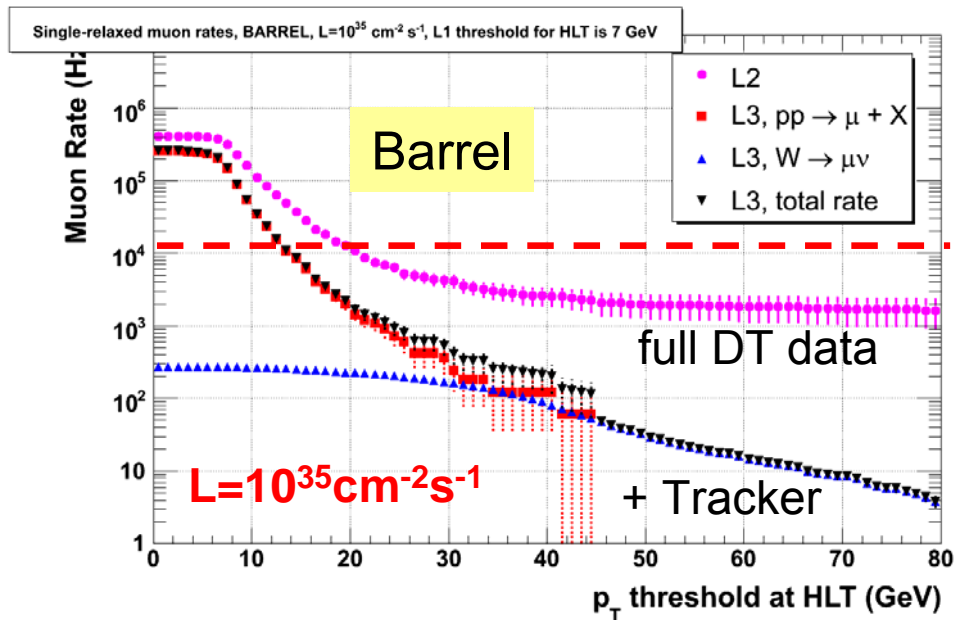


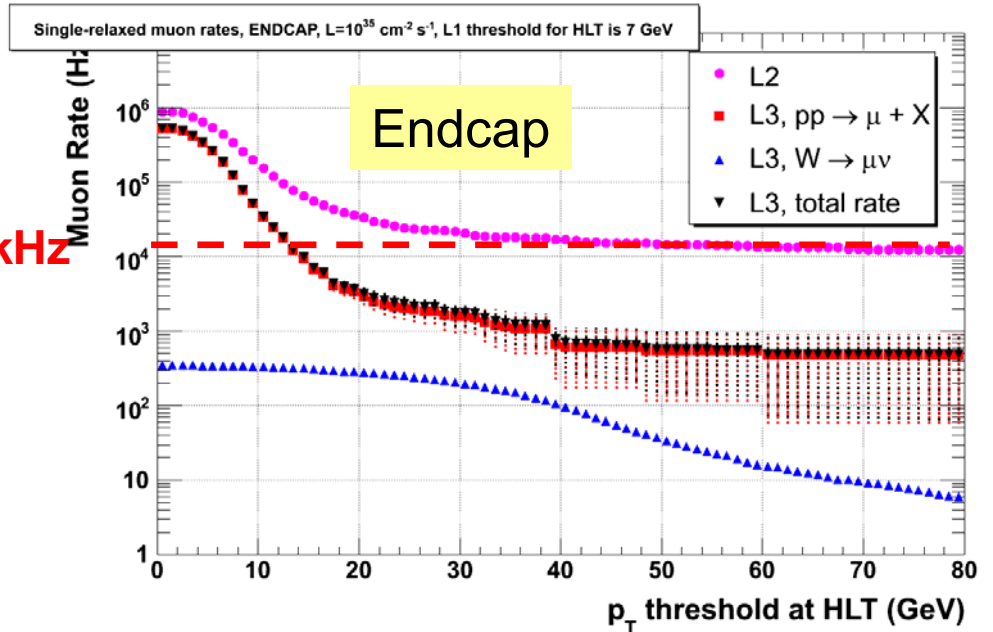
# R&D su Trigger dei Muoni

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

# Rate di muoni alla massima luminosità di SLHC



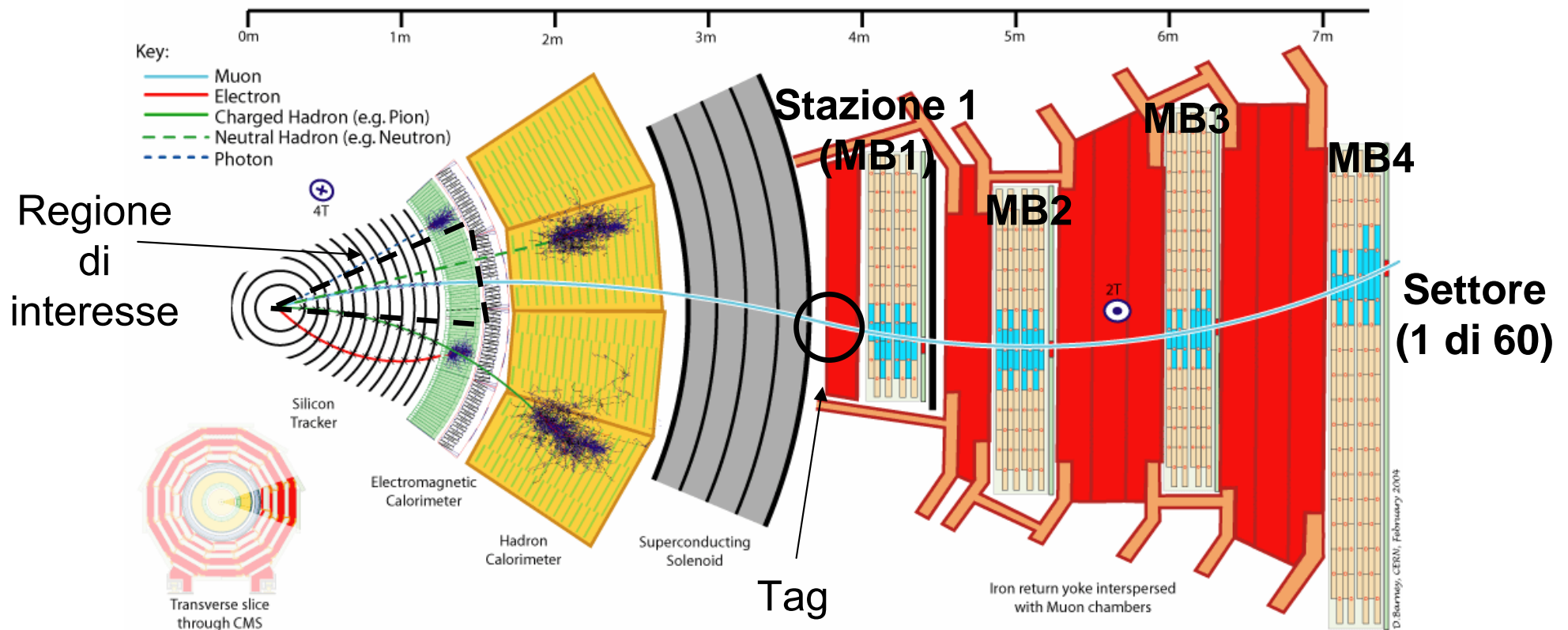
12 kHz



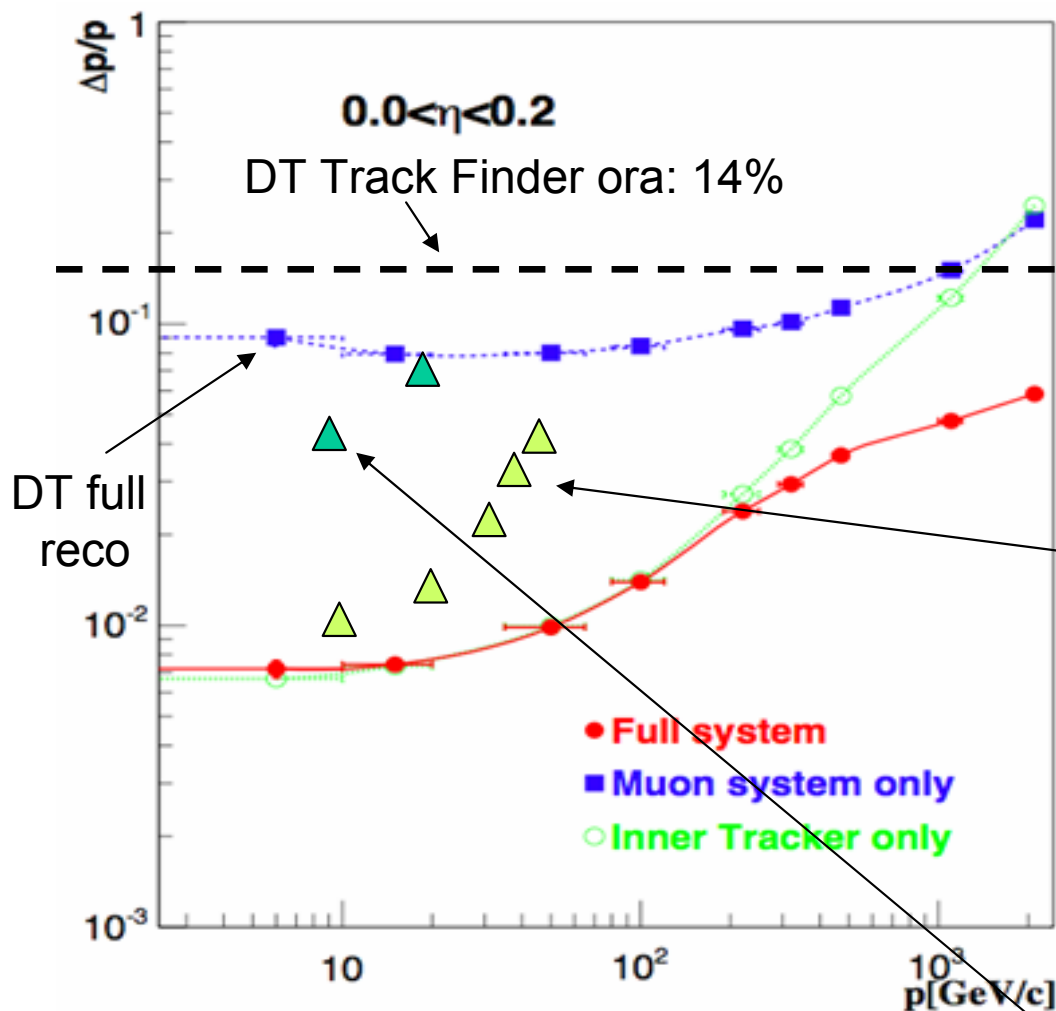
- Il taglio in impulso trasverso non e' piu' efficace per ridurre il rate di trigger al L1
  - muoni a basso impulso mal misurati superano la soglia
- Occorre migliorare la risoluzione sulla misura di  $p_T$  nel L1 trigger
  - i rivelatori di muoni sono limitati dal multiple scattering
- **Occorre aggiungere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



Fit of 2 TOB layers + vertex constraint  
(200 $\mu$ 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 $\phi$	$\Delta Pt / Pt$ (%) for different Pt (GeV/c)	
	10	20
100 $\mu$ m	7.5	14.5
50 $\mu$ m	4.3	7.2
20 $\mu$ m	2.7	3.2

