `VIEWCONE 4.0 4.0`



Numerazione pixel ASTRI

Numerazione moduli
di 8x8 pixel, detti Photo
Detection Module (PDM)
[0..36]



Numerazione dei pixel all'interno
di un PDM
[0..63]

56	57	58	59	60	61	62	63
48	49	50	51	52	53	54	55
40	41	42	43	44	45	46	47
32	33	34	35	36	37	38	39
24	25	26	27	28	29	30	31
16	17	18	19	20	21	22	23
8	9	10	11	12	13	14	15
0	1	2	3	4	5	6	7

**Numero globale del pixel [0..2367] = (#modulo × 64) +
(#pixel all'interno del PDM)**

Gruppi di pixel

- Una possibile scelta di gruppi di pixel è: quadrati 2x2, con o senza overlapping
- Pixel appartenenti a PDM distinti non possono formare un gruppo

56	57	58	59	60	61	62	63
48	49	50	51	52	53	54	55
40	41	42	43	44	45	46	47
32	33	34	35	36	37	38	39
24	25	26	27	28	29	30	31
16	17	18	19	20	21	22	23
8	9	10	11	12	13	14	15
0	1	2	3	4	5	6	7

Senza overlapping
(4x4 = 16 gruppi per PDM)

56	57	58	59	60	61	62	63
48	49	50	51	52	53	54	55
40	41	42	43	44	45	46	47
32	33	34	35	36	37	38	39
24	25	26	27	28	29	30	31
16	17	18	19	20	21	22	23
8	9	10	11	12	13	14	15
0	1	2	3	4	5	6	7

Con overlapping
(7x7 = 49 gruppi per PDM)

Gruppi di pixel

56	57	58	59	60	61	62	63
48	49	50	51	52	53	54	55
40	41	42	43	44	45	46	47
32	33	34	35	36	37	38	39
24	25	26	27	28	29	30	31
16	17	18	19	20	21	22	23
8	9	10	11	12	13	14	15
0	1	2	3	4	5	6	7

4x4 senza overlapping
(4 gruppi per PDM)

56	57	58	59	60	61	62	63
48	49	50	51	52	53	54	55
40	41	42	43	44	45	46	47
32	33	34	35	36	37	38	39
24	25	26	27	28	29	30	31
16	17	18	19	20	21	22	23
8	9	10	11	12	13	14	15
0	1	2	3	4	5	6	7

4x4 "half overlapping"
(9 gruppi per PDM)

simtel_array: parametri configurabili trigger analogico

Le opzioni rilevanti son elencate nel file [sim_telarray/hess/hess_defaults.h](#)

```
{"ASUM_SHAPING_FILE", "Text", 1023, setup.asum_shaping_fname, NULL, "none"}
{"ASUM_CLIPping", "Double", 1, &setup.asum_clipping, NULL, "0.", "0."}
{"ASUM_THRESHold", "Double", 1, &setup.asum_threshold, NULL, "0.", "0."}
{"ASUM_OFFSET", "Double", 1, &setup.asum_shape_offset, NULL, "0.", "0."}
```

File sorgente di simtel rilevanti:

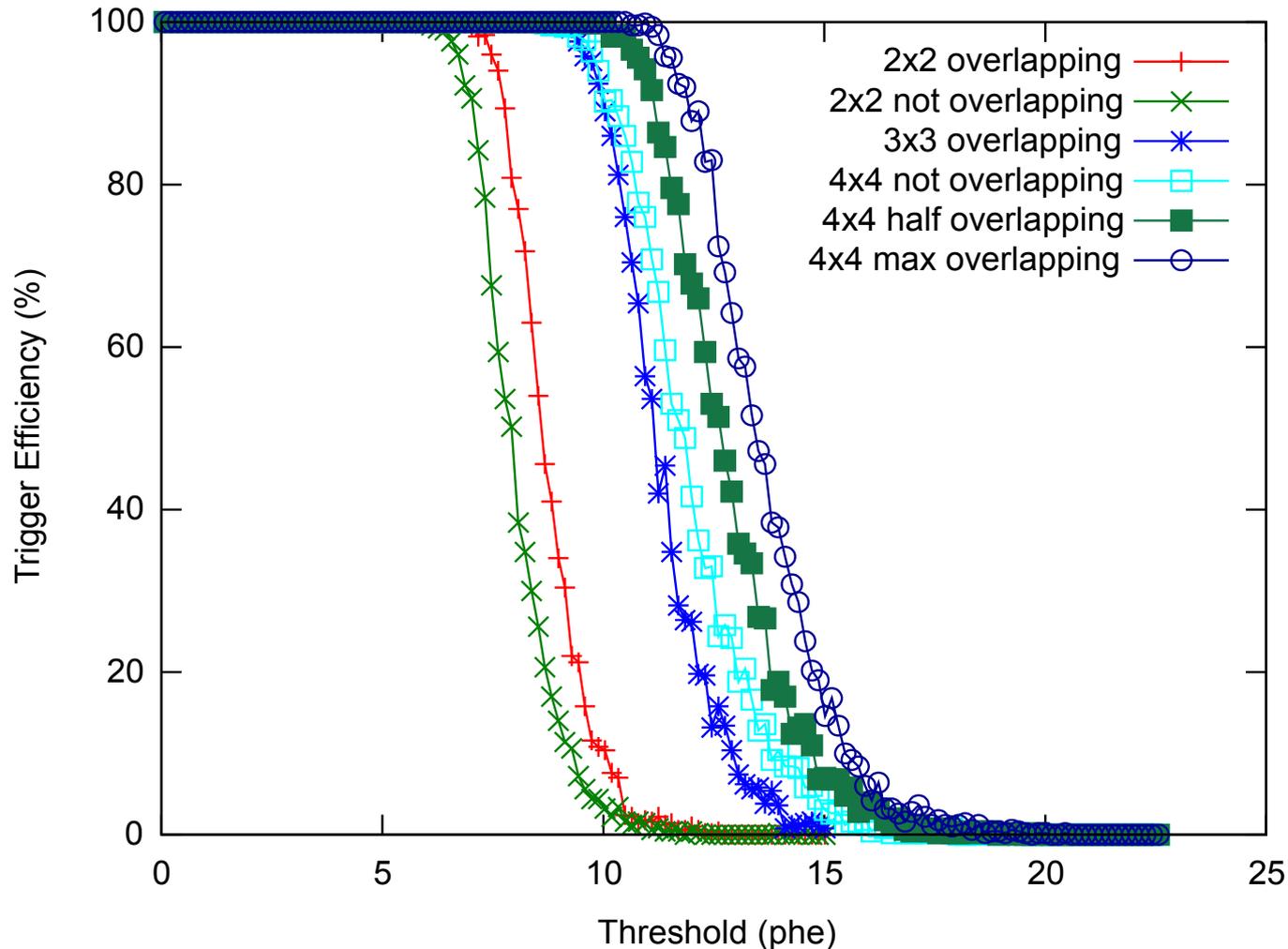
- `sim_telarray/hess/hess_defaults.h` (per la lista di tutte le opzioni)
- `sim_telarray/common/sim_signal.c`
- `sim_telarray/common/sim_config.c`
- `sim_telarray/common/sim_imaging.c`
- `sim_telarray/common/mc_aux.c`

Esempi di configurazioni di camera con trigger analogico si trovano in:

- `sim_telarray/cfg/CTA/camera_CTA-LST+MST-all.dat`
- `sim_telarray/cfg/CTA/camera_CTA-7m-DC-SST_9deg_analogsum.dat`
- `sim_telarray/cfg/CTA/camera_CTA-LST+MST_1855_analogsum.dat`

