

# I-MCP: EMISSIONE SECONDARIA IN MICRO-CHANNEL PLATES PER LA MISURA PRECISA DEL TEMPO DI VOLO



SAPIENZA  
UNIVERSITÀ DI ROMA

Simone Gelli

Università “La Sapienza” di Roma e INFN

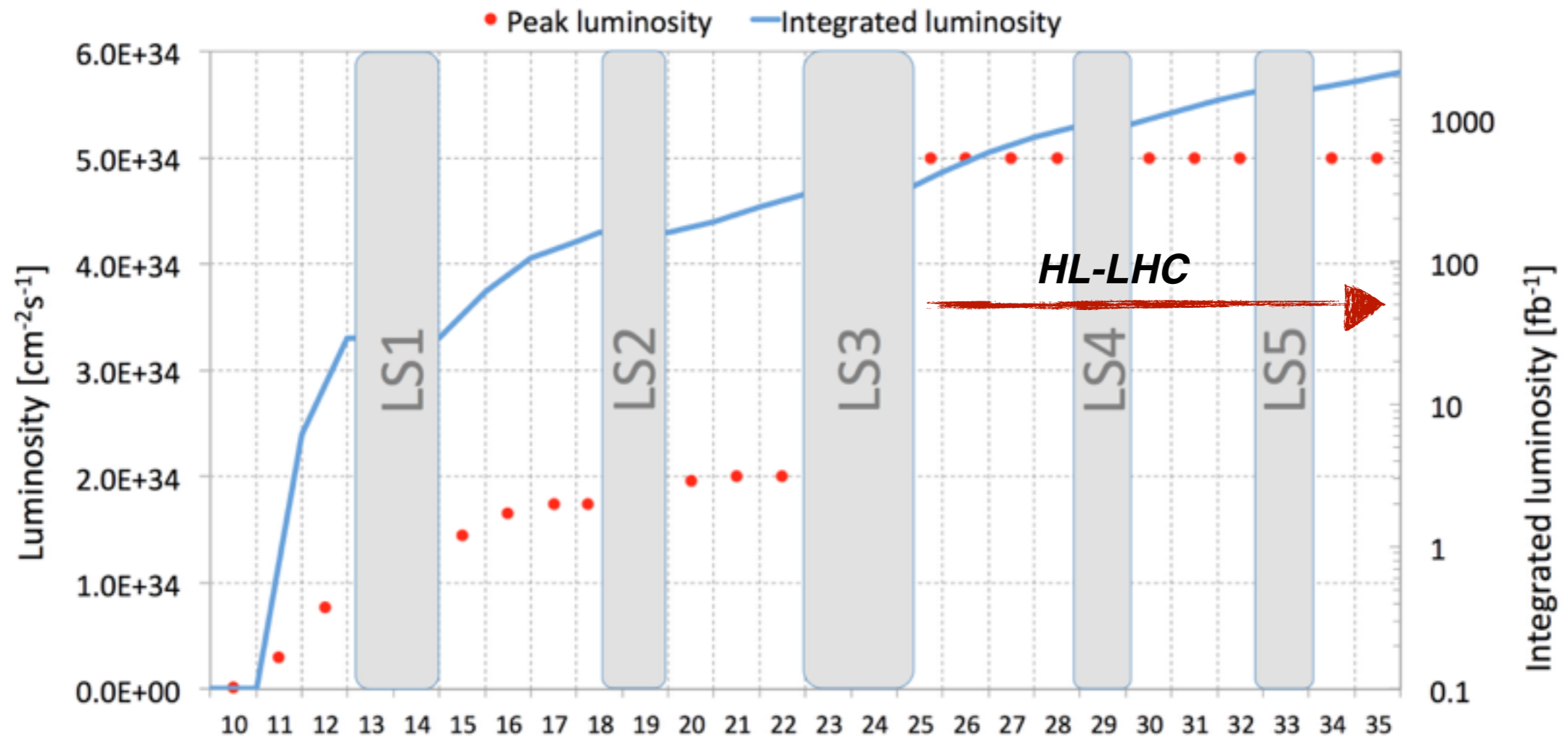


# Large Hadron Collider



Caratteristiche	
Particelle	protoni/ioni di Pb
Lunghezza	27 km
Energia nel C.M.	13 TeV
$\nu$ scontro tra i fasci	40 MHz

# High Luminosity LHC



	LHC	HL-LHC
Luminosità istantanea [ $\text{cm}^{-2}\text{s}^{-1}$ ]	$\approx 10^{34}$	$\approx 5 \cdot 10^{34}$
Luminosità annuale [ $\text{fb}^{-1}$ ]	50	250
Pile up	$\approx 25$	120-140

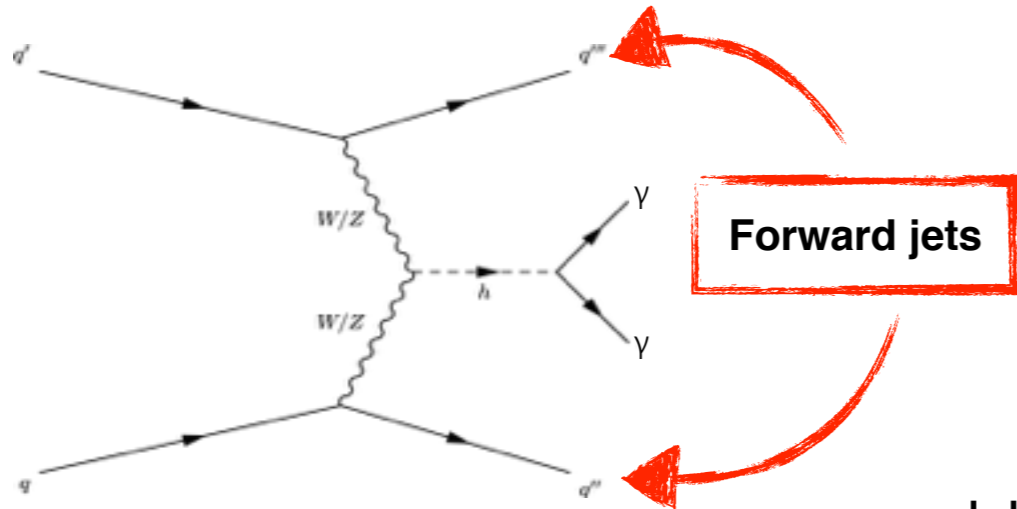
$$\frac{dN_{\text{eventi}}}{dt} = L \cdot \sigma$$

