

Studio sulla perdita di energia nei Pixel



ATLAS NOTE

ATL-INDET-INT-2009-xxx

October 13, 2009



Study of the energy loss in the ATLAS Pixel Detector with cosmic rays data

- Motivazioni
- Data sample
- Carica verso impulso
- Risoluzione
- Outlook

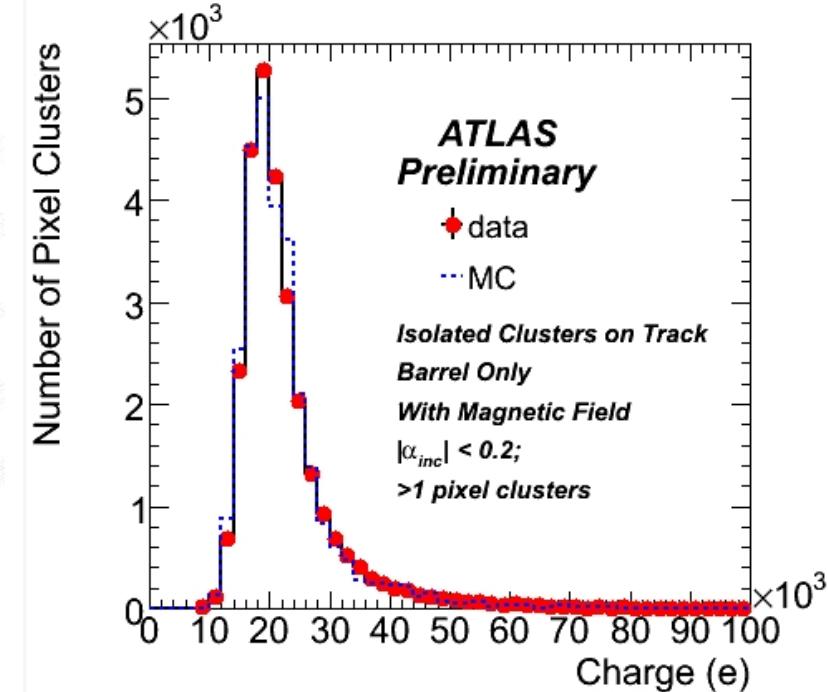
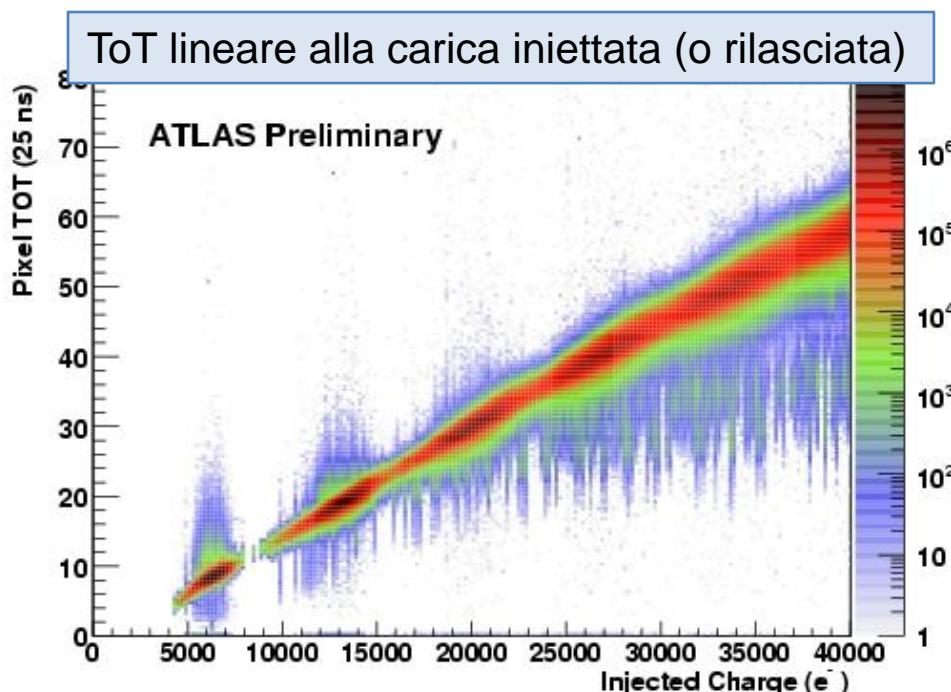
The ATLAS Pixel Collaboration

Abstract

Between September and November of 2008, the Pixel Detector participated for the first time in the ATLAS combined data taking. Approximately 170 thousands cosmic rays tracks with hits in the Pixel Detector were recorded with the magnetic fields on. The momentum dependence of the energy loss of the traversing muons has been measured and a relativistic rise of $7.2 \pm 0.4\%$ is observed in good agreement with expectations. The resolution of the mean energy loss per track is also measured.