Trigger analogico: NSB

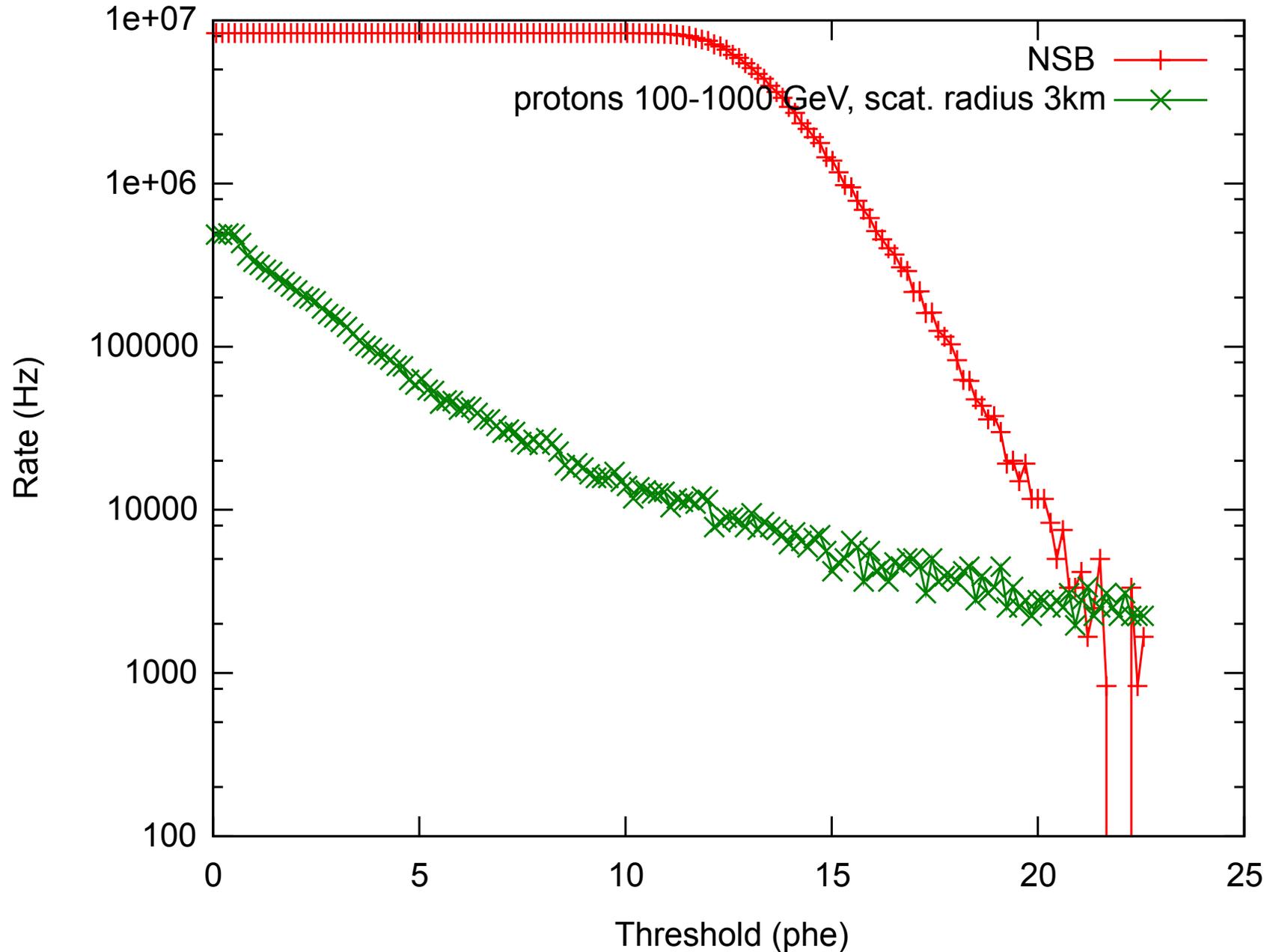
Triggered events (NSB = 24 MHz, simulation time = 120 ns, 500 evts per point)



Il night sky background è settato a 24 MHz, utilizzati 500 eventi NSB per punto.
A seconda della scelta (overlapping/non overlapping) si ottengono risultati diversi.