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

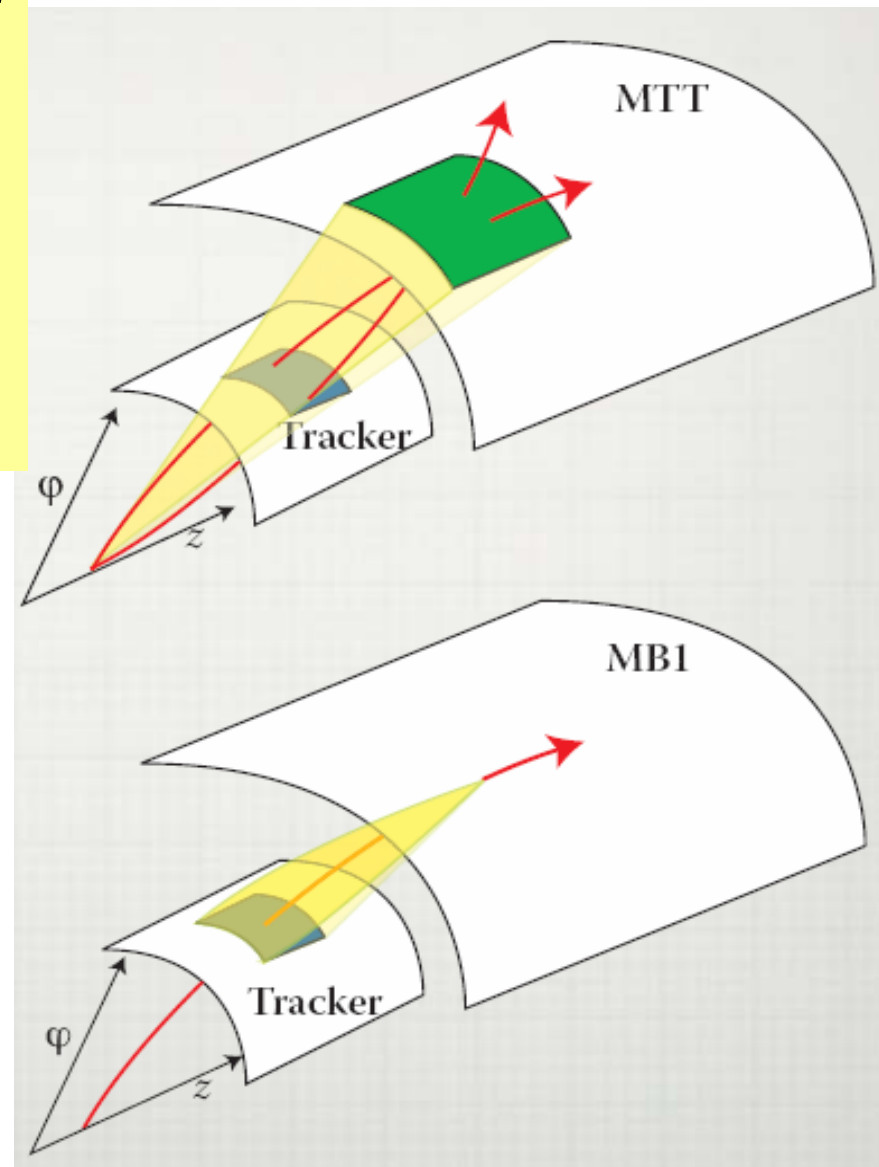
# Come definire regioni di interesse nel Tracker

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

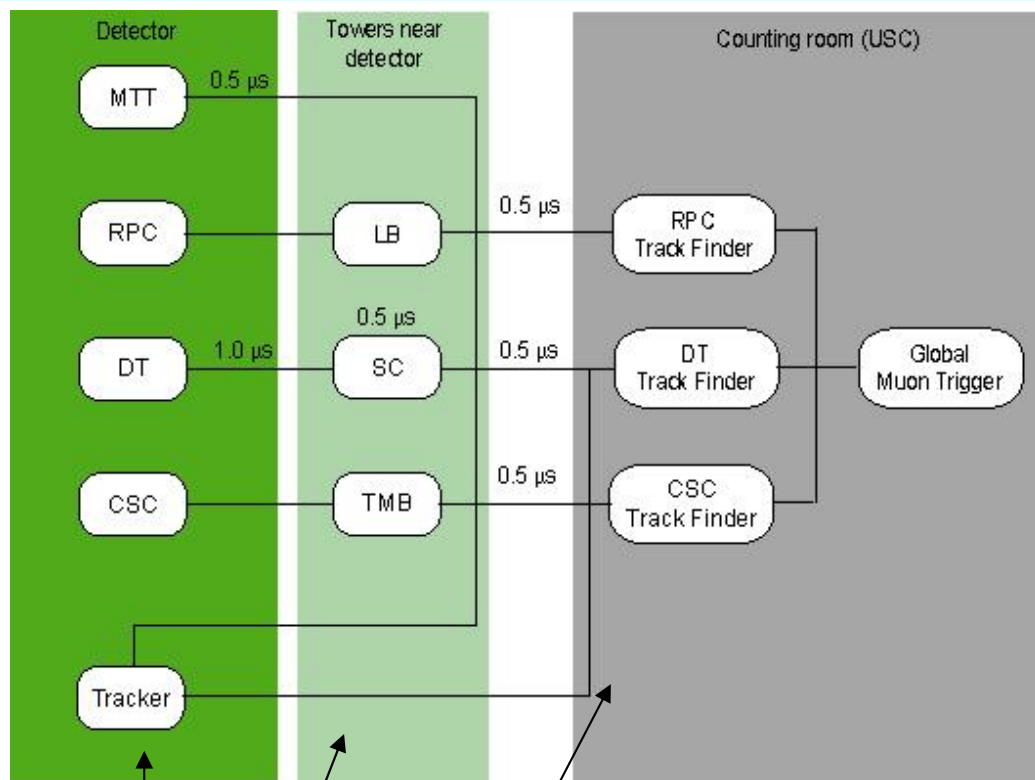
- si usa solo la posizione  $\phi$  dell'hit oltre il Solenoide, da un rivelatore dedicato
- si definisce una regione fiduciale massima define fixed maximal poichè non si dispone di informazione sul  $p_T$  (assumiamo solo il bending power per  $p_T > 10$  GeV)
- semplice e veloce (hardware mapping)

