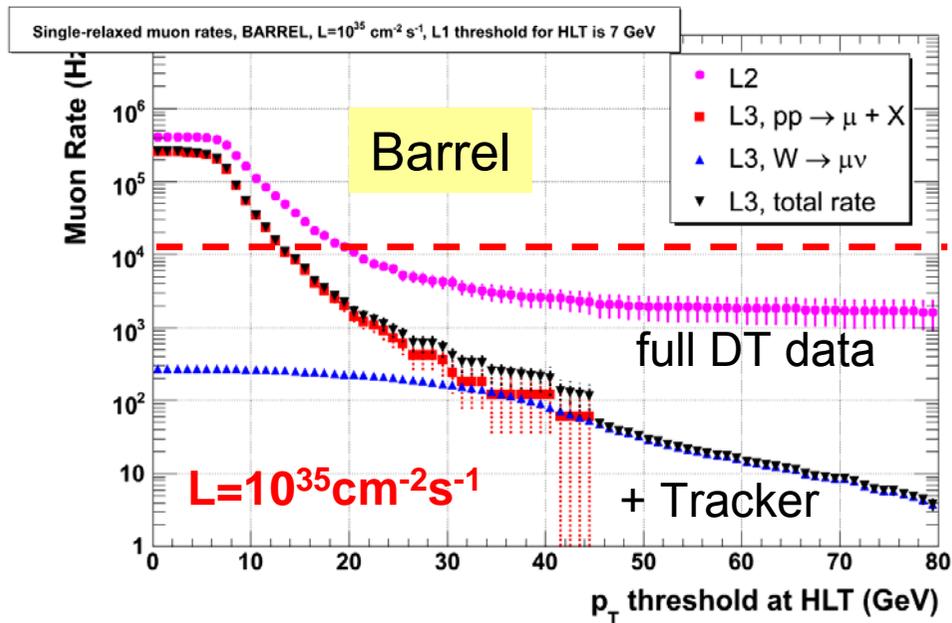


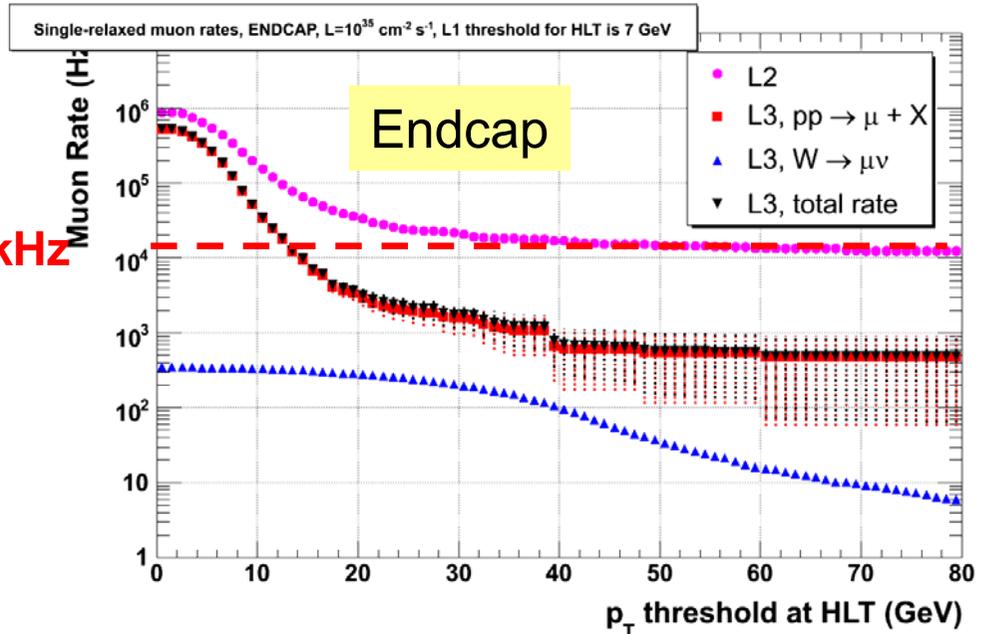
R&D su Trigger dei Muoni

Incontro ATLAS e CMS per l'Upgrade a SLHC
Sestri Levante, 14 Novembre 2008

Rate di muoni alla massima luminosità di SLHC



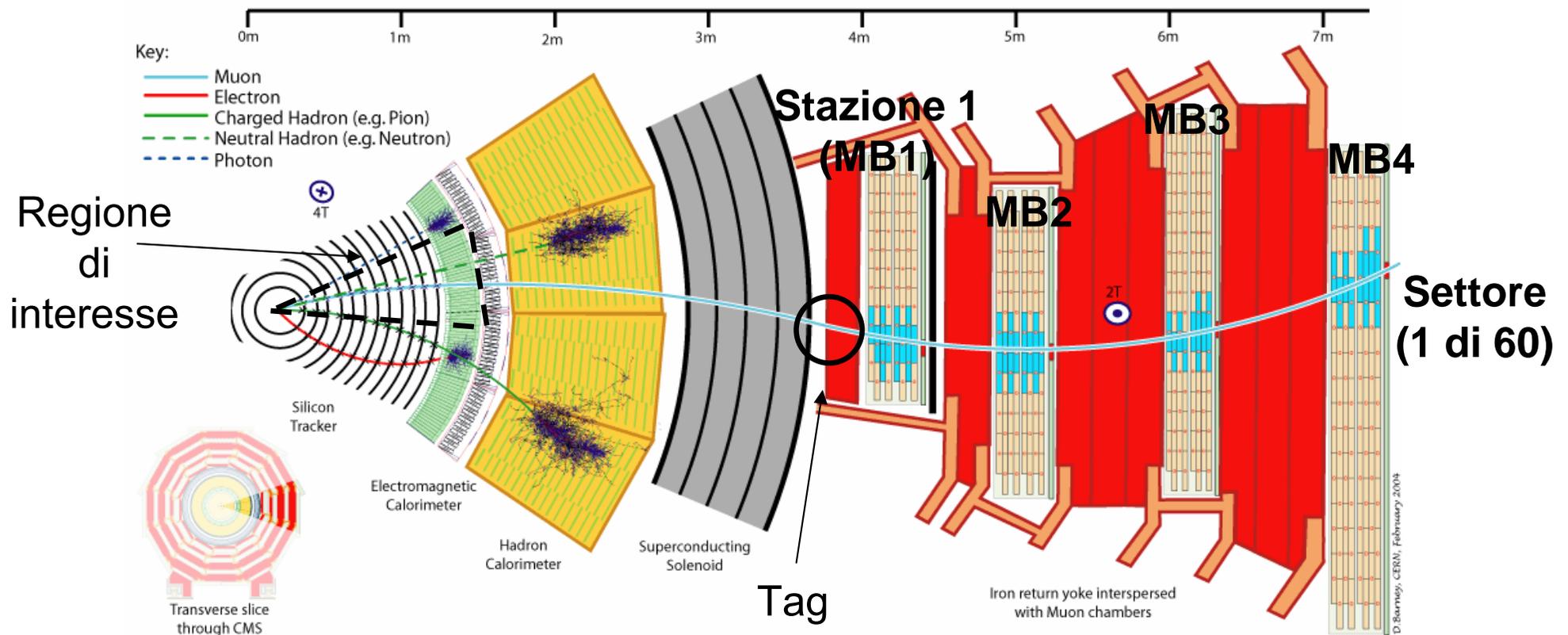
12 kHz



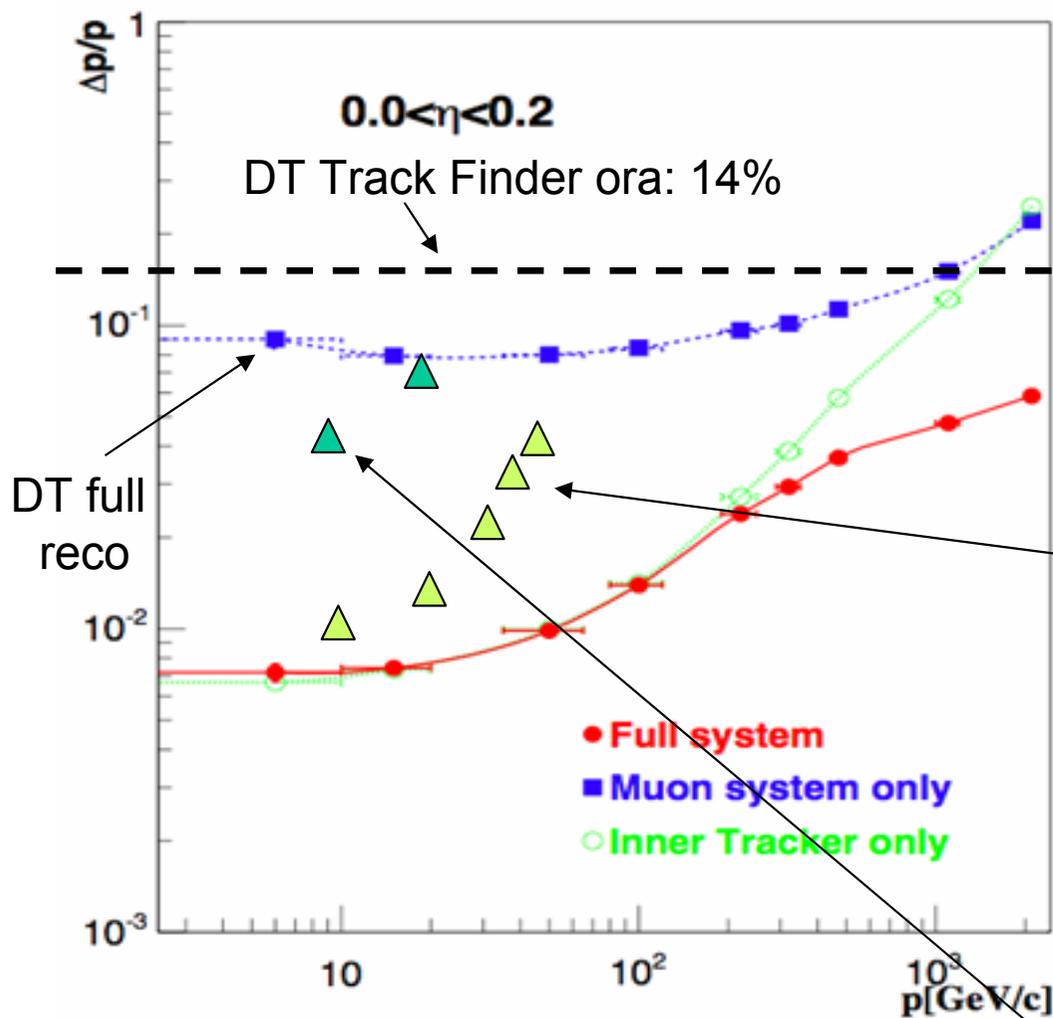
- Il taglio in impulso trasverso non e' piu' efficace per ridurre il rate di trigger al L1
 - muoni a basso impulso mal misurati superano la soglia
- Occorre migliorare la risoluzione sulla misura di p_T nel L1 trigger
 - i rivelatori di muoni sono limitati dal multiple scattering
- **Occorre aggiungere il Tracker per migliorare la risoluzione in p_T**

Come avere informazioni dal Tracker?

- L'idea e' quella di identificare hits dovuti al muone dopo il filtro dei calorimetri e del solenoide
 - segmentazione tale da definire una regione di interesse limitata da cui estrarre l'informazione relativa agli hits in alcuni strati del Tracker
 - le informazioni selettive del Tracker sono spedite al Trigger Regionale delle DT
 - ridotta banda passante necessaria per estrarre informazioni di trigger dal Tracker
 - pochi punti a basso multiple scattering migliorano la risoluzione in p_T



Risoluzioni raggiungibili con Tracker



Informazioni parziali dal Tracker (anche Pixel) permettono di migliorare la risoluzione sul p_T e quindi di migliorare la riduzione del trigger rate

Fit of 2 TOB layers + vertex constraint
(200 μ m strip pitch)

Radius (cm) of two layers	$\Delta Pt / Pt$ (%) for different Pt (GeV/c)				
	10	20	30	40	50
61.0-108.0	0.8	1.1	1.6	2.1	2.6
61.0-86.8	1.1	1.8	2.8	3.5	4.4
86.8-108.0	0.9	1.5	2.3	3.0	4.0

Fit of 3 Pixel layers at: 4.4, 10.2, 25.0 (cm)
No vertex constraint

Pixel pitch in ϕ	$\Delta Pt / Pt$ (%) for different Pt (GeV/c)	
	10	20
100 μ m	7.5	14.5
50 μ m	4.3	7.2
20 μ m	2.7	3.2

