

# Necessità di Nuove Tecnologie e Metodologie Informatiche per gli Esperimenti della CSNII

A. Garfagnini

Padova University and INFN

29 Maggio 2013

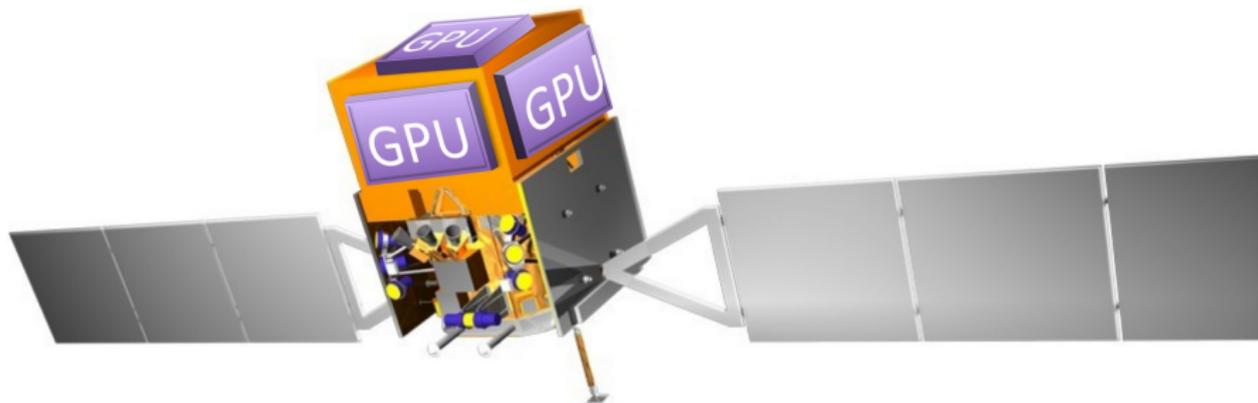


# Introduzione

- Gli esperimenti della CSNII sono stati interrogati riguardo alle Tecnologie e Metodologie Informatiche di punta sulle quali si vorrebbe investire in formazione
- Gli argomenti emersi sono
  - Calcolo parallelo su GPU
  - Possibilità di effettuare calcoli su strutture di Cloud Computing
  - Calcolo con programmi Mathematica e MATLAB e analoghi software open source
  - Piccole Farm on Demand e sviluppo/supporto per Data Acquisition
- Vi presento alcuni esempi estratti dal panorama complesso della CSNII

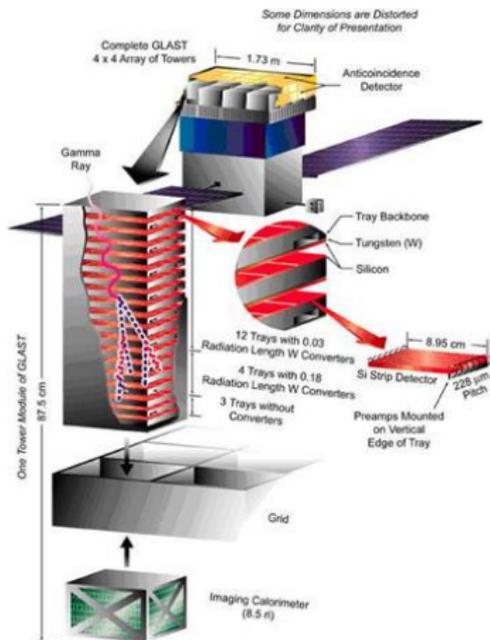
# Parallel computing with (GP)GPUs

## and its application to *Fermi* LAT data analysis





# The Large Area Telescope



- 4x4 + 2 spare Towers
- 1 Tower:
  - TKR: 19 trays + 16 W-foils
  - CAL: 1536 CsI(Tl)
- 82 m<sup>2</sup> Si (!) (73 flying)
- ~1M channels
- 160 W
- From ~30 MeV to 300 GeV
- PSF: 0.1° @10 GeV
- 20% of the sky at any instant
- 1.2 Mbps data + 51 kbps housekeeping
- Details available [here](#) or in [arXiv:1206.1896](https://arxiv.org/abs/1206.1896)