Luminosità  $\downarrow$   
Sezione d'urto  $\uparrow$

Miglioramenti nelle misure attuali, studio di processi rari (VBF, ...) 3

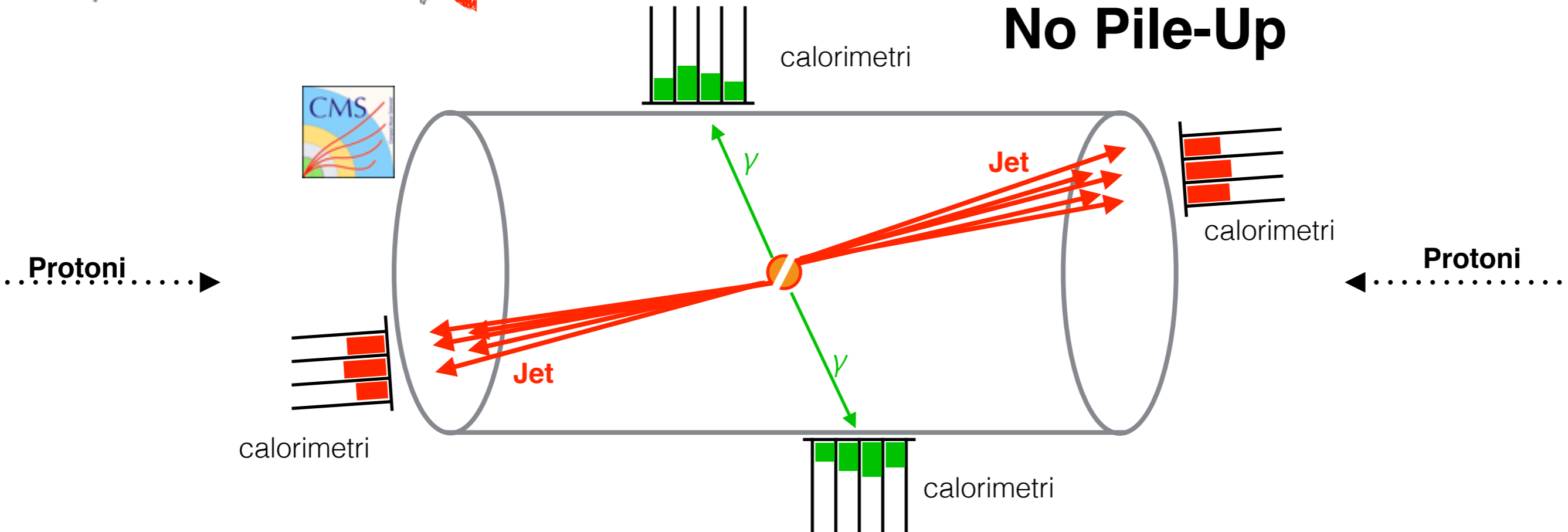
# Pile Up

Sovrapposizione di più collisioni all'interno della stessa finestra di bunch crossing contemporanee ad un *evento di scattering "duro"*



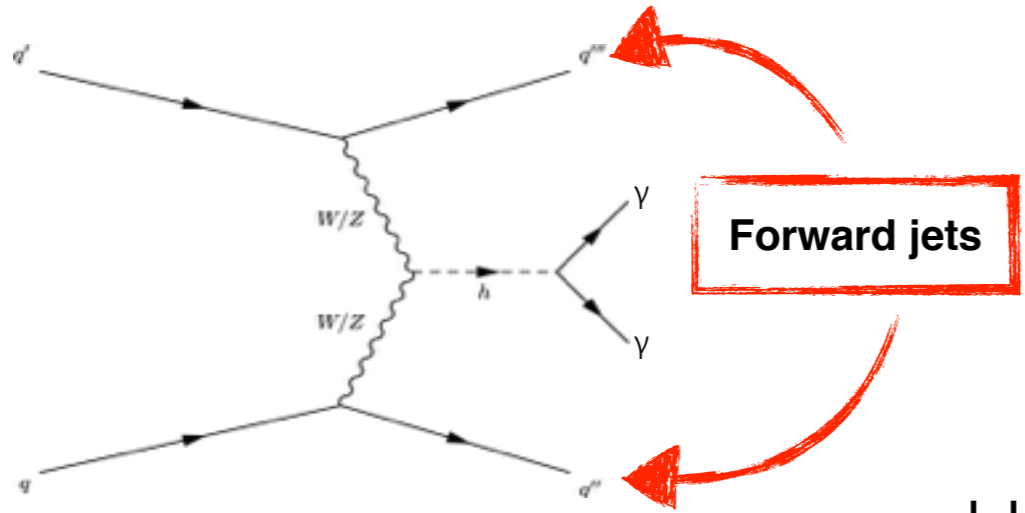
Evento di scattering "duro"  
Produzione di un bosone di Higgs tramite VBF

## No Pile-Up

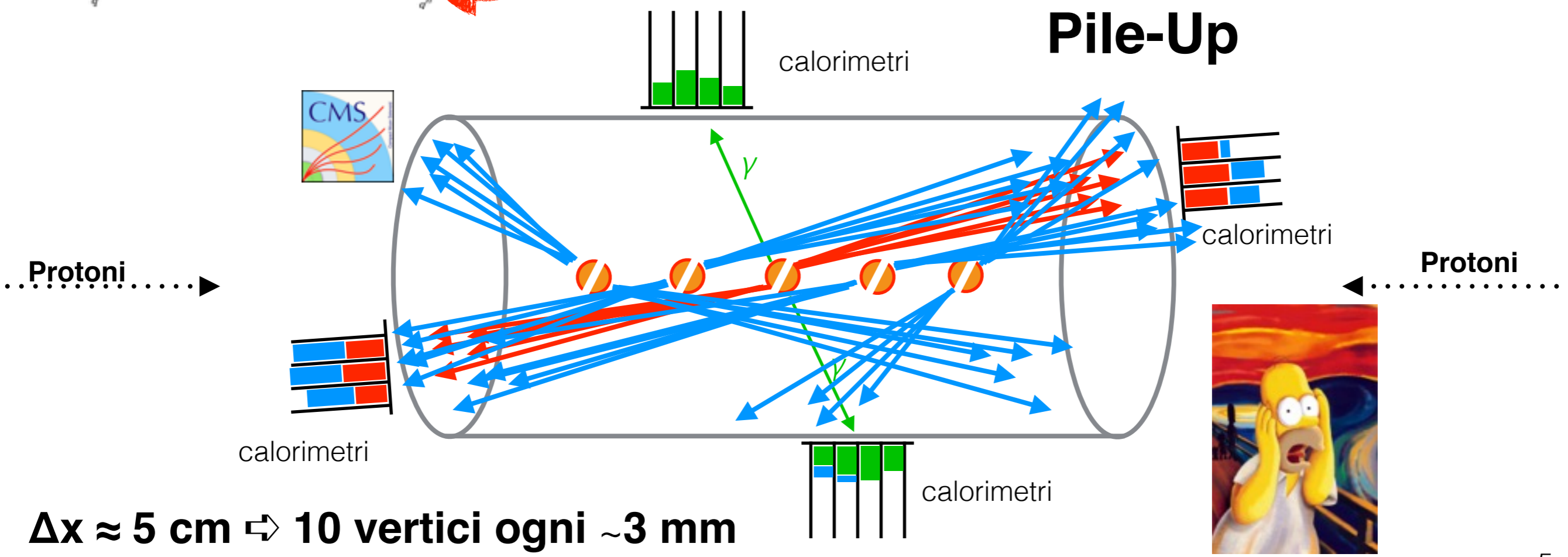


# Pile Up

Sovrapposizione di più collisioni all'interno della stessa finestra di bunch crossing contemporanee ad un evento di scattering "duro"