Risultati trigger analog sum: rate

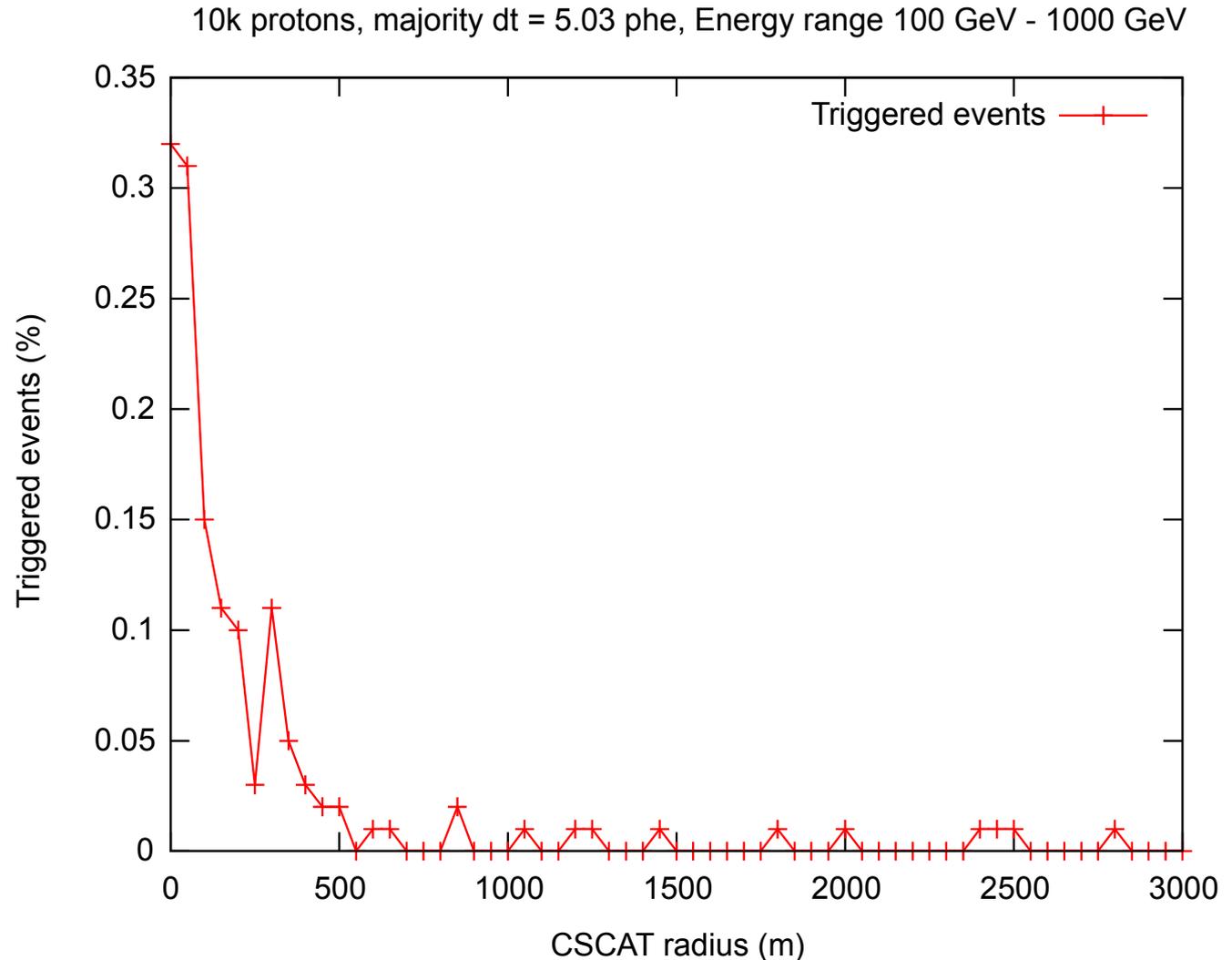
Analog Sum Trigger 4x4 max ovl. (NSB = 24 MHz, 10k evts/point)