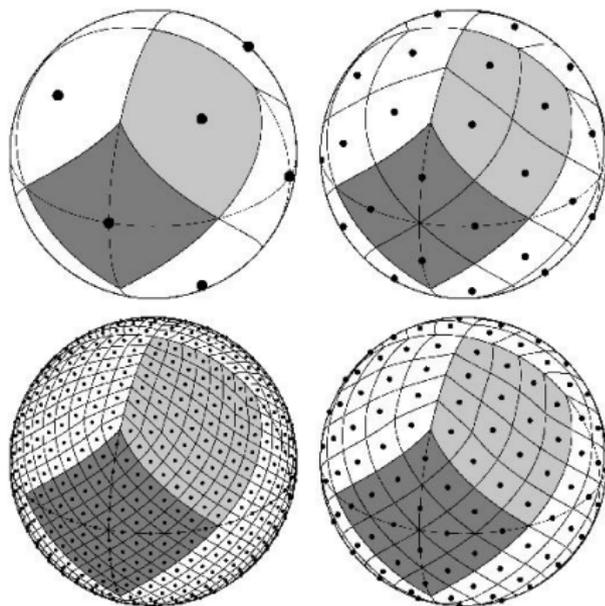
# LAT Analysis: overview

- Standard Maximum Likelihood approach:
  - Create a model
  - Compute the likelihood that a given model describes the detected gamma rays
- Steps (standard analysis):
  - Selection: data stored in FITS format.  
`gtselect`: apply required selection
  - Evaluate likelihood: could be factorized.

# HEALPix



- Hierarchical Equal Area isoLatitude Pixelization of a sphere
- Order 64:  
width =  $90^\circ/64 = 1.4^\circ$
- $12 \times 64 \times 64$  pixels (48k)
- 40 HEALPix matrices (float)
- Read all FT2 for every elements  $\rightarrow$  *threads*





# *gpu*ltcube: Performance

- `feed.py`:
  - `ft1`, `ft2`, `cmap` (.png)
- FT2: already in GPU
- GTI for Mkn 180 for 2 years
- `ltcube` exec time:
  - **CPU: 01:10:37**
  - **GPU: 00:00:43**  
**(single card)**

