

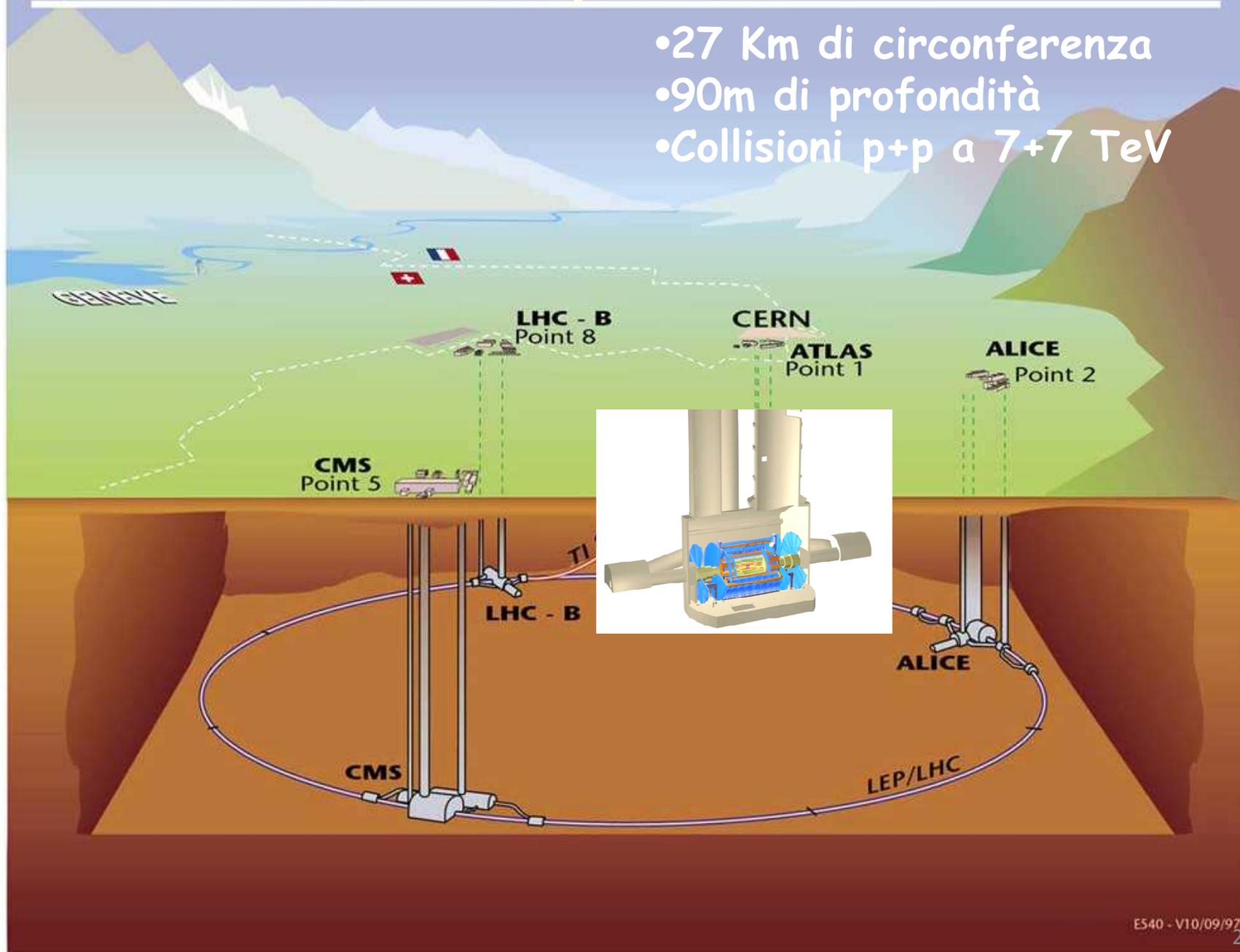
L'esperimento ATLAS @LHC

M. Alviggi, Università Federico II & INFN Napoli



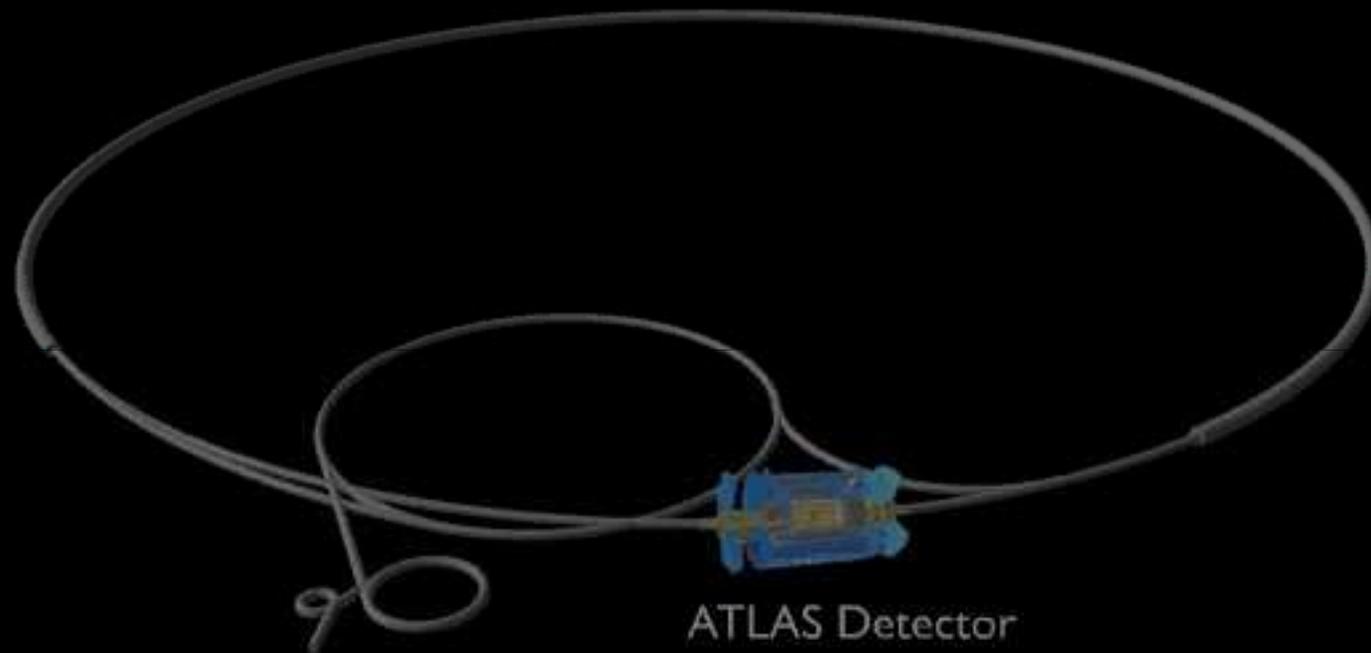
Overall view of the LHC experiments.

- 27 Km di circonferenza
- 90m di profondità
- Collisioni p+p a 7+7 TeV



PLAY ▶

Large Hadron Collider

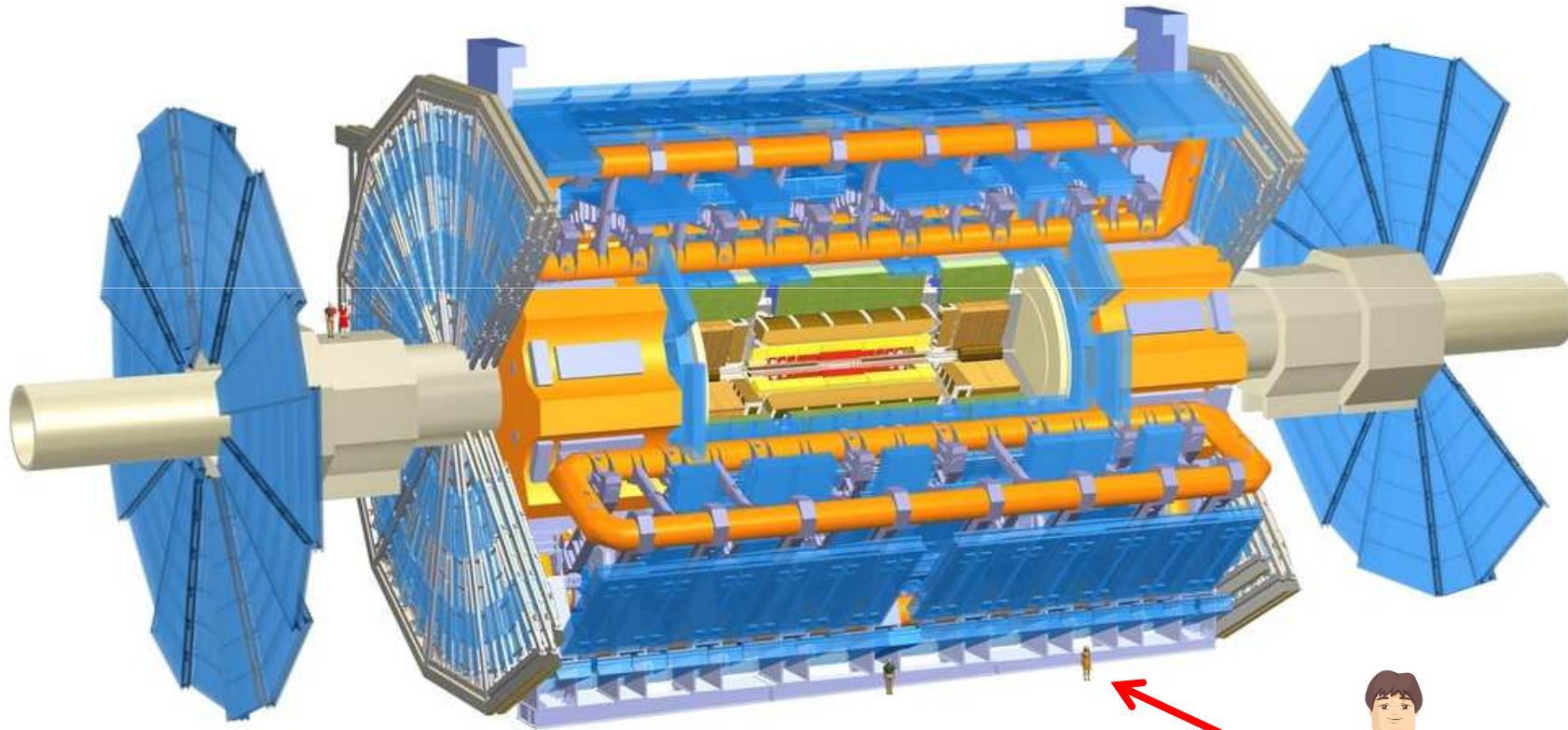


ATLAS Detector

ATLAS=A Toroidal Lhc Apparatus



- diversi strati di rivelatori per differenti particelle



- urto frontale nel CM \rightarrow simmetria cilindrica



Qualche numero...:

- Altezza 22m
- Lunghezza 46m
- Massa 7000 tonnellate ~
- 100 milioni di canali di lettura
- 30000 Km di cavi

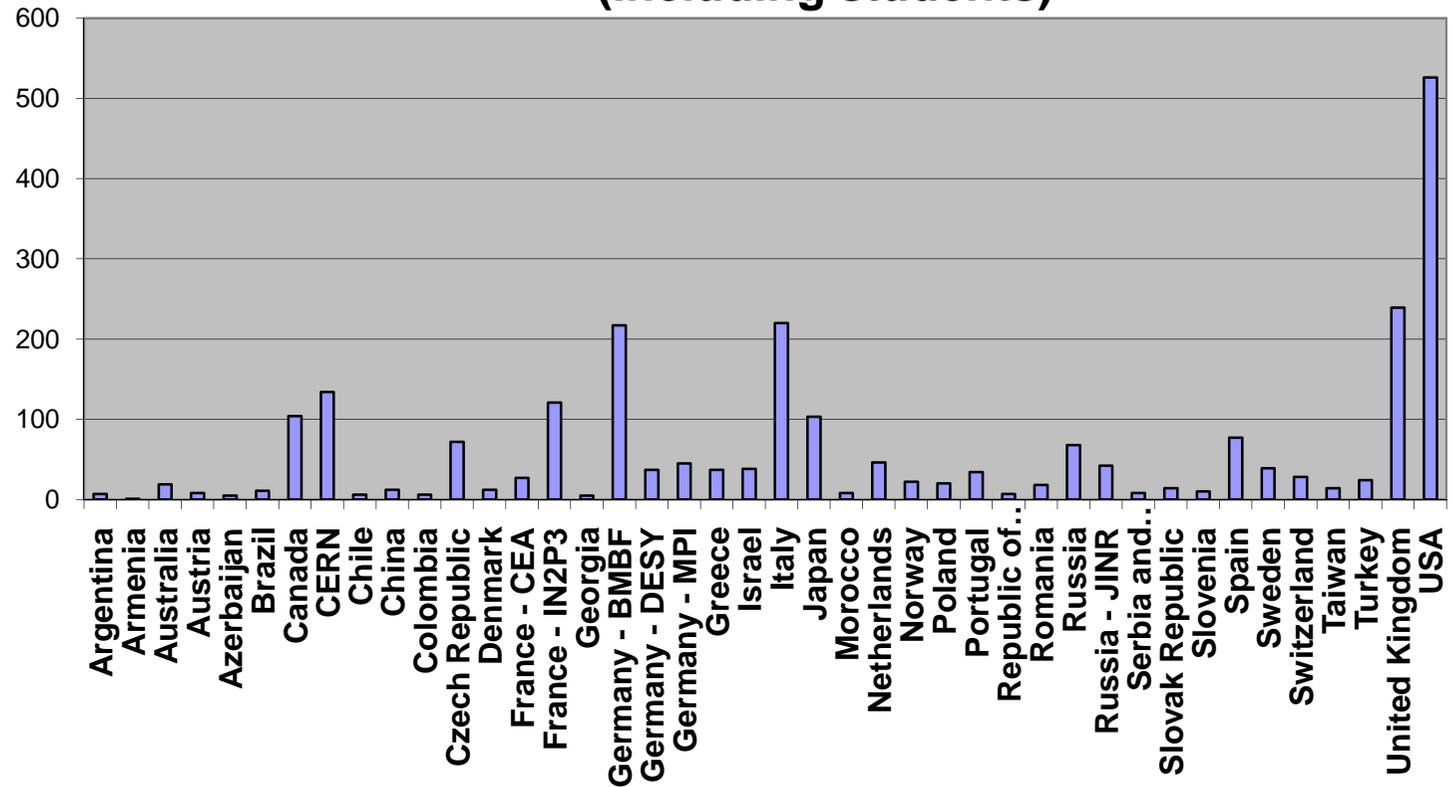


'mappa' geografica della collaborazione

37 Paesi
169 Istituti
~2500 Fisici

Italia:
10%, distribuiti in 12 istituti

ATLAS Members per Funding Agency
(including students)