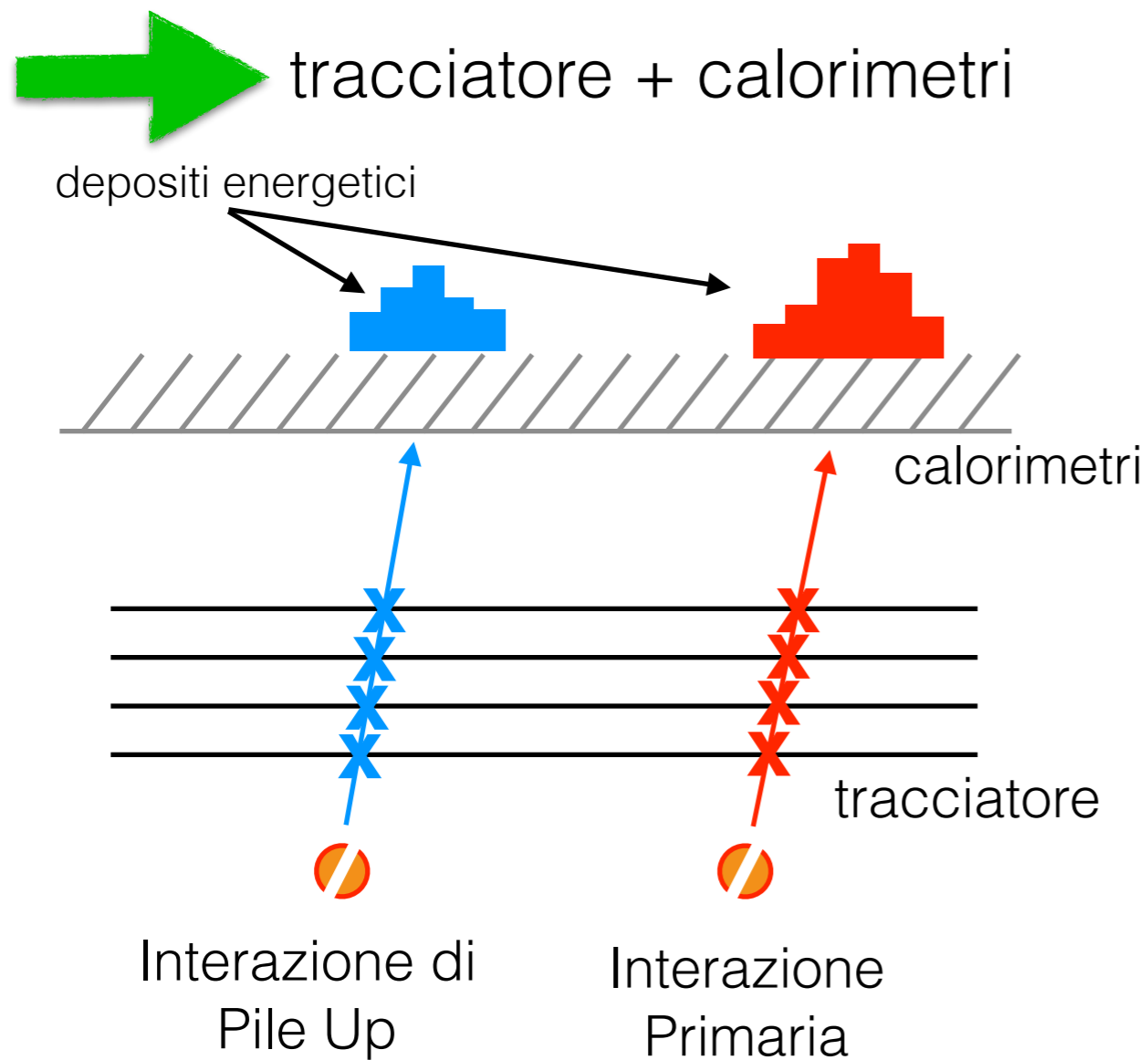


Evento di scattering "duro"  
Produzione di un bosone di Higgs tramite VBF

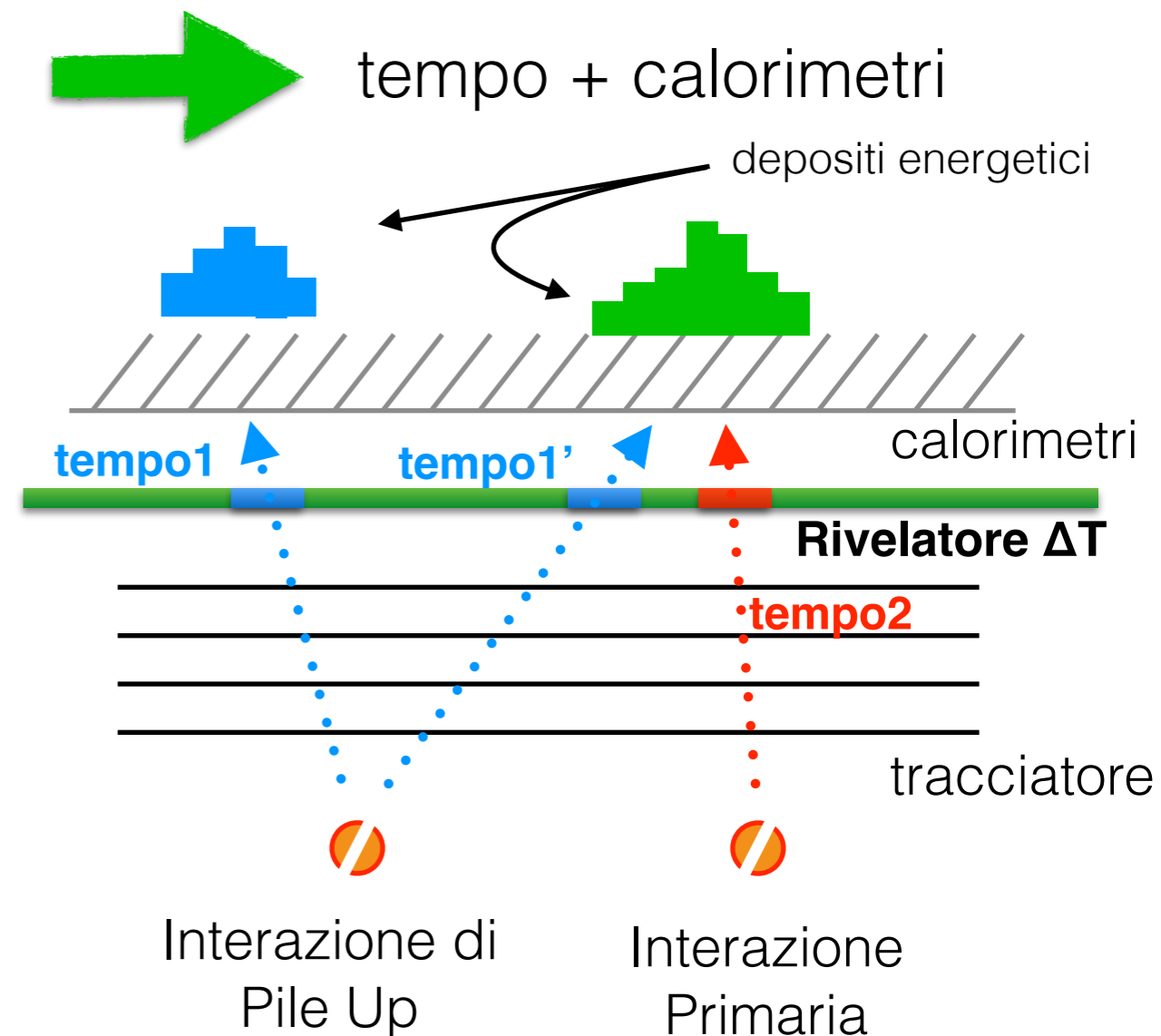


# Rimozione del Pile Up

Particelle cariche



Particelle neutre



**tempo2  $\neq$  tempo1'**

Rivelatore con  $\Delta T = O(10 \text{ ps})$

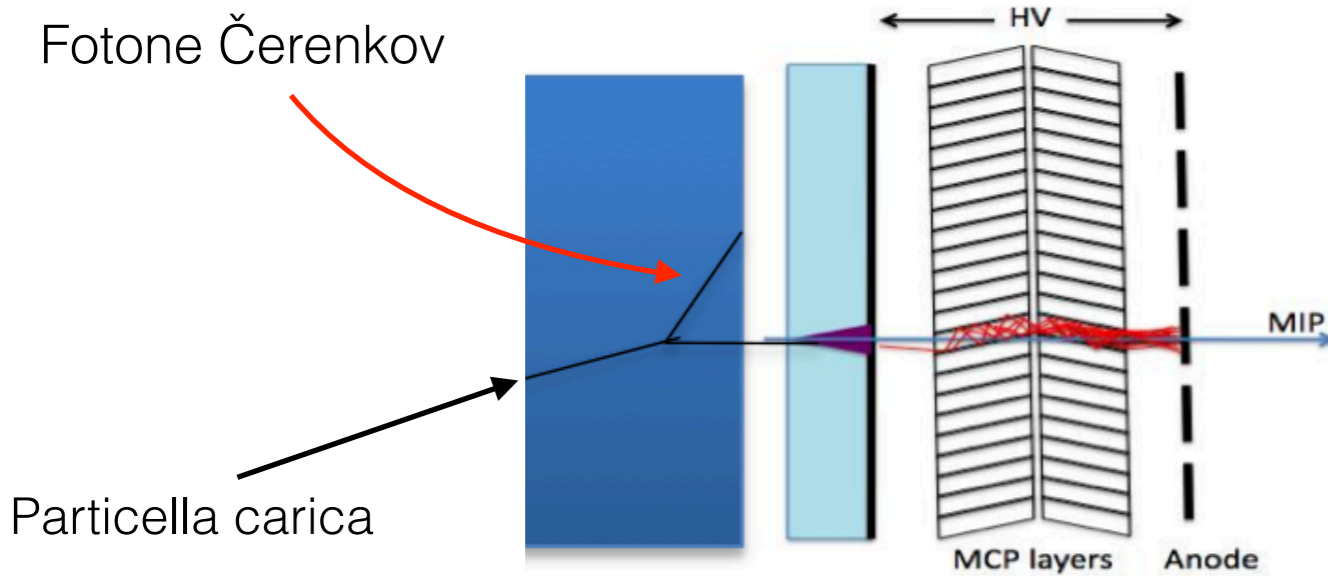
# Micro-Channel Plates



## Fotomoltiplicatori a dinodo continuo

Caratteristiche	
Spessore [mm]	>0.33
Diametro pori [ $\mu\text{m}$ ]	6
Angolo MCP [ $^\circ$ ]	>5
Guadagno	>10 <sup>5</sup>