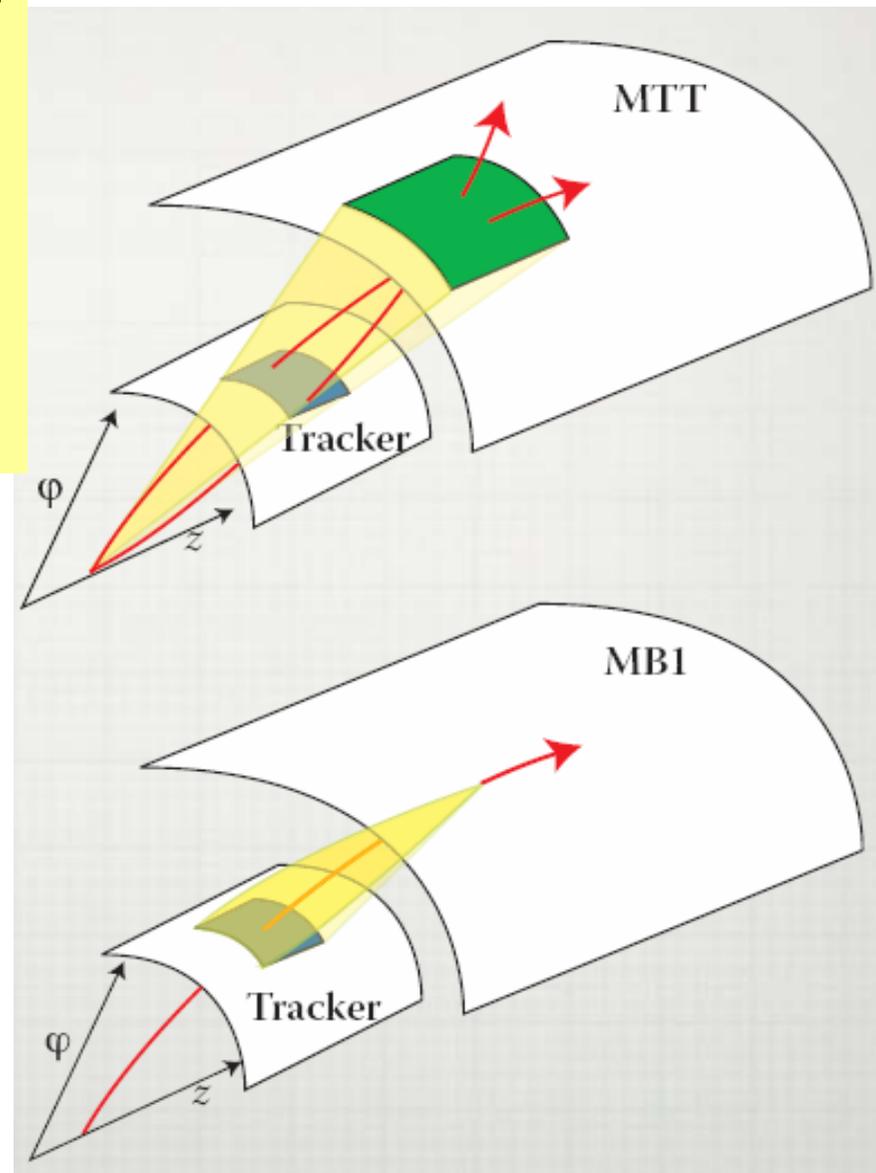
Come definire regioni di interesse nel Tracker

A) *Static mapping (MTT, Muon Track fast Tag):*

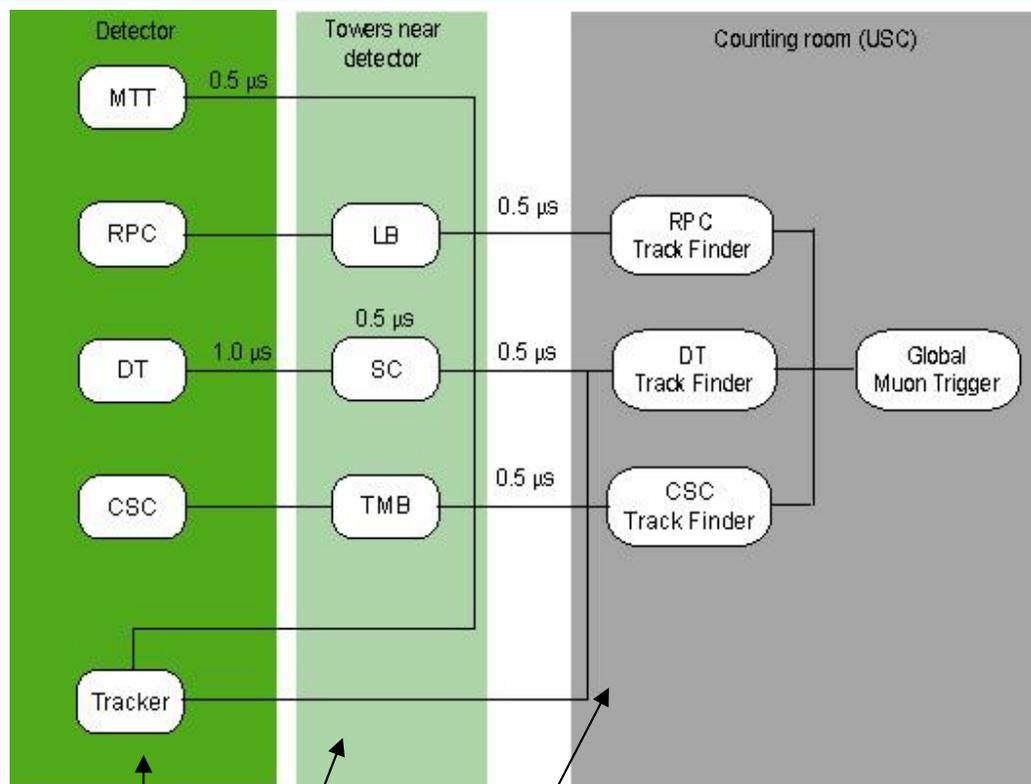
- si usa solo la posizione φ dell'hit oltre il Solenoide, da un rivelatore dedicato
- si definisce una regione fiduciale massima define fixed maximal poichè non si dispone di informazione sul p_T (assumiamo solo il bending power per $p_T > 10$ GeV)
- semplice e veloce (hardware mapping)

