

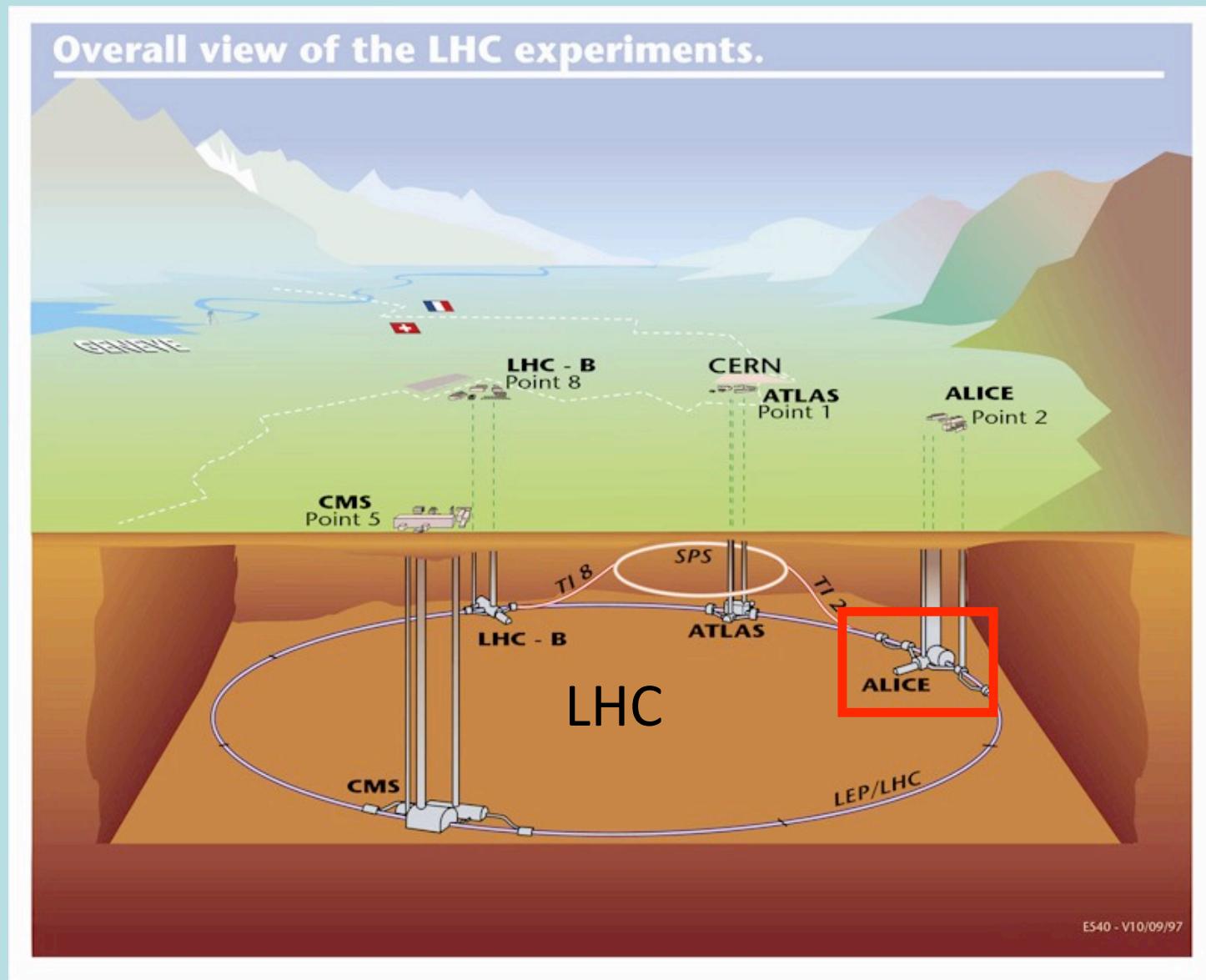


ALICE

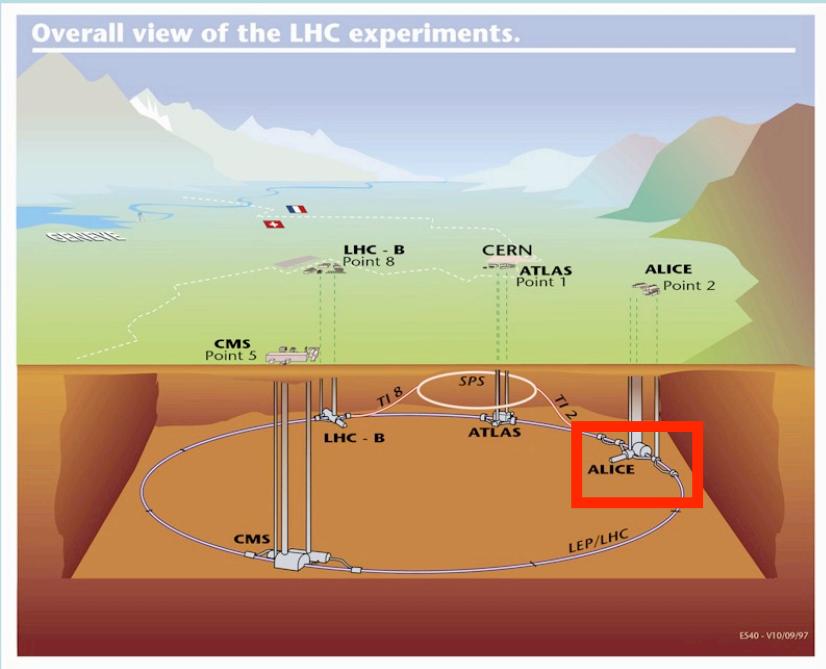
A Large Ion Collider Experiment

Massimo Venaruzzo – Università e INFN di Trieste / CERN

ALICE: A Large Ion Collider Experiment



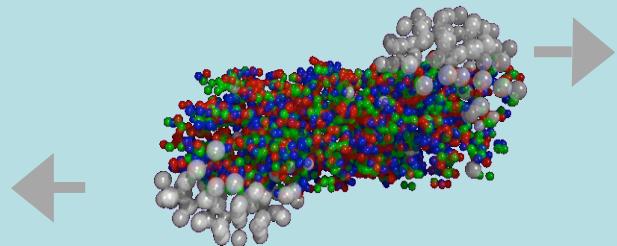
ALICE: A Large Ion Collider Experiment



ALICE è progettata per lo studio di collisioni tra ioni pesanti all'energia $\sqrt{s_{NN}} = 5.5 \text{ TeV}$

Gli obiettivi dell'esperimento:

- formazione di una nuova fase della materia nucleare (Quark Gluon Plasma)
- studio del confinamento e della rottura spontanea della simmetria chirale (*generazione delle masse adroniche*)
- studio delle proprietà e delle 'firme' del QGP





ALICE

A Large Ion Collider Experiment

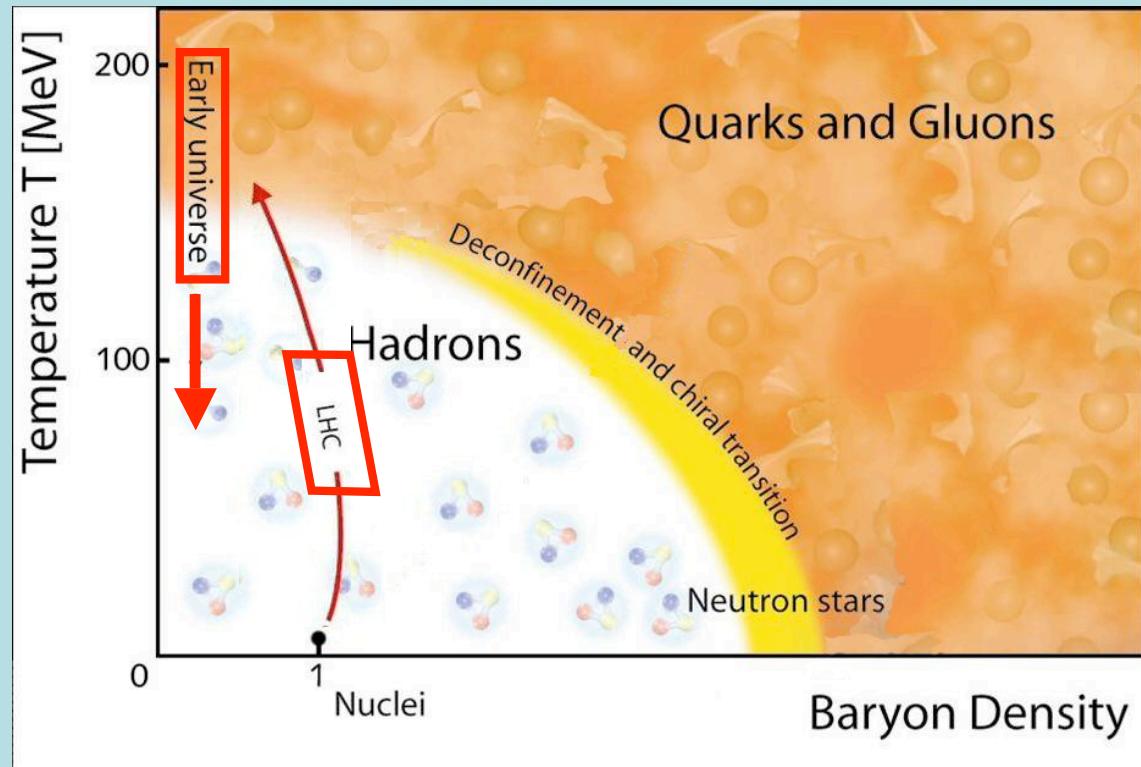
- 1) Gli obiettivi dell'esperimento
- 2) Il rivelatore
- 3) I primi dati

Nuclear matter phase diagram

Universo primordiale.

Pochi μ s dopo il Big Bang l'Universo era nella fase QGP: la materia era 'colorata', quark e gluoni potevano muoversi liberamente in tale sistema.

Nella fase di raffreddamento la materia viene confinata e acquista massa.



ALICE @ LHC: vuole ricreare le stesse condizioni di pochi istanti dopo il Big Bang

Transizione di fase @

- Alta temperatura $T_c \sim 175$ MeV
- Densità di energia $\epsilon \sim 1$ GeV/fm³



Quark Gluon Plasma

- I nucleoni perdono la propria identità:
- schermaggio di colore
 - deconfinamento partonico
 - ripristino simmetria chirale



Il Quark Gluon Plasma in ALICE

- Alcuni effetti del QGP osservati in condizioni molto diverse di densità energia dai precedenti esperimenti @ SPS, RHIC.
- ALICE estenderà l'osservazione in un range più favorevole alla creazione del QGP.

	SPS	RHIC	LHC
$\sqrt{s_{NN}}$ (TeV)	0.017	0.2	5.5
T/T_c	1.1	1.9	3-4
ϵ (GeV/fm ³)	3	5	15-60
τ_{QGP} (fm/c)	≤ 2	2-4	≥ 10
V_f (fm ³)	few 10 ³	few 10 ⁴	few 10 ⁵

Caratterizzazione degli eventi e firme del QGP



In queste condizioni, ALICE è progettata per rivelare la presenza del QGP attraverso le sue firme e per descrivere i meccanismi coinvolti in questa transizione di fase:

- caratterizzazione globale dell'evento
 - molteplicità di particelle cariche
 - centralità della collisione
 - *flow* collettivo
 - *ratio* fra particelle, spettri in momento
- osservazione delle ‘firme’ del QGP
 - soppressione dei *quarkonia*
 - aumento di stranezza
 - open charm & beauty
 - soppressione della correlazione back-to-back
 - soppressione ad alto p_t
 - produzione di γ & leptonsi diretti

Condizioni iniziali: geometria della collisione

Centralità → parametro d'impatto (b)
selezione sulla geometria della collisione

“periferici” => $b \sim b_{\max}$

“centrali” => $b \sim 0$

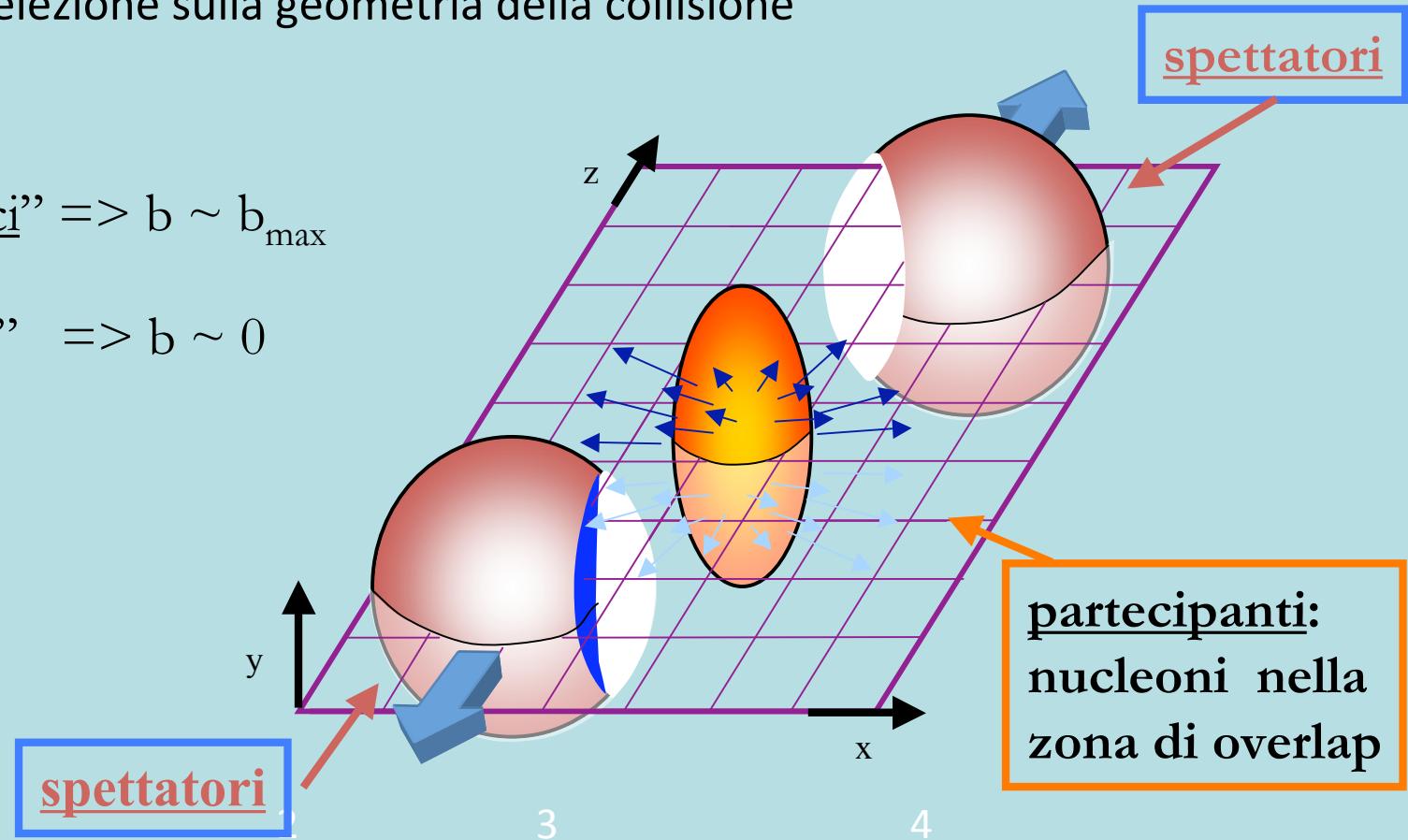
1

spettatori

3

4

partecipanti:
nucleoni nella
zona di overlap



QGP signatures_1: Soppressione dei Quarkonia



Nella fase QGP, gli stati cc^- and bb^- (*quarkonia*) sono sfavoriti a causa dello schermaggio di colore.

Al momento del raffreddamento del sistema i due quark hanno meno probabilità di legarsi.