Motivazioni

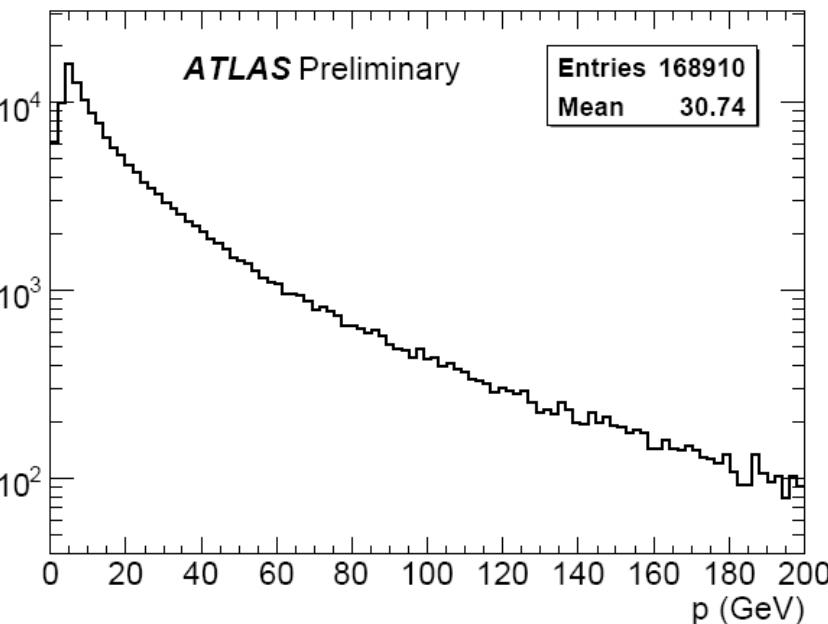
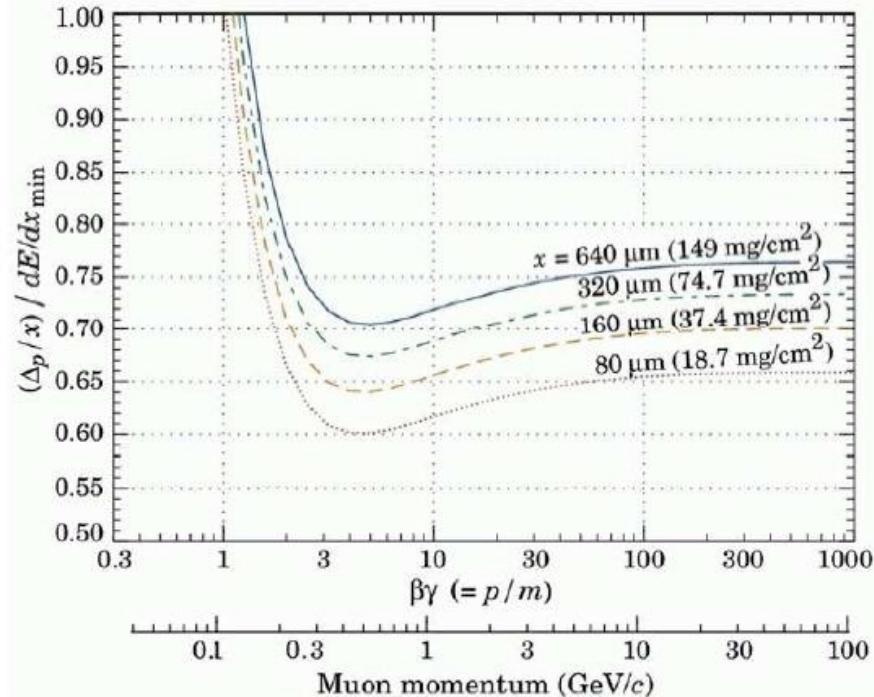
- ✓ Tramite il ToT (Time over Threshold) associato ad ogni hit e' possibile ricostruire la carica rilasciata nei sensori dalle particelle ionizzanti.
- ✓ La distribuzione della carica rilasciata ha lunghe code (straggling function). Per muoni con $p > 50$ GeV in 250um Si:
 - MPV = 19.0ke
 - FWHM = 7.1ke