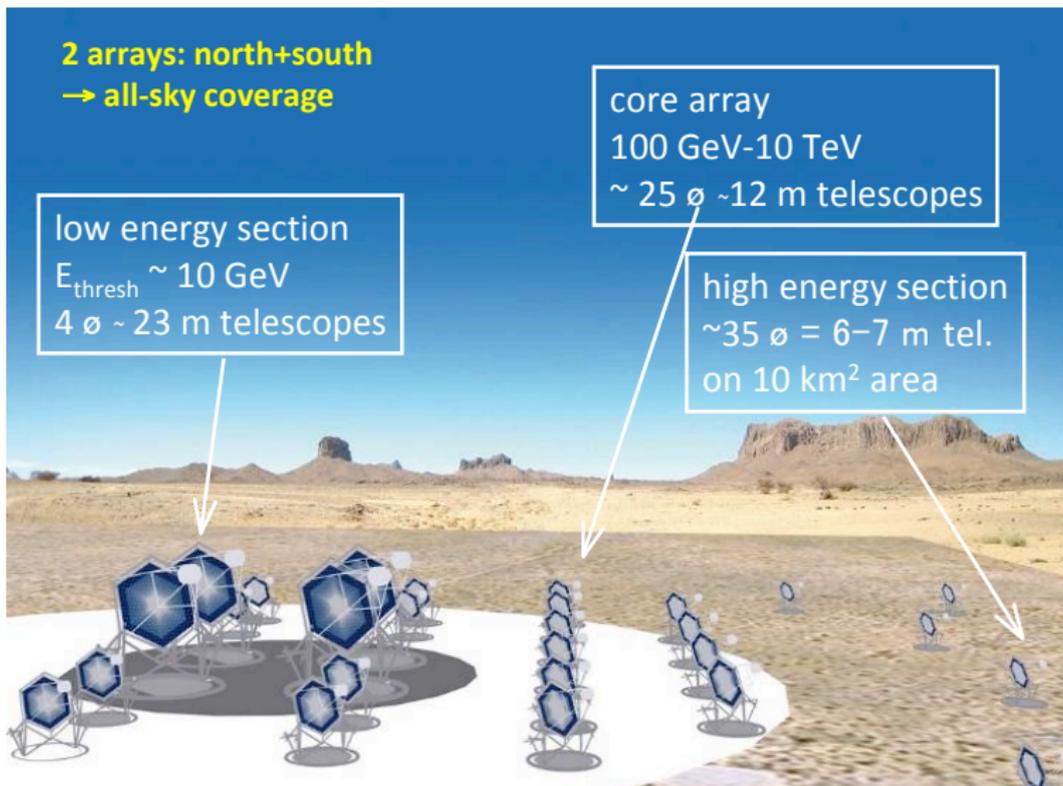


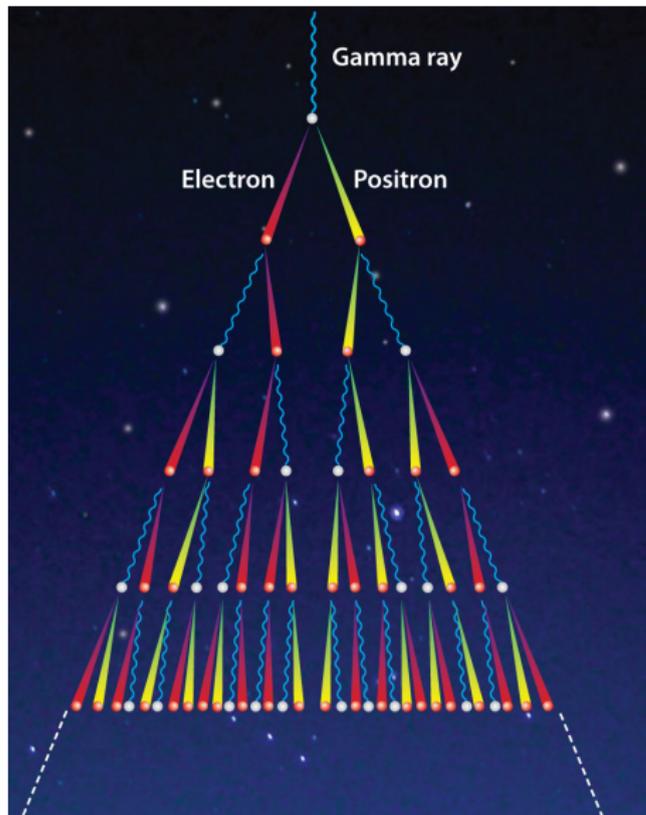
# URIEL: Performance

- Mkn 180 for 2 years
- Itcube:
  - CPU: 01:10:37
  - GPU: 00:00:43 (single card)
- likelihood (Pass 6):
  - CPU: 04:12:06
  - GPU: 00:21:13 (single card)
- likelihood (Pass 7):
  - CPU: ~10h (swapping!!)
  - GPU: ???
- 4-yr I/h (from scratch!):
  - CPU: ~12h
  - GPU: ~1h (no opt, yet)



# The CTA concept (a possible design)





## MC for CTA

Cherenkov Telescope Array: flagship experiment in Europe, also US/Japan/China?

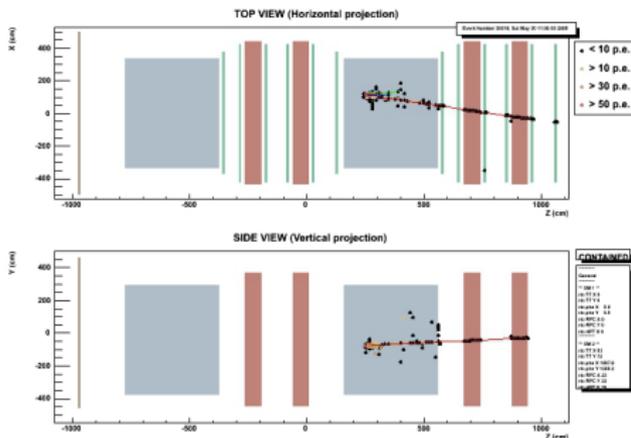
US: Stanford & SLAC.

Average production time for a shower: 40s on CPU (data provided by the collaboration).

**GPU first trial  $\ll 1s$  !!**

To be checked.