Studi precedenti (@ SPS-RHIC) mostrano una soppressione in urti tra ioni

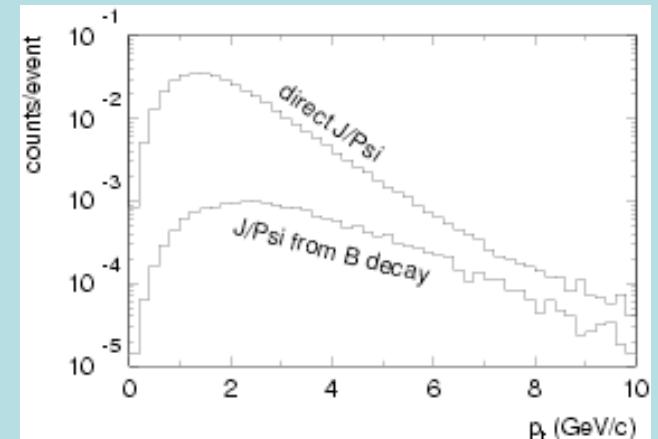
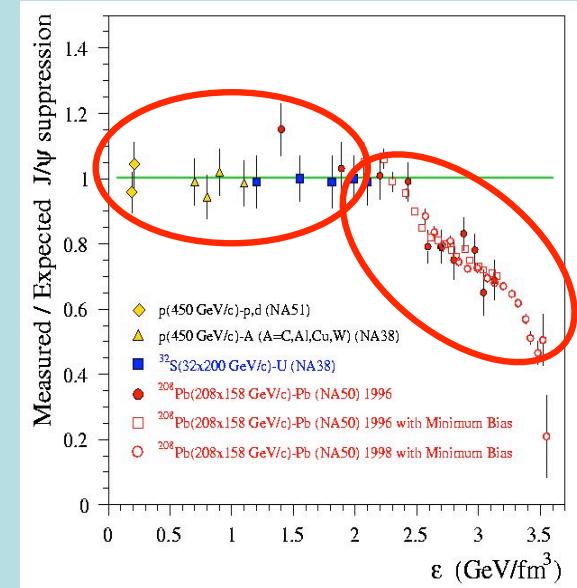
ALICE @LHC

- maggiore densità di energia (15-60 GeV/fm³)
- maggiore rate di produzione di “quarkonia”, abbastanza per studi su *bottomonium* (Υ)
- J/ψ diretti (sensibili al QGP) Vs. J/ψ da decadimento di B

Prestazioni richieste al tracciatore interno

- alta risoluzione: fino a $\sigma \sim 20\mu\text{m}$
 - per parametro d'impatto di traccia
 - per la separazione dei vertici secondari dai primari

Measured/expected J/ψ suppression



Direct and from B-decay J/ψ multiplicity in ALICE events 9

QGP signatures_2: L'aumento di stranezza

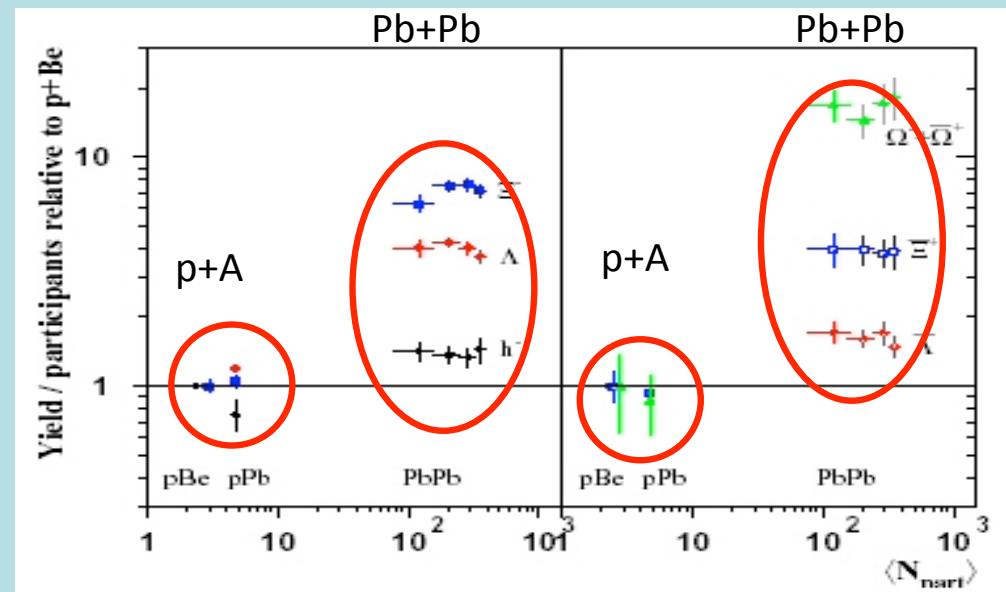


- Normalmente i barioni strani sono soppressi dalla grande massa del quark strano: $m_s \sim 500 \text{ MeV}$.
- Nella fase QGP:
 - la massa del quark s tende alla massa nuda $m_s \sim 100 \text{ MeV}$
 - il quark s viene prodotto più facilmente
 - l'aumento è sistematicamente più elevato in accordo col numero di quark strani contenuti nella particella

@SPS,RHIC:

- nessun aumento in p+Pb
- grande aumento di produzione di barioni strani osservato in collisioni Pb+Pb rispetto a p+A

Hyperon yields per participants in Pb+Pb, normalized to P+Be [NA57]

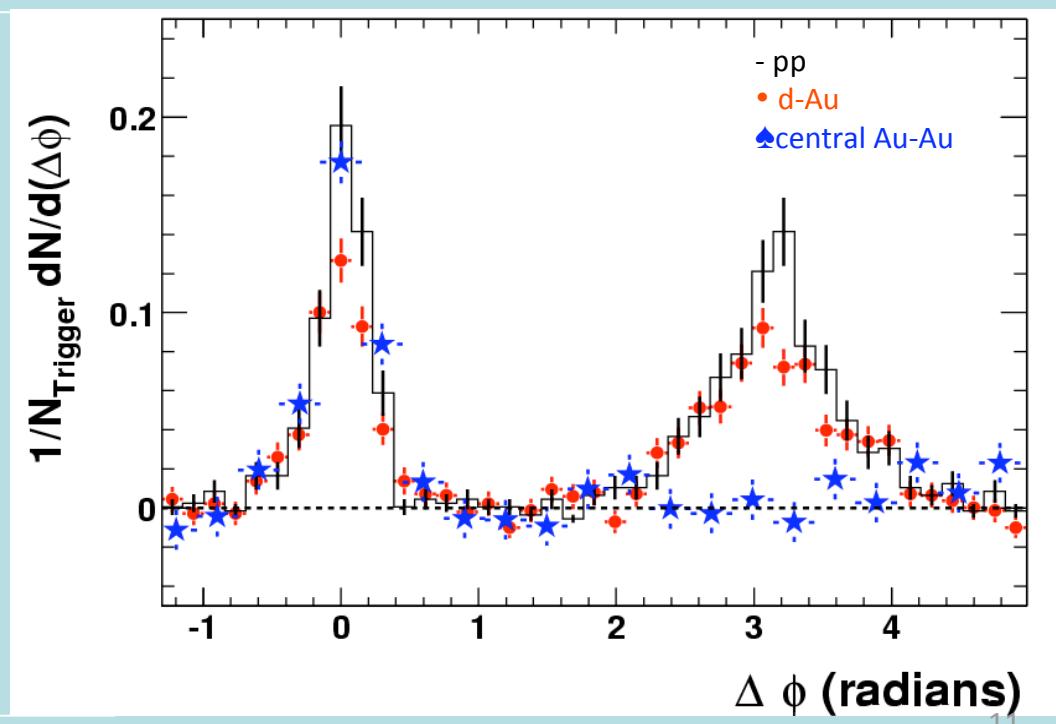
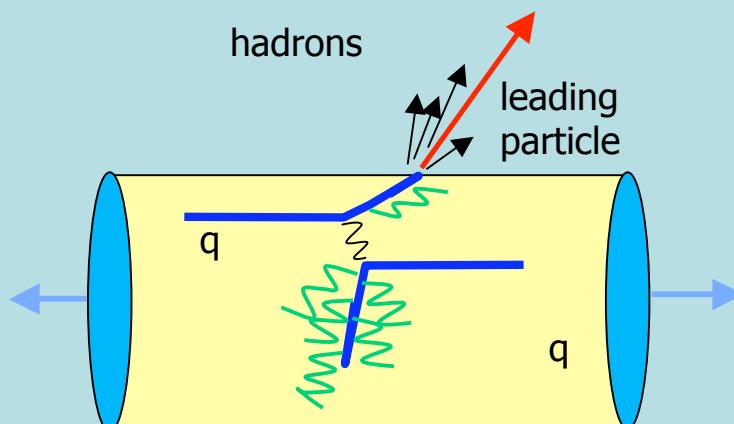


Aumento ancora maggiore atteso a LHC !

QGP signatures_3: Correlazioni azimutali dei jet (jet quenching)

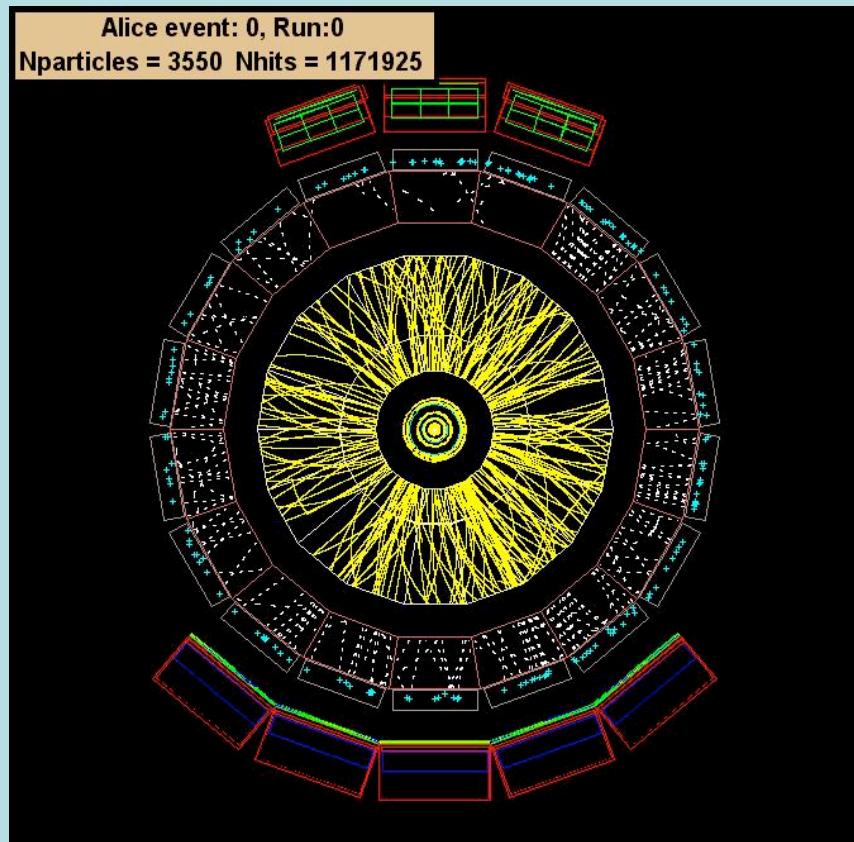
- la densità nella zona centrale è tale che quel volume è “opaco” (fortemente intergente).

Solo il partone più vicino alla superficie dà luogo a un Jet. L’altro “viene riassorbito” nel mezzo.