Ottimizzazioni parametri della simulazione: CSCAT

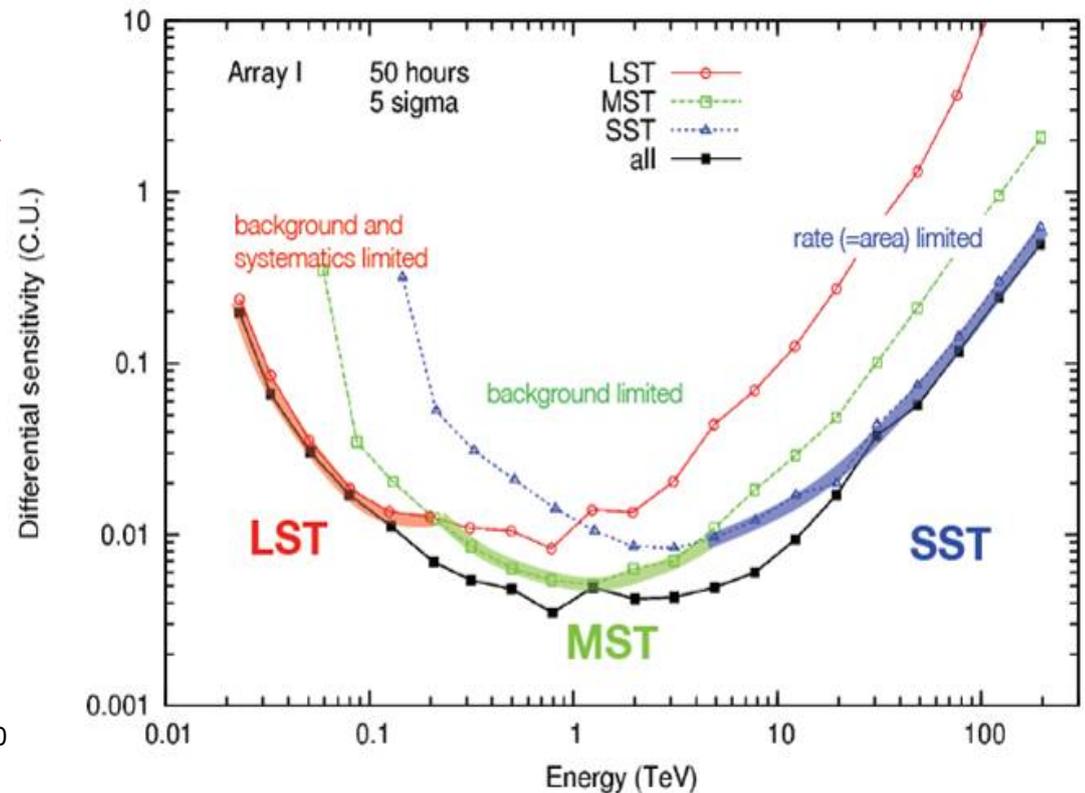
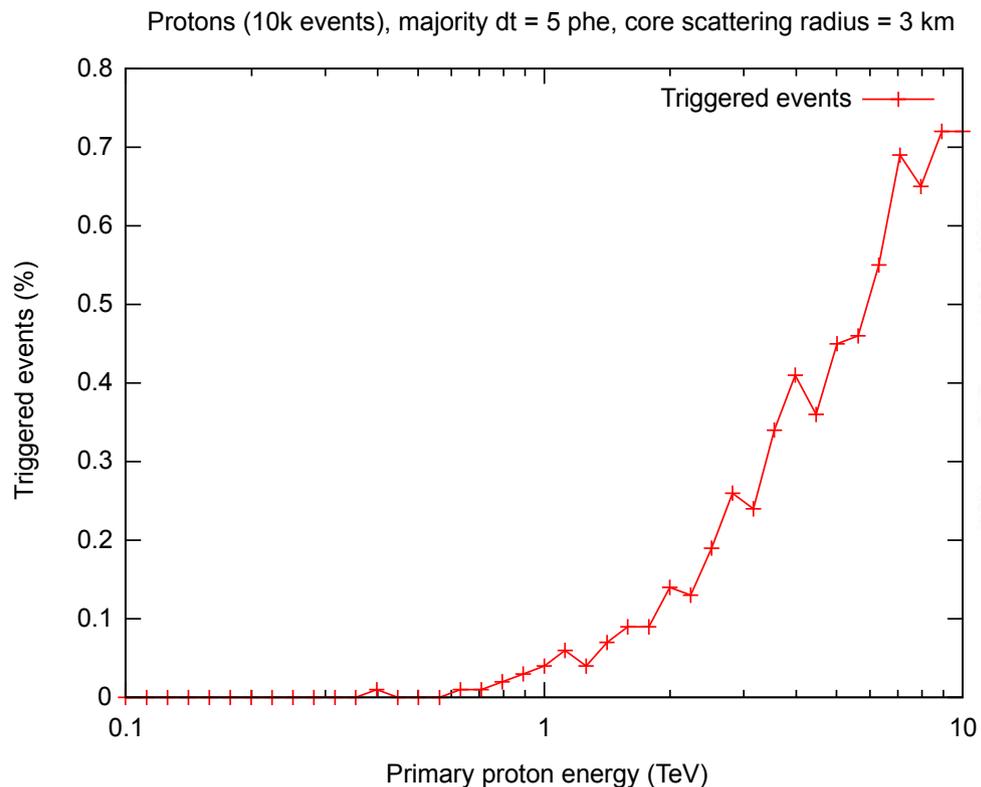
Tramite l'opzione CSCAT si possono generare sciame con core distribuito casualmente entro un cerchio di raggio prestabilito (nella simulazione è l'array di telescopi ad essere "spostato", non lo sciame, ma l'effetto è lo stesso).

Nel caso di simulazione del trigger di un **telescopio singolo** è opportuno ridurre il raggio di scattering in modo da velocizzare la simulazione (più fotoni triggerati a parità di tempo). Nel nostro caso possiamo ragionevolmente scegliere 500 m.



Ottimizzazioni parametri della simulazione: energia

Poiché un telescopio SST è ottimizzato per la misura di sciame ad alta energia ($\gg 100$ GeV), è conveniente simulare protoni ad energia più alta rispetto alle simulazioni per LST e MST. Tuttavia, il tempo richiesto per simulare sciame cresce all'aumentare dell'energia (ad esempio, è necessario 1 minuto per simulare lo sciame di un protone da 10 TeV).



Backup



Normalizzazione (protoni)

$$N_{gen} = S \cdot \Omega \int_{E_1}^{E_2} A \cdot (E+B)^\alpha \cdot E^\beta dE$$

$$S = \pi \cdot R^2$$

$$\Omega = 2\pi \cdot (1 - \cos \Theta)$$

$$\epsilon_{trigger} = \frac{N_{trig}}{N_{simulated}}$$

$$R_{proton} = N_{gen} \cdot \epsilon_{trigger}$$