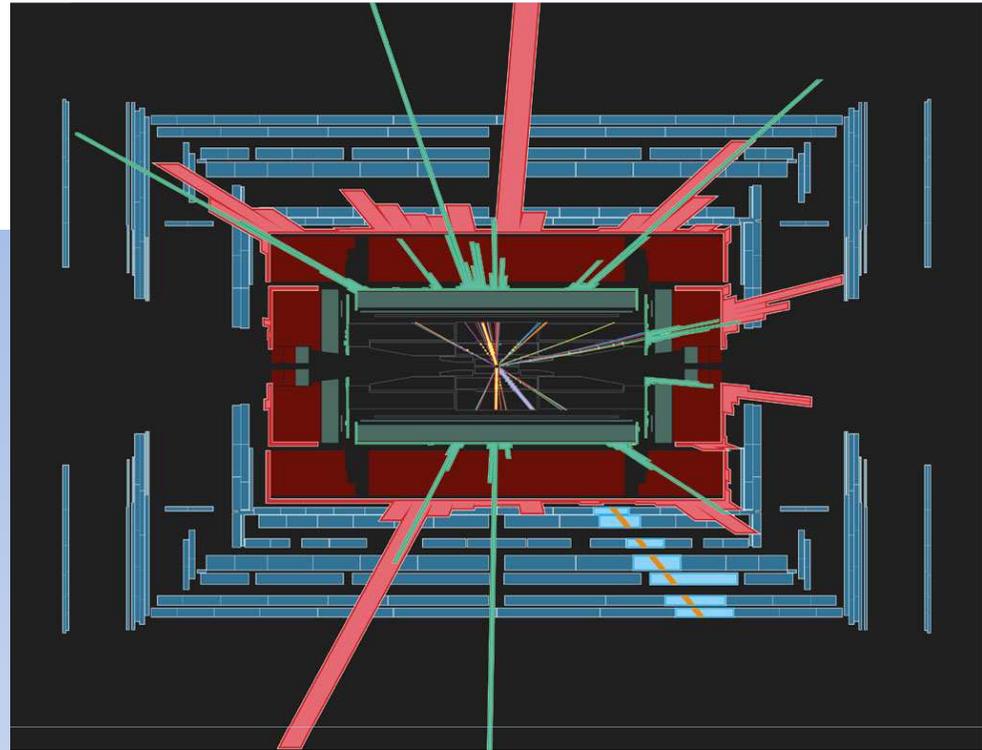
Napoli: 20 fisici

A.Aloisio, M.Alvigi, V.Canale, L.Capasso, G.Carlino, F.Cevenini, G.Chiefari, F.A.Conventi, R.de Asmundis, M.DellaPietra, D.dellaVolpe, A.Doria, R.Giordano, G.Iacobucci, V.Izzo, L.Merola, E.Musto, S.Patricelli, E.Rossi, G.Sekhniaidze

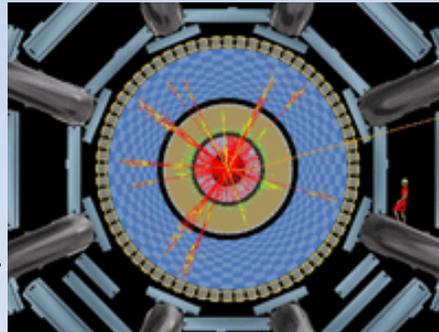
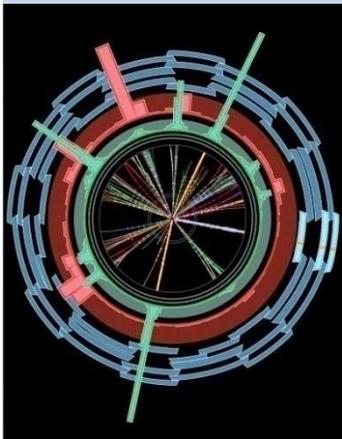
INFN, Università Federico II, Università Parthenope

....a cosa serve....

➤ 'vedere' le
particelle prodotte
dalle
interazioni@LHC



➤ scegliere gli eventi interessanti...



➤ conservarli per l'analisi fisica successiva

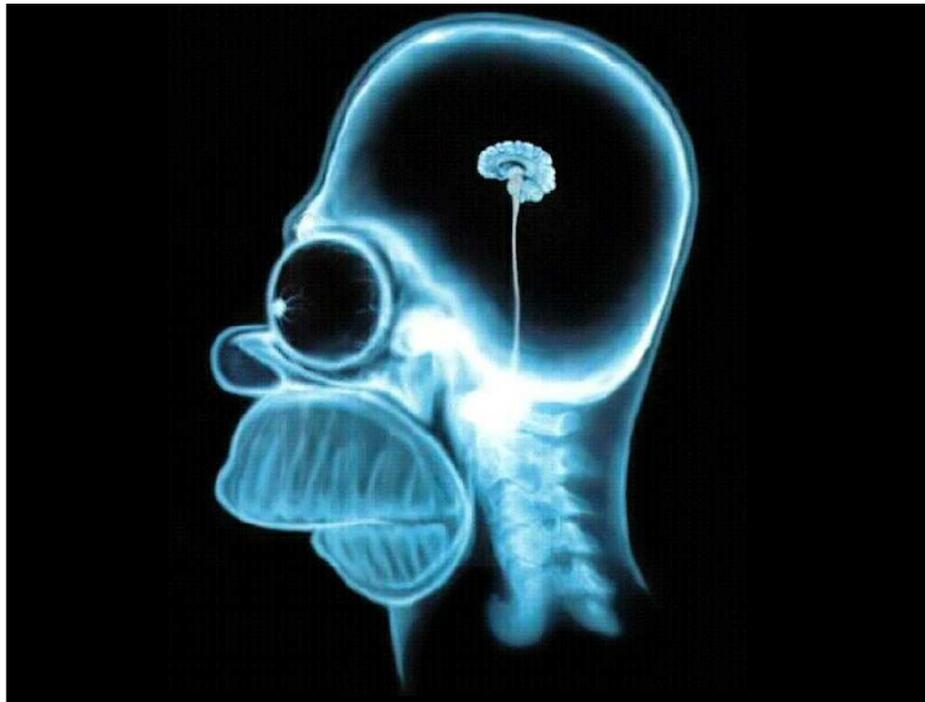


come si rivelano le particelle?

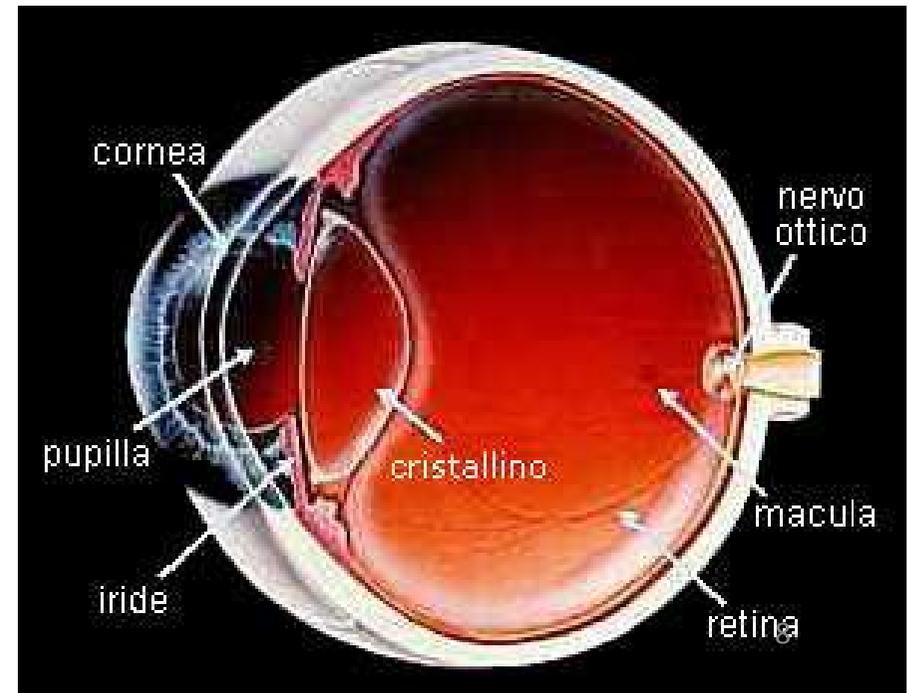
- tramite la loro interazione con la materia che attraversano

...esempi nella vita quotidiana...

Lastre fotografiche.....



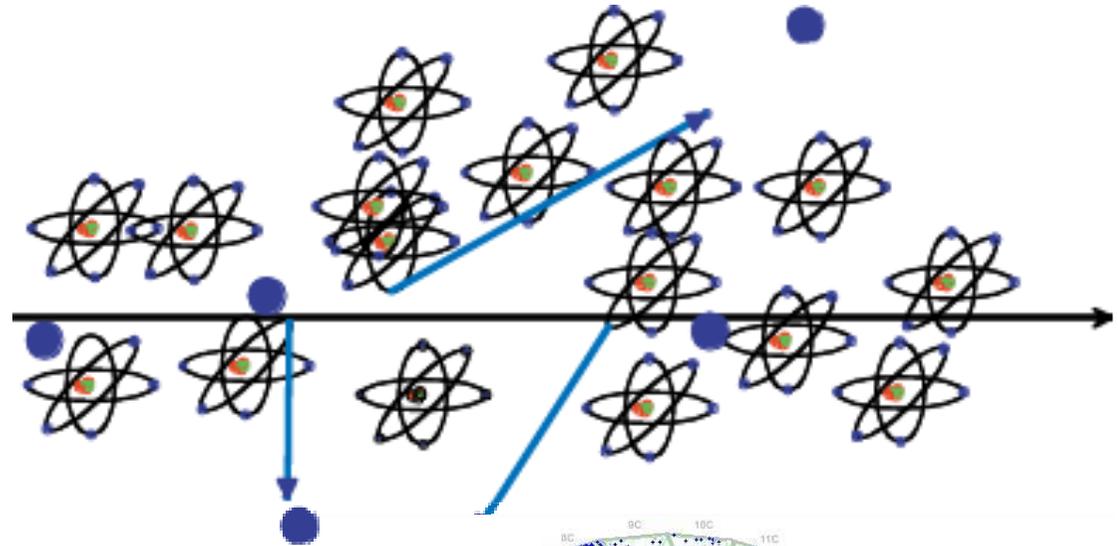
Occhio umano.....



...alle energie di LHC...

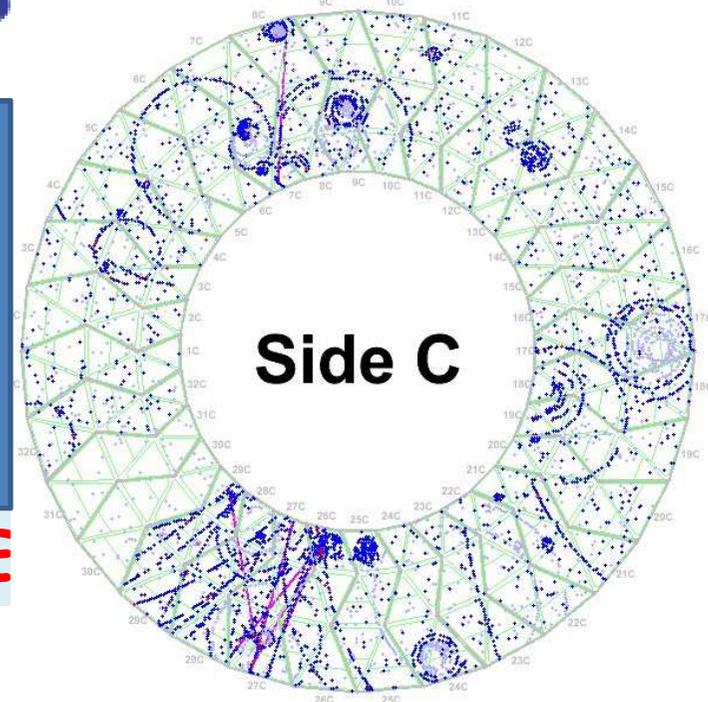
Particelle cariche
interagiscono in genere
em con gli elettroni
atomici producendo

**IONIZZAZIONI e/o
ECCITAZIONI**



...esempio di tracce nel rivelatore
a radiazione di transizione +
ionizzazione (TRT) di Atlas

RADIAZIONE di TRANSIZIONE



...alle energie di LHC...