Tre note in pubblicazione: calibrazione del ToT, Charge scale, raccolta di carica nei cluster

Motivazioni

- ✓ Il rilascio di energia dipende dall'identita' e dall'impulso delle particelle ($\beta\gamma$) ed e' descritto dalla Bethe-Block.
- ✓ Ci si aspetta un salita relativistica di $\sim 8\%$.
- ✓ Studio simile (con MC e Test beam data) del TRT:
ATL-COM-INDET-2008-029

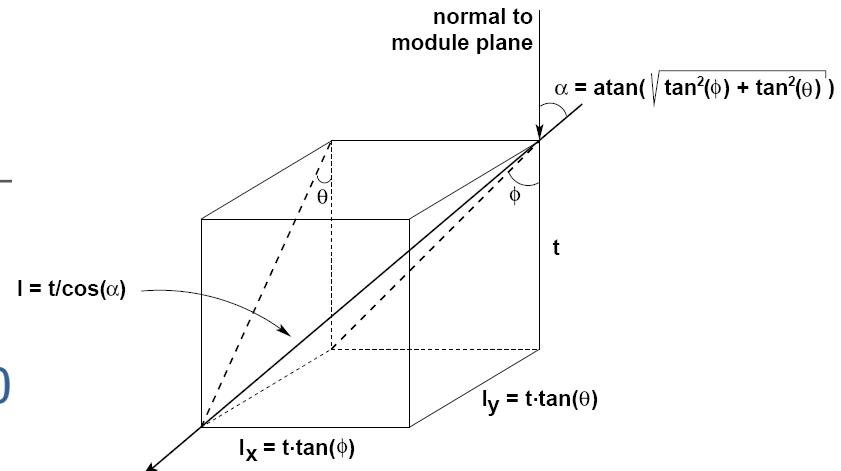


- ✓ Il range di impulsi e' ben coperta dai muoni rivelati in ATLAS.
- ✓ Nel run del 2008 con B on ~ 170000 tracce raccolte con almeno un cluster nei Pixel.

Data Sample

✓ Tagli sui parametri di traccia

- almeno 1 hit nel Pixel, $(5*n_{\text{SCTBarrel}} + n_{\text{TRTBarrel}}) > 30$
- $\sigma(pT)/pT < 0.2$
- $p > 500 \text{ MeV}$

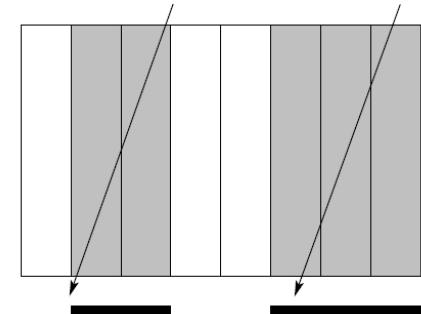
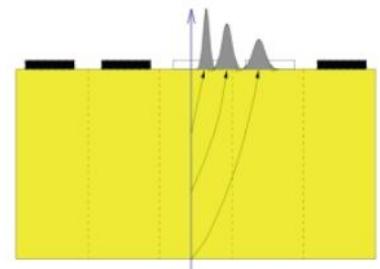


✓ Tagli sui parametri di cluster:

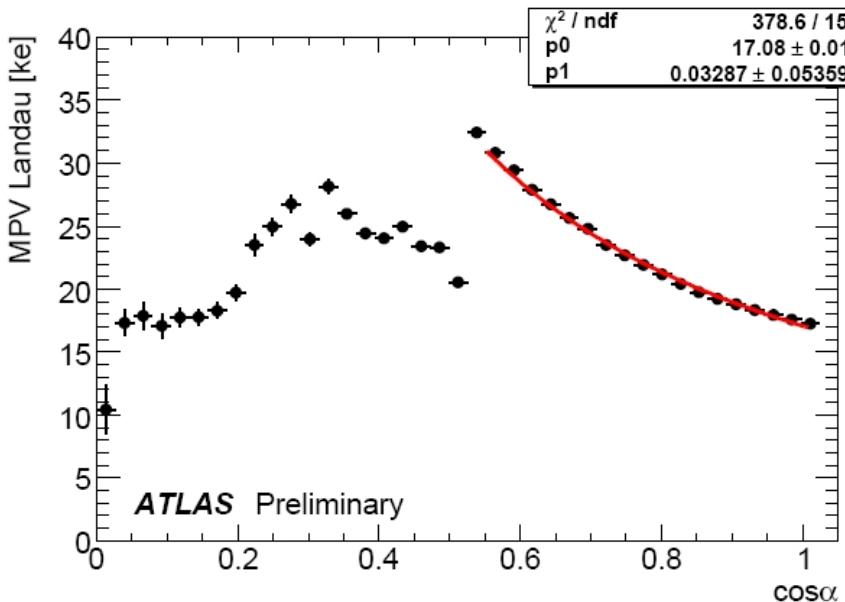
- Barrel only
- Residuals: $\text{abs}(\text{resPhi}) < 0.3\text{mm}$ AND $\text{abs}(\text{resEta}) < 0.9\text{mm}$, i.e. $\sim 6\sigma$

Bisogna assicurarsi che tutta la carica sia raccolta!

- Cut on Incident Angle in $r\phi$ plane: $\text{TrkAngle} < 0.5 \text{ rad}$
- Spatial Incidence angle α : $\cos(\alpha) > 0.6$ (i.e. $\alpha < 0.93 \text{ rad}$)



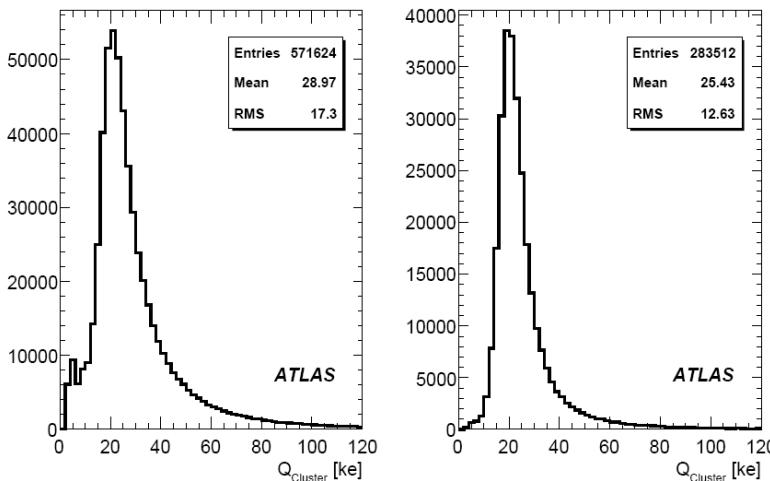
Data Sample (spare)



$$\cos\alpha > 0.6$$

La raccolta di carica e' prop. allo spessore
attraversato.

Fit con $f(x) = x (p0 + p1/\ln x)$
 $x = t/\cos\alpha$, $t = 250 \text{ } \mu\text{m}$



Cut on Incident Angle in $r\phi$ plane < 0.5 rad

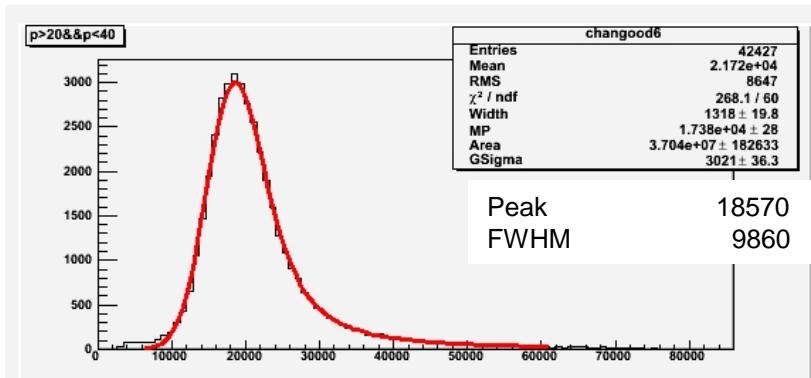
Low deposit are removed

Method

- Cluster Charge is corrected for the incident angle to get the dE/dx

$$Q_{length} = Q_{cluster} \cos\alpha$$
- A Landau convoluted with a Gaussian function is used to fit the charge released/length in the momentum slices.