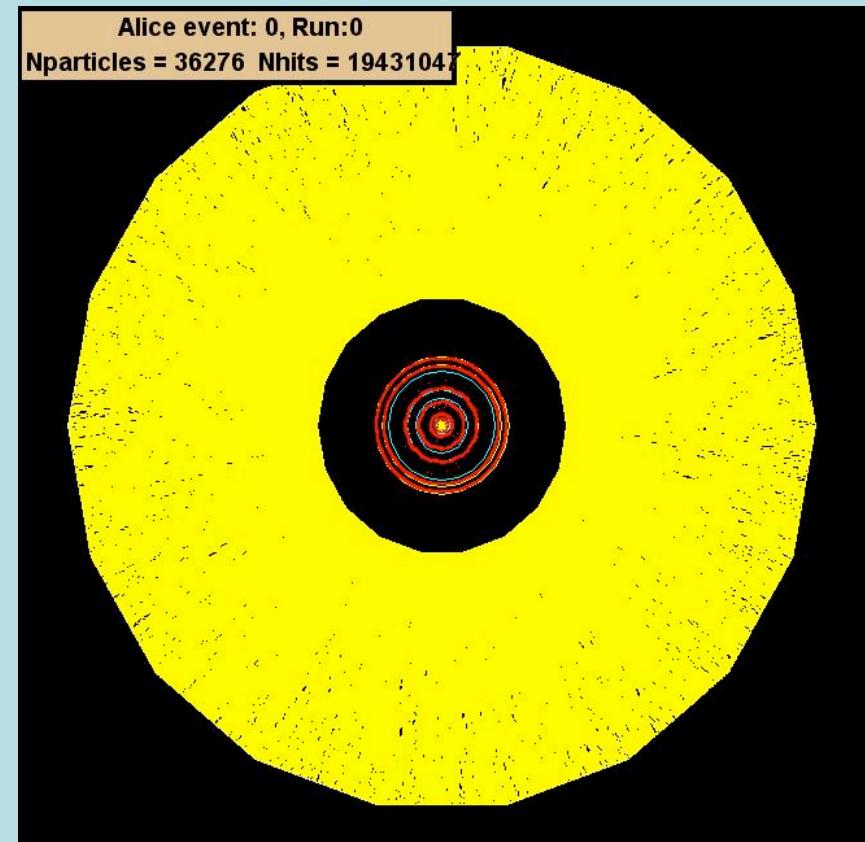


I compiti di ALICE: { rivelare
tracciare
identificare }

~40.000 particelle per evento

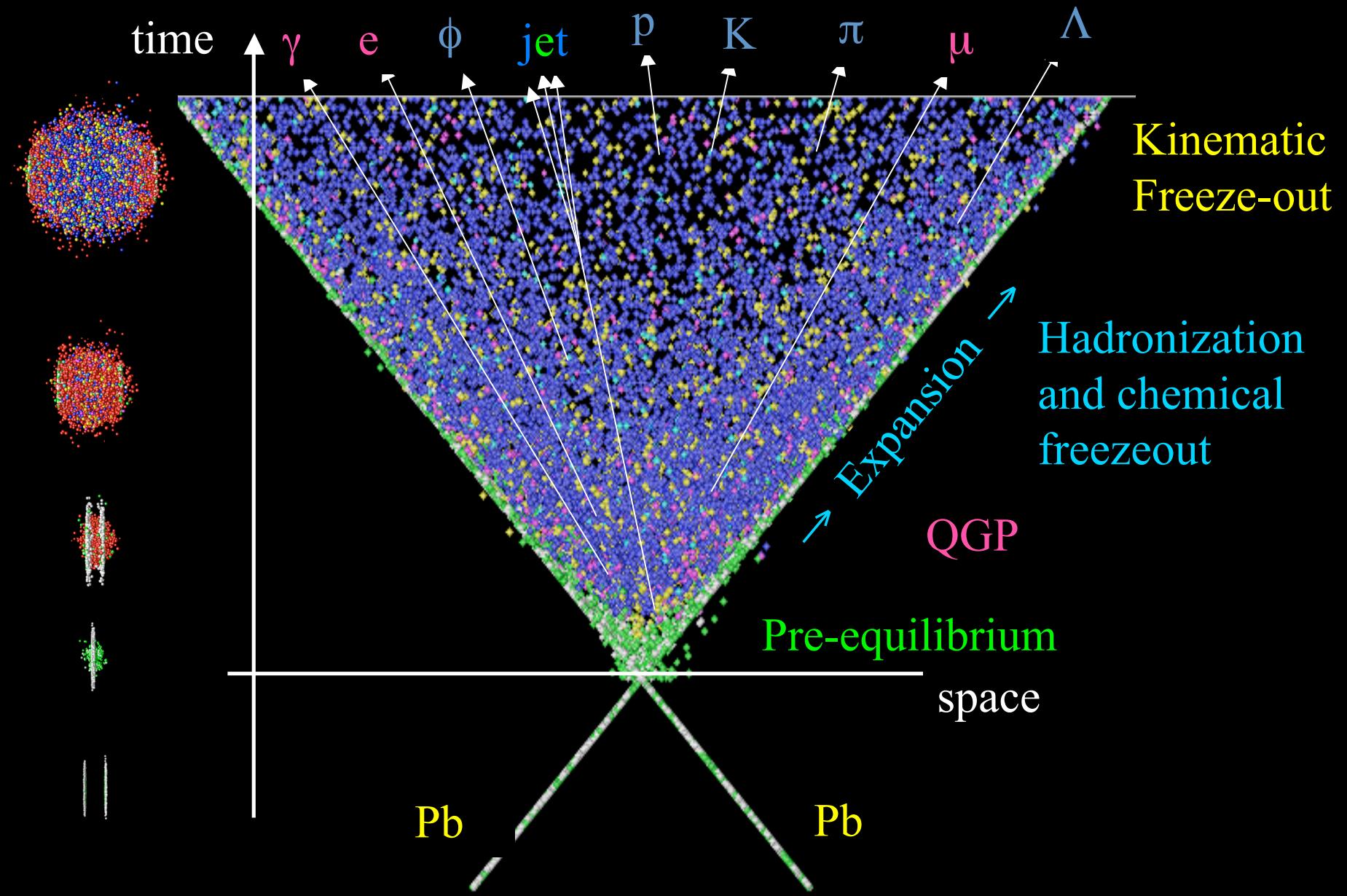


$60^\circ < \vartheta < 62^\circ!$



Singola collisione:
Pb+Pb @ 5.5 TeV

Space-time Evolution of the Collision





ALICE

A Large Ion Collider Experiment

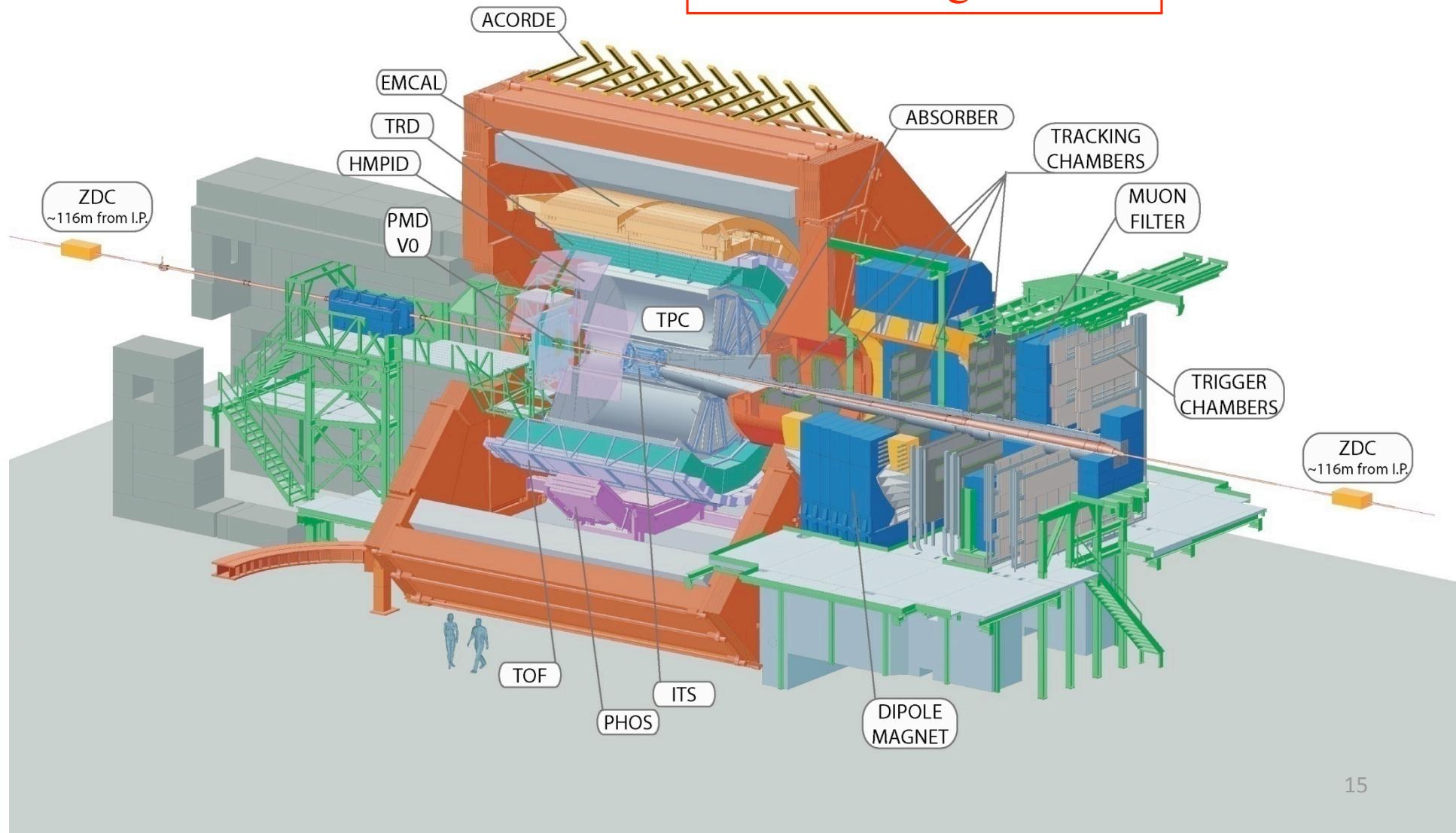
- 1) Gli obiettivi dell'esperimento
- 2) Il rivelatore
- 3) I primi dati