### Vetro F.C. MCP



F.C. = FotoCatodo

### I-MCP

MCP ad emissione secondaria

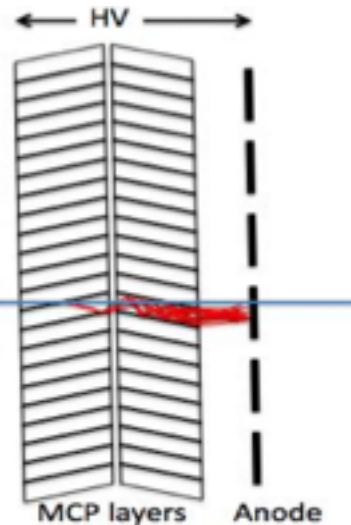
Particella carica

Particella neutra

Assorbitore

Sciame

MCP



**Maggiore resistenza alle radiazioni**

# Efficienza

Dispositivi

- MCP 2 layer
- MCP 3 layer
- MCP **Surface Enhanced**

elettroni  
50 GeV

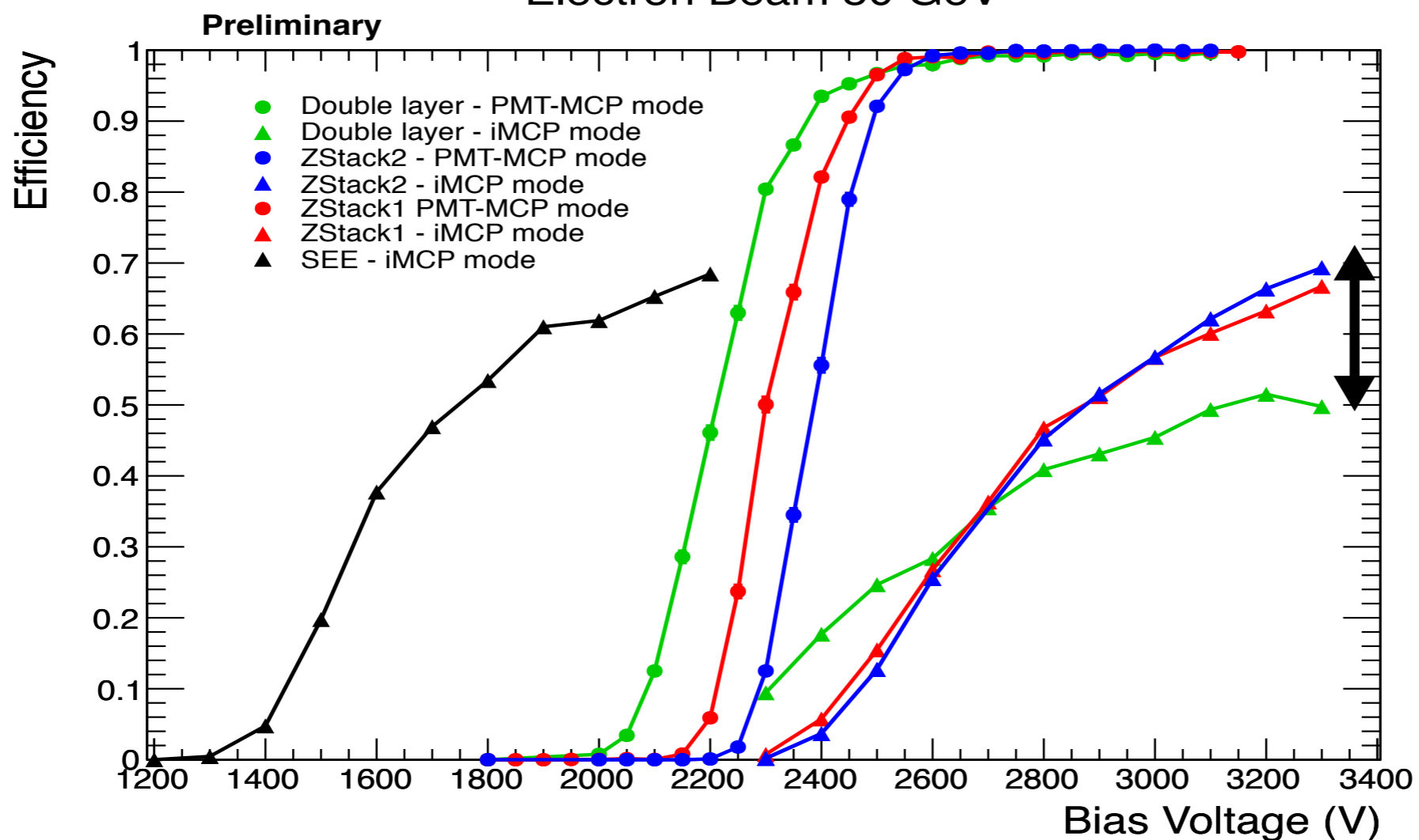
MCP<sub>rif</sub>  
(F.C. ON)