$$f(x) = \int_{x-5\sigma_{Gaus}}^{x+5\sigma_{Gaus}} Landau(t, MPV, \sigma_{Landau}) * Gaus(x, t, \sigma_{Gaus}) dt$$



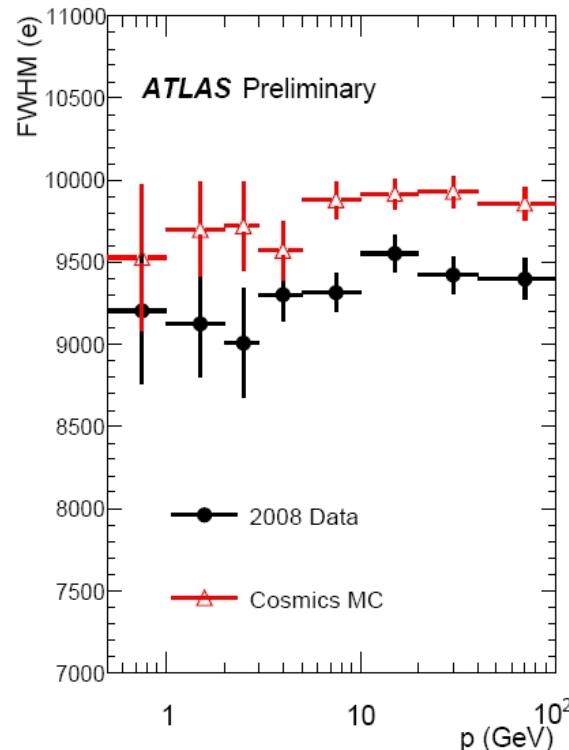
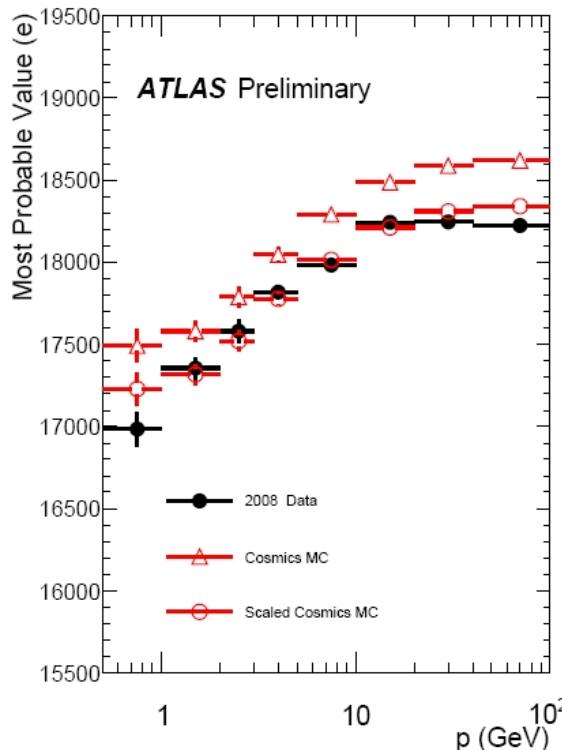
Five parameters might be studied vs momentum:

- ❖ MPV landau
- ❖ σ Landau
- ❖ σ Gauss
- ❖ MPV (peak) of the fit function
- ❖ FWHM of the fit function