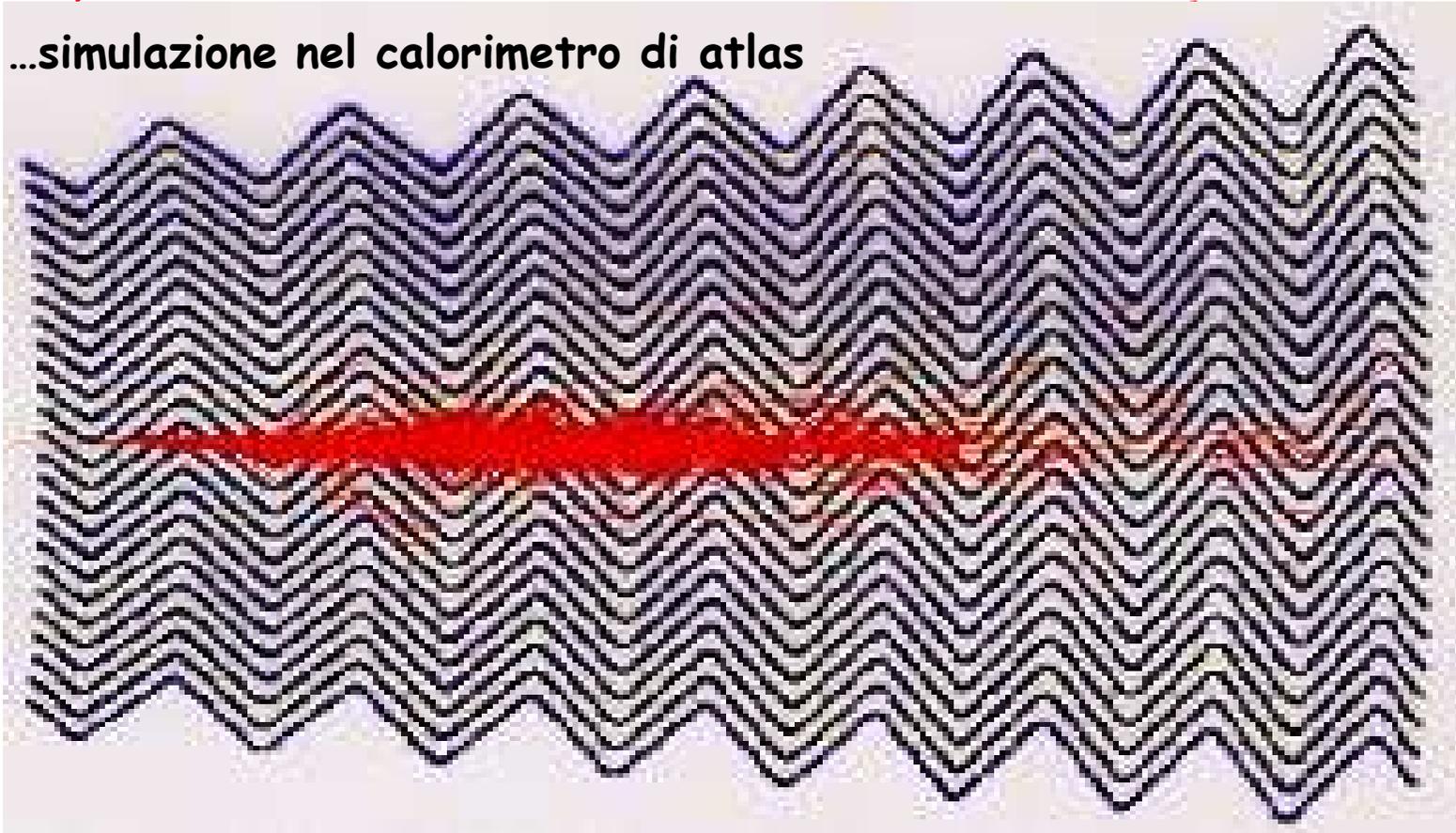
-Elettroni e fotoni di alta energia:

-elettroni frenati dalla materia irradiano fotoni i quali 'convertono' in coppie elettrone-positrone



SCIAME ELETTROMAGNETICO

...simulazione nel calorimetro di atlas



...alle energie di LHC...

- **Adroni** interagiscono 'forte' producendo 'getti' di particelle simili agli sciami em (oltre che ionizzare se carichi...)

- **Muoni** ionizzano ma poco....

- **Neutrini** interagiscono debolmente ...possono attraversare la Terra senza interagire.....

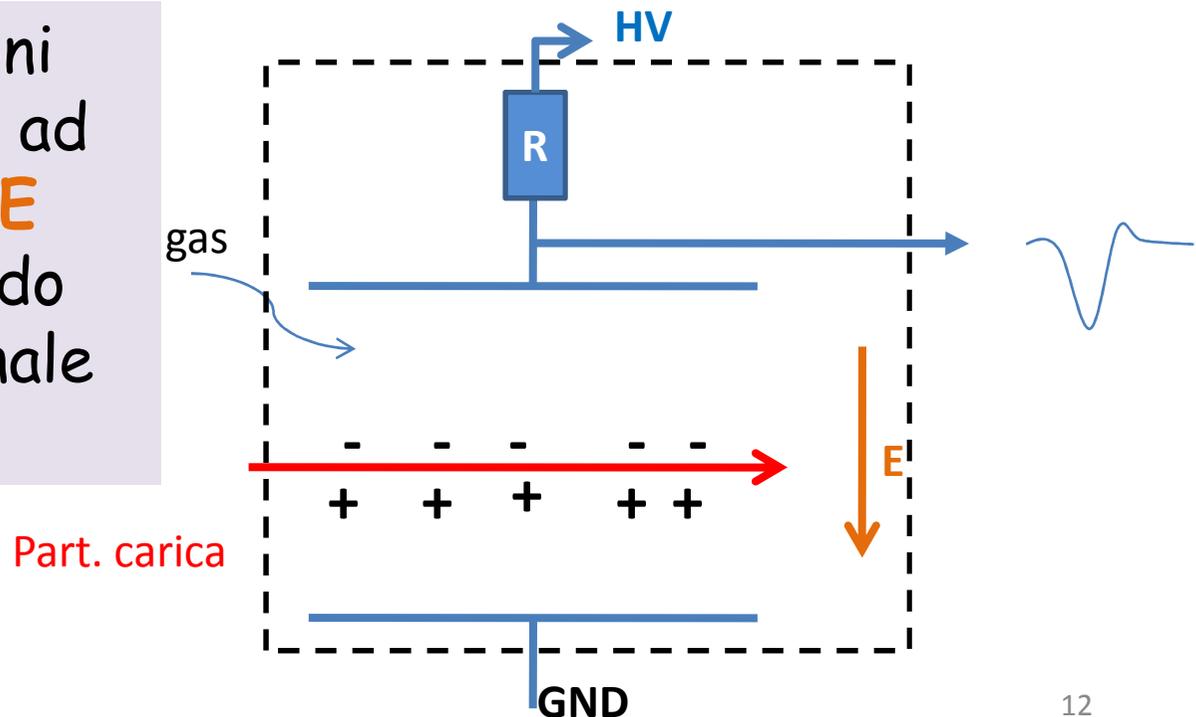


I rivelatori

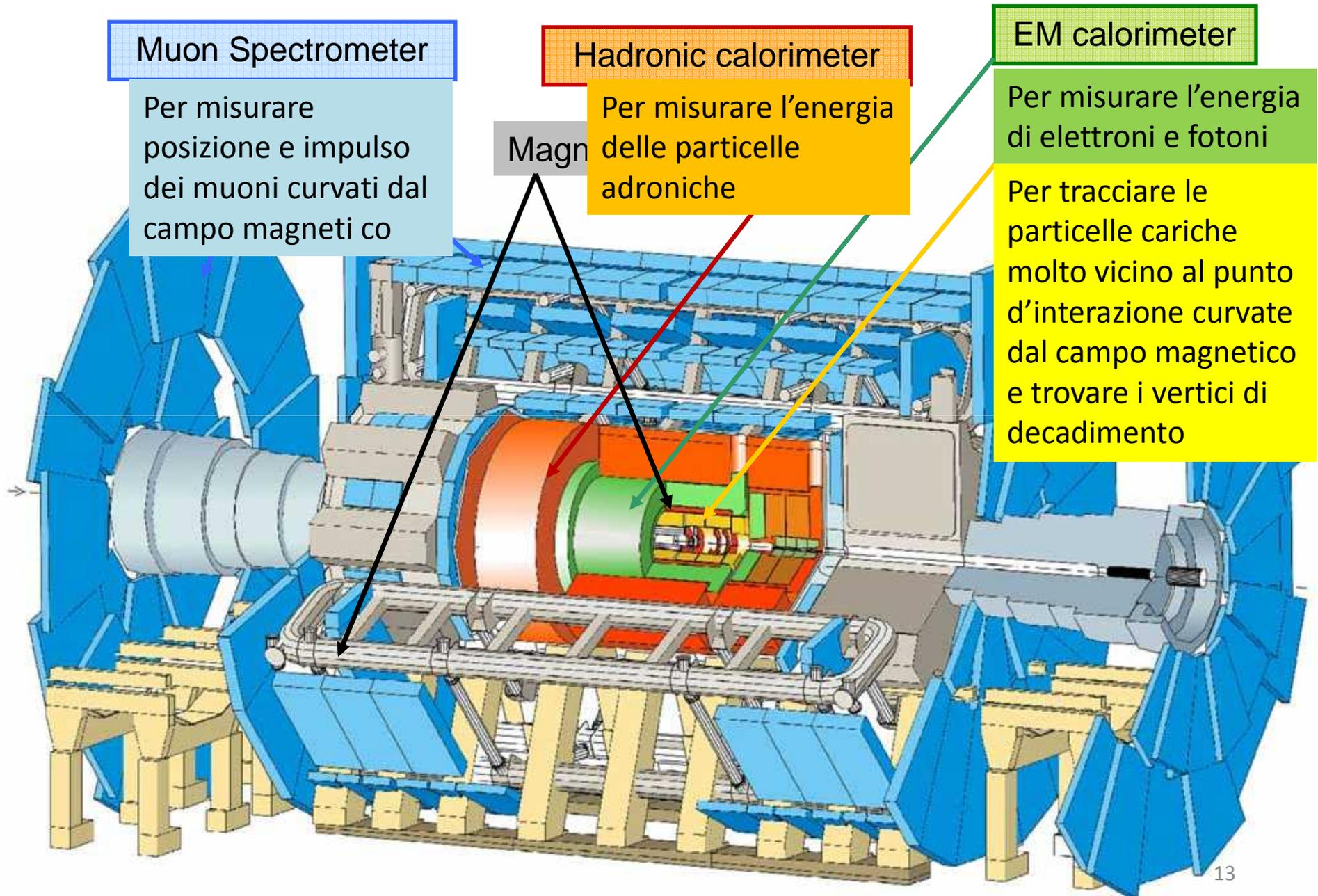
- Sfruttano i diversi tipi di interazione per produrre un segnale visibile, in genere elettrico, dal quale risalire al punto/istante di passaggio delle particelle, tracciarle e ricostruire gli eventi

Es. di rivelatore che sfrutta la ionizzazione nel gas:

- Gli elettroni e gli ioni prodotti sottoposti ad un campo elettrico E migrano verso l'anodo producendo un segnale elettrico



Rivediamo adesso la struttura di ATLAS....