MCP<sub>x</sub>

- MCP convenzionale ▲ I-MCP

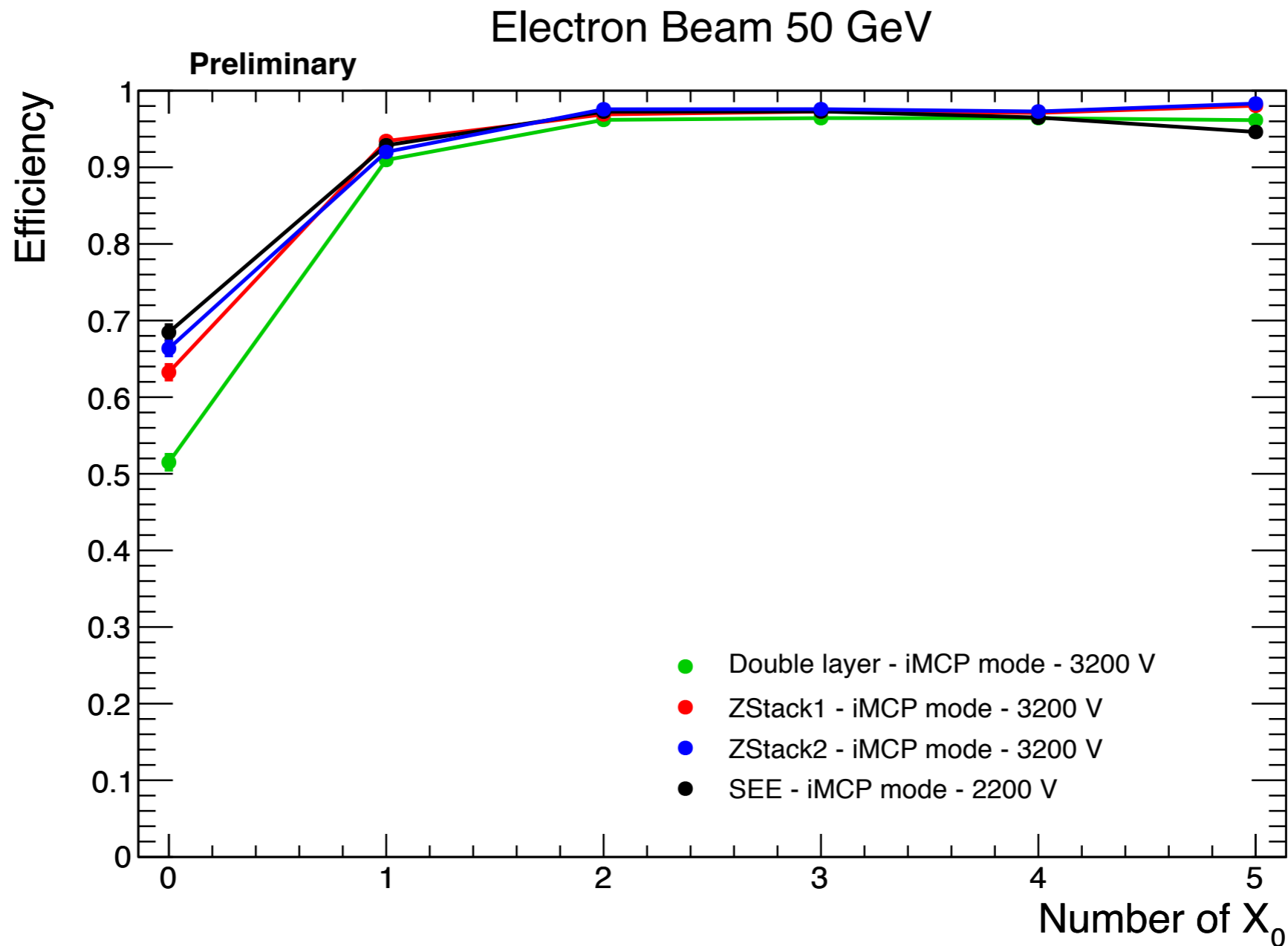
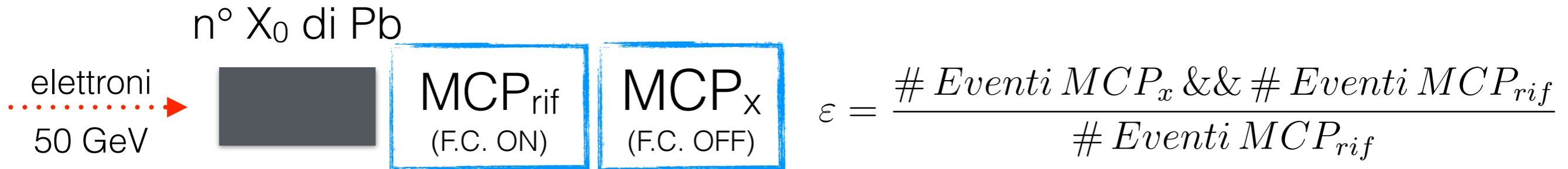
$$\varepsilon = \frac{\# \text{Eventi } MCP_x \&\& \# \text{Eventi } MCP_{rif}}{\# \text{Eventi } MCP_{rif}}$$