Risultati: salita relativistica



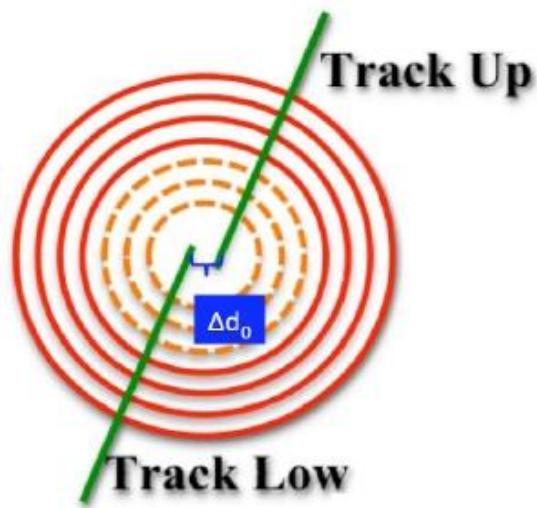
- ✓ Buon accordo tra i dati ($7.2 \pm 0.4\%$) e il MC ($7.5 \pm 0.4\%$)
- ✓ Il rapporto data/MC in scala e' $\sim 98.5\%$ per MPV, compatibile con le incertezze sulla simulazione.
- ✓ Alcune discrepanze ai bordi del range considerato non sono comunque giustificabili con i diversi spettri di momento per dati e MC (slide in coda)



Risultati: risoluzione nella carica



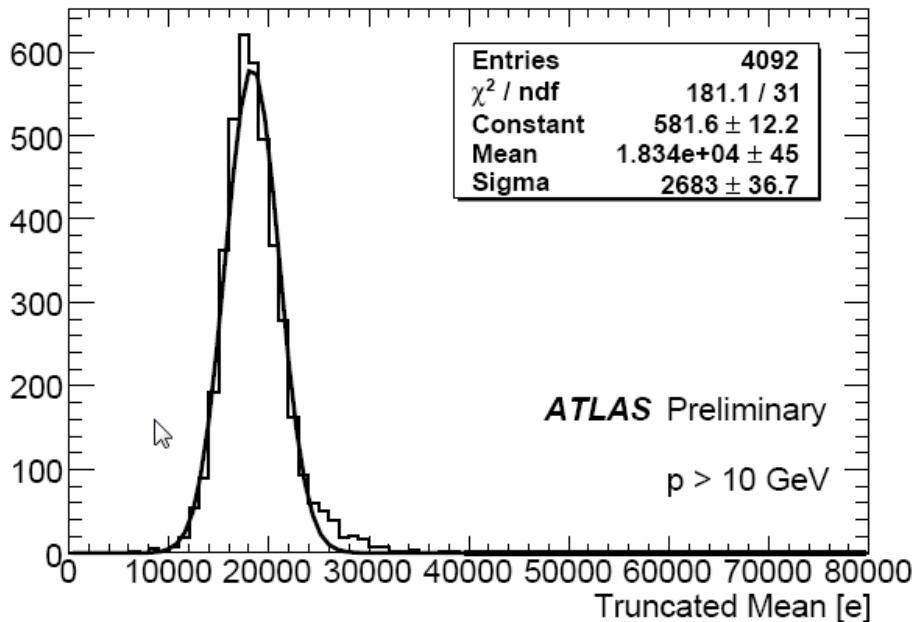
- ✓ Il rivelatore a Pixel non e' ottimizzato per PID, tuttavia e' interessante misurare la risoluzione sulla dE/dx per traccia per eventualmente discriminare particelle a basso $\beta\gamma$
- ✓ Stesso data sample, stessi tagli, ma lavorando con "tracce tipo interazione" – split tracks
 - $|d_0| < 10 \text{ mm}$ → tracce tipo interazione
 - $(5*n_{\text{SCTBarrel}} + n_{\text{TRTBarrel}}) > 15$
 - almeno 3 pixel cluster per traccia → *per poter calcolare la media*
 - $p > 10 \text{ GeV}$ → *per stare nel plateau e ridurre lo spread dovuto a variazioni di p*
- ✓ Per traccia si calcola la media troncata della carica Q_{length} di tutti i pixel cluster appartenenti alla traccia. Troncata perche' si escude il cluster con rilascio di carica maggiore (in modo da tagliare le code della Landau)



Risultati: risoluzione nella carica



- ✓ La risoluzione su dEdx è $\sim 15\%$ e potrebbe permettere identificazione di particelle con $\beta\gamma < 0.8$



- ✓ Tuttavia per grandi rilasci di energia, $\beta\gamma < 0.2-0.3$ (corrispondente nell'attuale config a 4 MIPs), si ha saturazione e l'hit è perso.
- ✓ Un'opportuna simulazione e dati reali aiuteranno a capire meglio il range accessibile.