SLICE di ATLAS

Muon Spectrometer

Muon

Neutrino

The dashed tracks are invisible to the detector

Hadronic Calorimeter

Proton

Neutron

Electromagnetic Calorimeter

Photon

Electron

Solenoid magnet

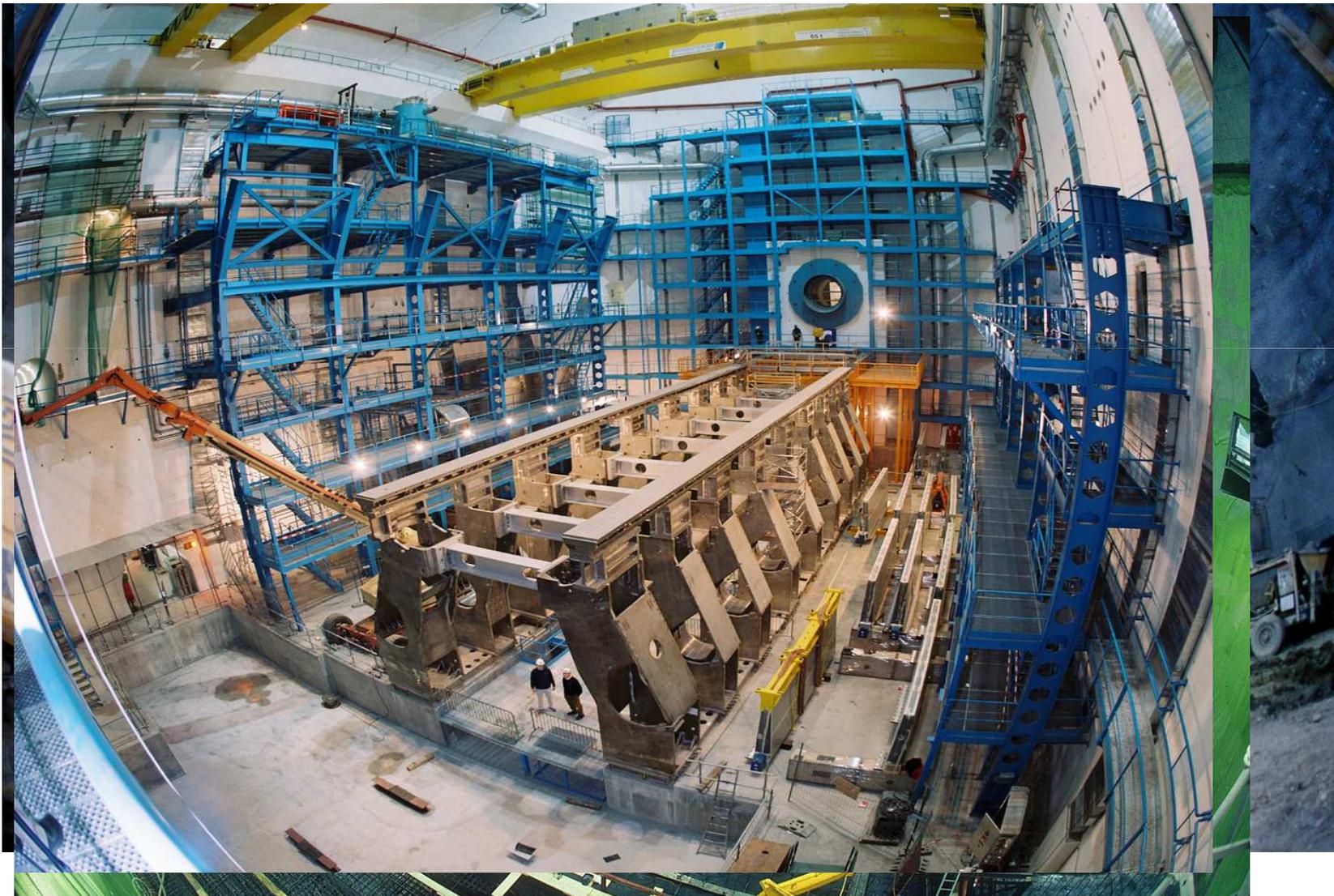
Transition Radiation Tracker

Tracking

Pixel/SCT detector

Deflection $\sim BL^2/p \rightarrow$
need high B and large magnets;
need high resolution position
measurements (10 -100 μ)
at large p; also energy and
position measurement through
total absorption
(photon, electron, hadron)

Il rivelatore non è 'fotogenico' perché occupa praticamente tutta la caverna.....



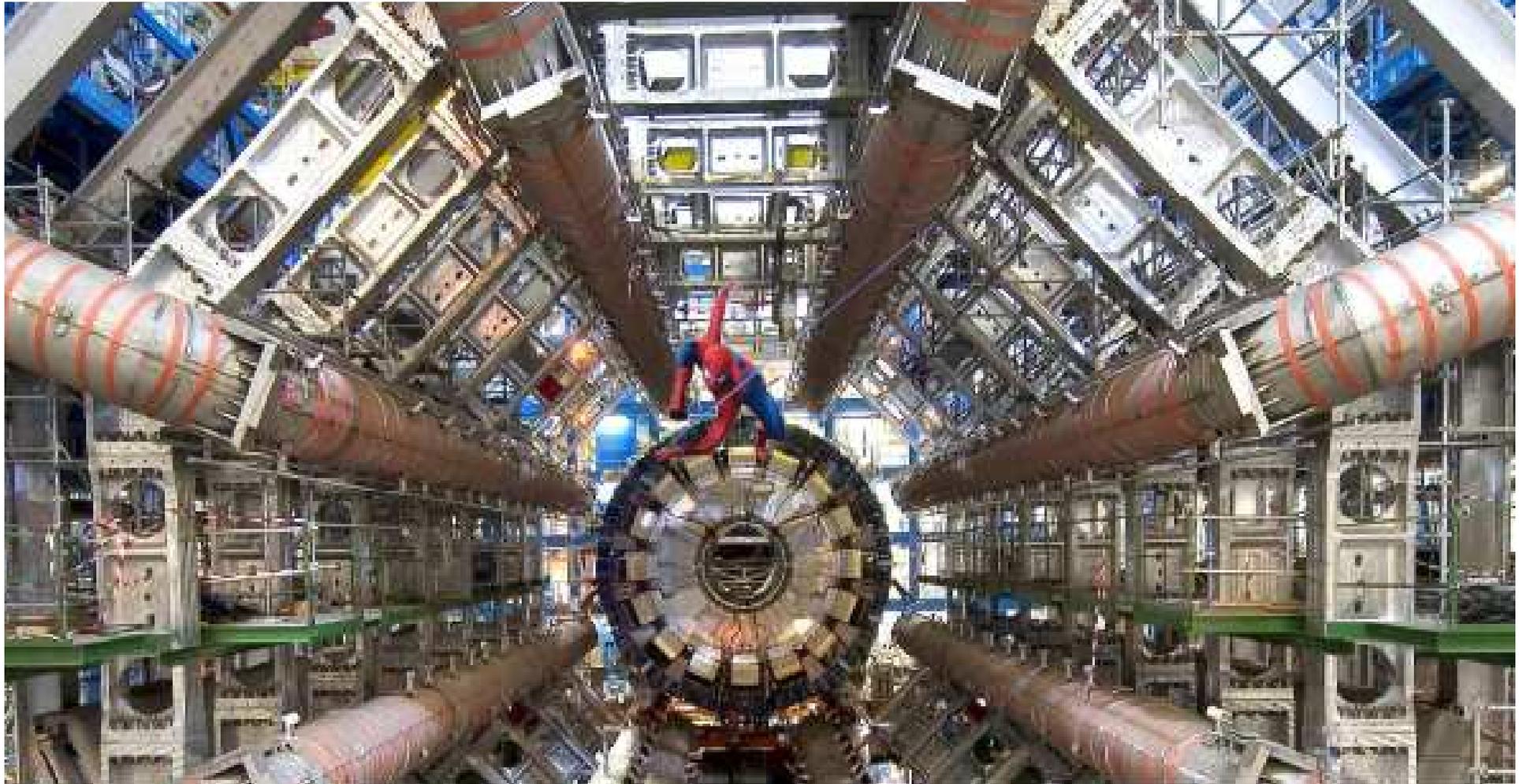
2000

2002

2004

Nel 2005, pronti per il montaggio del rivelatore ma
...accesso alle varie zone complicatissimo...

... a meno di non avere amici speciali...



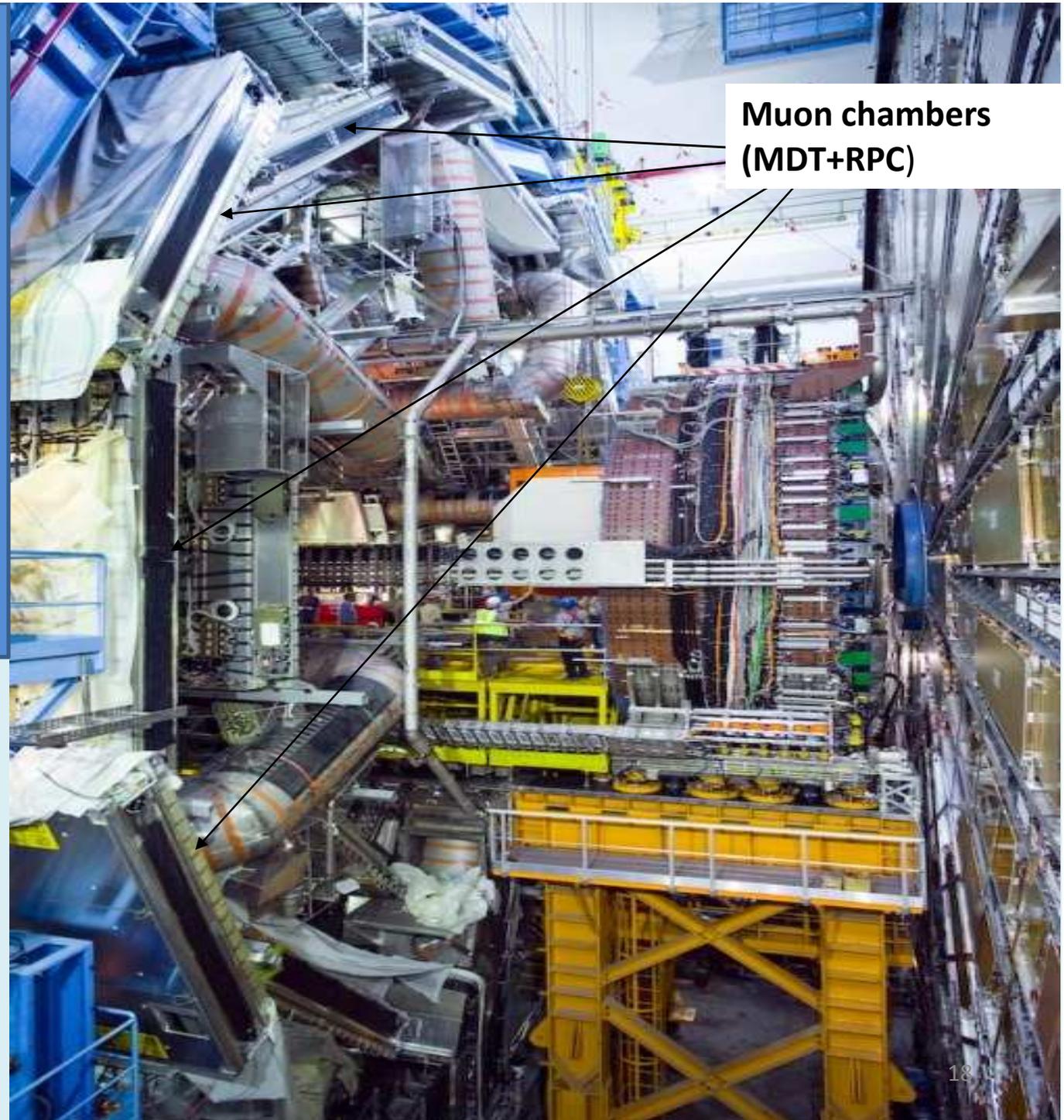
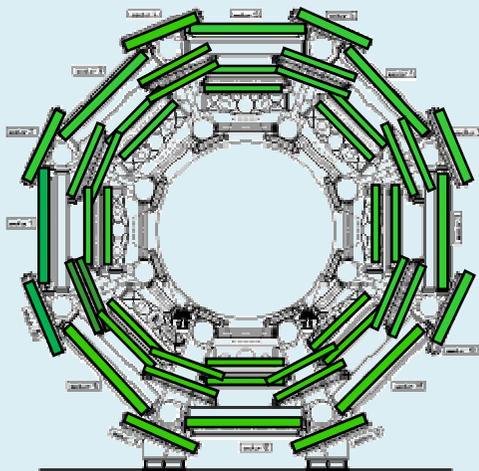
Installazione dell' ultimo elemento di ATLAS



Lo Spettrometro di Muoni di Atlas

è una variante più complessa del semplice rivelatore a ionizzazione di cui abbiamo parlato

Napoli si è occupata degli RPC insieme a Bologna, Lecce e Roma



Muon chambers (MDT+RPC)

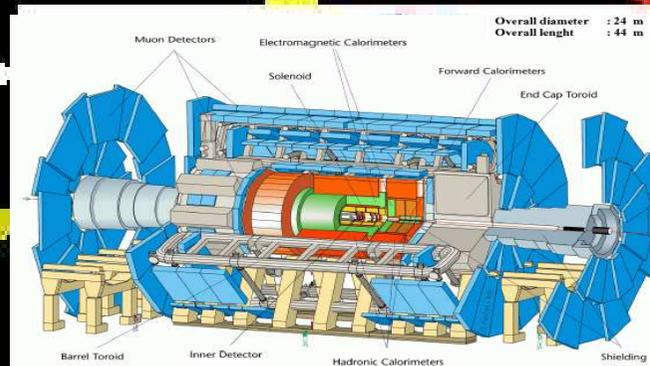
Obiettivi di 'fisica' ...