Electron Beam 50 GeV

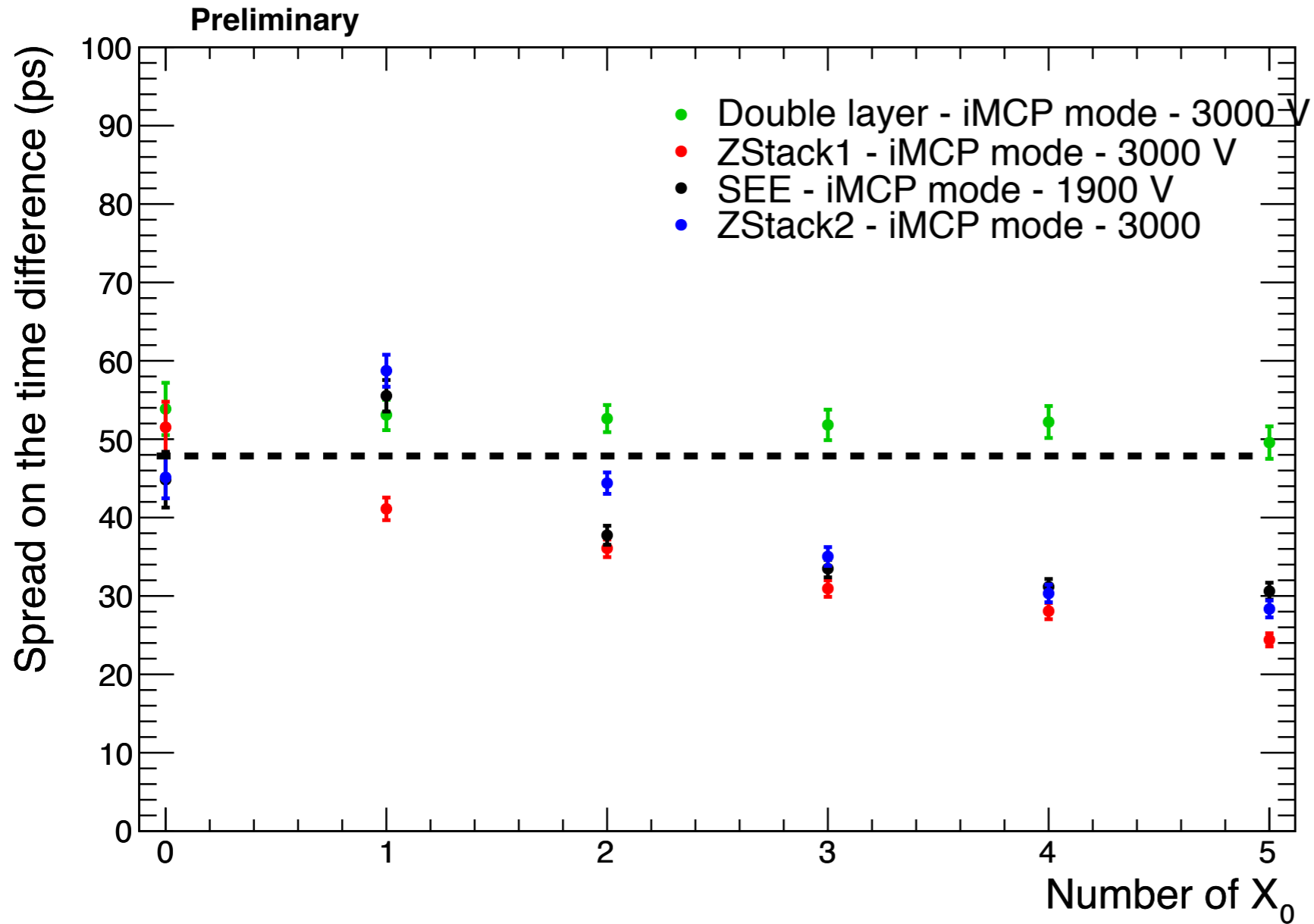




# Efficienza (I)

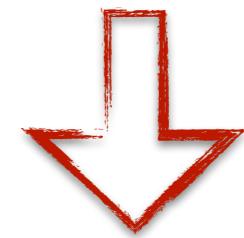


# Risoluzione Temporale



$$E(e^-) = 20 \text{ GeV}$$

$$\sigma(t_{rif} - t_x) \approx 30 \text{ ps}$$



$$\sigma(t_{MCP}) \approx 25 \text{ ps}$$

# Conclusioni

- HL-LHC (2025) → maggiore luminosità
- Aumento del Pile-Up



Micro-Channel Plates ad emissione secondaria

$\epsilon > 90\%$  dopo  $1X_0$

$\Delta T \sim 25$  ps @  $V = 3000$  V

**Ottima soluzione per la regione 'in avanti' del detector**



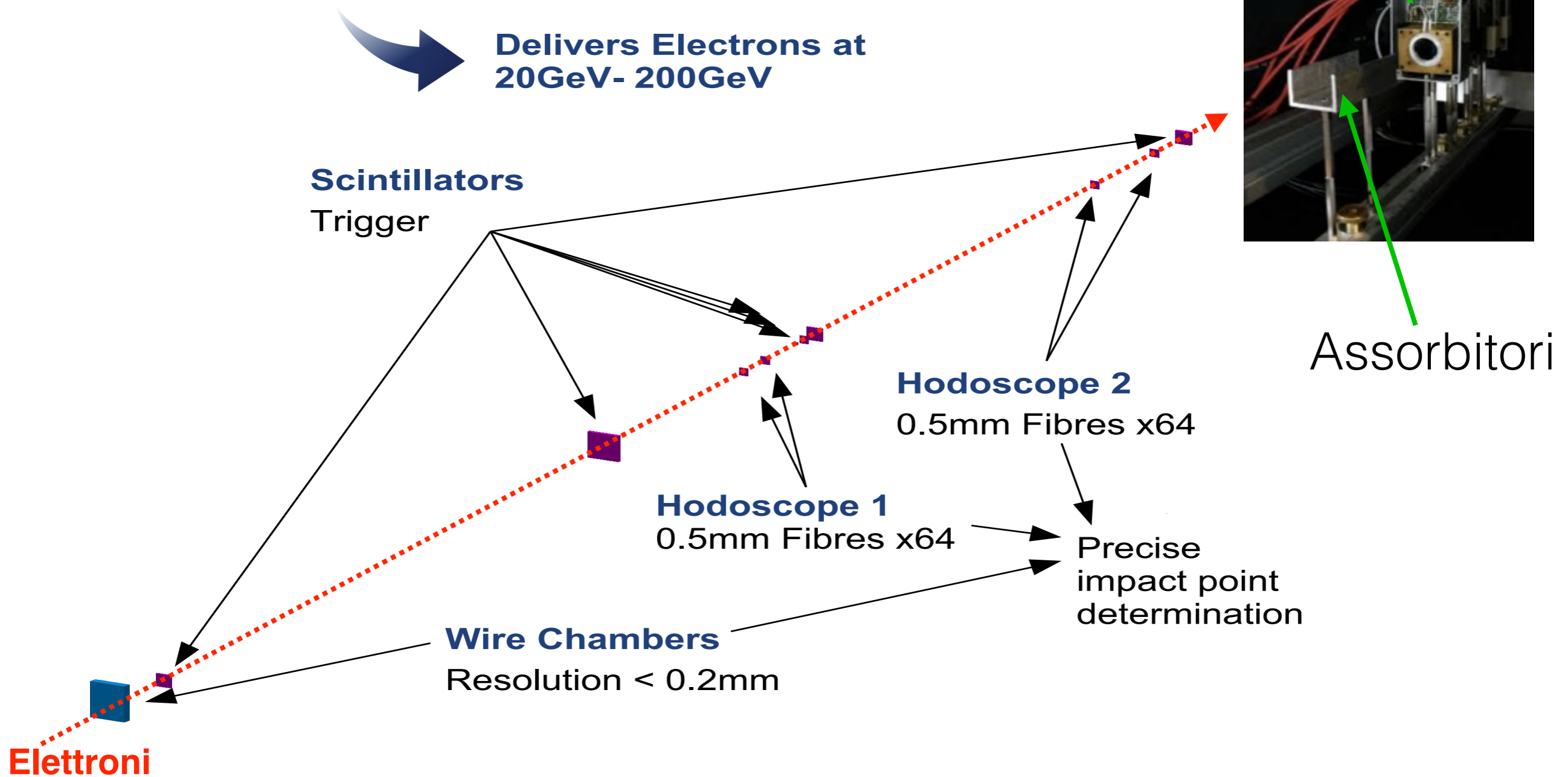
Prospettive:

- Valutazione di nuove geometrie per migliorare l' $\epsilon$  in I-MCP
- Studio della resistenza alle radiazioni