B) *Dynamic mapping (DT):*

- si usa posizione φ più angolo di bending φ_B che dà una stima grezza del momento (e della carica)
- tenendo conto dell'effetto del multiple scattering si possono definire regioni che sono più strette per muoni di alto impulso
- più sofisticato
- richiede un hit misurato più una direzione
- più lento (richiede il processamento di dati da più stazioni)

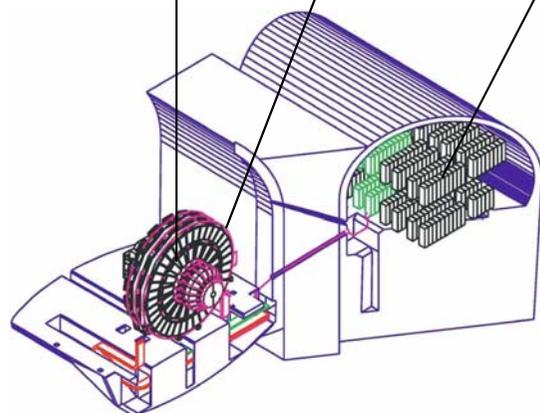


Timing del trigger



Il Tracker può essere indirizzato dalle Torri o dalla Counting room (prima o dopo i Track Finders)

L'indirizzamento può essere generato da un nuovo rivelatore dedicato (*Muon Track fast Tag, MTT*) o dai presenti rivelatori (algoritmi più lenti)



Tracker indirizzato dalle torri:

MTT 0.5 μs

DT 1.5 μs

Tracker indirizzato da USC (prima del TF):

MTT 1.5 μs

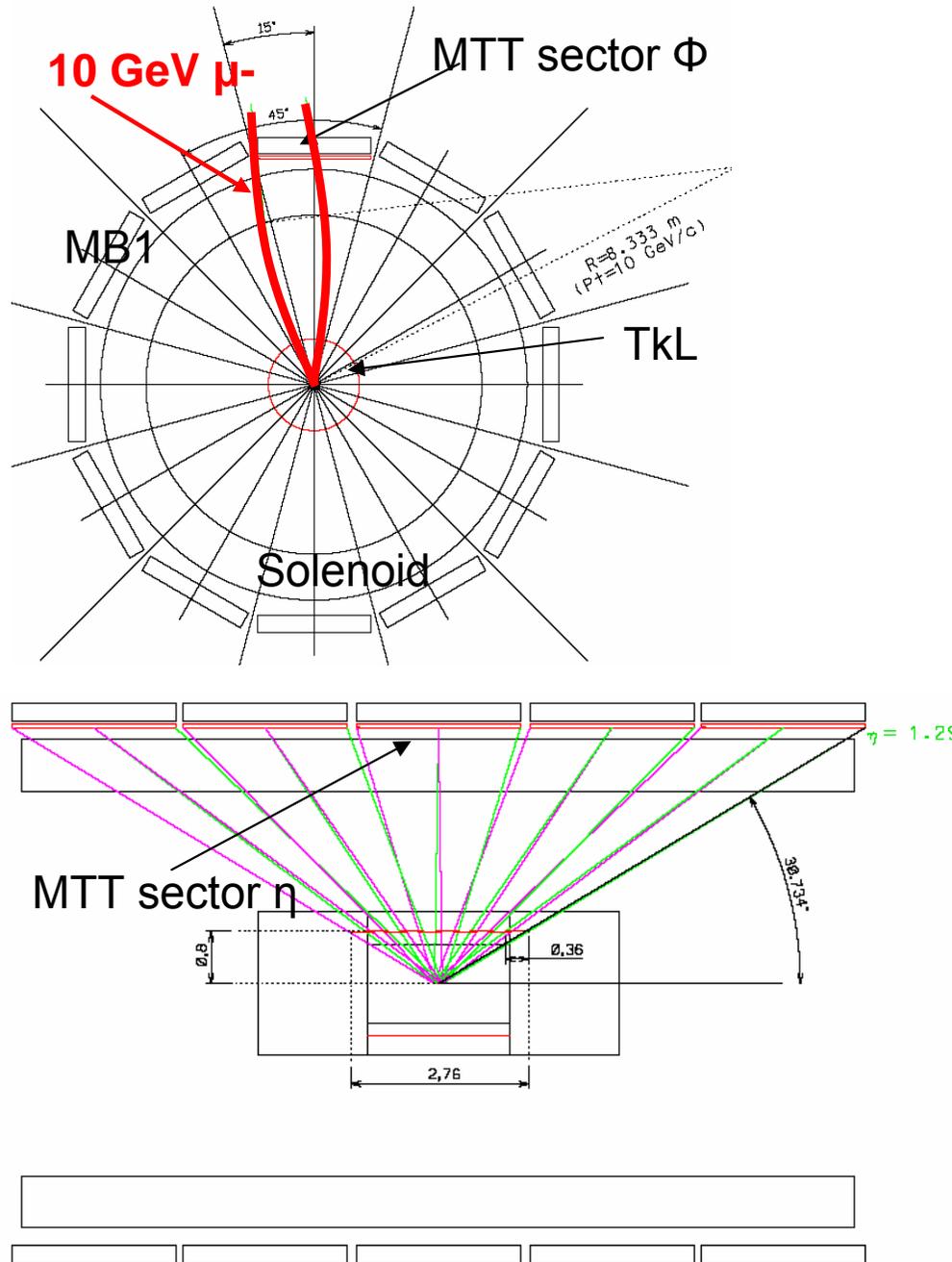
DT 2.0 μs

Tracker indirizzato da USC (dopo il TF):

DT 3.0 μs

A) Static mapping:
Muon Track fast Tag (MTT)