Size: 16 x 26 meters
Weight: 10,000 tons
Detectors: 18

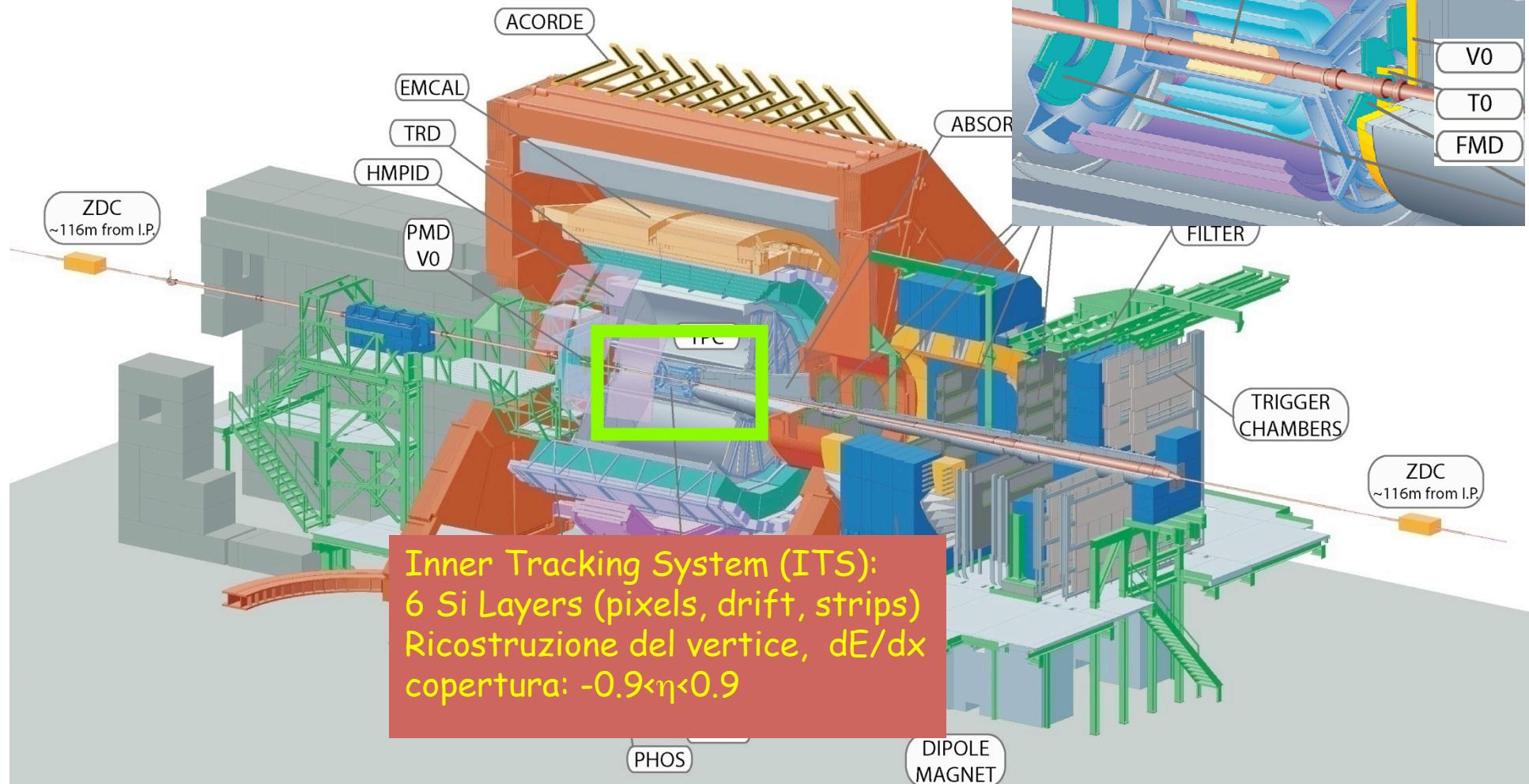
Il rivelatore ALICE



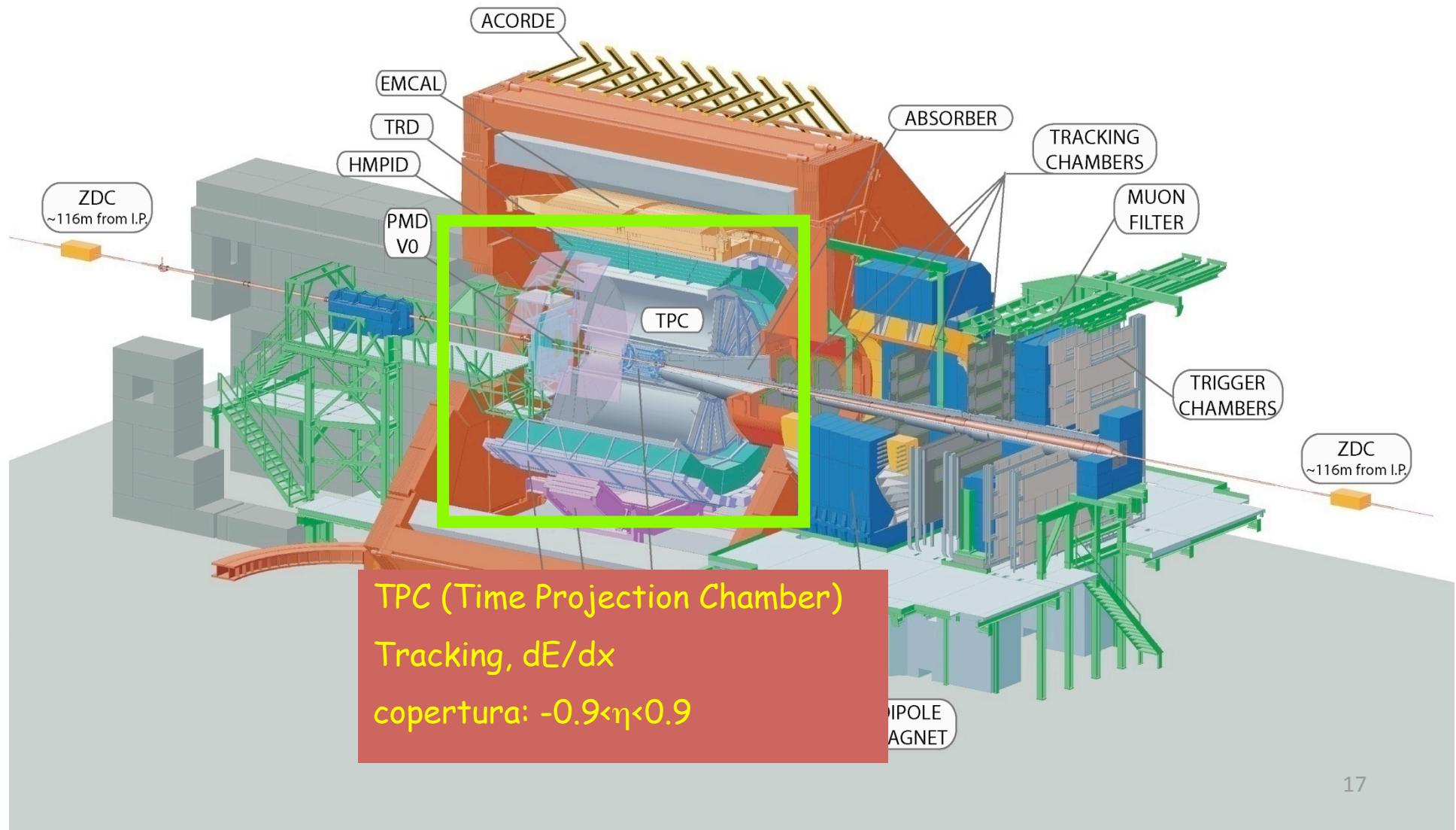
Solenoid magnet 0.5 T



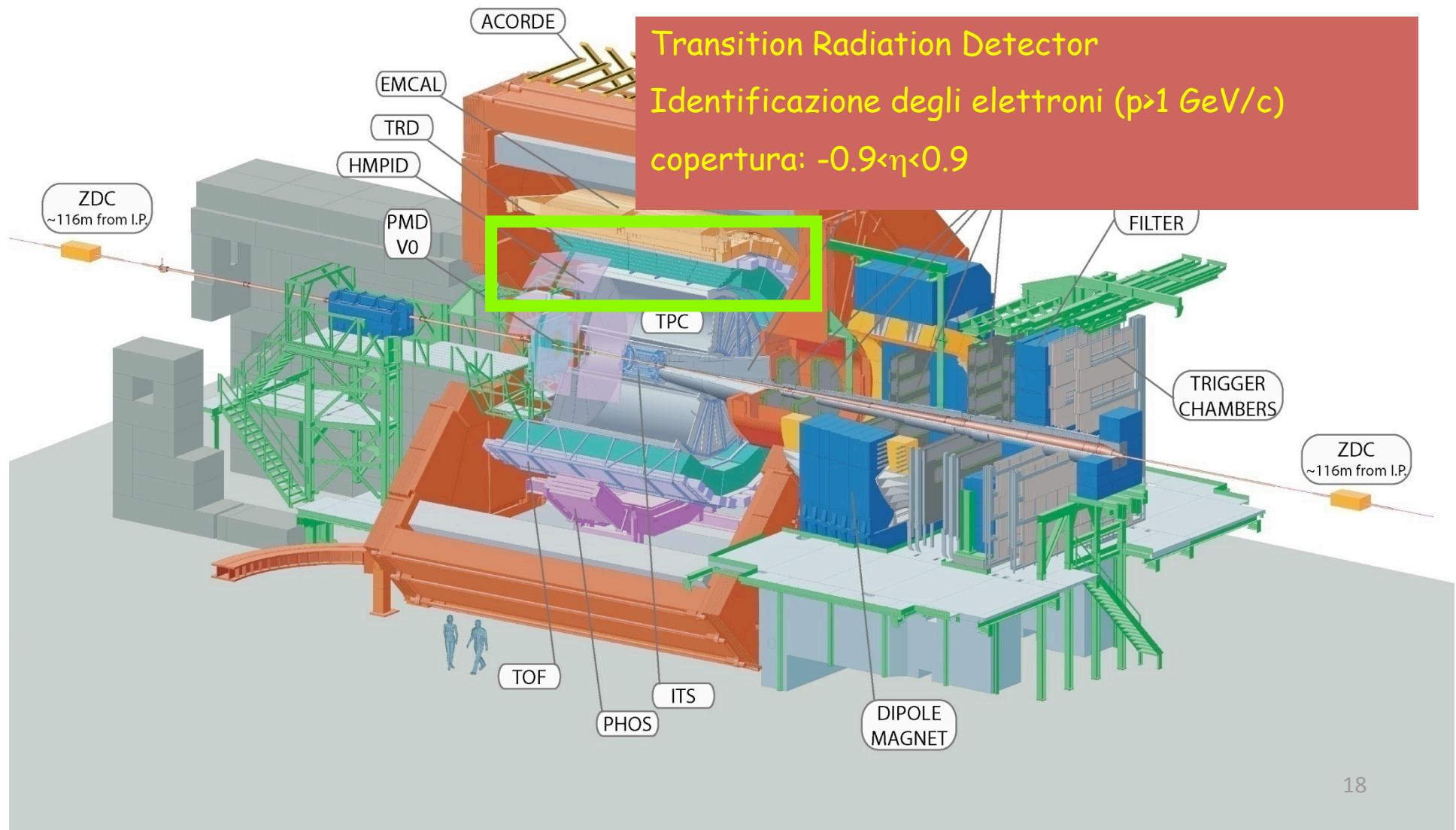
Il rivelatore ALICE



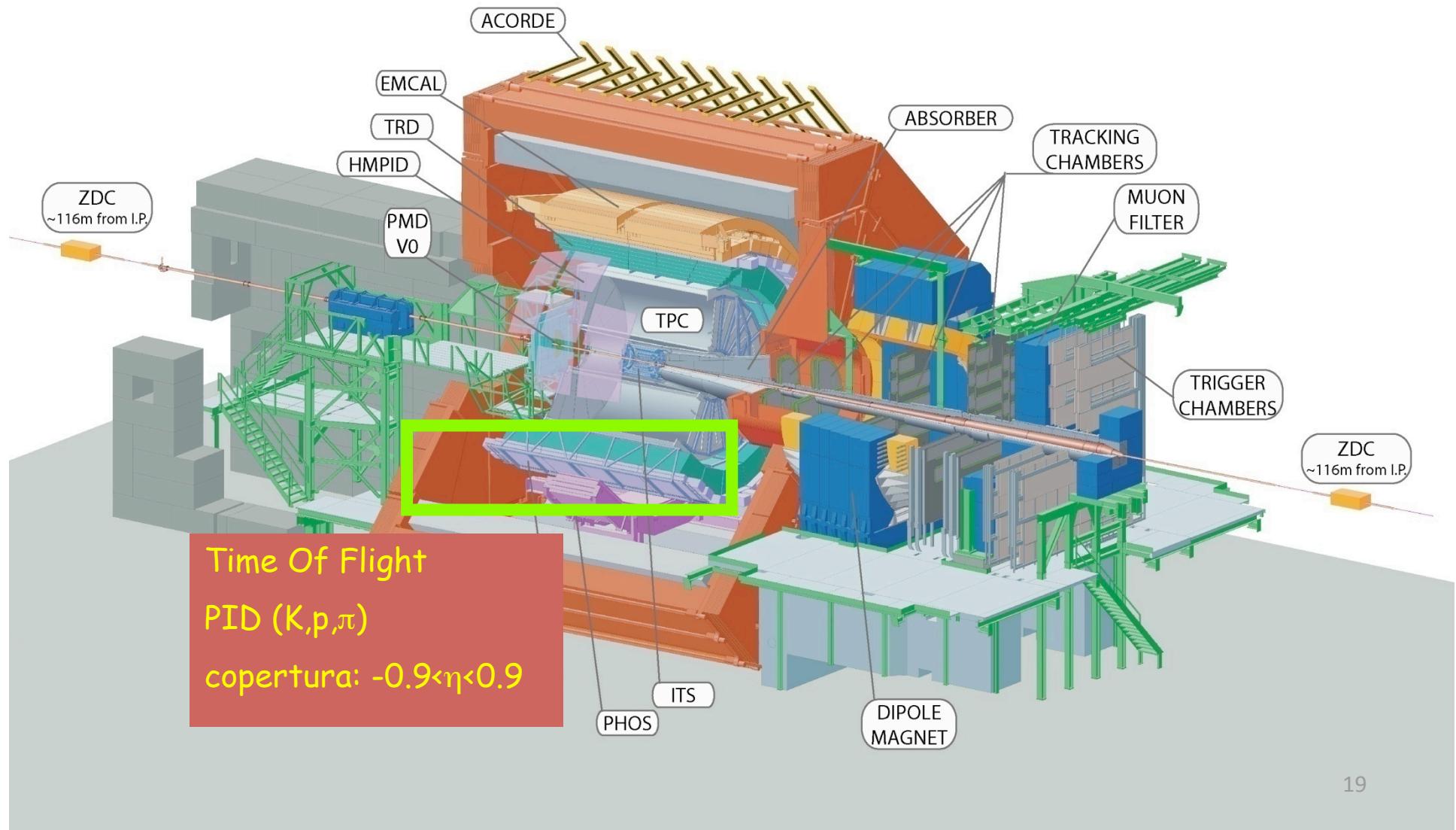
Il rivelatore ALICE



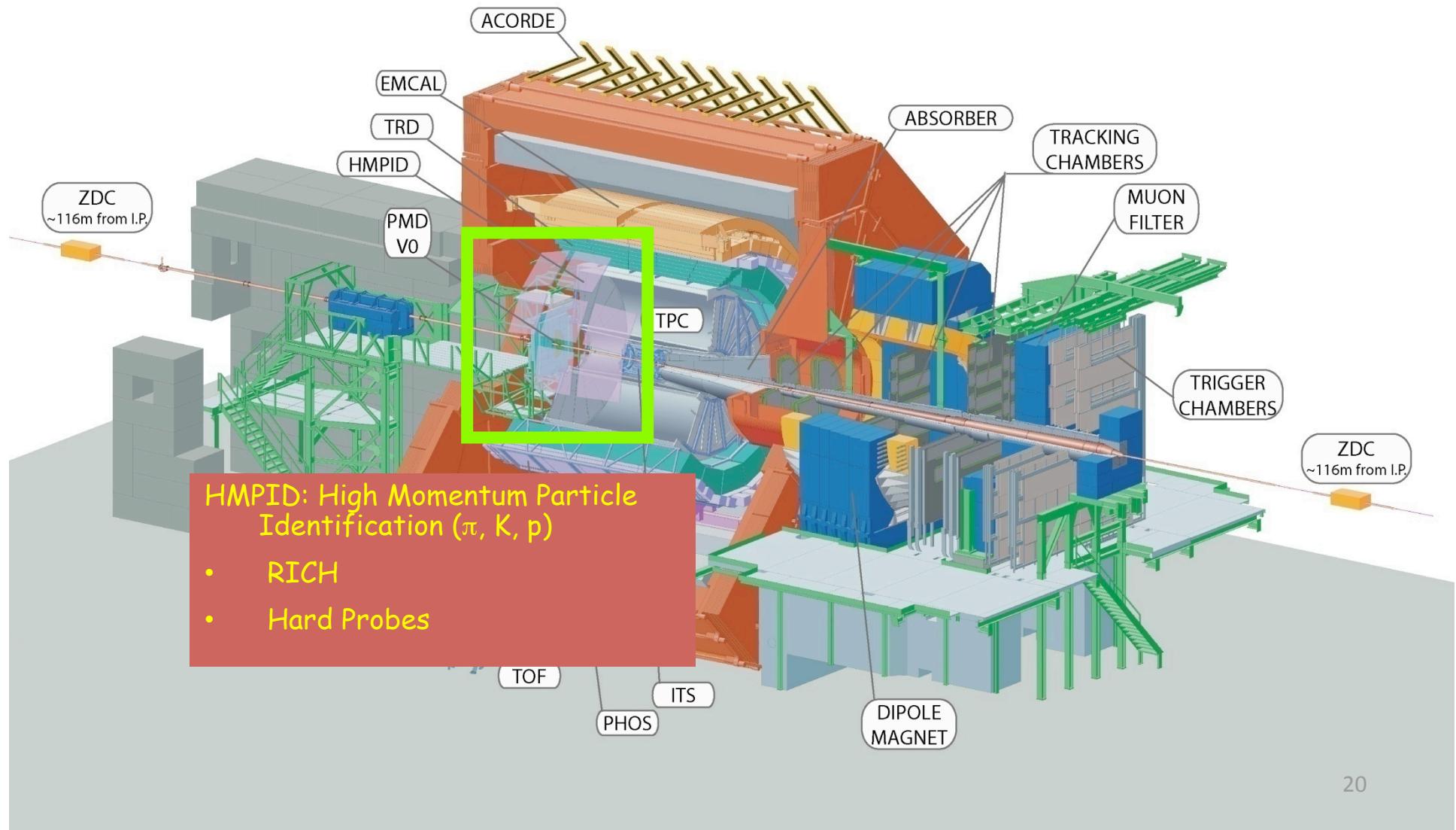
Il rivelatore ALICE



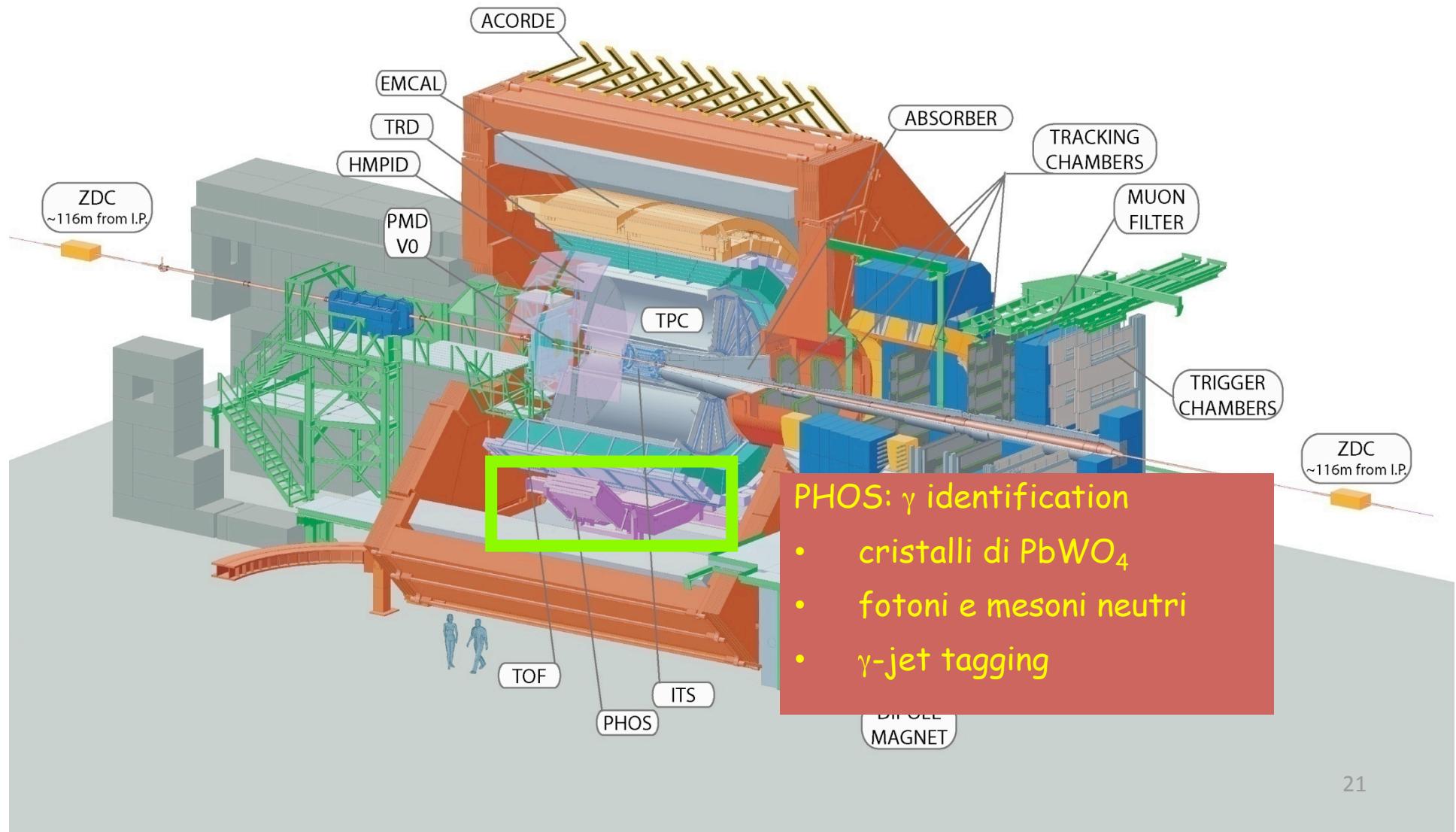
Il rivelatore ALICE



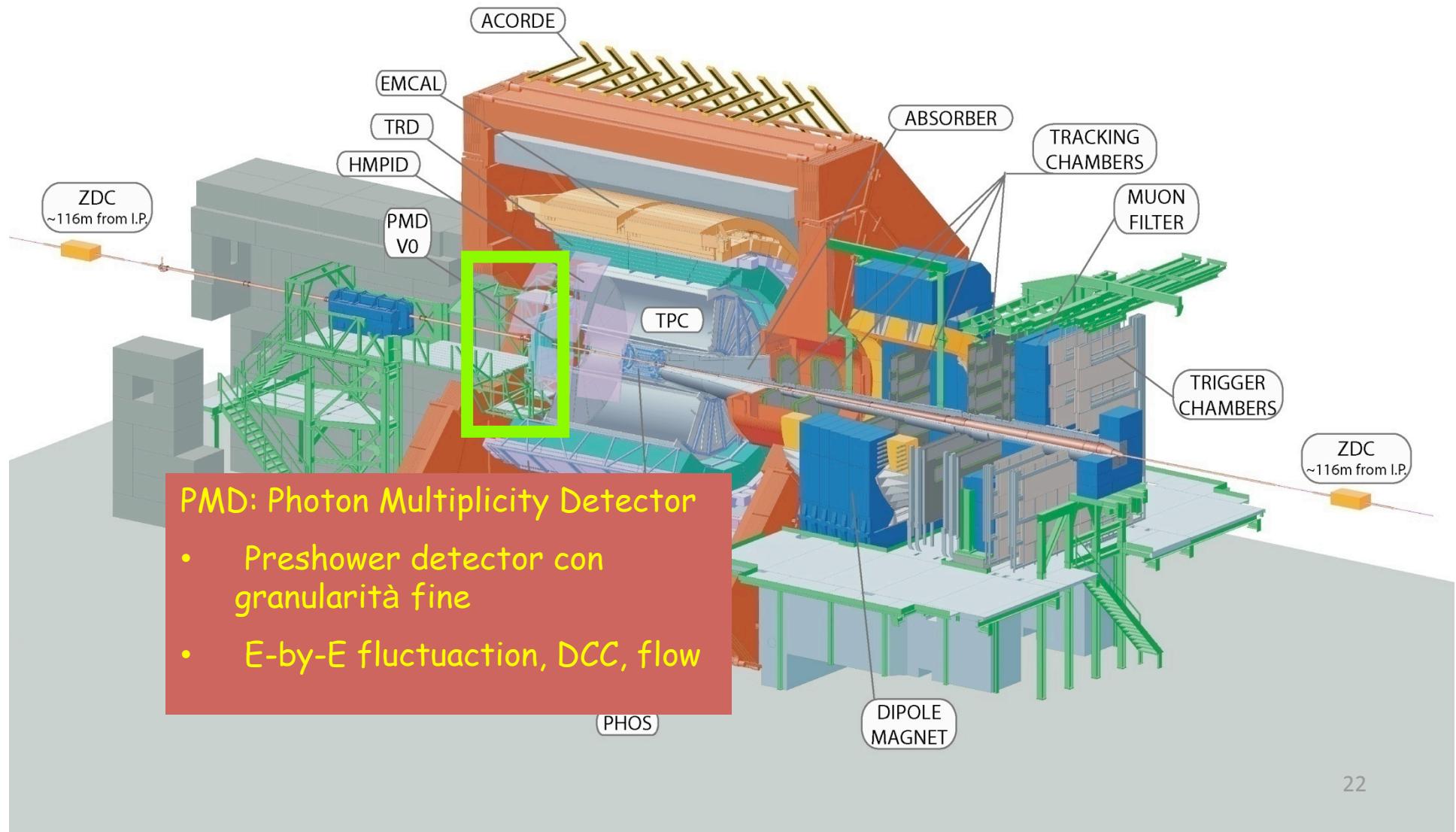
Il rivelatore ALICE



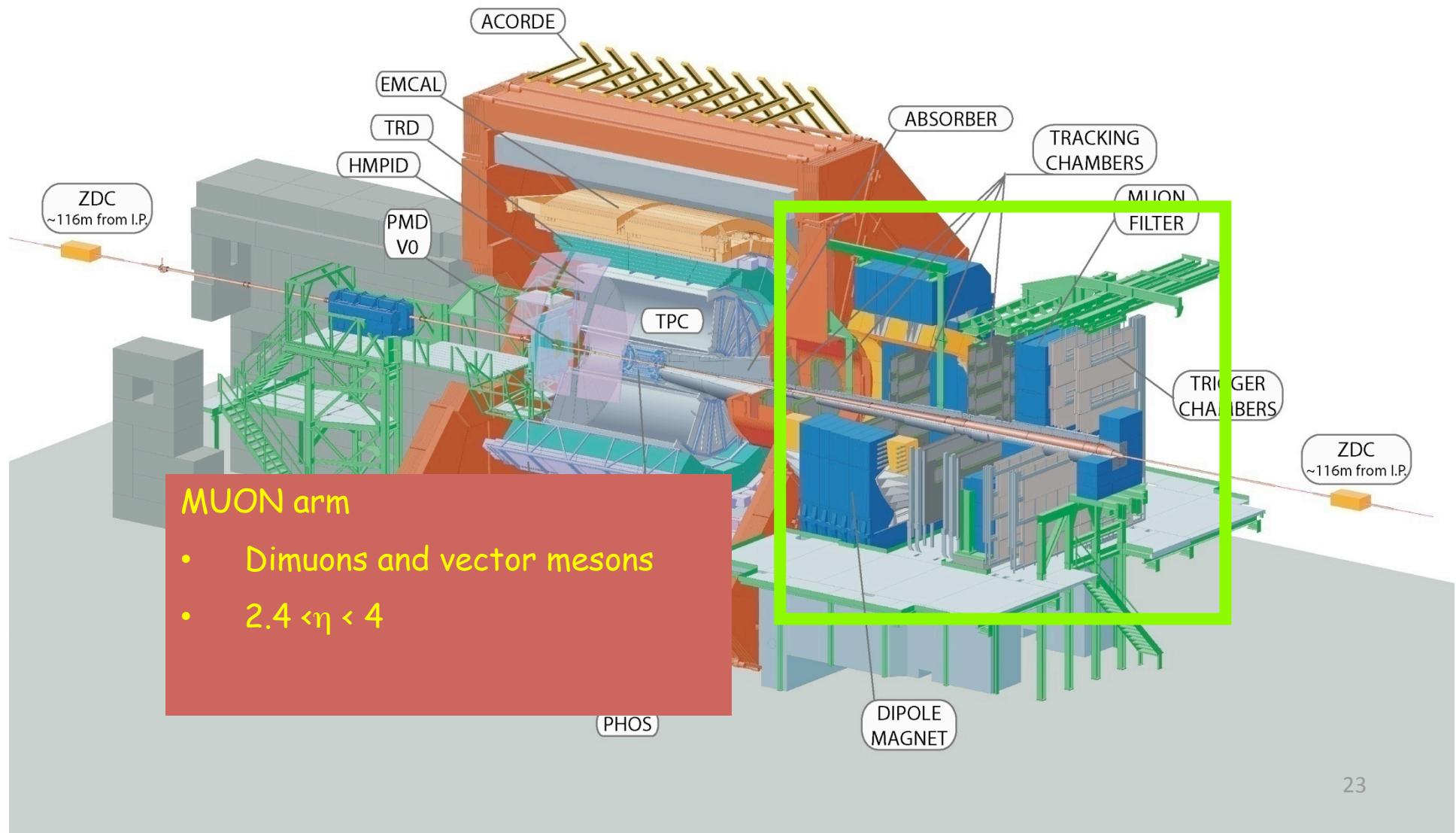
Il rivelatore ALICE



Il rivelatore ALICE



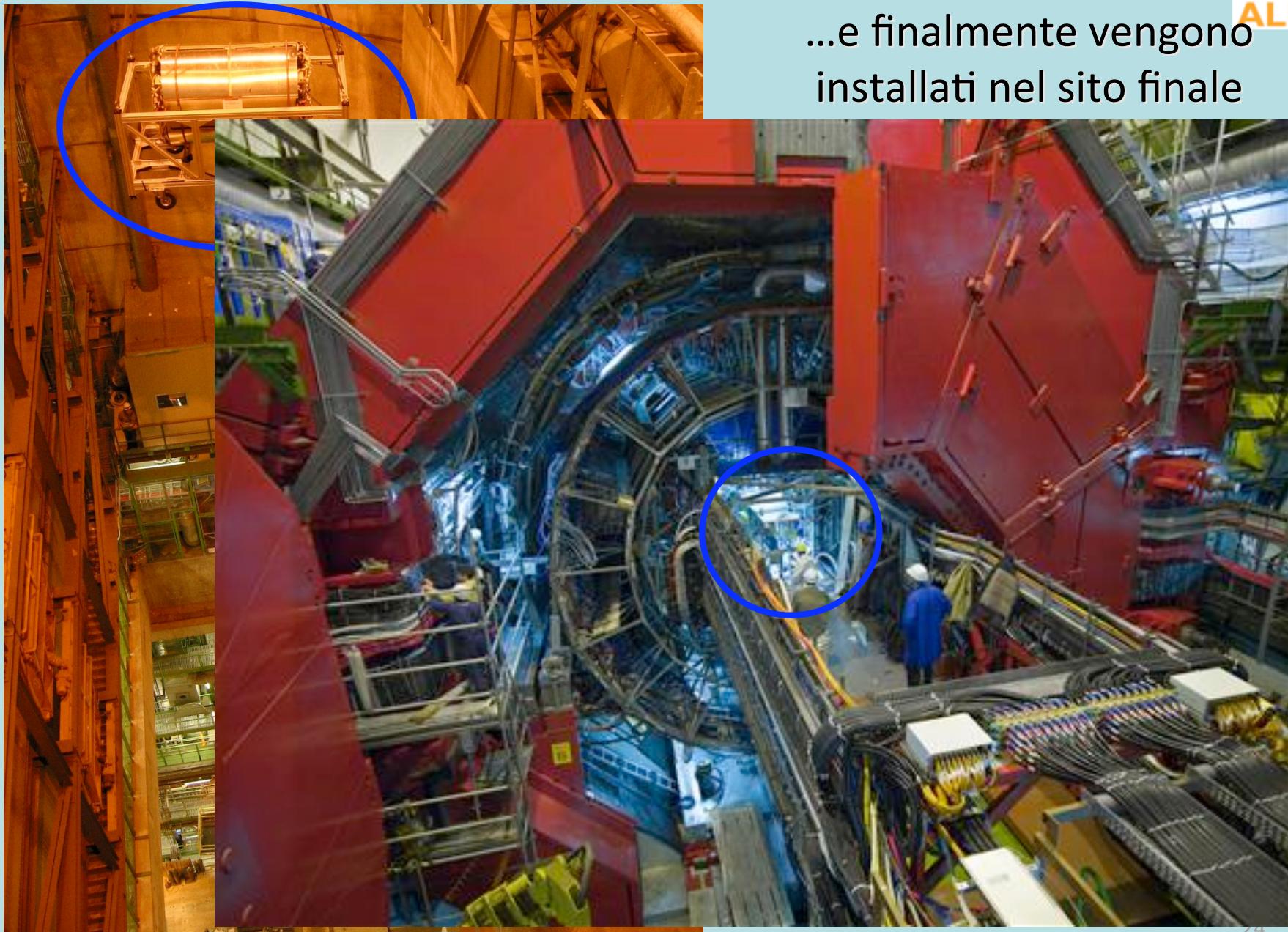
Il rivelatore ALICE



SSD+SDD scendono in caverna...



...e finalmente vengono