## B) *Dynamic mapping (DT):*

- si usa posizione  $\phi$  più angolo di bending  $\phi_B$  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)

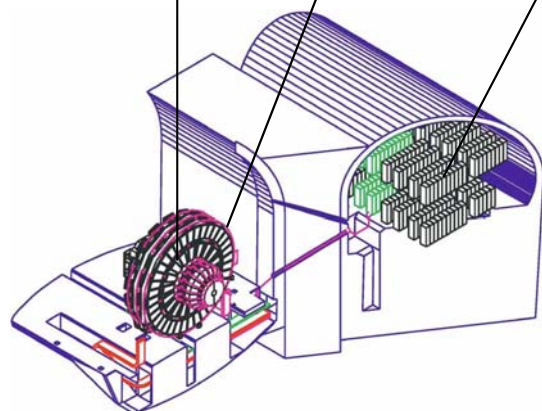


# Timing del trigger



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

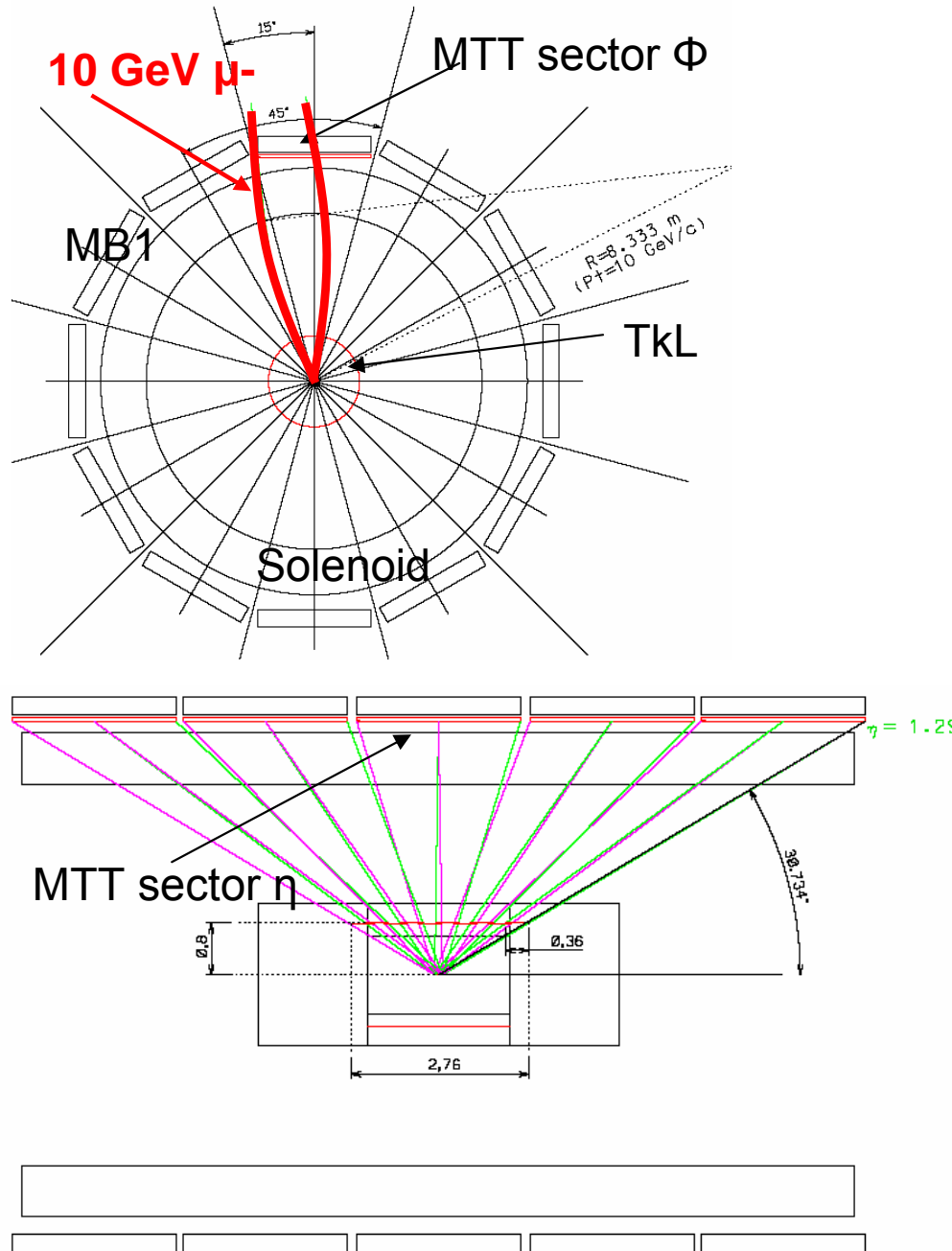
L'indirizzamento può essere generato da un nuovo rivelatore dedicato (*Muon Track fast Tag, MTT*) o dai presenti rivelatori (algoritmi più lenti)



Tracker indirizzato dalle torri:	MTT	0.5 $\mu$ s
	DT	1.5 $\mu$ s
Tracker indirizzato da USC (prima del TF):	MTT	1.5 $\mu$ s
	DT	2.0 $\mu$ s
Tracker indirizzato da USC (dopo il TF):	DT	3.0 $\mu$ s