Beyond SM

Higgs Bosons

SuSy

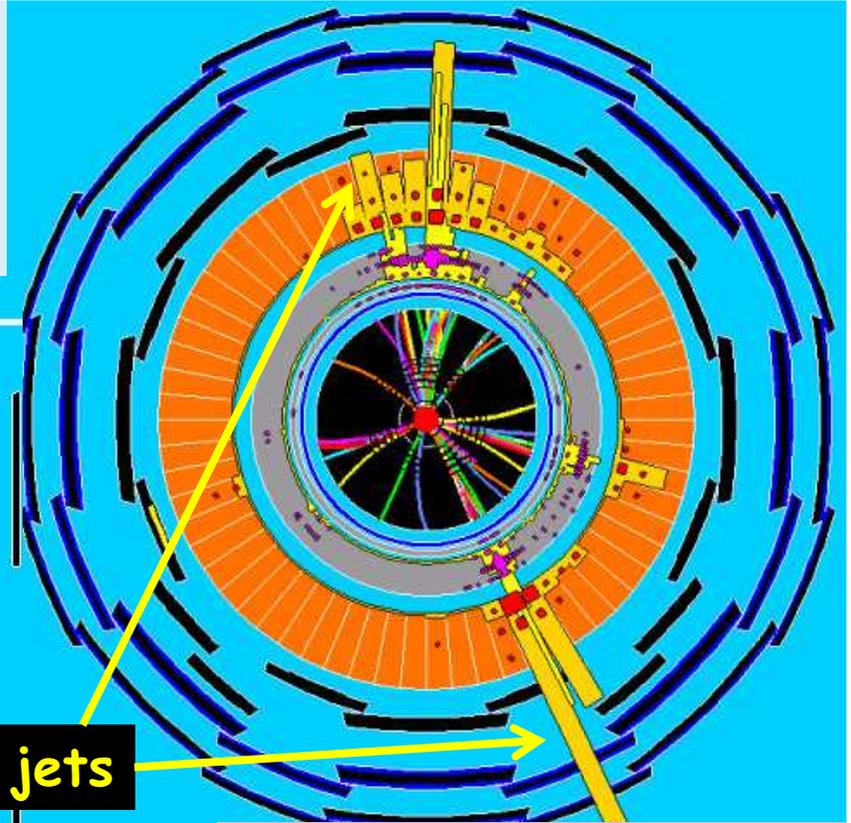
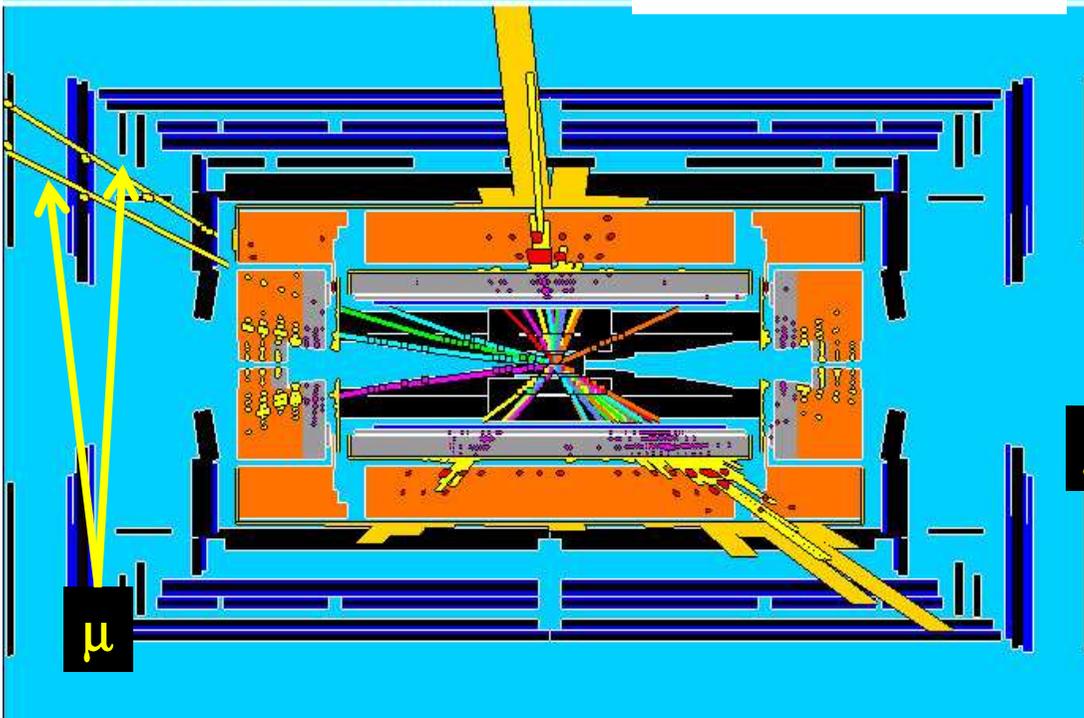
b, t quarks



Electroweak

... come vedremo gli eventi?

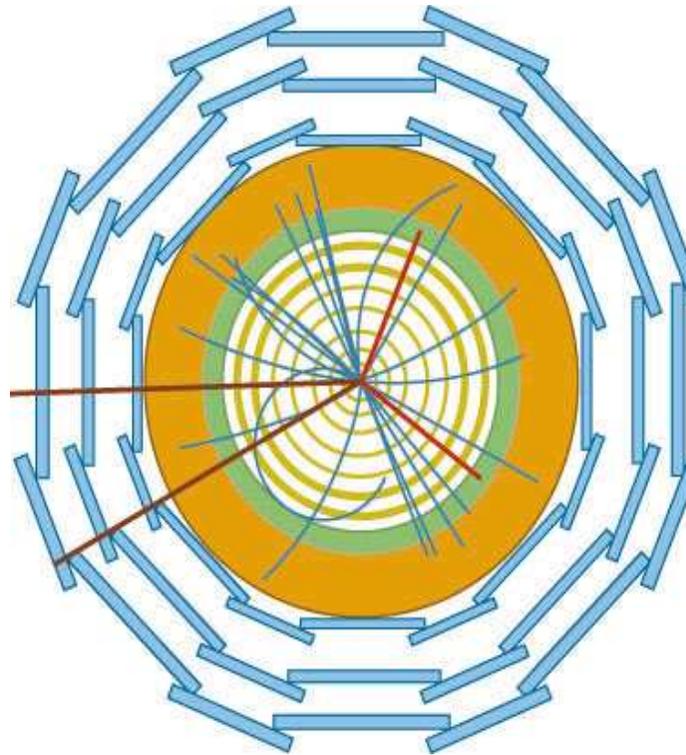
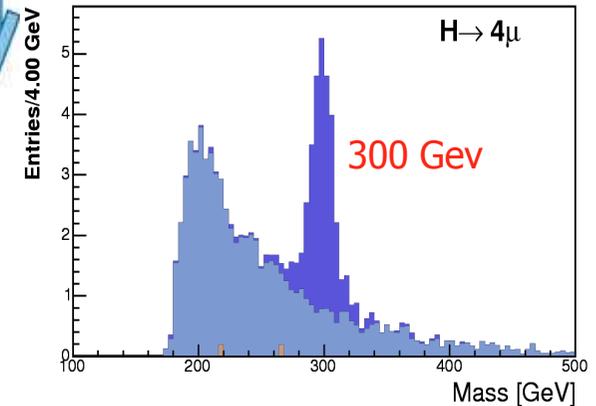
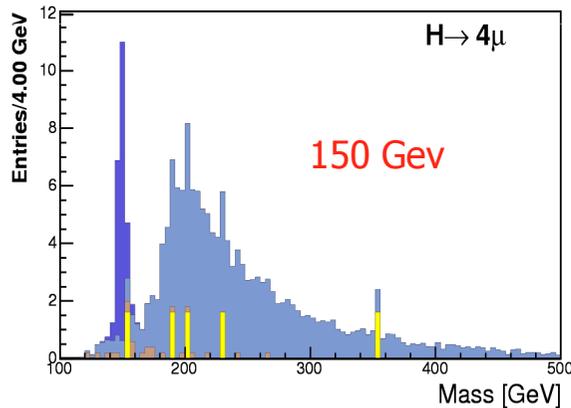
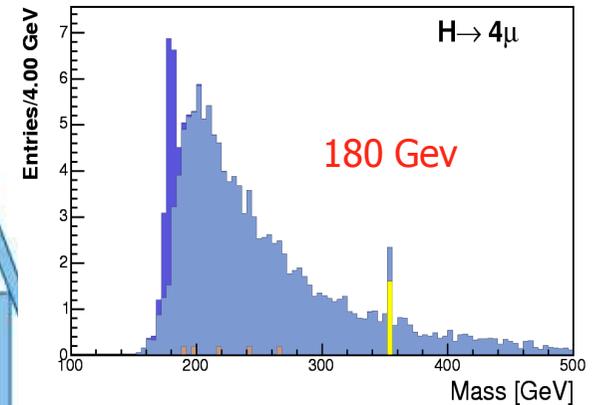
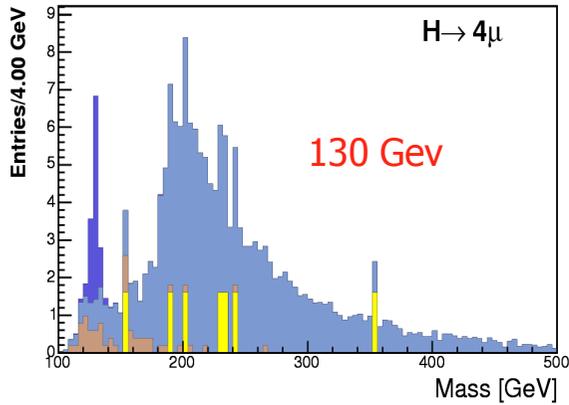
ATLAS Atlantis Event: susyevent SUSY event



... ricostruendoli tramite misure di:

- traiettoria
- carica elettrica
- energia
- impulso
- massa
- vita media

... esempio: ricerca dell'Higgs ...



$H \rightarrow ZZ^* \rightarrow 4l$

Massa invariante:

$$m = \frac{1}{c} \sqrt{\left(\sum_{i=1}^N p_i \right)^2} = \frac{1}{c} \sqrt{\left(\sum_{i=1}^N \frac{E_i}{c} \right)^2 - \left(\sum_{i=1}^N \vec{p}_i \right)^2}$$

ecco il primo Higgs in ATLAS ! (4-04-08)

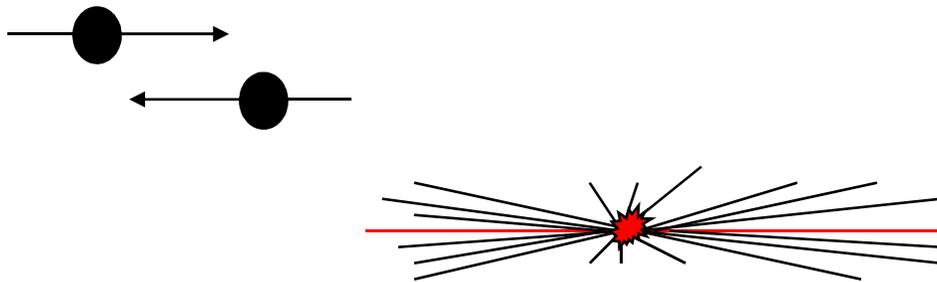


Prof. Higgs

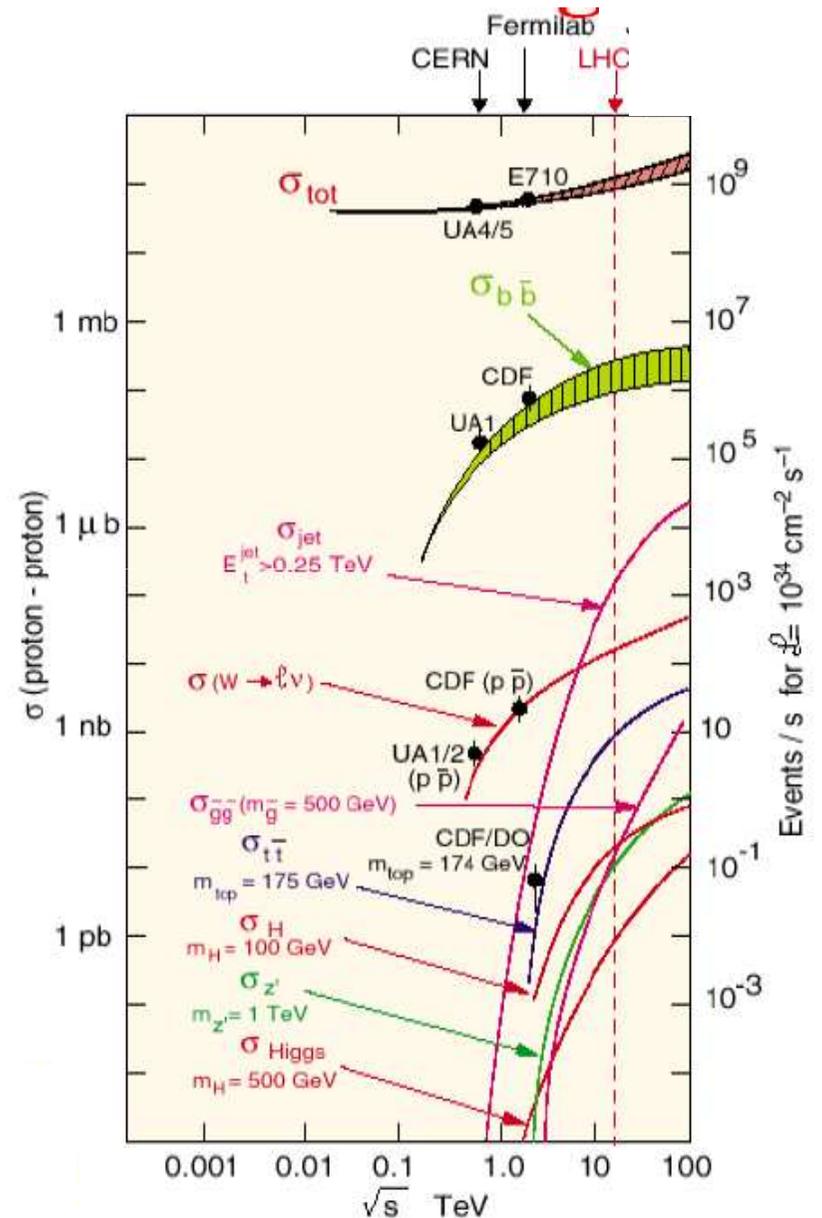
... quanti eventi vedremo?