installati nel sito finale



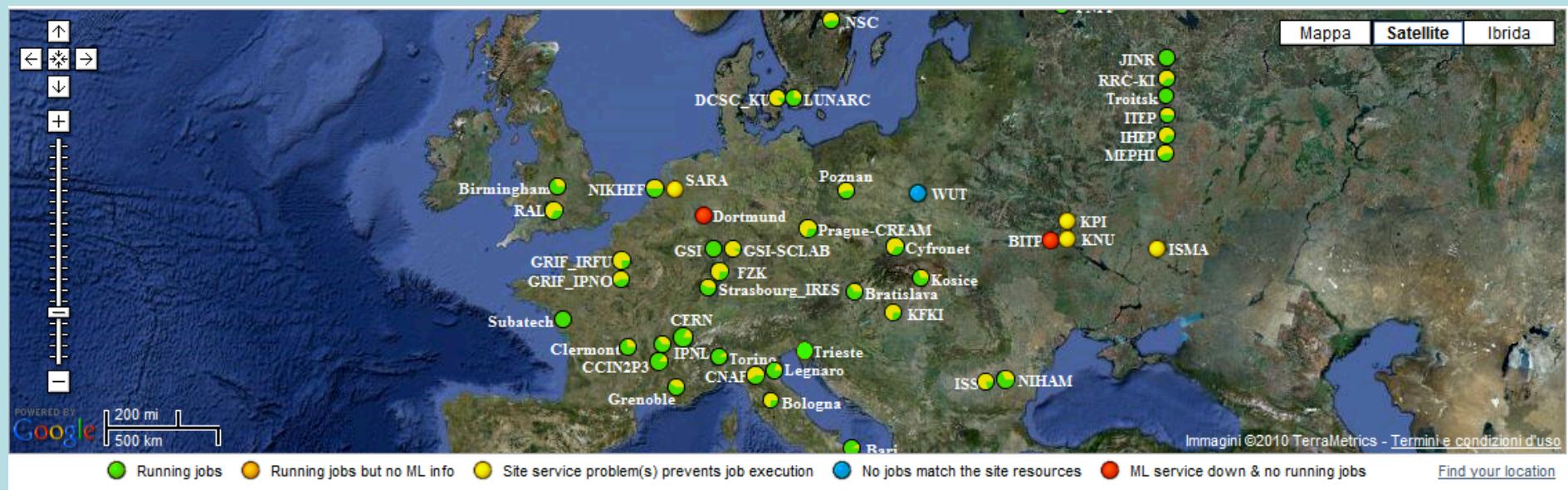
The GRID framework

L'idea di GRID : unificazione delle risorse di diversi centri di calcolo

Progettata per fornire capacità di calcolo, spazio su disco e strumenti software necessari per affrontare la sfida computazionale di LHC (ALICE: 2 PB di dati ogni anno).

Vantaggio principale: possibilità di analizzare grandi set di dati dividendo la singola analisi in tante sotto-analisi che girano in parallelo.

La ALICE VO (Virtual Organization): più di 80 istituti sparsi in tutto il mondo





ALICE

A Large Ion Collider Experiment

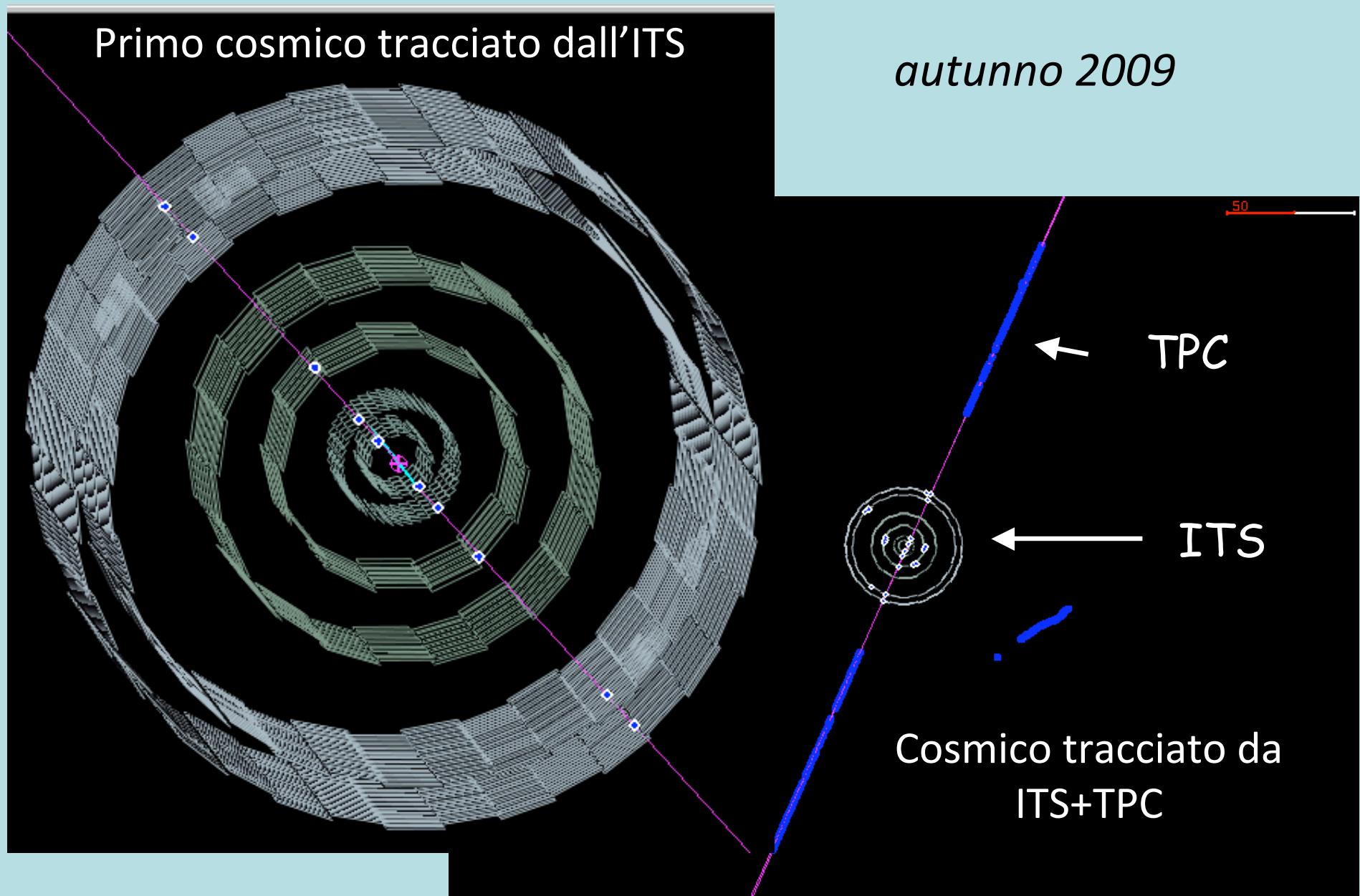
- 1) Gli obiettivi dell'esperimento
- 2) Il rivelatore
- 3) I primi dati