TRT example

For Gaussian shaped electron and pion distributions of $\langle \text{ToT} \rangle$ with mean values μ_e and μ_π , and spreads σ_e and σ_π the separation power at a given momentum, $S(p)$, is defined by

$$S(p) = (\mu_e(p) - \mu_\pi(p)) / \sigma(p);$$

$$\sigma(p) = \sqrt{1/2 * (\sigma_e * \sigma_e + \sigma_\pi * \sigma_\pi)}$$

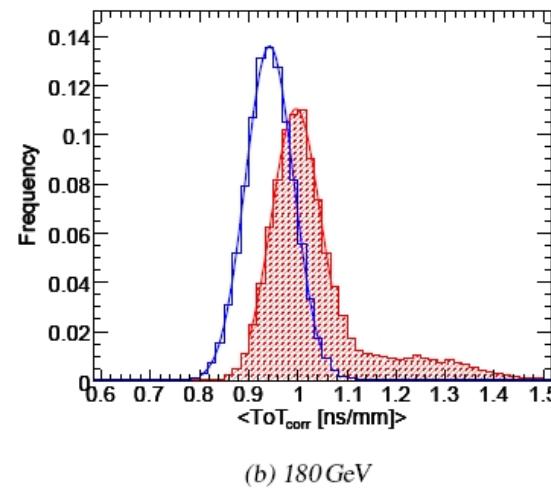
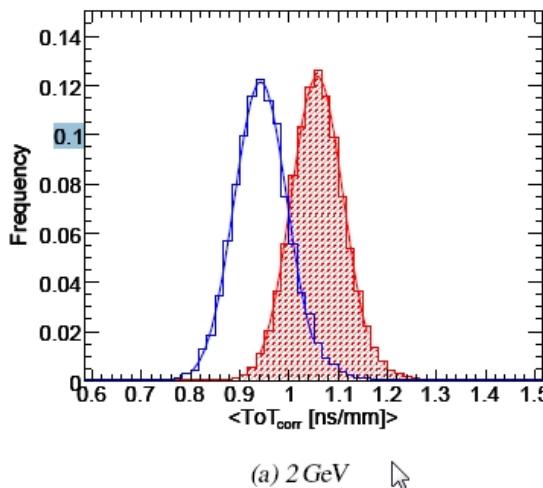
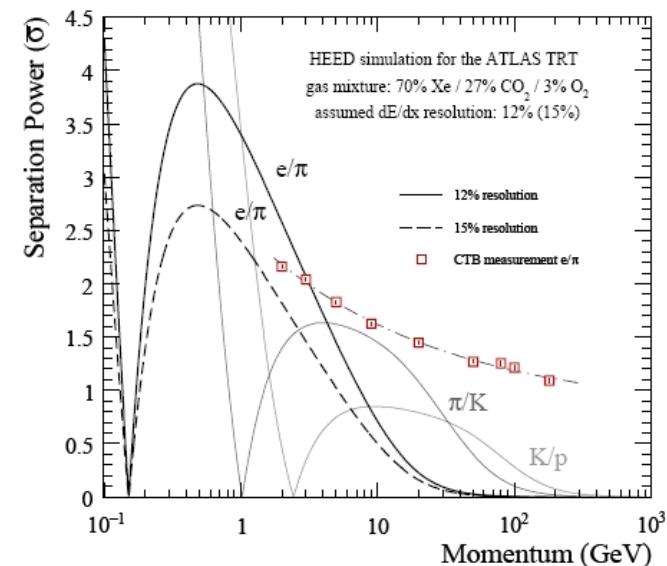


Figure 15: Normalised $\langle \text{ToT}_{\text{corr}} \rangle$ distributions for electrons (hatched red) and pions (solid blue) at 2 and 180 GeV momentum. The continuous curves represent the Gaussians fitted to the distributions around the peak area.



Outlook



- ✓ Rifare l'analisi con i dati del 2009 che usano anche soglia inferiore (3500e invece dei 4000e del 2008). La raccolta di carica migliora, gia' visto nel Lorentz angle. Per questa analisi l'effetto dovrebbe essere visibile nella dip del MPV da $\cos\alpha$. → subito
- ✓ Muoversi ad un'ID analisi con TRT
- ✓ Studiare dipendenza da $\beta\gamma$ in MC ed interazioni quando i dati saranno disponibili.

Distr. Momento Data/MC