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)):
  - $\Phi$  MTT sector:  $15^\circ \rightarrow$  half MB1=100 cm
  - $\Phi$  TkL sector:  $3 \times 15^\circ$
  - $\eta$  MTT sector:  $\rightarrow$  half MB1=125 cm
  - $\eta$  TkL sector:  $\rightarrow$  depends on radius

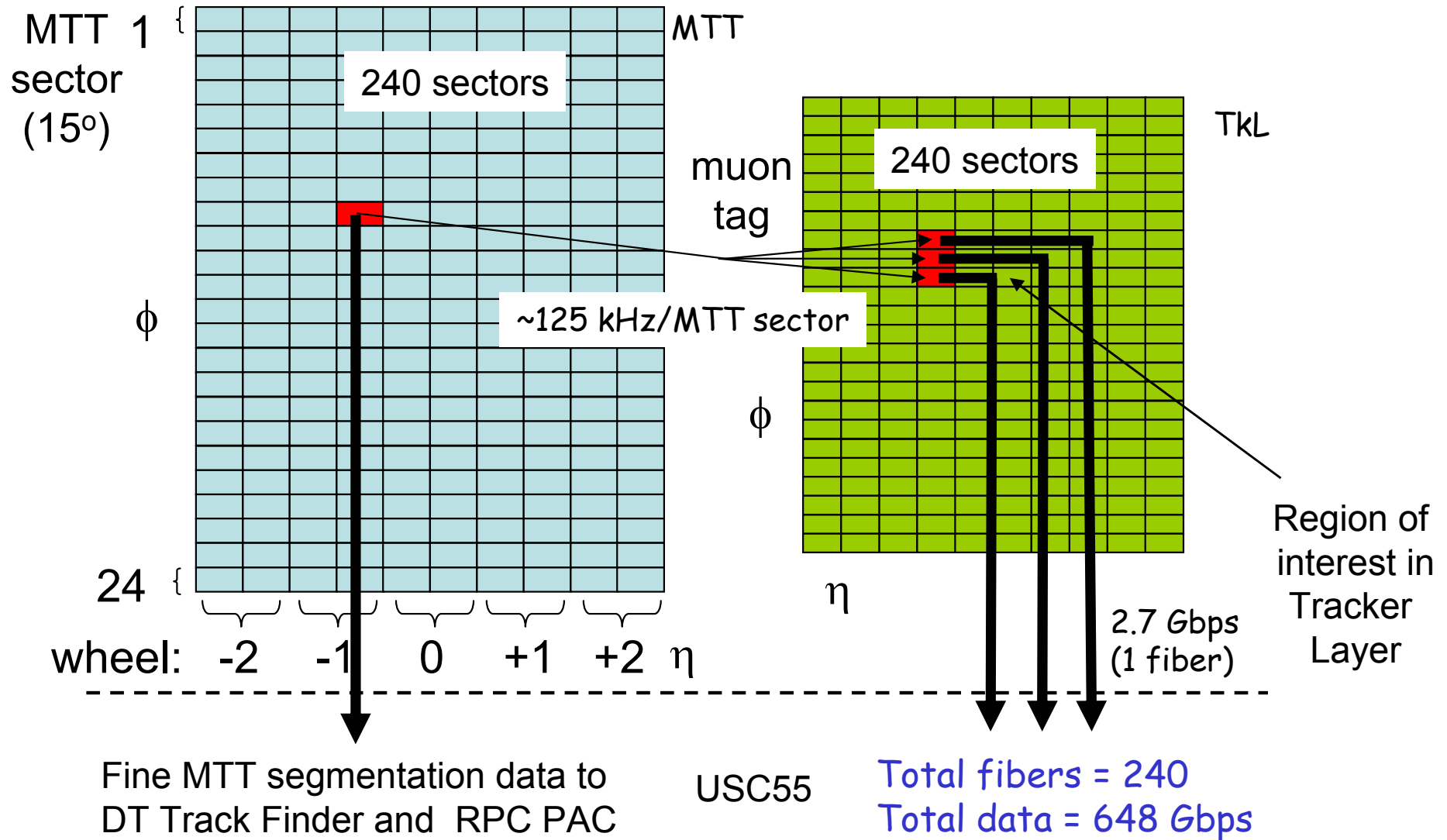
Total:  
 2 x (12 MB sectors) x  
 2 x (5 wheels) = **240 coarse** MTT sectors

- 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  $\mu\text{s}$ ) 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**

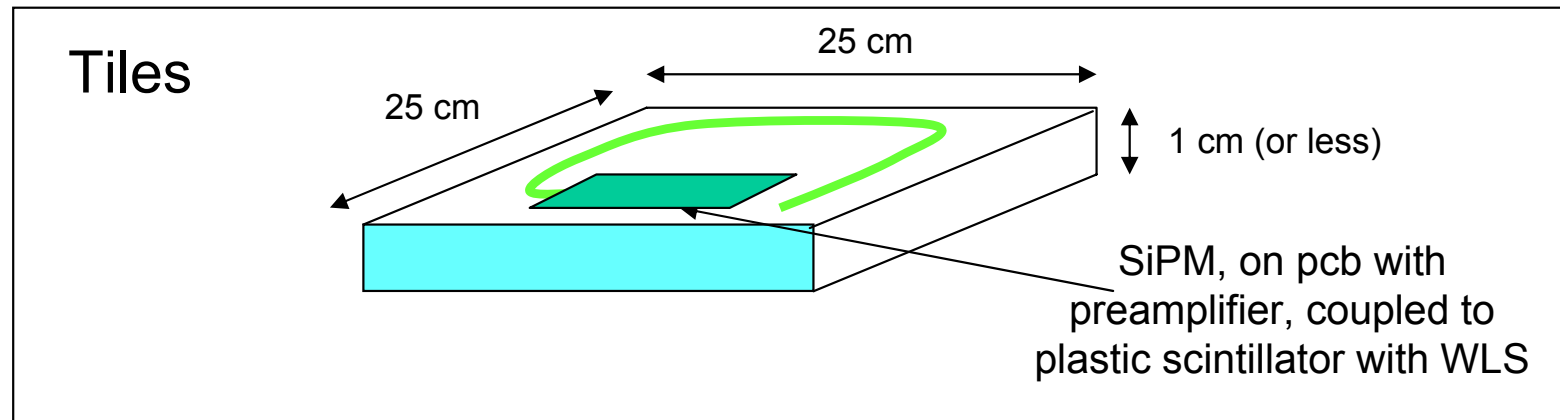
Tra le possibilità praticabili:

- **un nuovo RPC nella stazione 1, con lettura 2D e risoluzione circa 30 x 30 cm<sup>2</sup>, 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

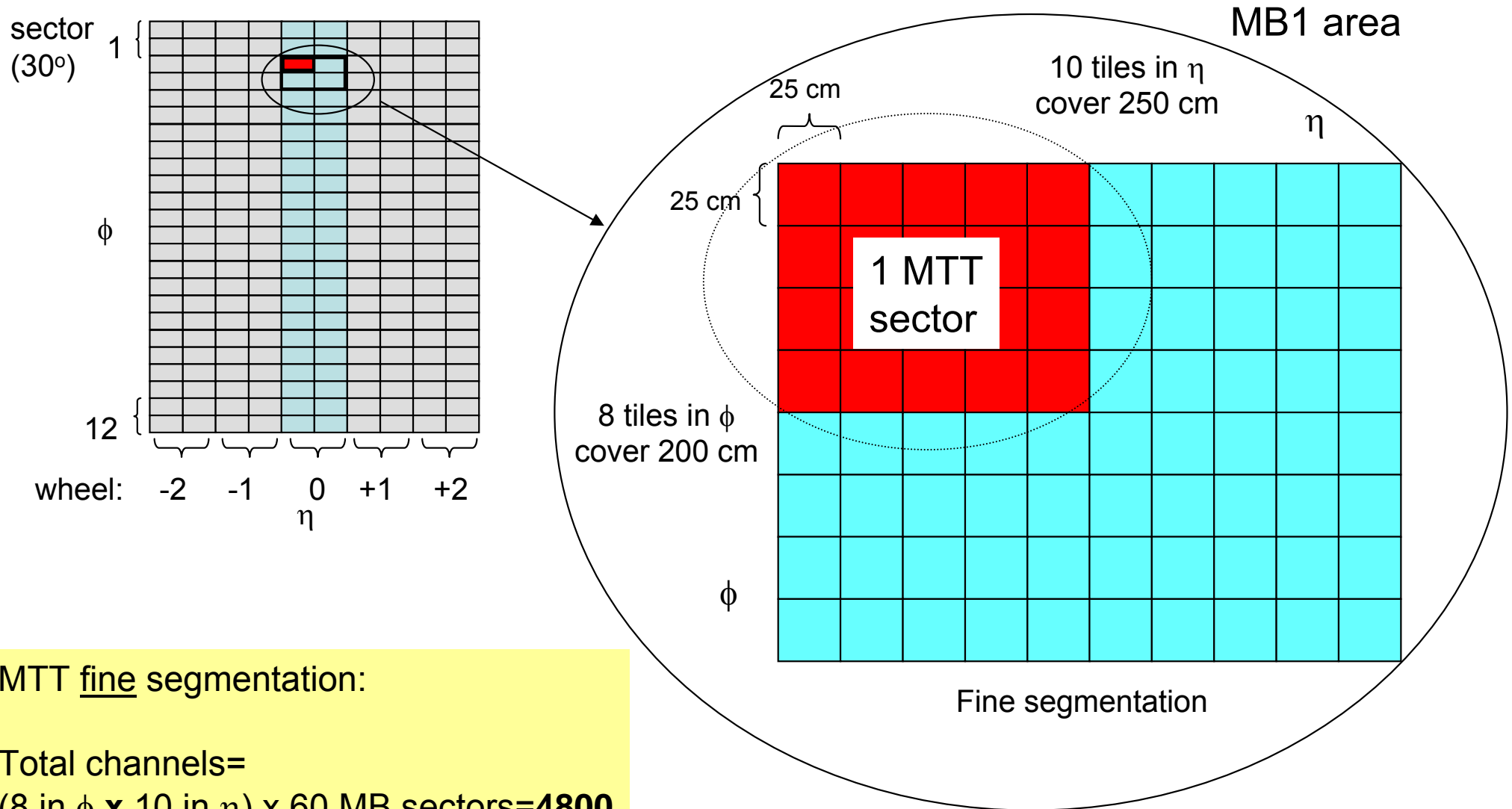
- **scintillatore plastico letto con Silicon Photomultipliers (SiPM):**  
**insensibili al campo magnetico, piccoli (e.g. 1x1 mm<sup>2</sup>), basso consumo**

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 cm<sup>2</sup>)
- 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  $\phi$  x 10 in  $\eta$ ) x 60 MB sectors=**4800**