Raggi cosmici in ALICE

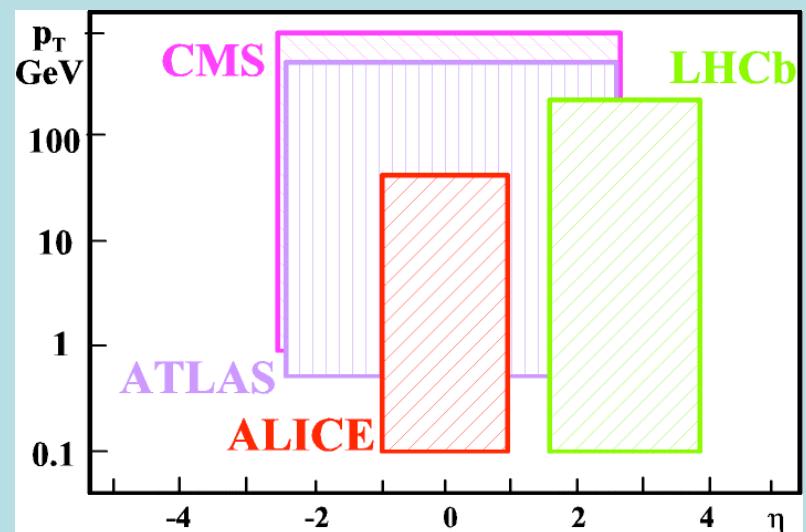
Primo cosmico tracciato dall'ITS

autunno 2009

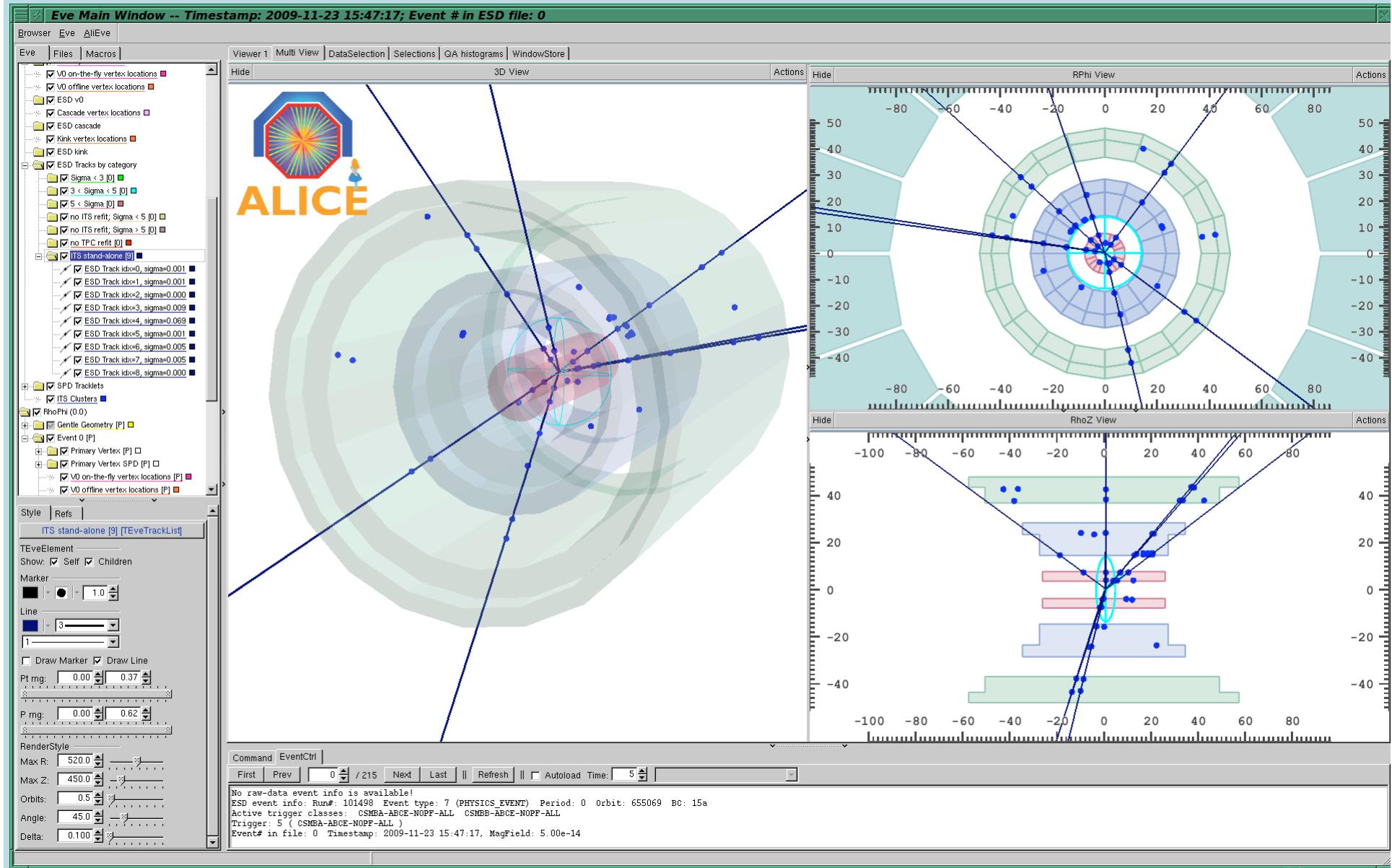


Eventi pp in ALICE

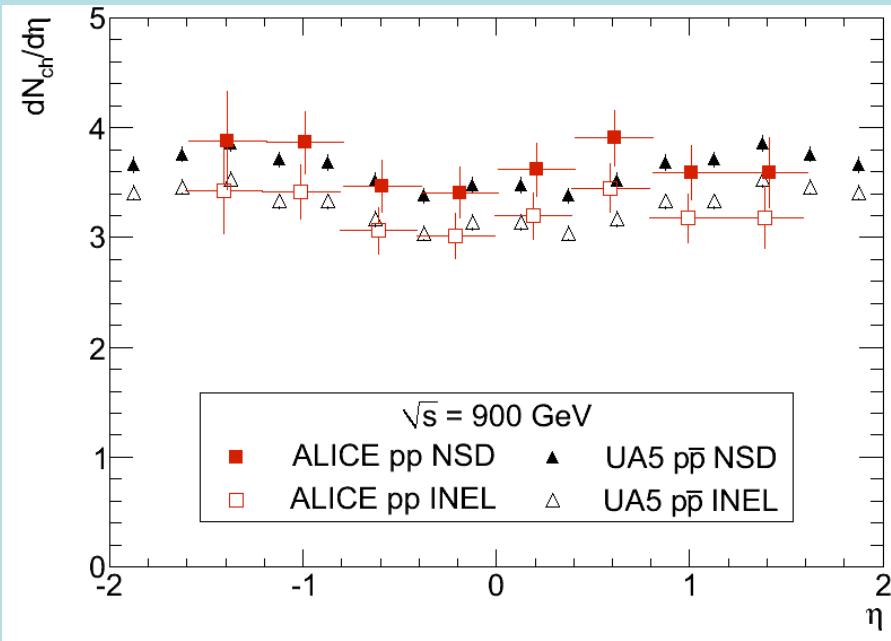
- ATLAS e CMS sono esperimenti dedicati
- ALICE può effettuare misure di collisioni pp ?
 - In pp basse molteplicità: il tracciamento offre prestazioni migliori (in termini di efficienza e risoluzione) che con ioni pesanti
- Che cosa rende ALICE speciale per pp ?
 - Il basso p_T cut off (~ 0.1 GeV/c)
 - Basso campo magnetico (max. 0.5 T)
 - Basso spessore di materiale del tracciatore ($X/X_0 \sim 10\%$)
 - Eccellenti capacità di identificazione di particelle
- Quali svantaggi per essere un esperimento dedicato a misure con ioni pesanti?
 - Concepito per basse luminosità (TPC è un rivelatore lento, max tempo di deriva = 88 μ s)



Prime collisioni pp: event display (23/11/2009)

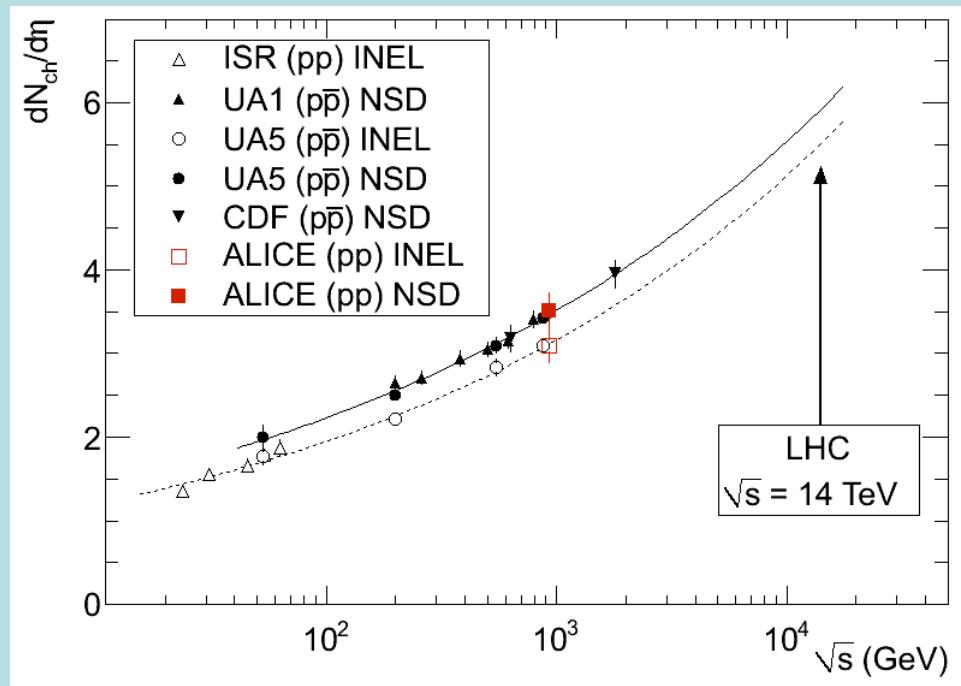


Prime misure: molteplicità di particelle cariche



Molteplicità di particelle cariche in funzione dell'energia di collisione.

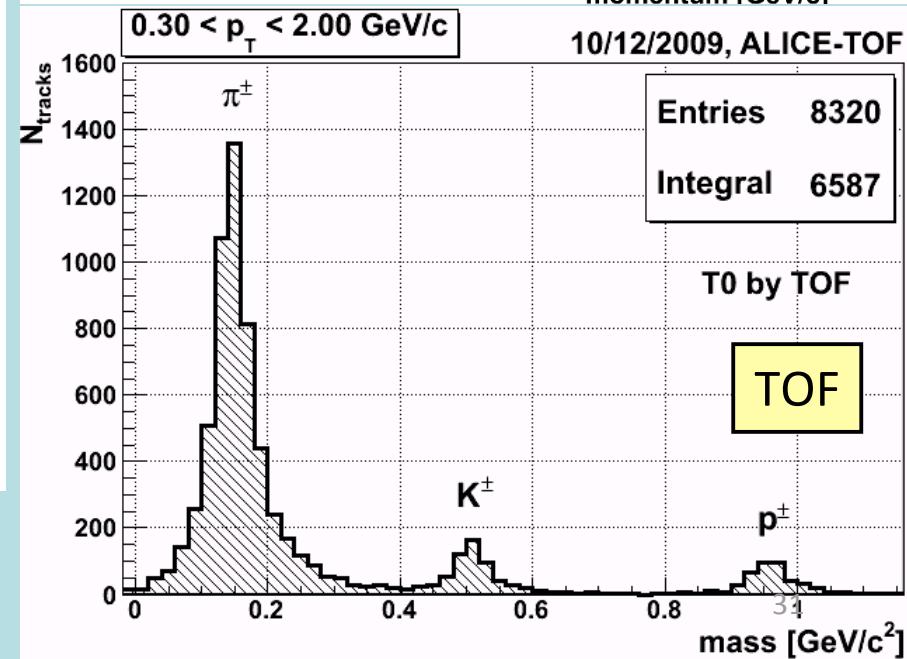
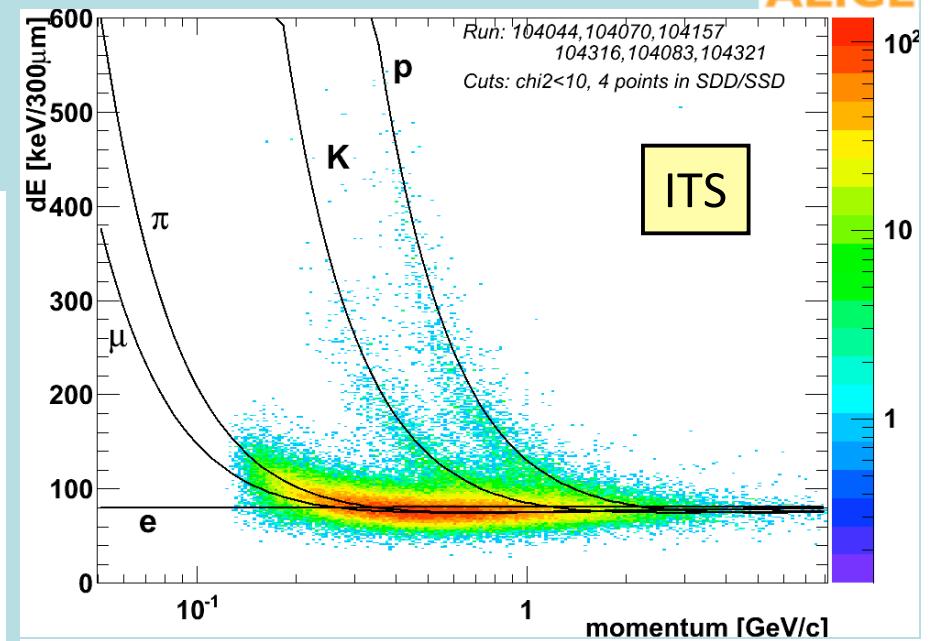
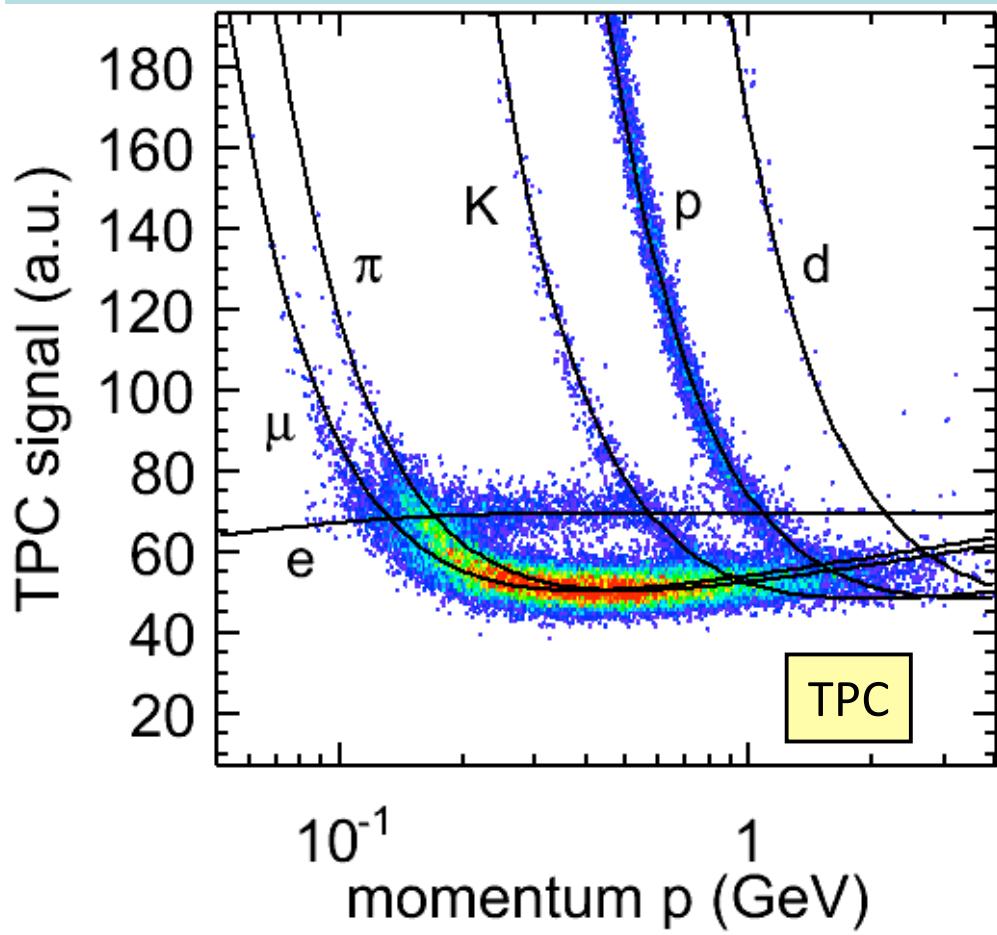
Dipendenza della molteplicità ($dN_{ch}/d\eta$) dalla pseudorapidità.