Rate di eventi = 7×10^8 interazioni/s

Minimum bias events: collisioni tra protoni 'a grande distanza':



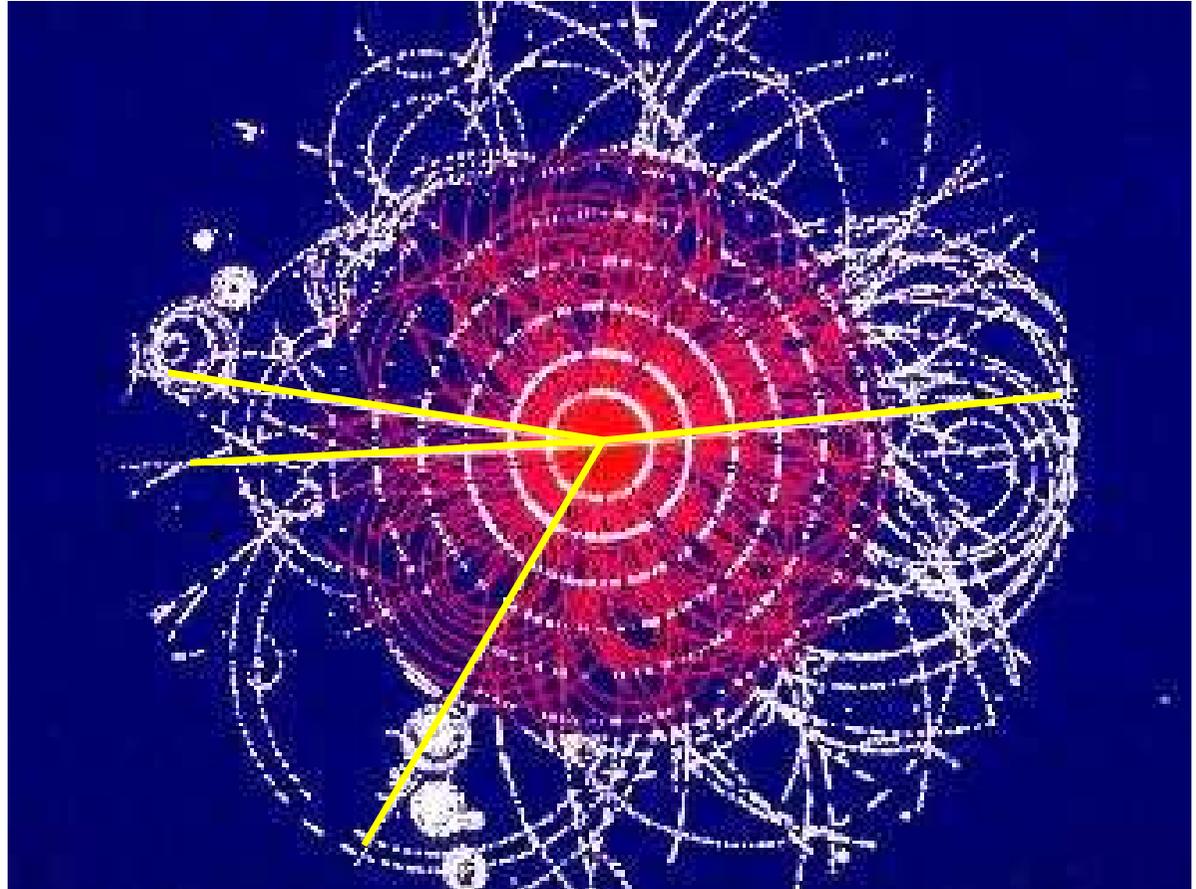
frequenza di collisione dei fasci = **40MHz**
 → circa 20 eventi di questo tipo si sovrappongono ad ogni bunch crossing.



... ecco che aspetto avranno in realtà ...

Circa 1000 particelle a basso impulso + 4 particelle ad alto momento dal decadimento di un bosone di Higgs.

Primo run di fisica:
fine 2009



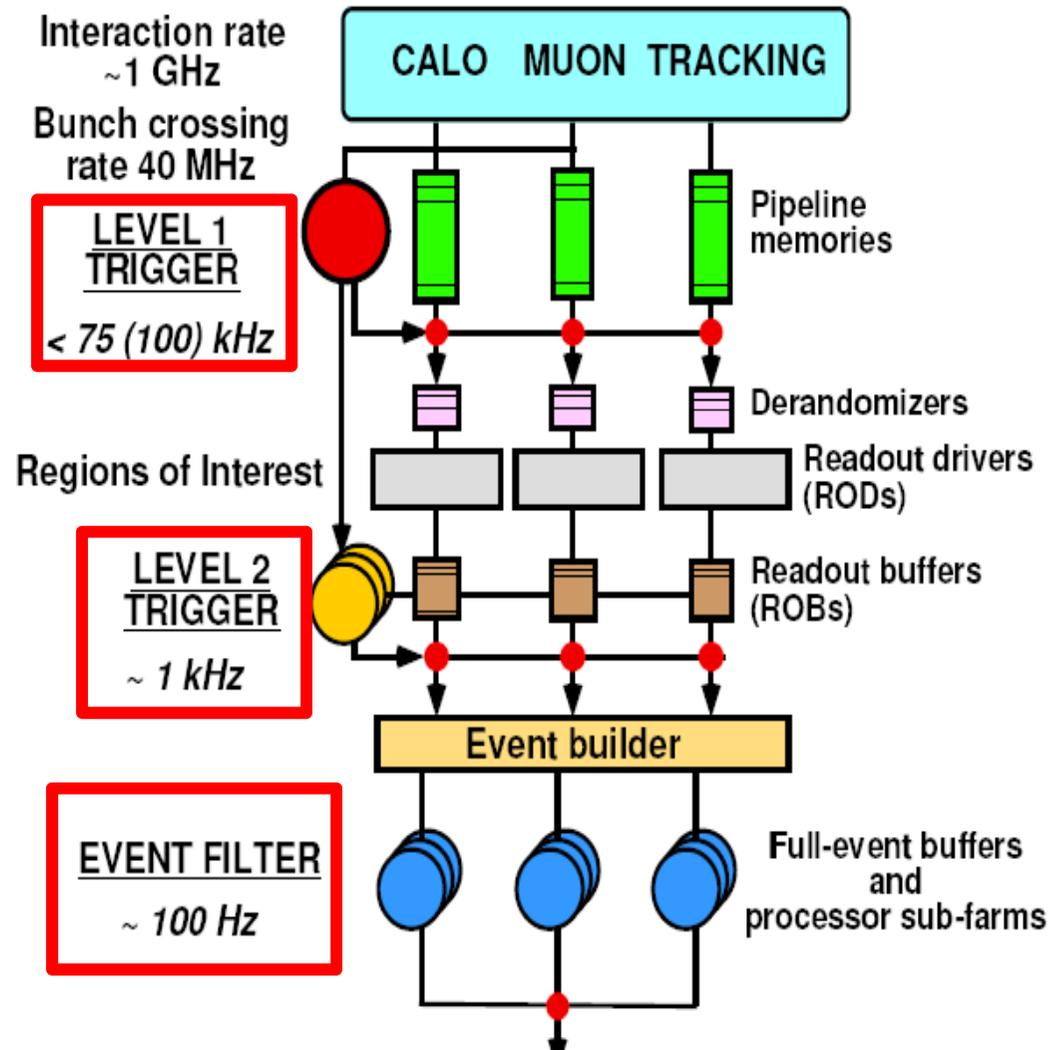
For $m_H > 130 \text{ GeV}/c$ the best experimental signature come from the $H \rightarrow 4 \mu$ decay mode

Trigger & DAQ

- collisioni: $10^9/s$
- collisioni che producono processi interessanti: ordine 100 al s
- collisioni che producono eventi rari di enorme interesse: 1 al giorno!



Sistema di Trigger e di DataAcquisition per selezionare gli eventi interessanti e scriverli su disco

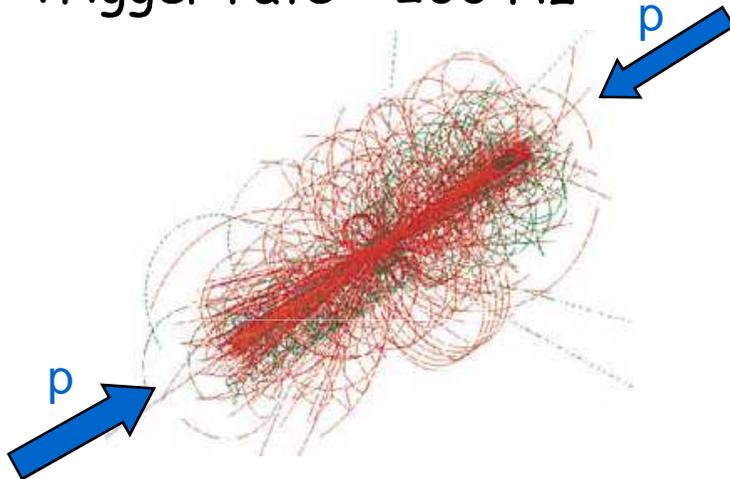


Napoli ha dato contributo sia hardware che software ad entrambi

gli eventi in Atlas...

...sono molti....

Trigger rate = 200 Hz

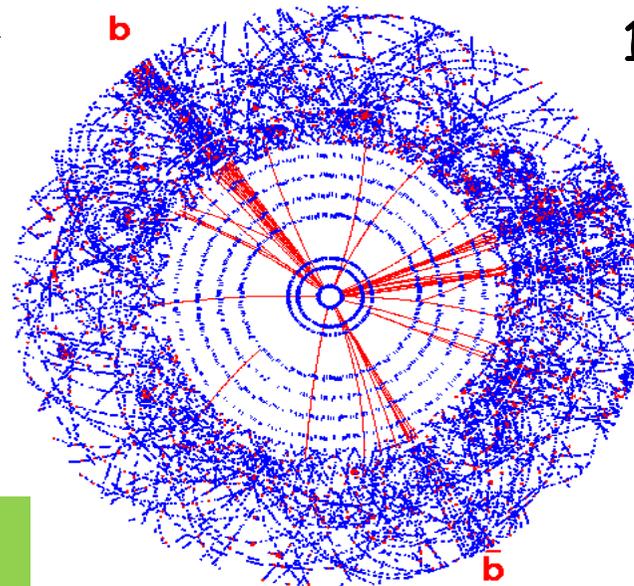


400MB al secondo!
1 CD ogni 2 secondi

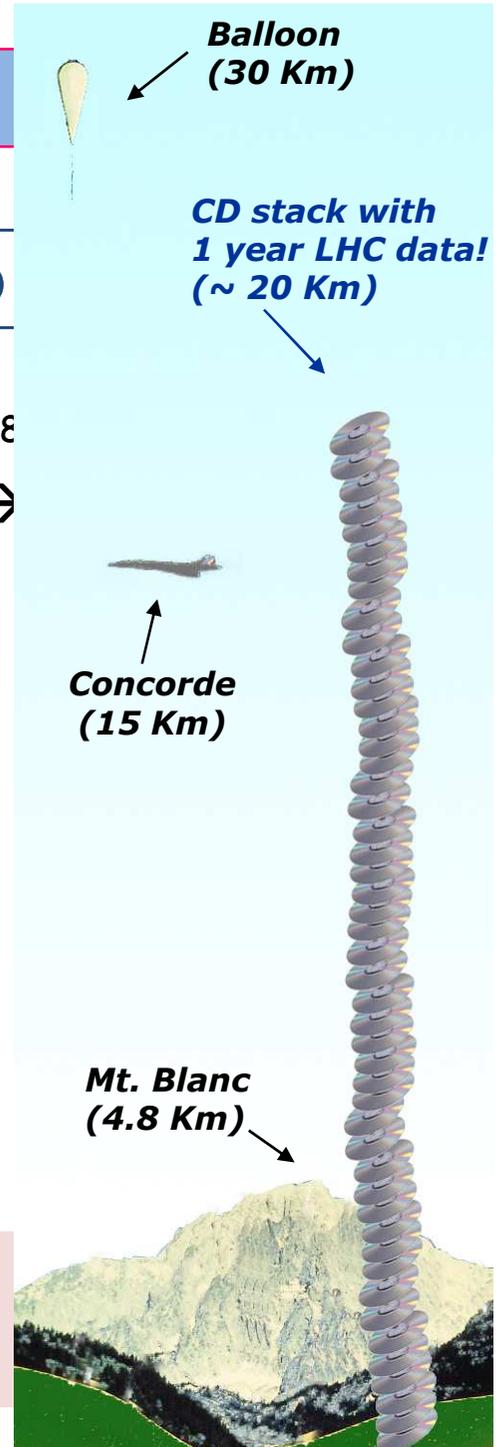
~4 PetaBytes/anno

necessaria un enorme potenza di calcolo e
capacità di storage.....