Static mapping with MTT



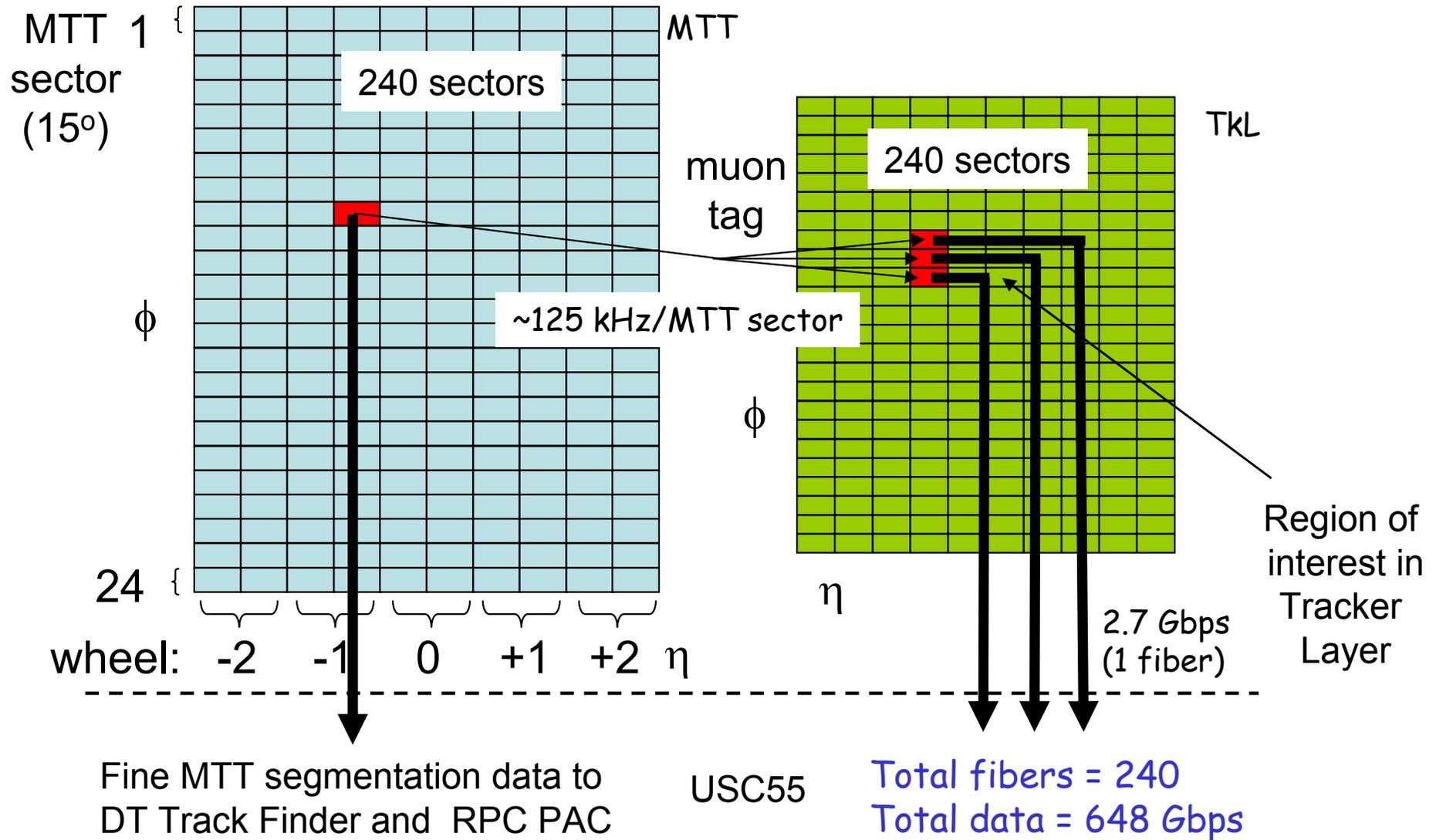
- Define coarse muon tagging sectors outside Solenoid:
 - all tagged muons above 10 GeV come from an associated Region of Interest (RoI) in Tracker
- Natural choice for sectors in an MTT layer near MB1 (and corresponding RoI in a Tracker Layer (TkL)):
 - Φ MTT sector: $15^\circ \rightarrow$ half MB1 = 100 cm
 - Φ TkL sector: $3 \times 15^\circ$
 - η MTT sector: \rightarrow half MB1 = 125 cm
 - η TkL sector: \rightarrow depends on radius

Total:
 2 x (12 MB sectors) x
 2 x (5 wheels) = **240 coarse MTT sectors**

- 4 coarse MTT sectors for each MB sector
- also TkL is divided into 240 sectors

Tag connections from MTT to (one) TkL

A fast muon tag signal (0.5 μs) can be sent directly to Tracker sensors:
 reduced bandwidth of Tracker data to be sent to following trigger stages in USC



(rates calculated for $L=10^{35}\text{cm}^{-2}\text{ s}^{-1}$ and a TkL at 80 cm from vertex, as in CMS-IN 2007/058)

Opzioni per MTT

Nel valutare le possibili implementazioni di MTT, occorre considerare che, oltre a fornire un tag veloce, tale rivelatore serve anche per:

- **risolvere i ghost in MB1**
- **rafforzare il trigger degli RPC nel barrel**

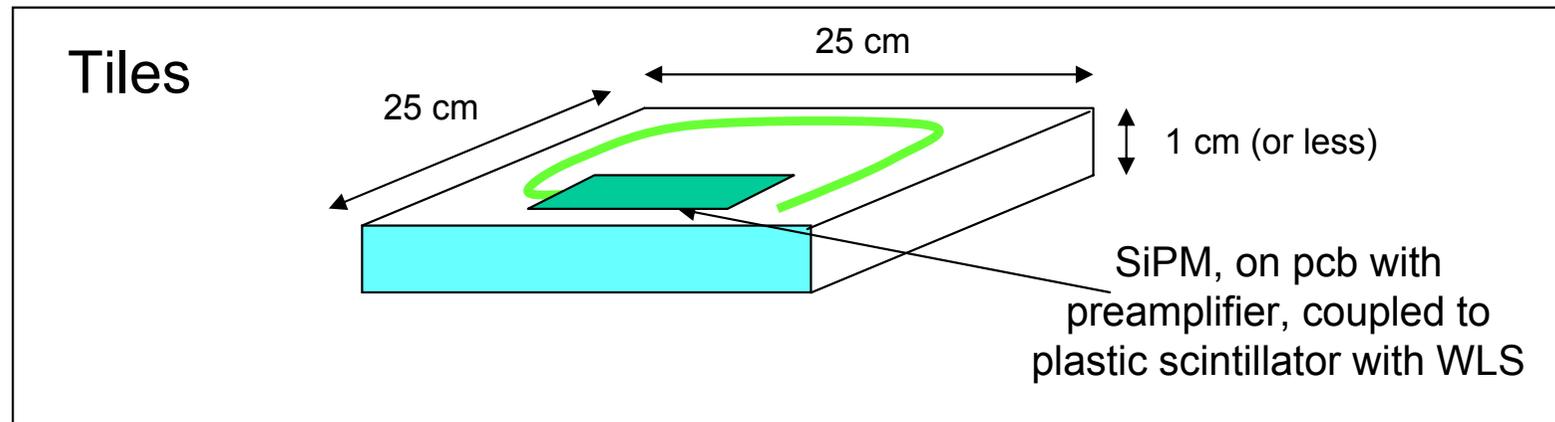
Tra le possibilità praticabili:

- **un nuovo RPC nella stazione 1, con lettura 2D e risoluzione circa 30 x 30 cm², che sostituirebbe quello esistente**
 - in questo caso i sistemi DT-RPC fornirebbero un unico trigger
- **un nuovo rivelatore aggiuntivo vicino a MB1, compatibile con gli spazi ridotti e che non necessiti di nuovi servizi**
 - questa soluzione presenta il vantaggio di mantenere disaccoppiati i sistemi DT-RPC

Un possibile design di MTT con scintillatori

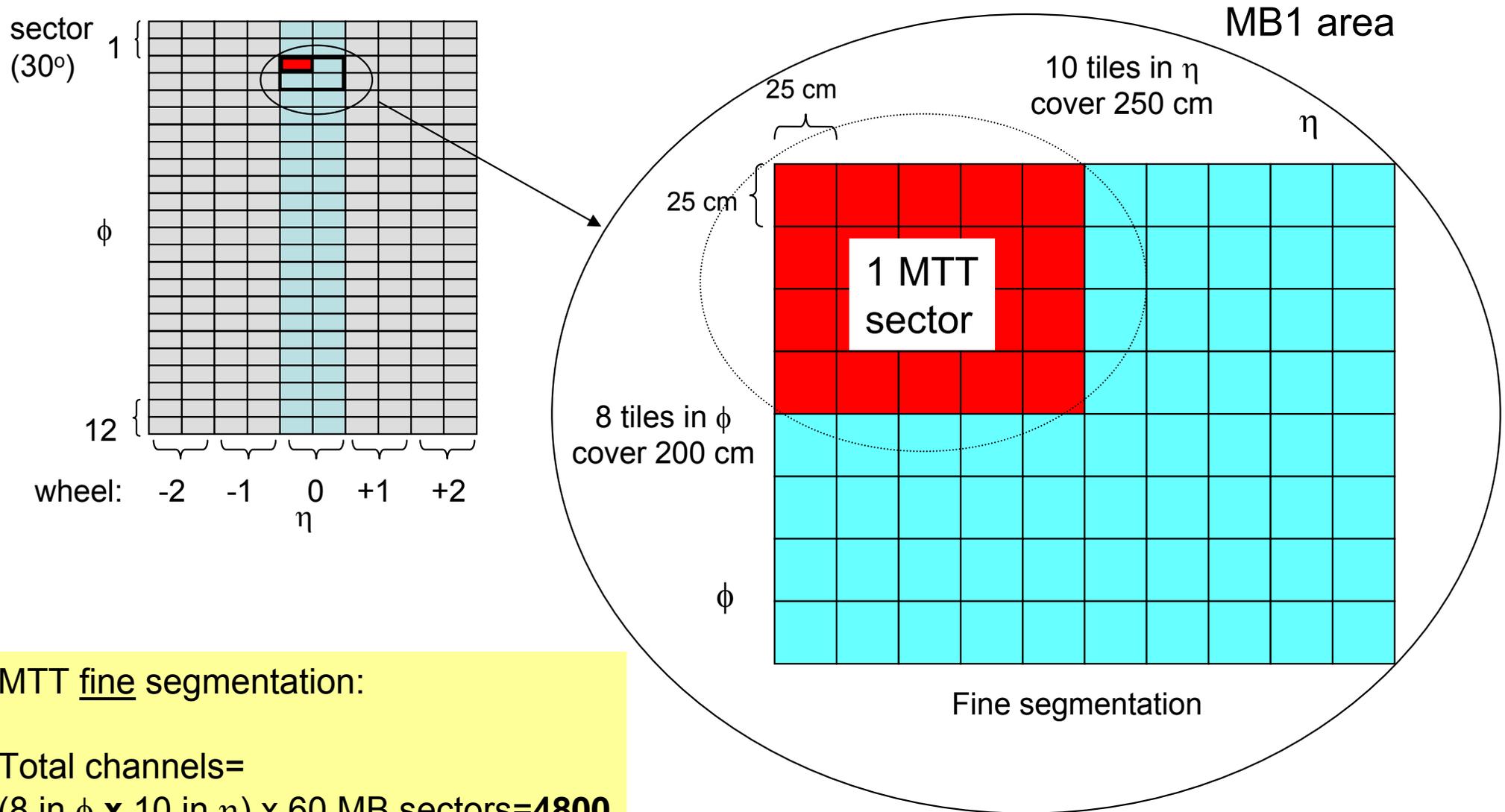
- **scintillatore plastico letto con Silicon Photomultipliers (SiPM):**
insensibili al campo magnetico, piccoli (e.g. 1x1 mm²), basso consumo

Geometria
di un singolo
elemento
(tile)



- la segmentazione e' inferiormente limitata dal multiple scattering corrispondente all'impulso minimo di soglia di trigger (5 cm a 10 GeV) e ottimizzata per la rimozione dei ghost in MB1 (25x25 cm²)
- geometria studiata per limitare l'ingombro visto lo spazio limitato a disposizione
- raccolta di luce ottimizzata per **rivelare MIP** e **semplificare elettronica** di front-end

MTT layout with scintillator tiles



MTT fine segmentation:

Total channels=
(8 in ϕ x 10 in η) x 60 MB sectors=**4800**

Total area: 2.0 x 2.5 x 60=**300 m²**

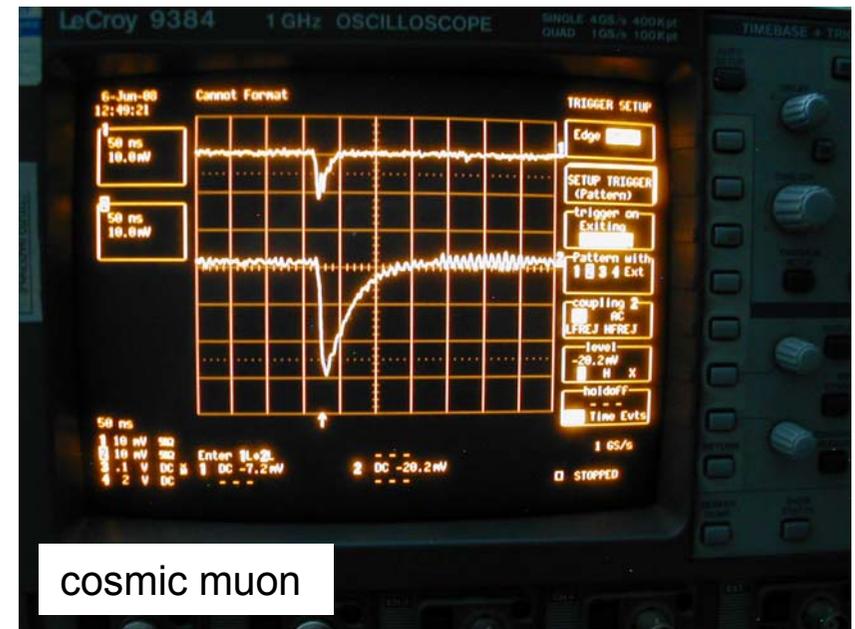
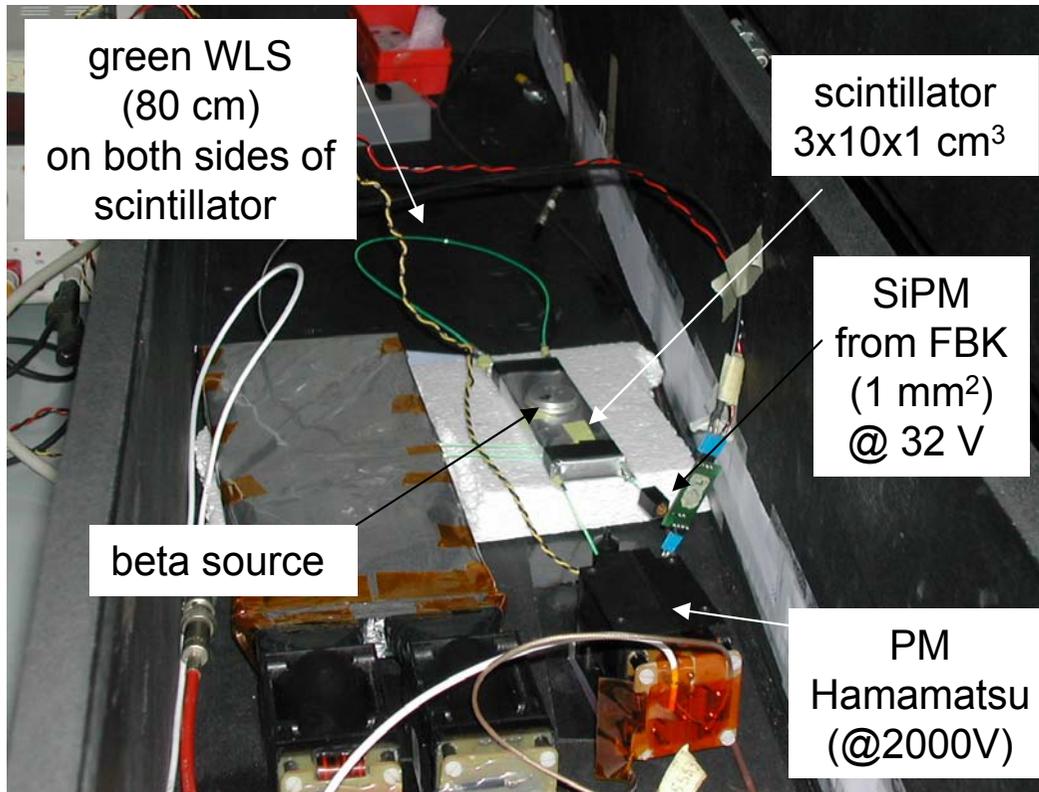
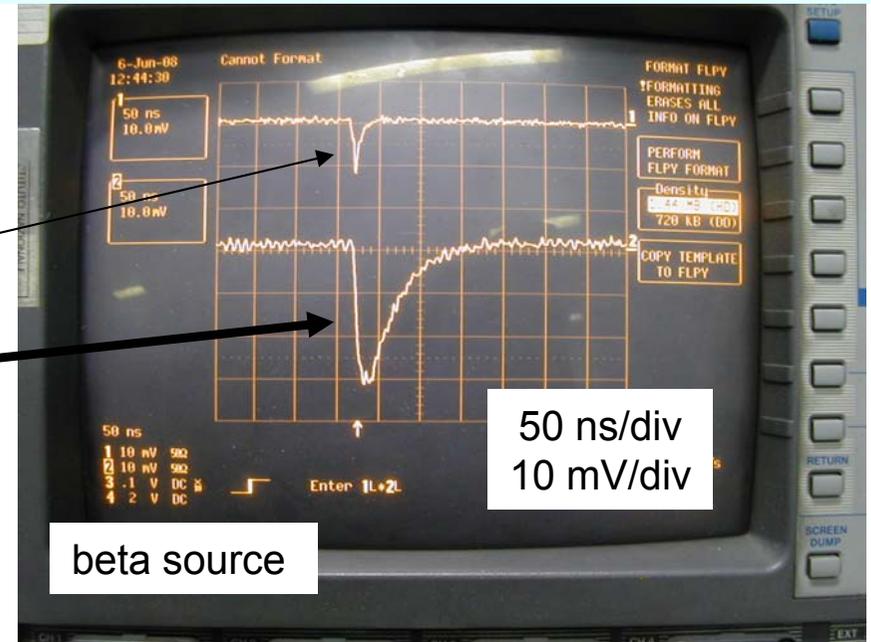
Fast tag + ghost rejection

The optimal fine segmentation for effective ghost rejection
needs to be studied with detailed simulation

First tests on Scintillator+WLS+SiPM coupling (in Bologna)

Same WLS fiber on both sides of scintillator:

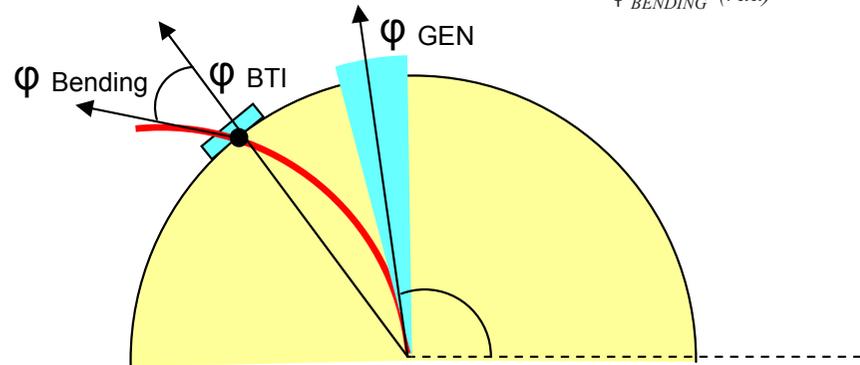
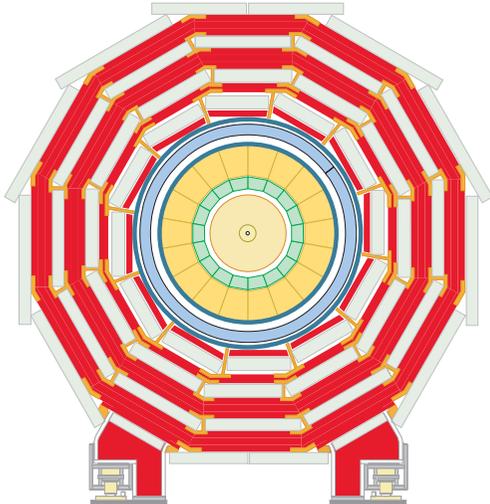
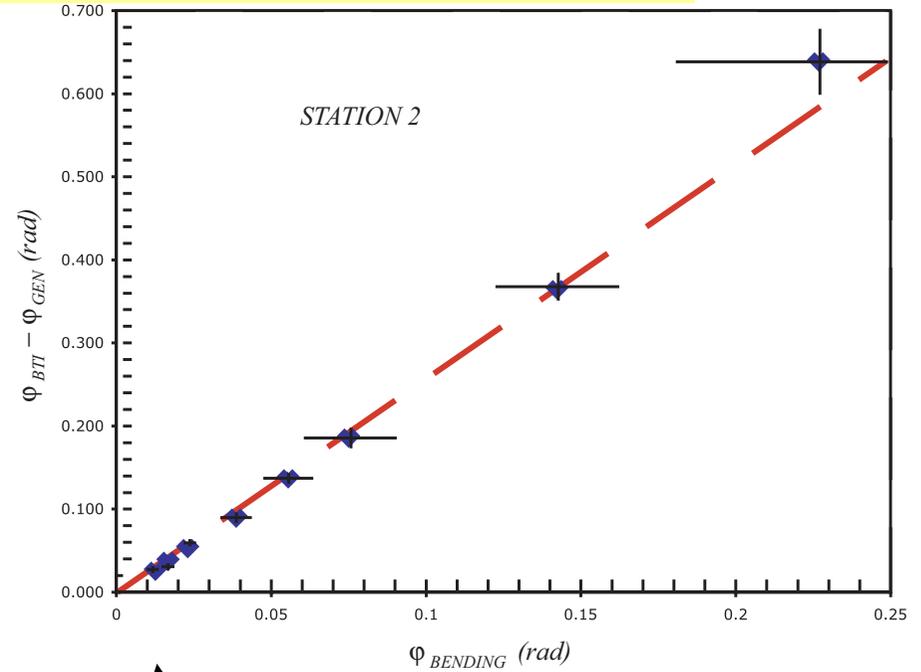
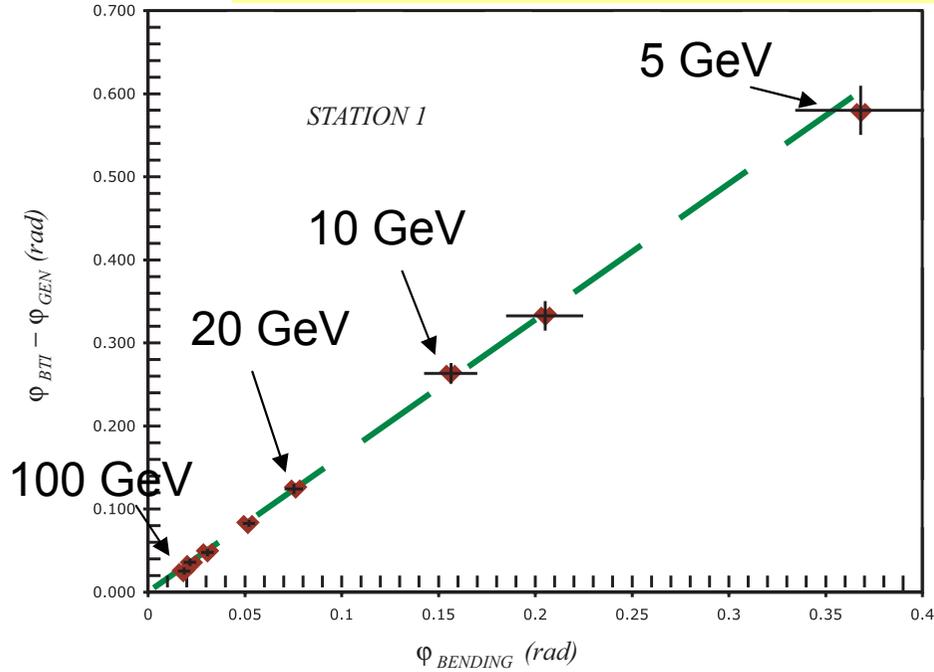
- one side connected to PM
- the other side to **SiPM**



B) Dynamic Mapping

Connecting to Tracker with Dynamic Mapping

Correlation between deviation and bending angle allows the prediction of muon position at any depth inside CMS (use also station 2 when bending is not measured by station 1)



$$\phi_{\text{Predicted}} = m \phi_{\text{Bending}} + q - \phi_{\text{BTI}} + \phi_{\text{sector}}$$

Conclusioni

- ✓ **Sono state proposte diverse soluzioni per migliorare il Trigger di muoni di primo livello utilizzando informazioni del Tracker**
- ✓ **E' iniziato l'allestimento degli strumenti di simulazione per valutare le varie opzioni**
- ✓ **Sono iniziati anche alcuni studi preliminari per valutare la fattibilità di alcune soluzioni hardware (MTT con scintillatori)**
- **Occorrerà individuare insieme alla comunità del Tracker e dei Calorimetri quale sarà l'approccio più conveniente e condivisibile**