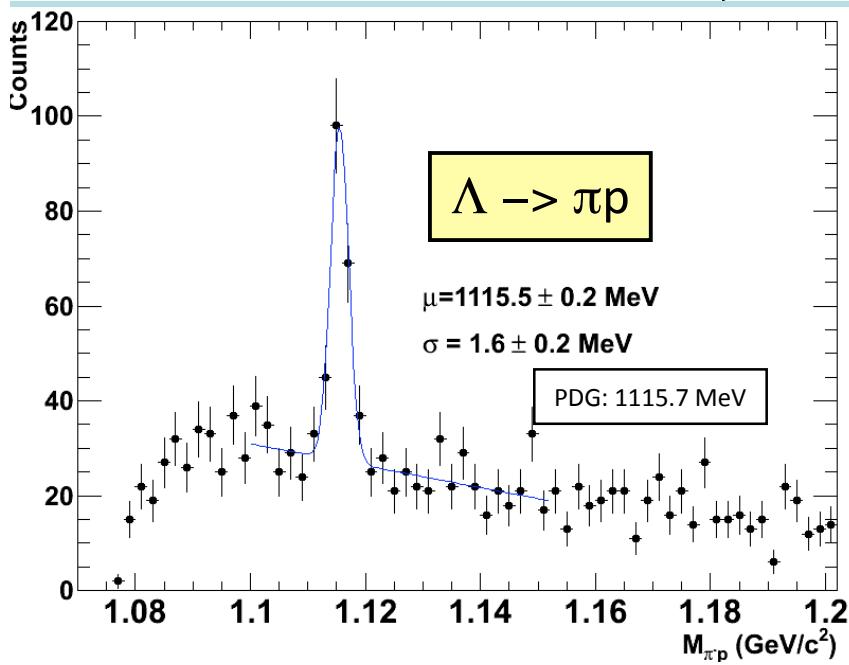
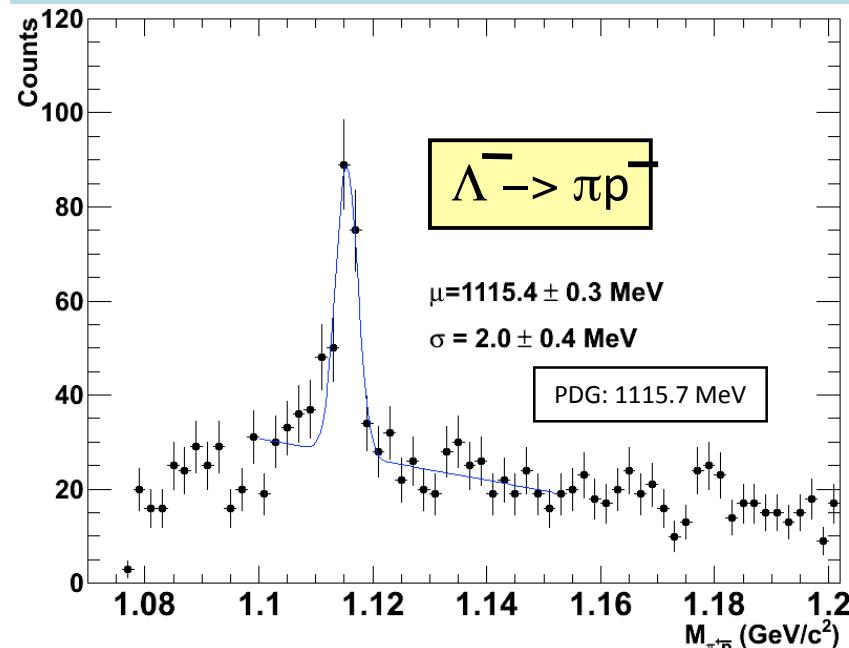
Identificazione di particella con i diversi detector