H → bb event



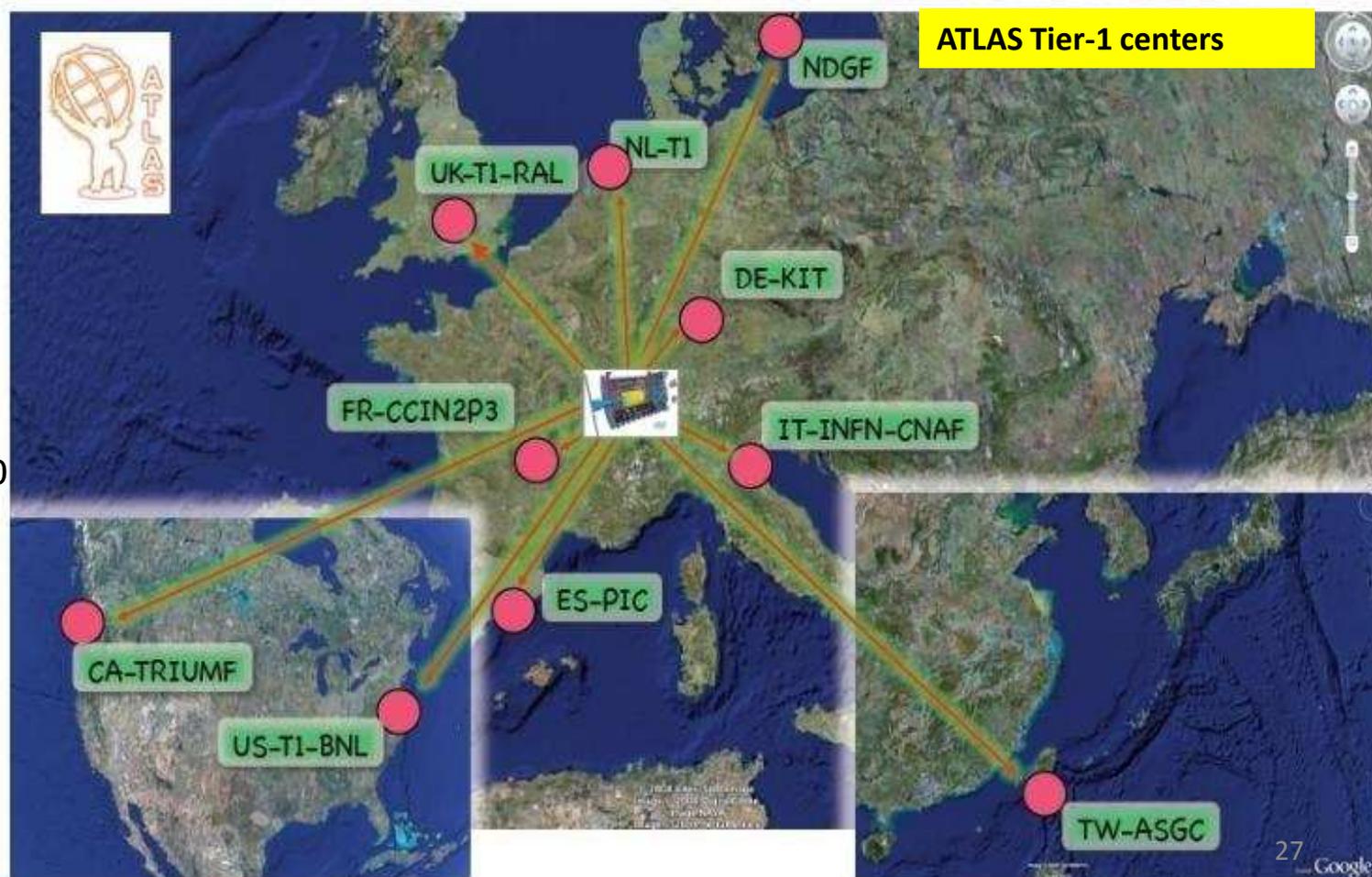
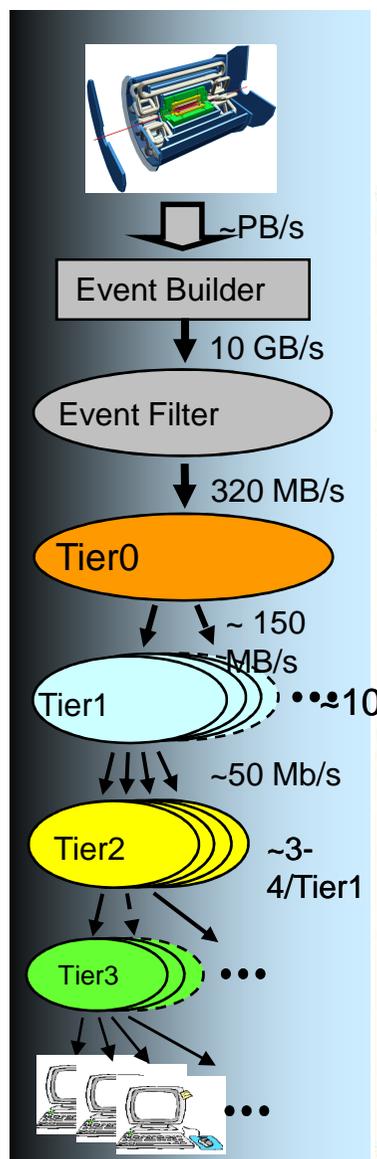
...e sono



ATLAS GRID Computing

Struttura di calcolo distribuita:

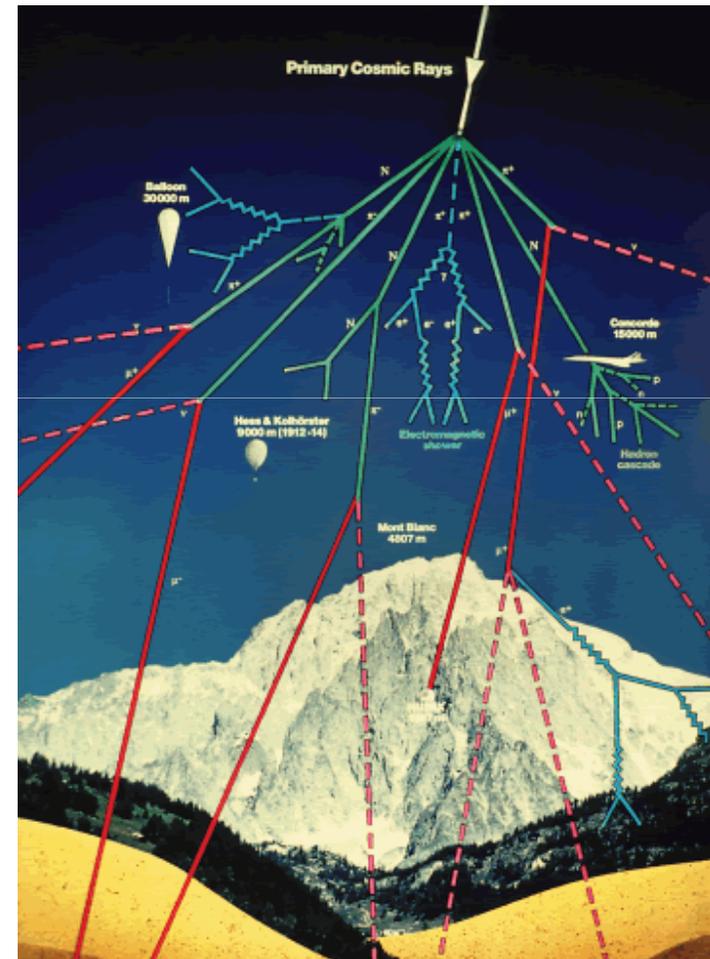
Tier-0 at CERN \Rightarrow 10 Tier-1 \Rightarrow
35 Tier-2 di cui 4 in Italia, 1 a Napoli



Test dell'apparato con i raggi cosmici

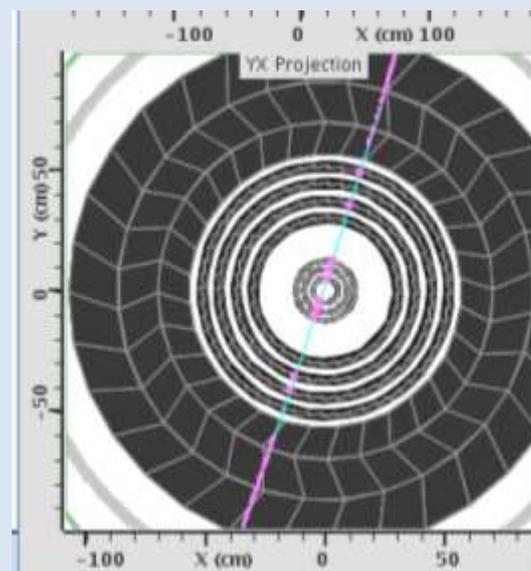
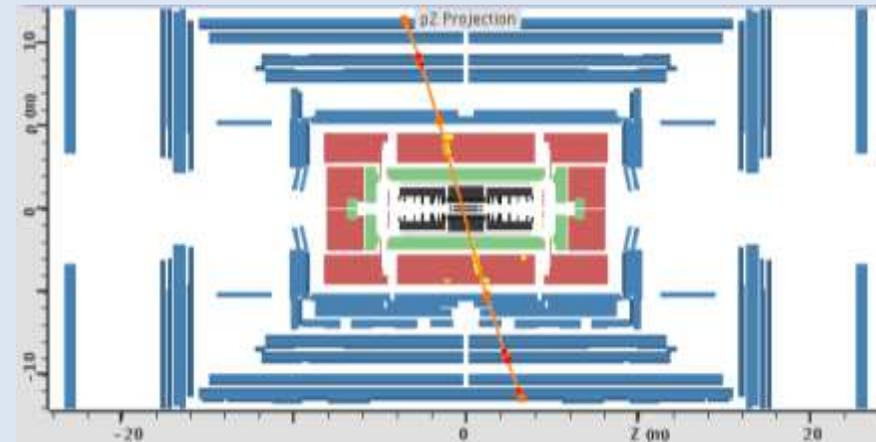
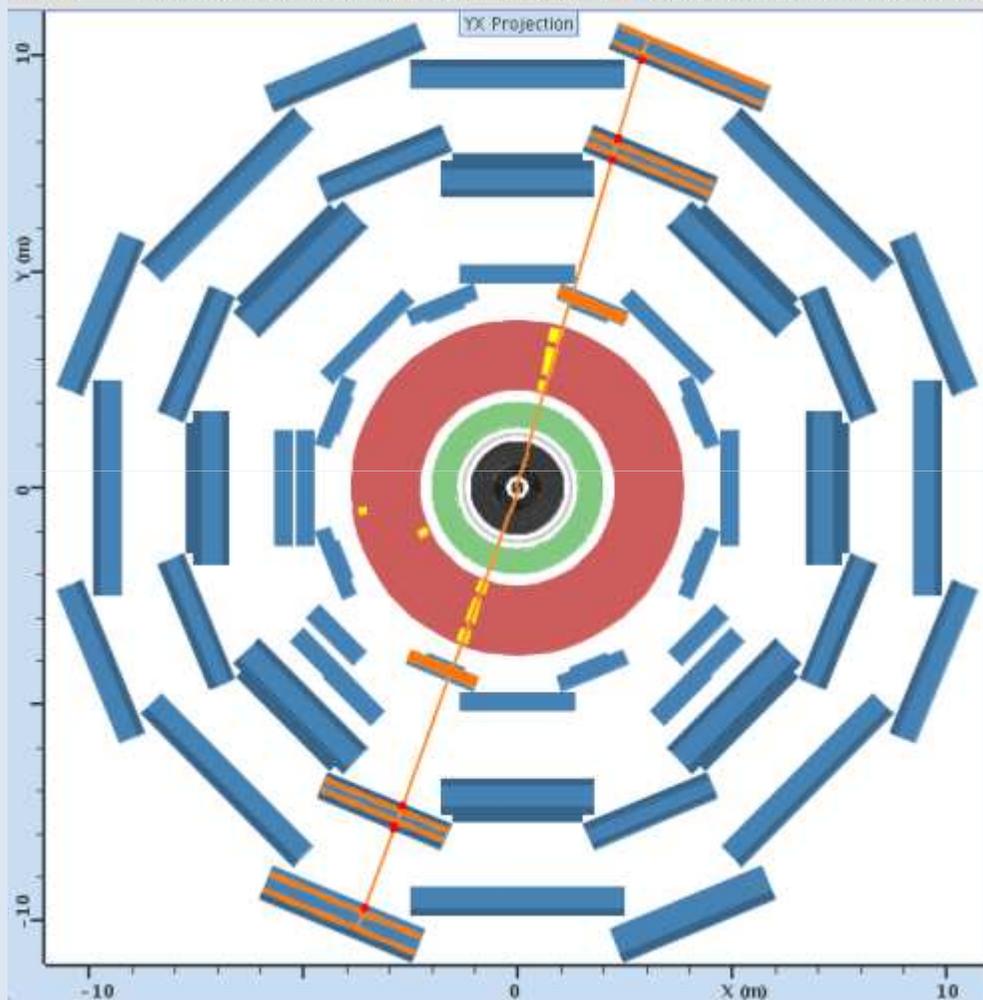
Protoni (ma anche α , nuclei leggeri, fotoni) primari provenienti dallo spazio generano particelle secondarie nell'urto con i nuclei dei gas atmosferici

A causa delle interazioni e dei decadimenti, al livello del mare arrivano principalmente muoni, in numero pari a circa 100 particelle a m^2



... un evento di raggio cosmico in Atlas...