# Analisi dati in OPERA

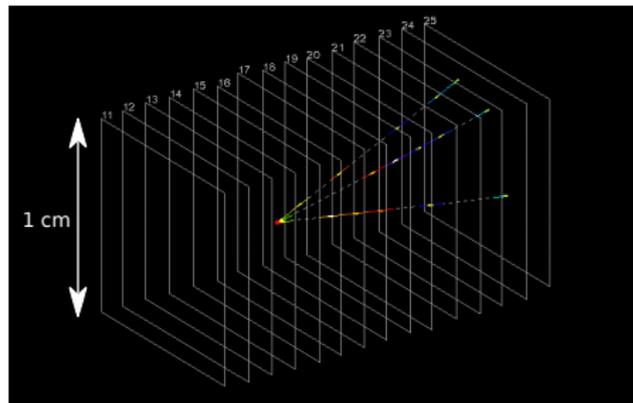
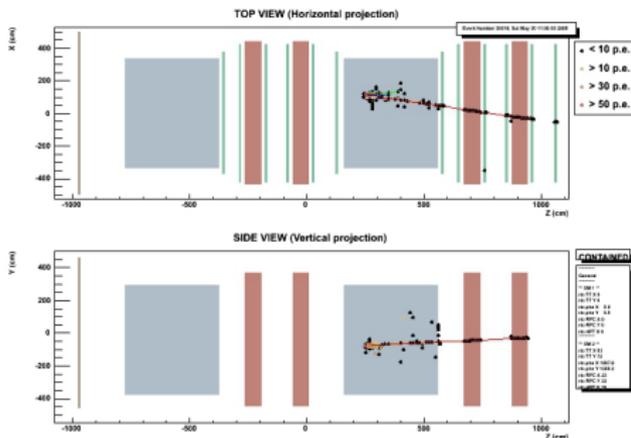


- Si determina il tipo di evento
- Si misura il momento del muone
- Si determina quale è il brick che contiene l'interazione
- Si estrae il brick interessante (BMS)





# Analisi dati in OPERA

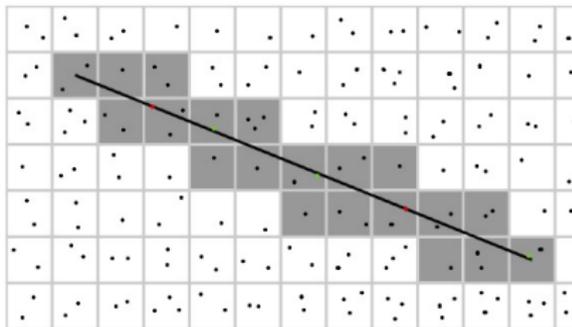


- Si determina il tipo di evento
- Si misura il momento del muone
- Si determina quale è il brick che contiene l'interazione
- Si estrae il brick interessante (BMS)

- si sviluppano tutte le emulsioni
- si tolgono i cosmici (allineamento!)
- si localizza l'evento e lo si studia

# OPERA e le GPU

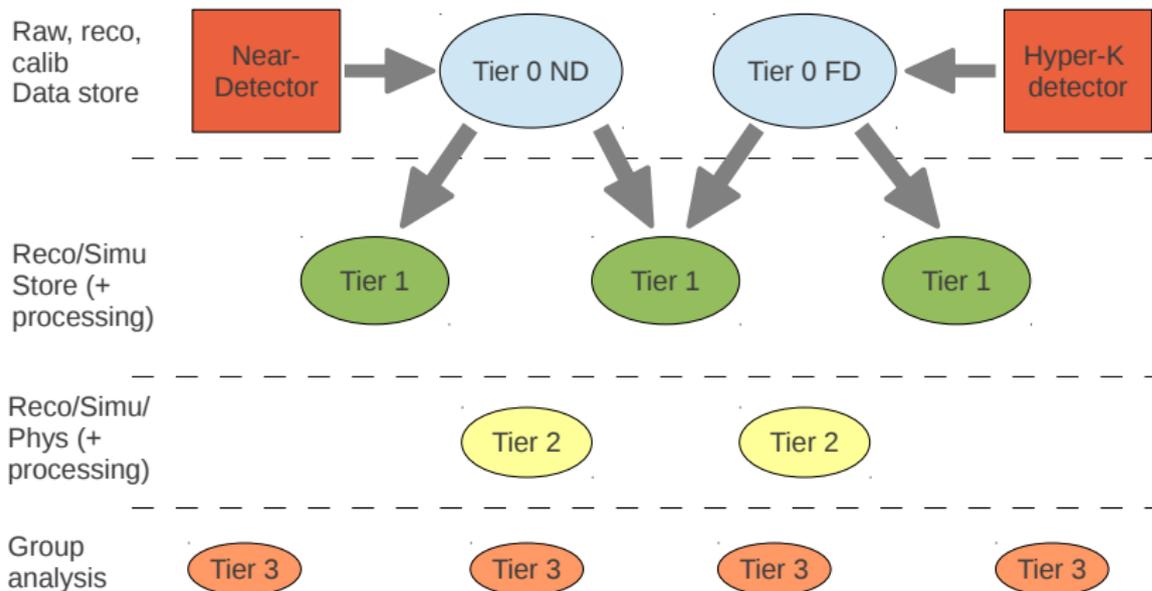
- L'acquisizione delle emulsioni nucleari richiede una potenza di calcolo notevole. Il **flusso di dati** dalle telecamere è di **10 GB/s** e l'evoluzione dei sistemi **punta a 1 TB/s**.  
(Sistema tipico:  $10^6$  microtracce in  $1 \text{ cm}^2$ )
- È in corso la **migrazione ed elaborazione basata su GPU** ottimizzate per l'**aritmetica intera** (NVIDIA GTX 690).
- Le **GPU** forniscono le microtracce e sono coinvolte anche nel filtraggio e nel primo stadio di ricostruzione dell'evento.