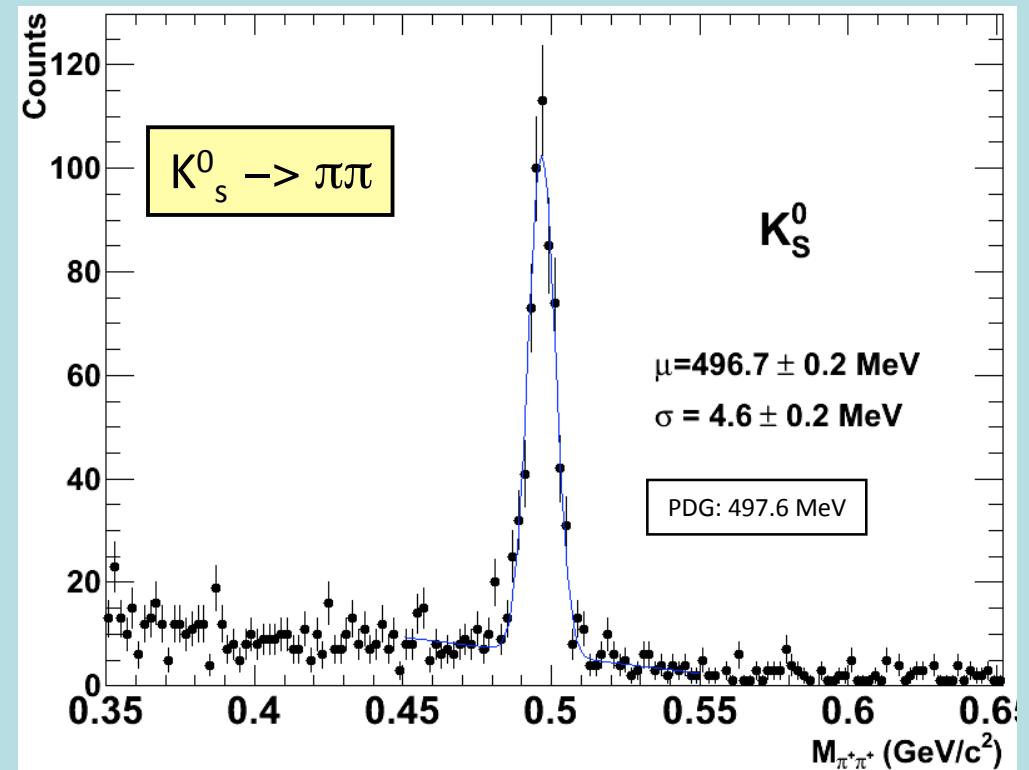
pp @ 900 GeV



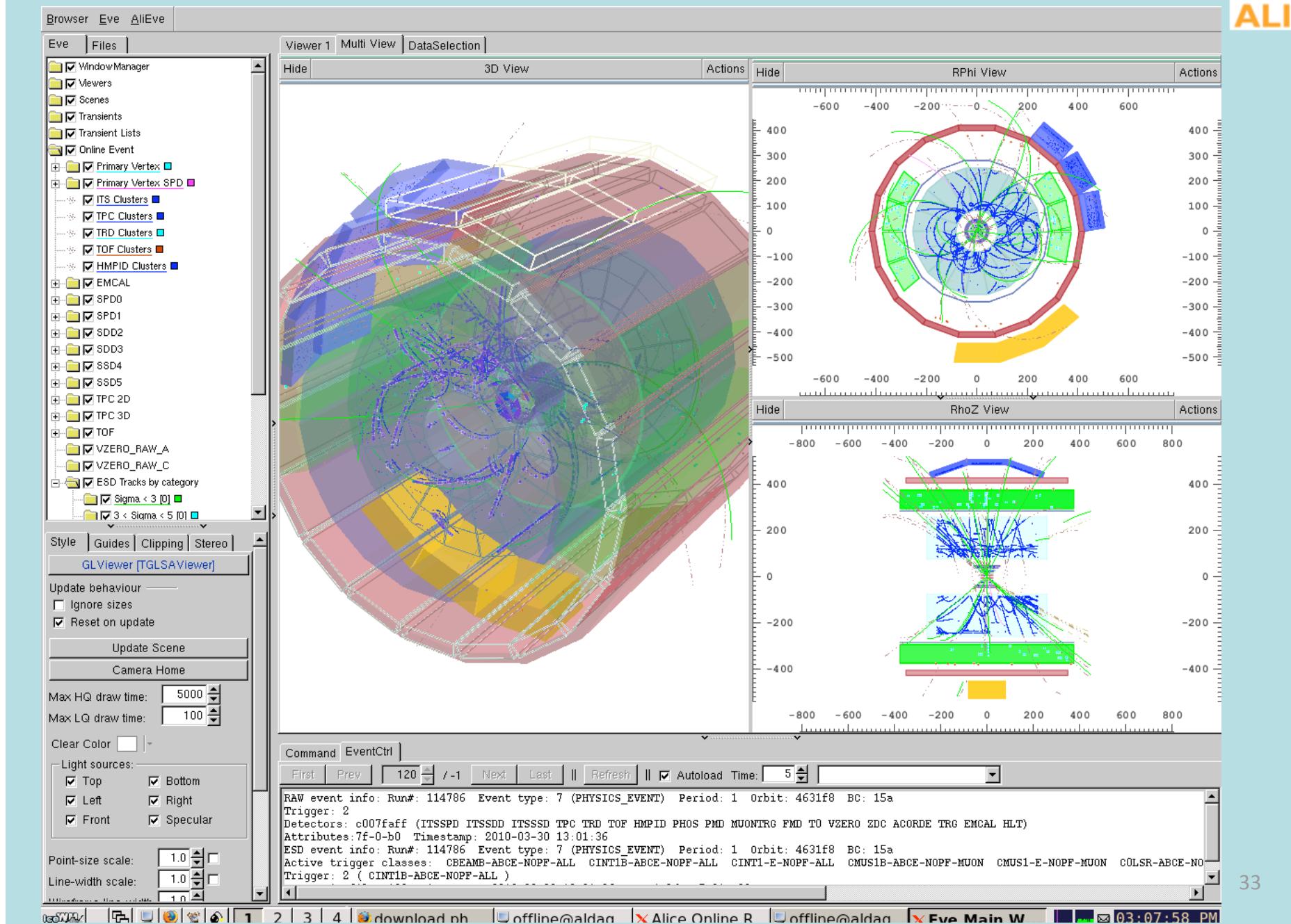
Ricostruzione di alcuni decadimenti



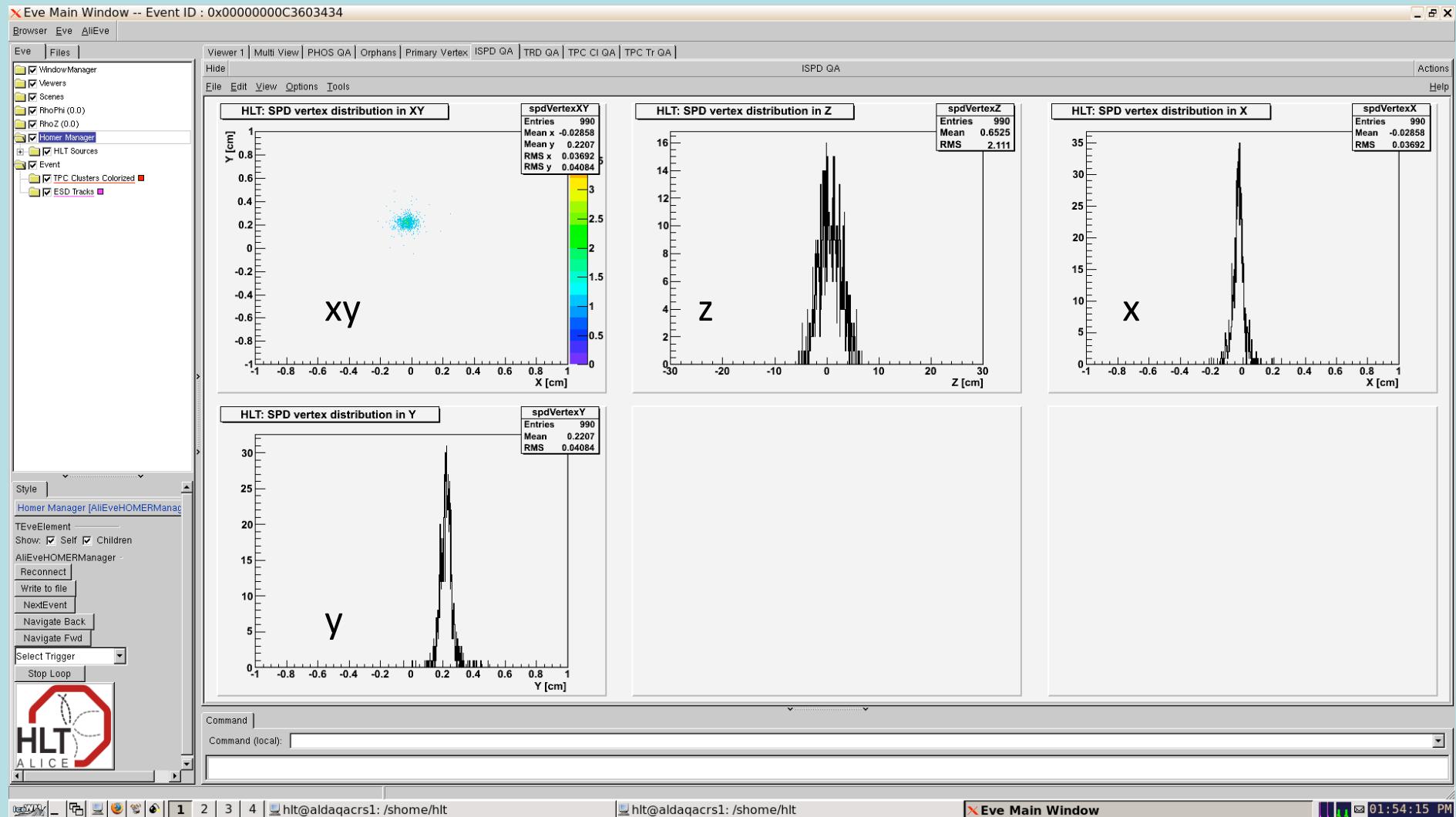
pp @ 900 GeV



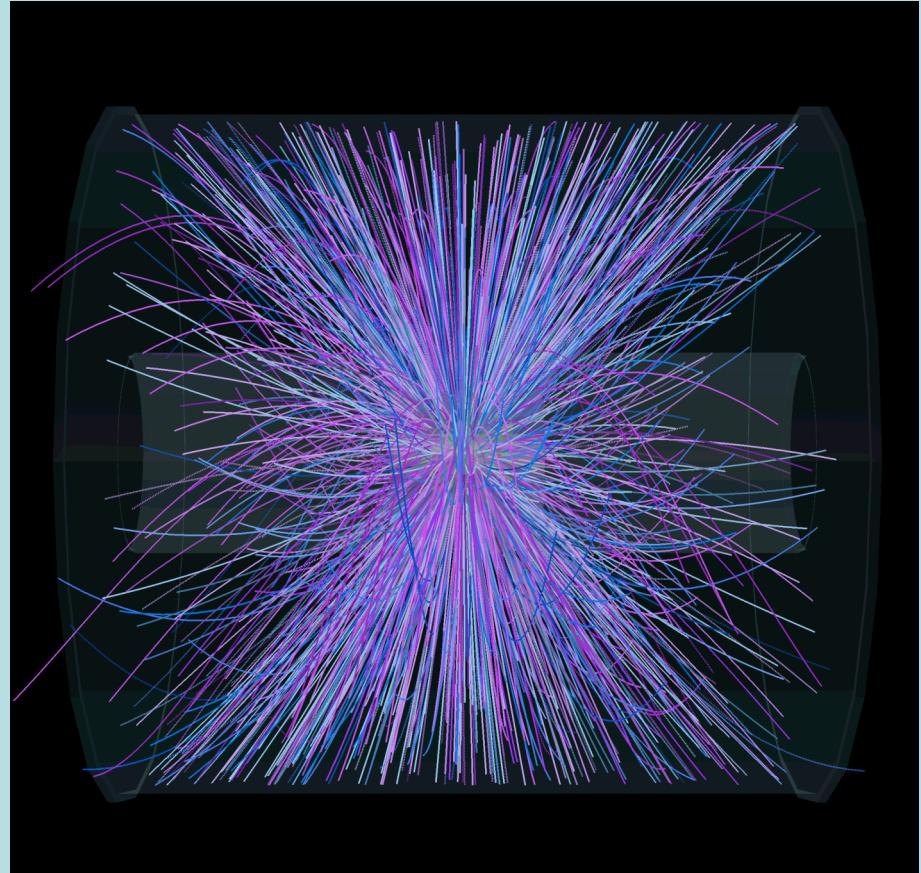
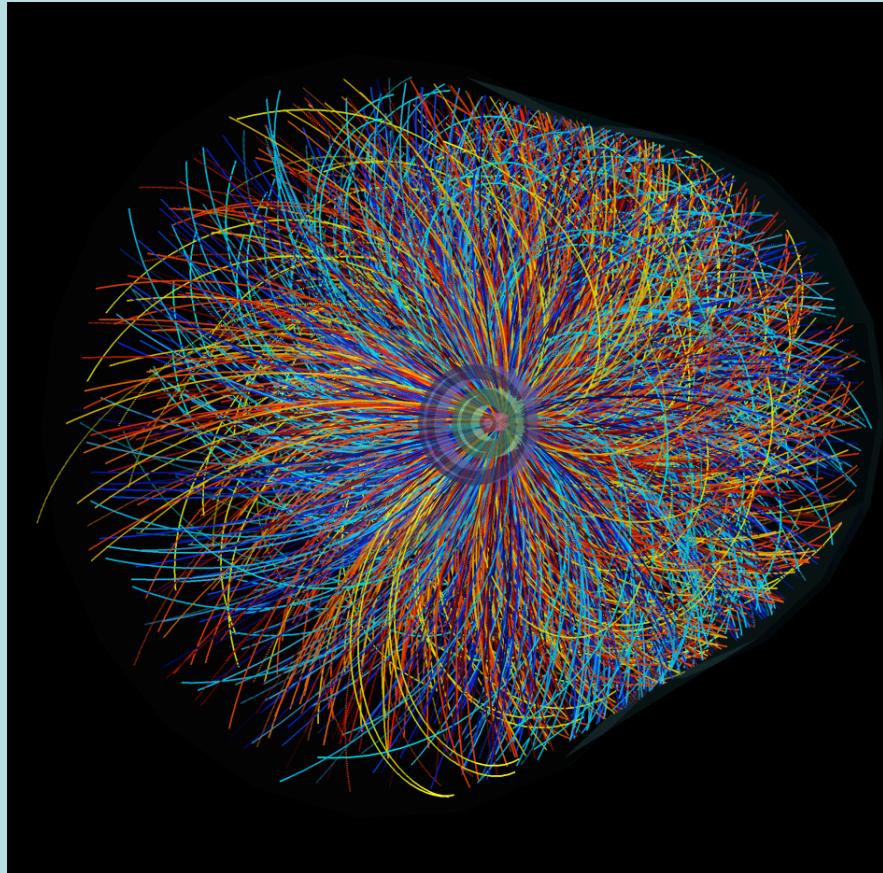
Ricostruzione online: pp @ 7 TeV

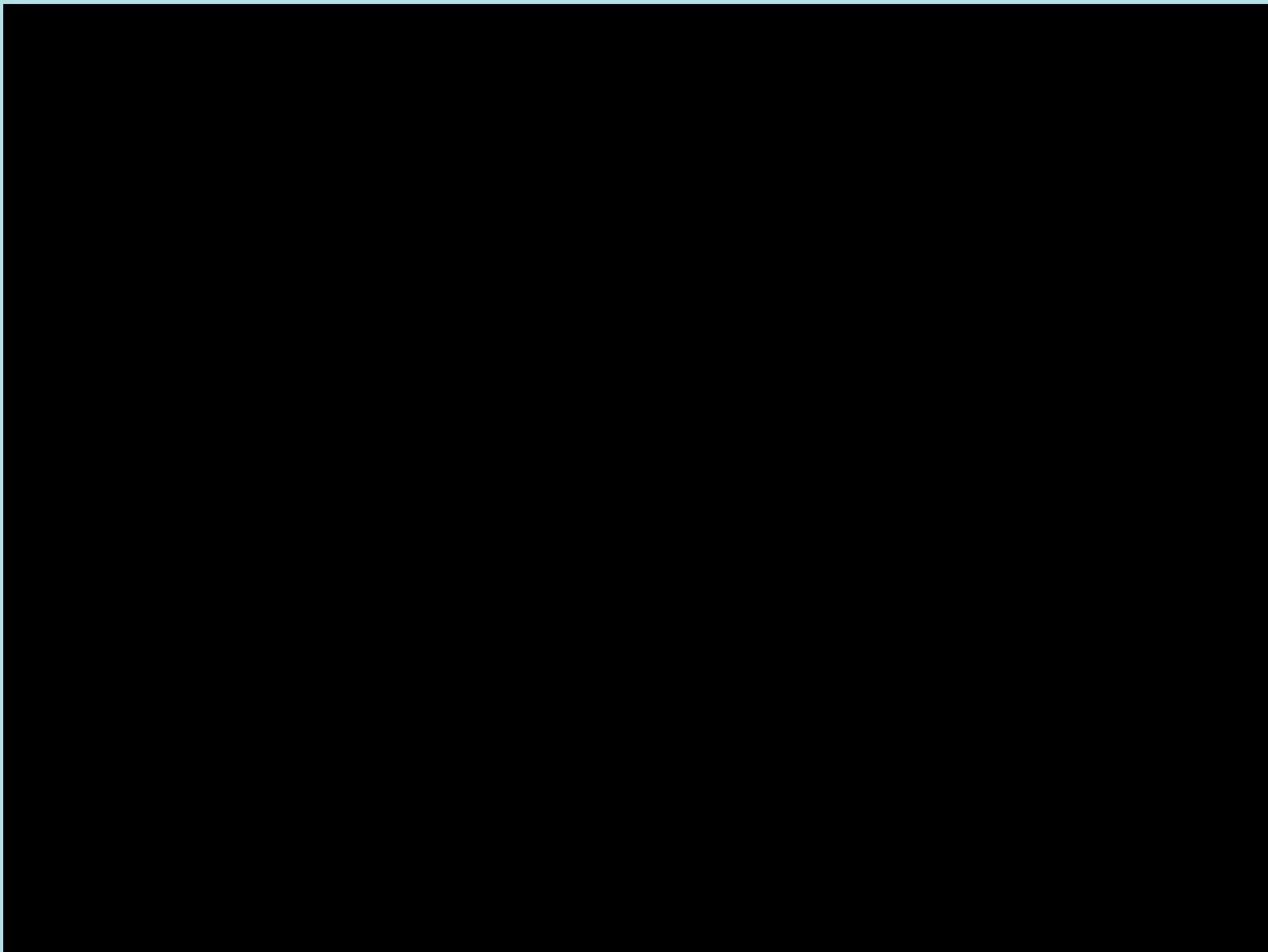


Ricostruzione online HLT: vertice @ 7 TeV

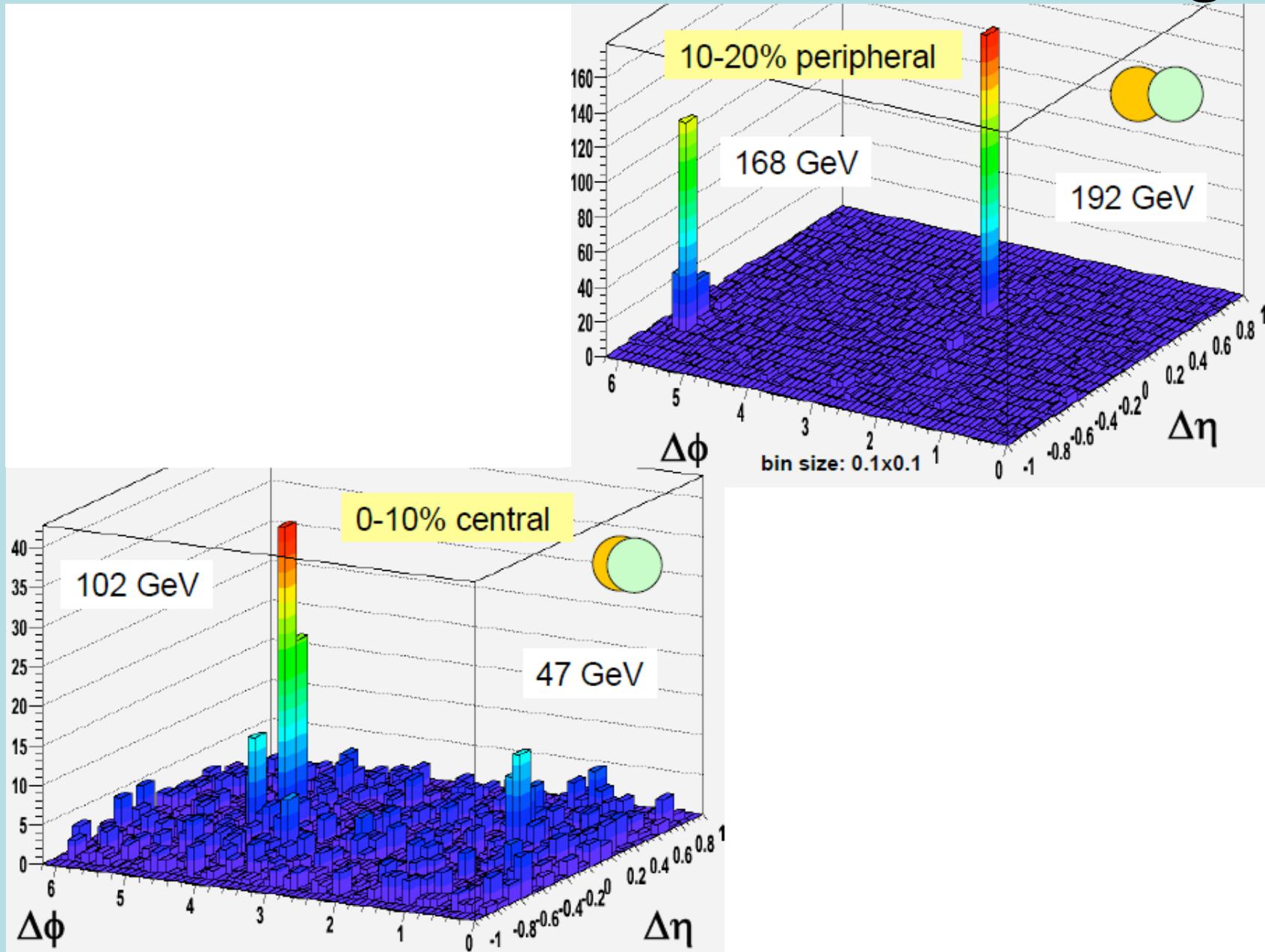


Primi eventi in Pb-Pb: 2.76 TeV





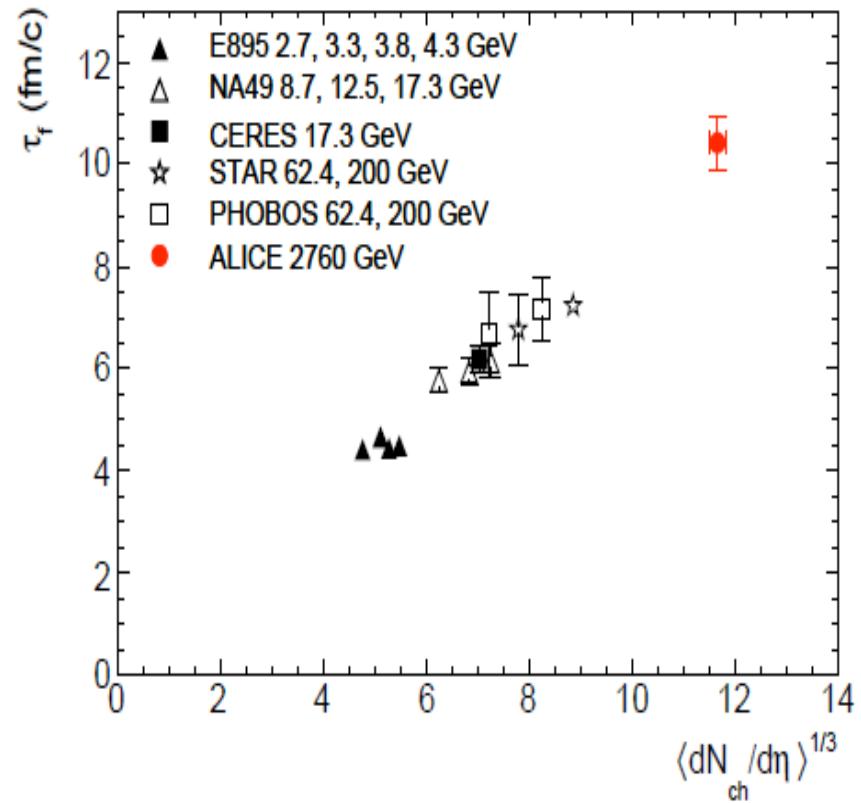
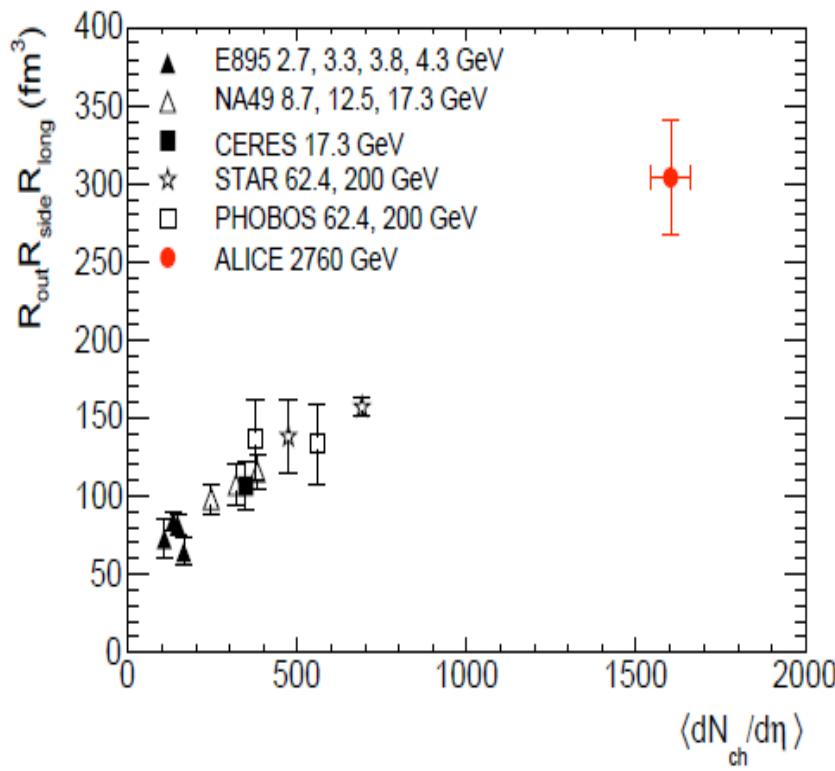
Primi Risultati in PbPb: Jet Quenching



Volume e Vita della Fireball

Volume: **2 x RHIC**

Vita media: 10 fm/c (**+ 20% RHIC**)



Grazie per l'attenzione ...