ATLAS 2008-09-28 10:19:08 CEST event:JiveXML_90272_2065845 run:90272 ev:2



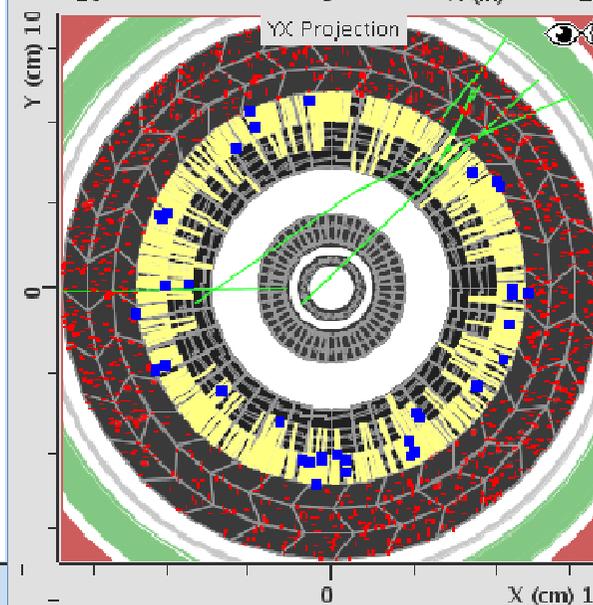
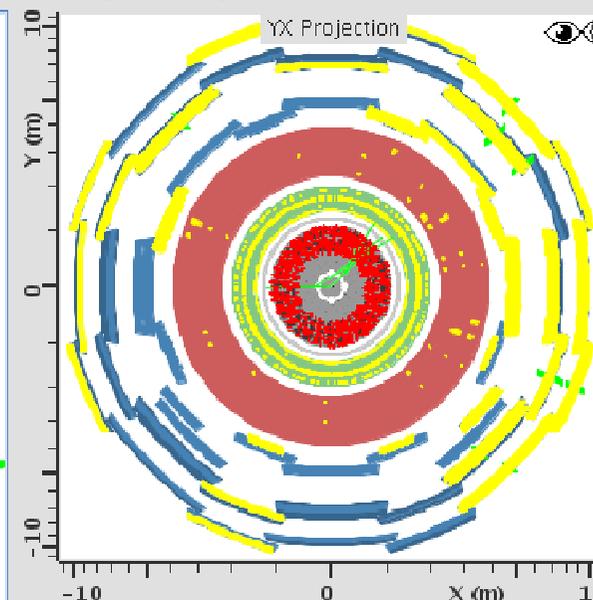
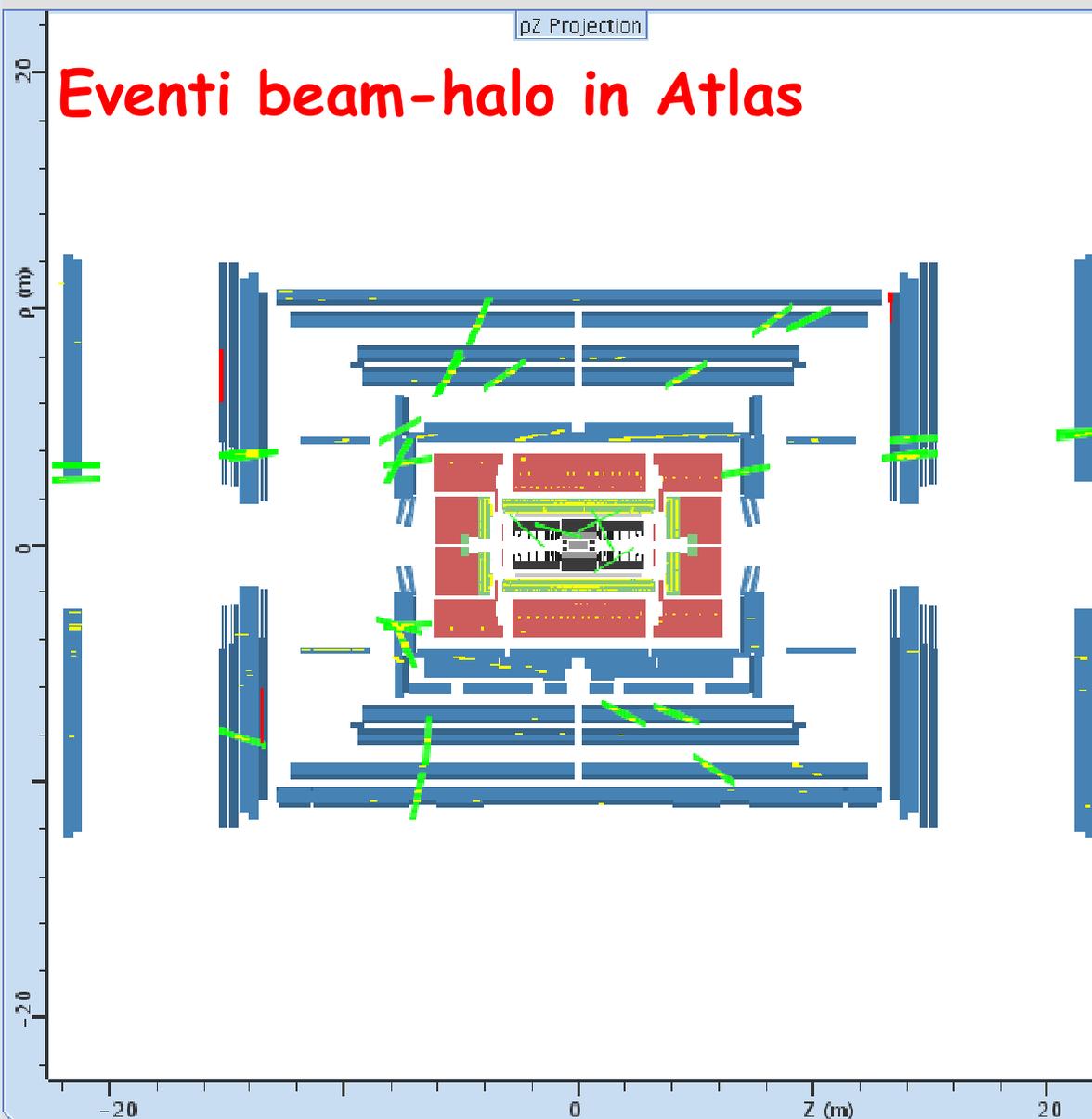
Primi fasci di LHC a settembre 2008

ATLAS

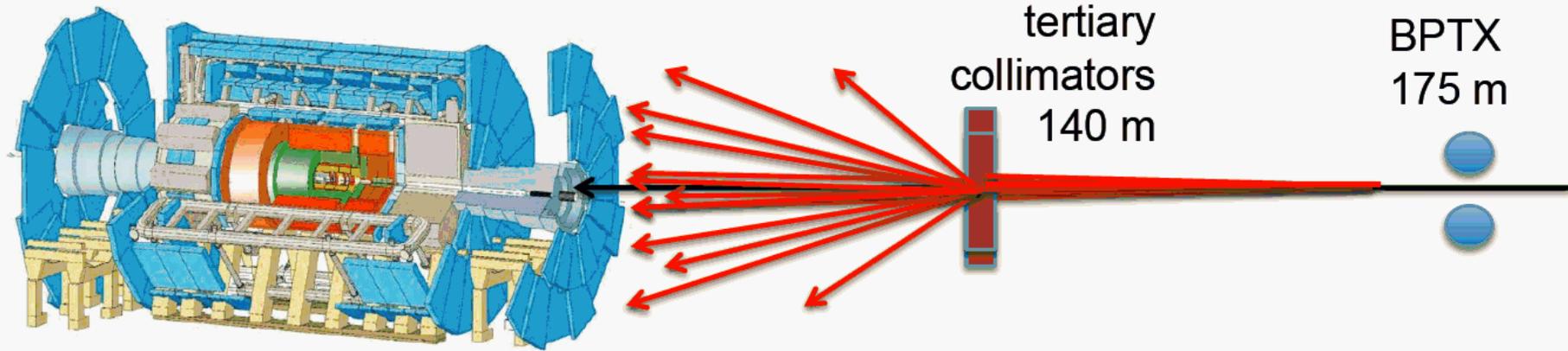
2008-09-10 22:31:22 CEST event:jiveXML_87863_03435 run:87863 ev:3435 geometry: <default>

Atlantis

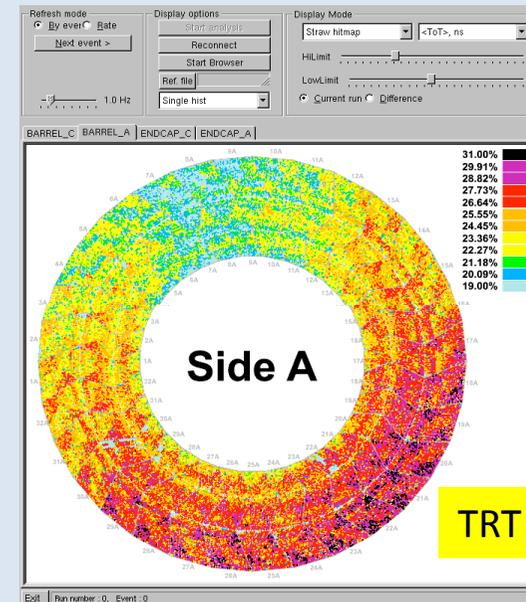
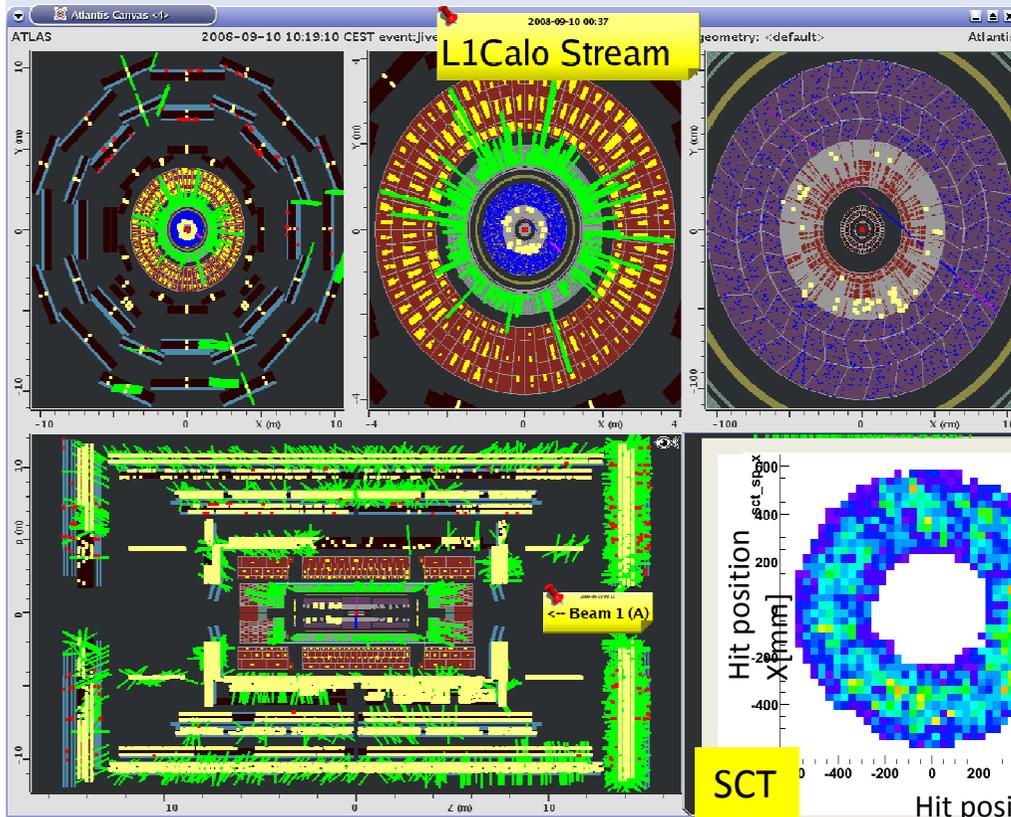
Eventi beam-halo in Atlas



Eventi Beam-splash in ATLAS



Settembre 2008



Nell'Atlas Control Room...



SLHC

SLHC: upgrade in luminosità di LHC

i rivelatori vengono danneggiati dalle radiazioni... alcuni andranno sostituiti



ora che LHC sta per 'partire' si comincia a pensare all'upgrade del rivelatore