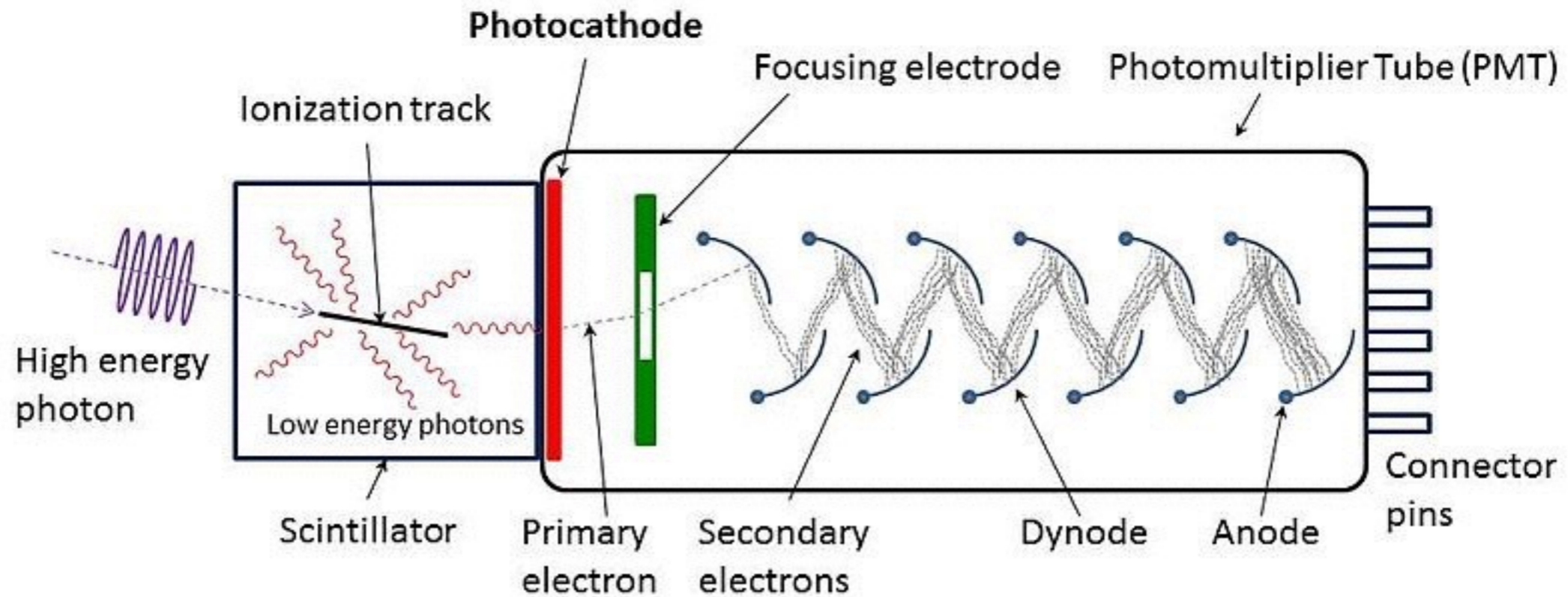
BACKUP

# SPS-H4 @ Cern

## The SPS-H4 Beam Line

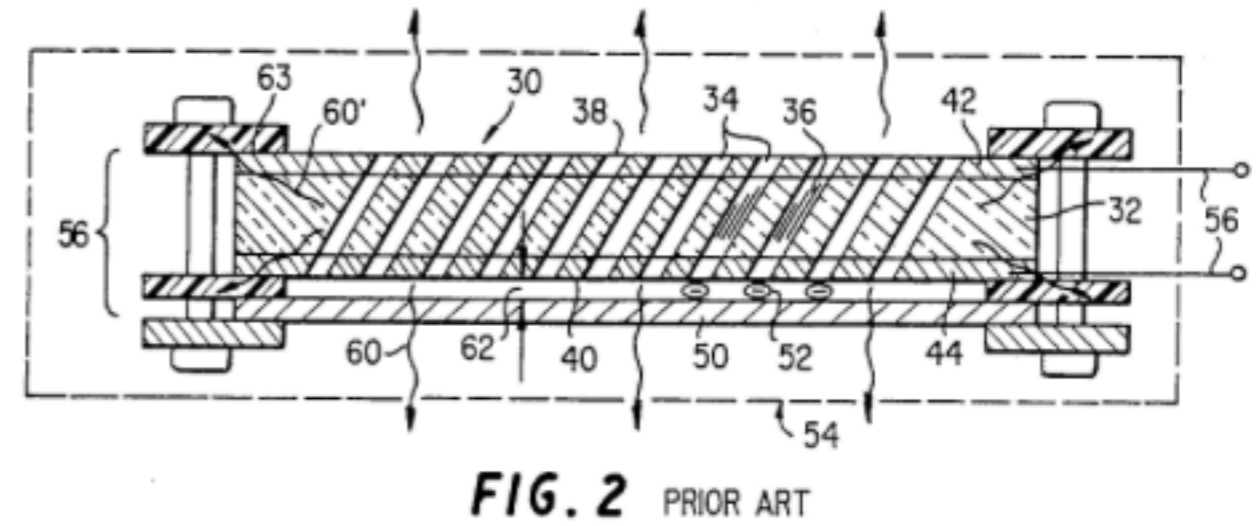
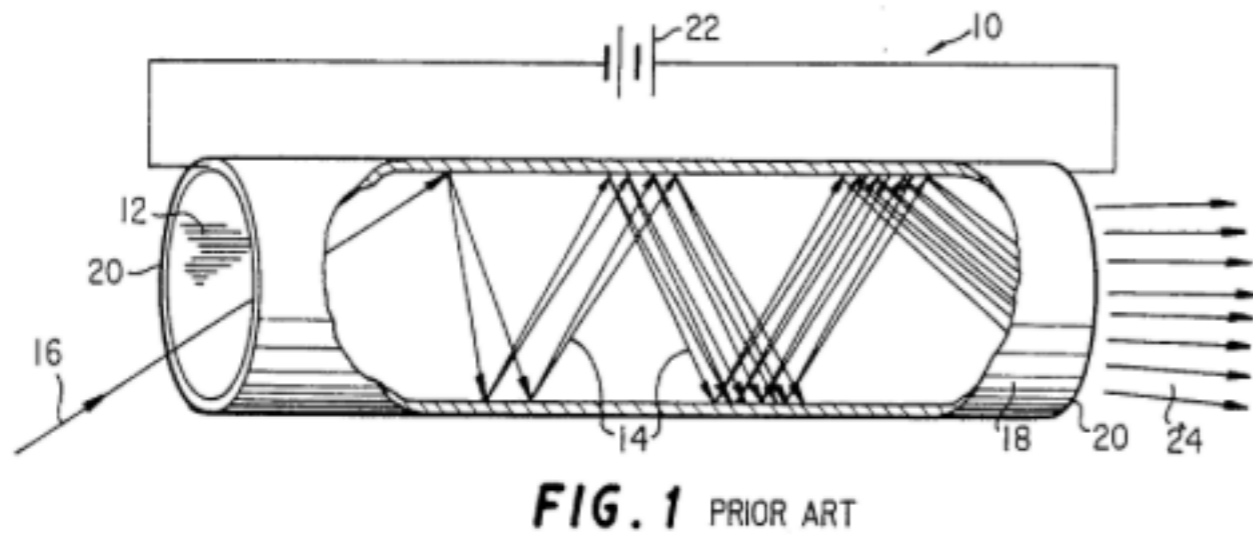