Total area: 2.0 x 2.5 x 60=**300 m<sup>2</sup>**

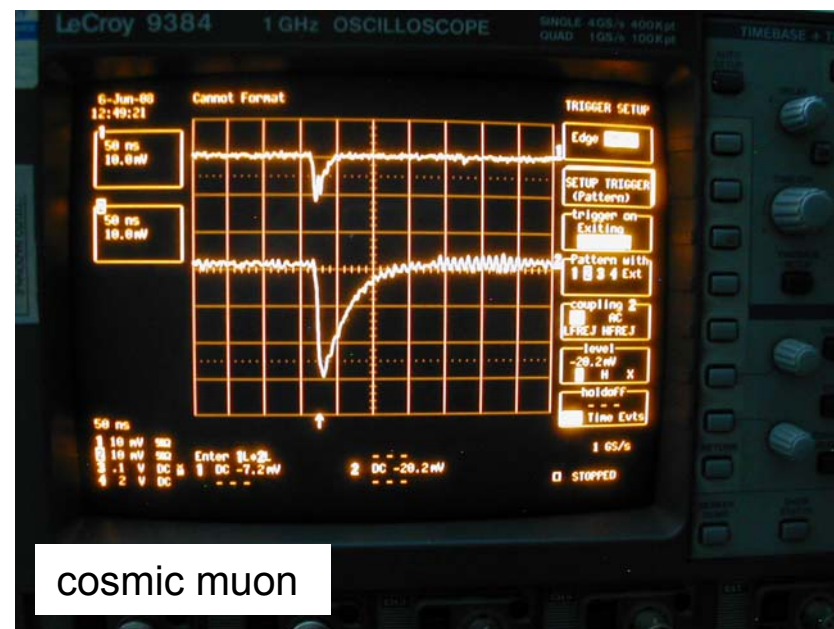
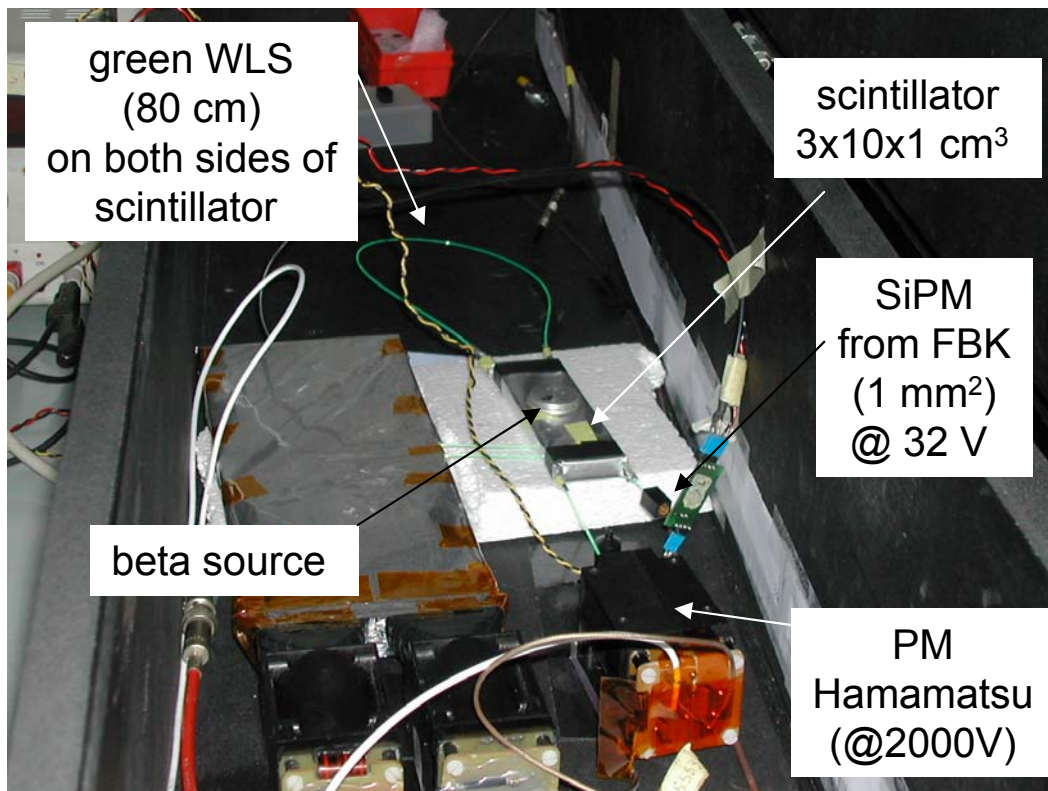
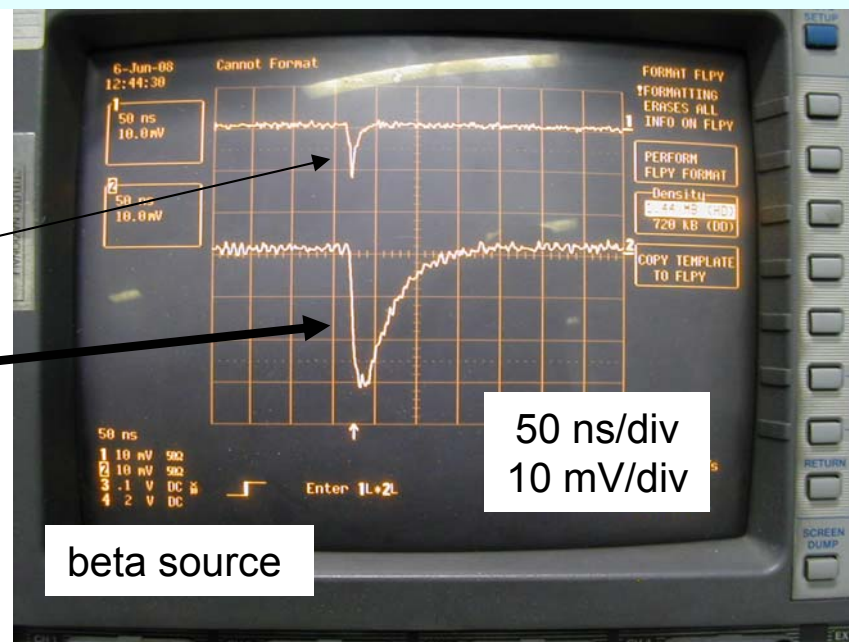
**Fast tag + ghost rejection**

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:

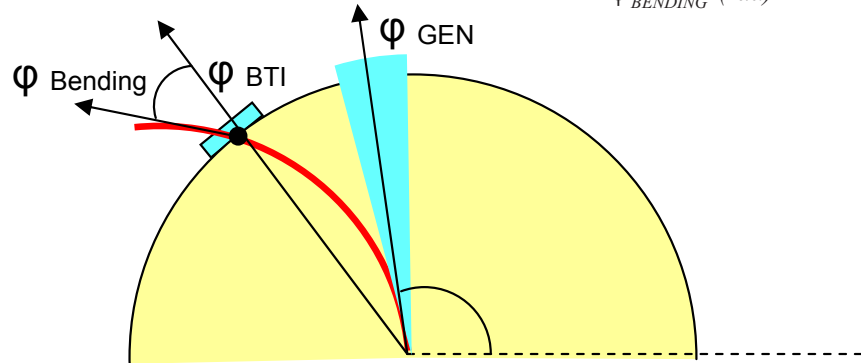
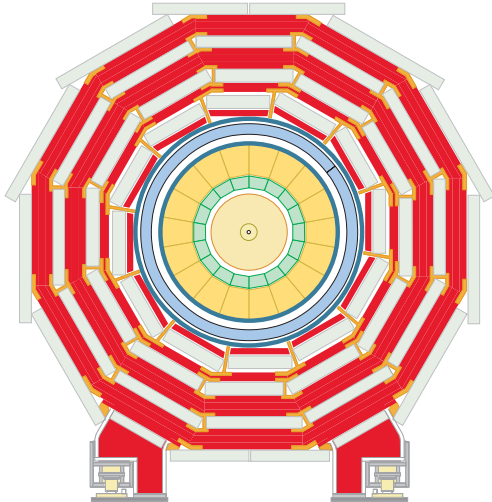
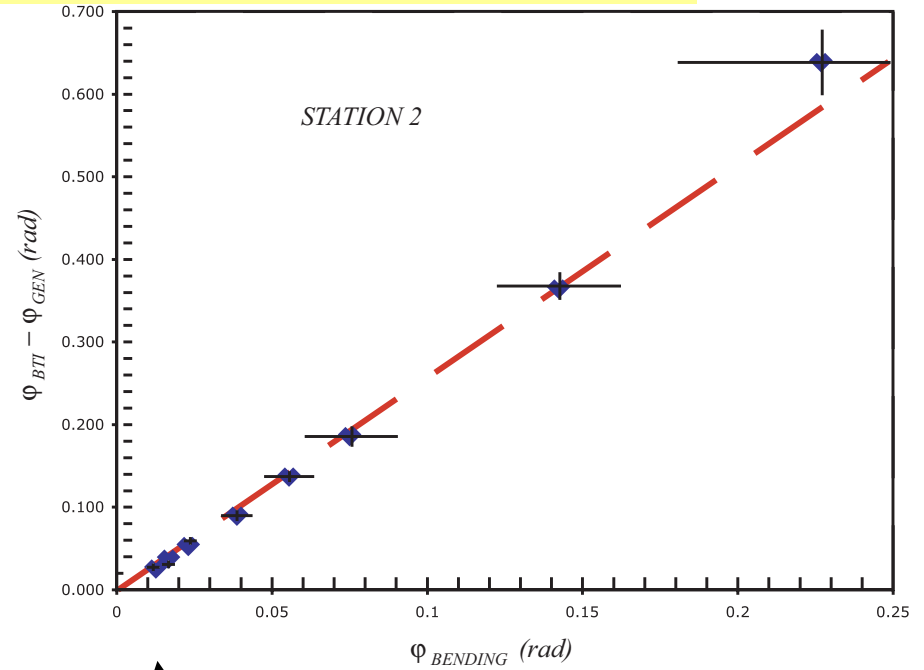
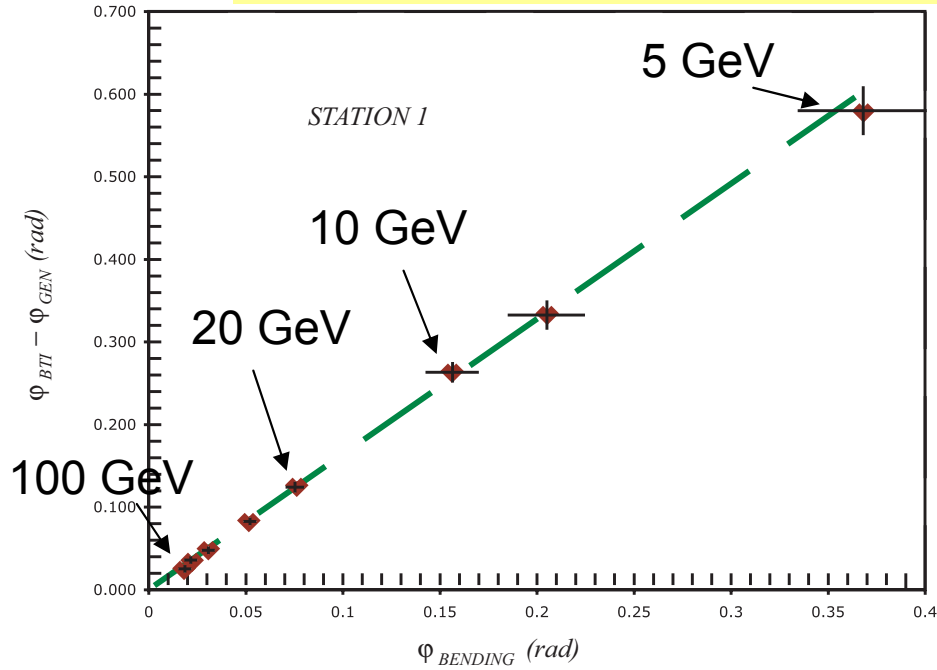
- one side connected to PM
- the other side to **SiPM**



## 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 station1)



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

# 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**