# Fotomoltiplicatori

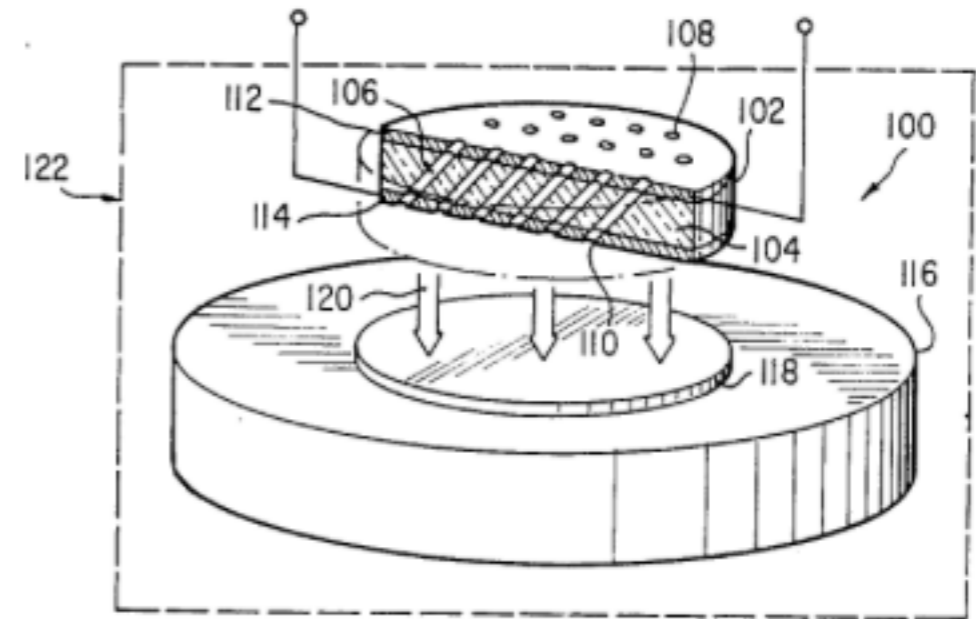


Più stadi di moltiplicazione del segnale: **DINODI**

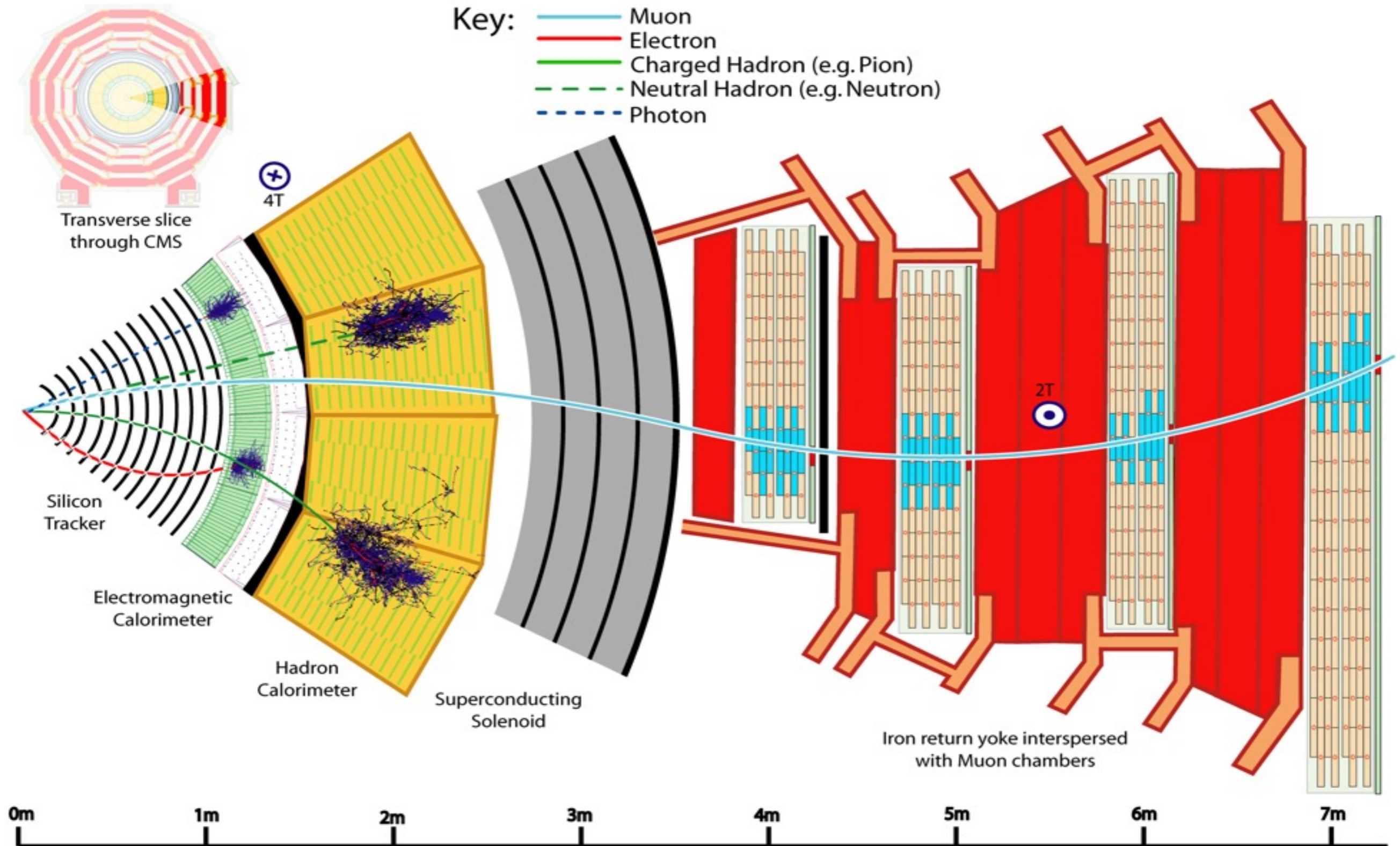
# MCP: Configurazione Chevron



Amplificazione del segnale in MCP



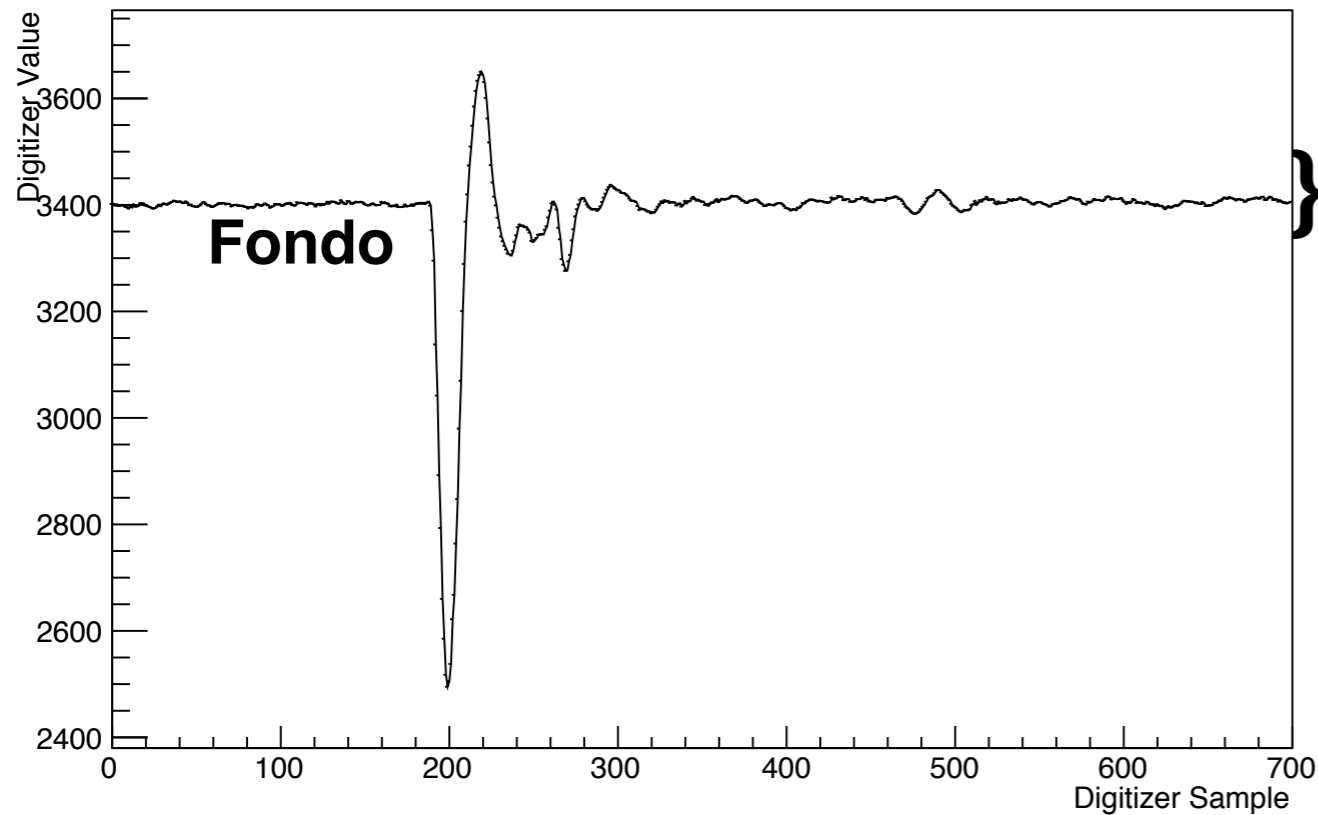
# CMS (Compact Muon Solenoid)





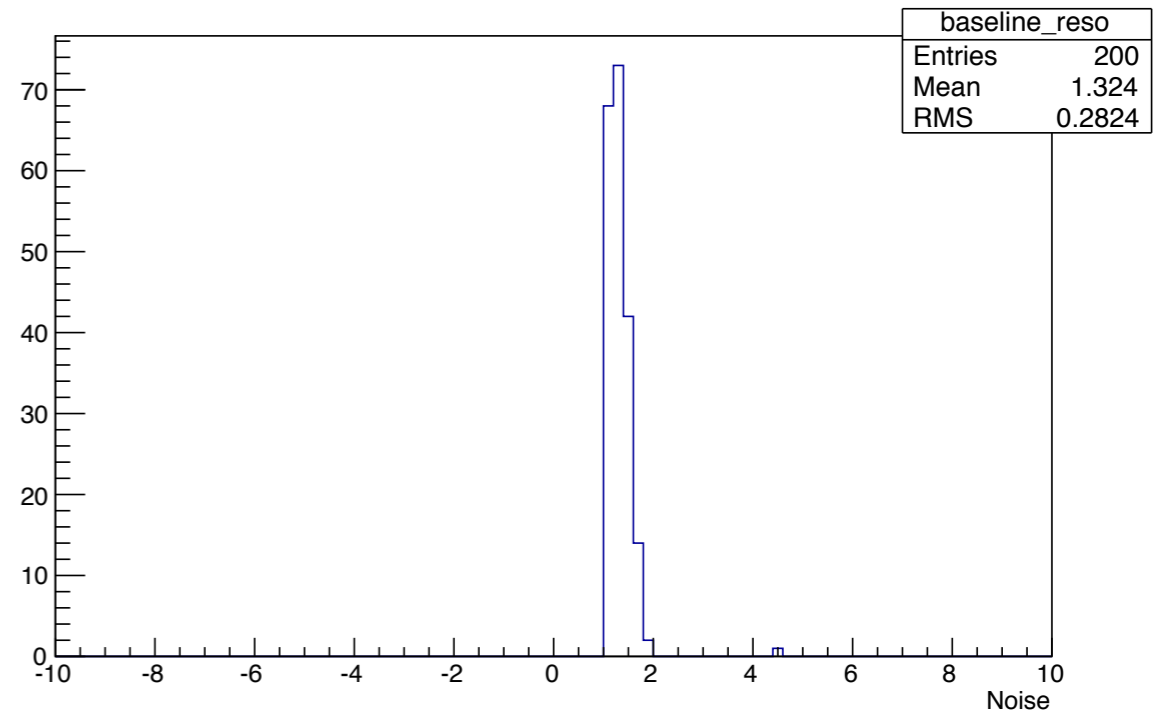
# Selezione del Segnale

MCP Signal



Ampiezza fondo

CH0 Noise



Un segnale passa la selezione se la sua carica è  $>5\sigma$  rispetto al fondo

# Modello di Efficienza

prob. di emissione  
secondaria

lungh. min. per generare  
un segnale

$$\varepsilon = s \left( 1 - \frac{L_{eff}}{L} \right)$$

lungh. canale

guadagno totale

$$G = d^N = d^{\frac{L}{l}} = \left( \frac{V}{V_0} \right)^{\frac{L}{l}}$$

quad. per ogni MCP

$$L_{eff} = l \frac{\ln(G)}{\ln(V/V_0)}$$

$$\varepsilon = s \left( 1 - \frac{1}{b \ln \left( \frac{V}{V_s} \right) + 1} \right)$$

tensione di soglia