- 1 Esigenza sperimentale: ricostruire sciami elettromagnetici in rivelatori quali le ECC di OPERA;
- 2 Problema: dato l'elevato volume di emulsione il tracking delle particelle nelle emulsioni nucleari risulta dispendioso in termini di tempo e potenza di calcolo richiesta.
- 3 Soluzione: utilizzare un approccio altamente parallelo e sfruttare i processori grafici.
- 4 Risultati: da stime preliminari il tempo richiesto per il calcolo viene ridotto di **un fattore 10**.

# Calcolo Scientifico nella CSNII

- La maggior parte degli esperimenti ha un modello di calcolo più o meno complicato basato su ROOT. **Esempio ricorrente:**

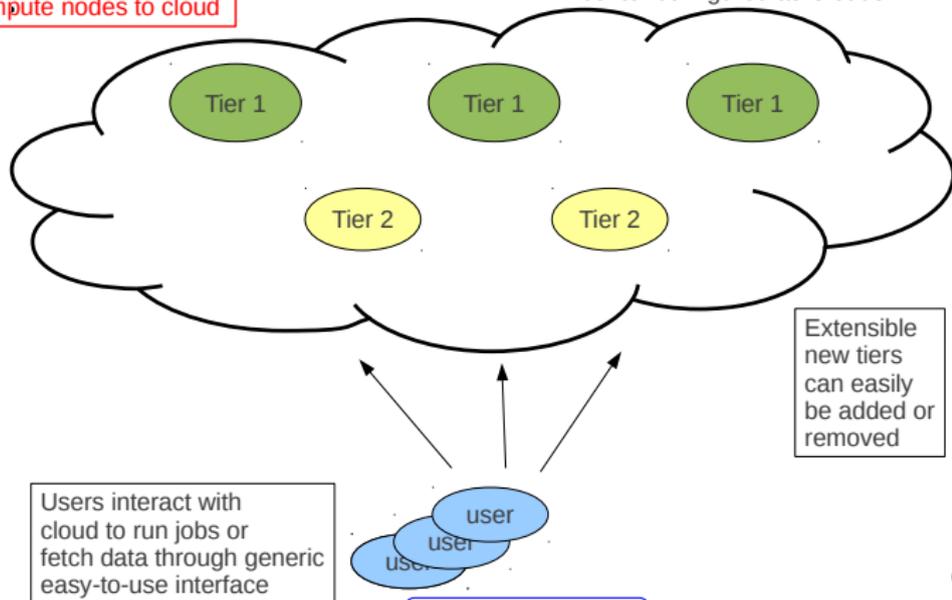


## Calcolo Scientifico nella CSNII (2)

- Alcune parti della ricostruzione/analisi e simulazione Monte Carlo potrebbero essere portati sulla Cloud.

Tier 1 & 2  
Provide storage &/or  
compute nodes to cloud

It could possibly be a distributed  
computing Cloud: multiple compute  
center configured as Clouds

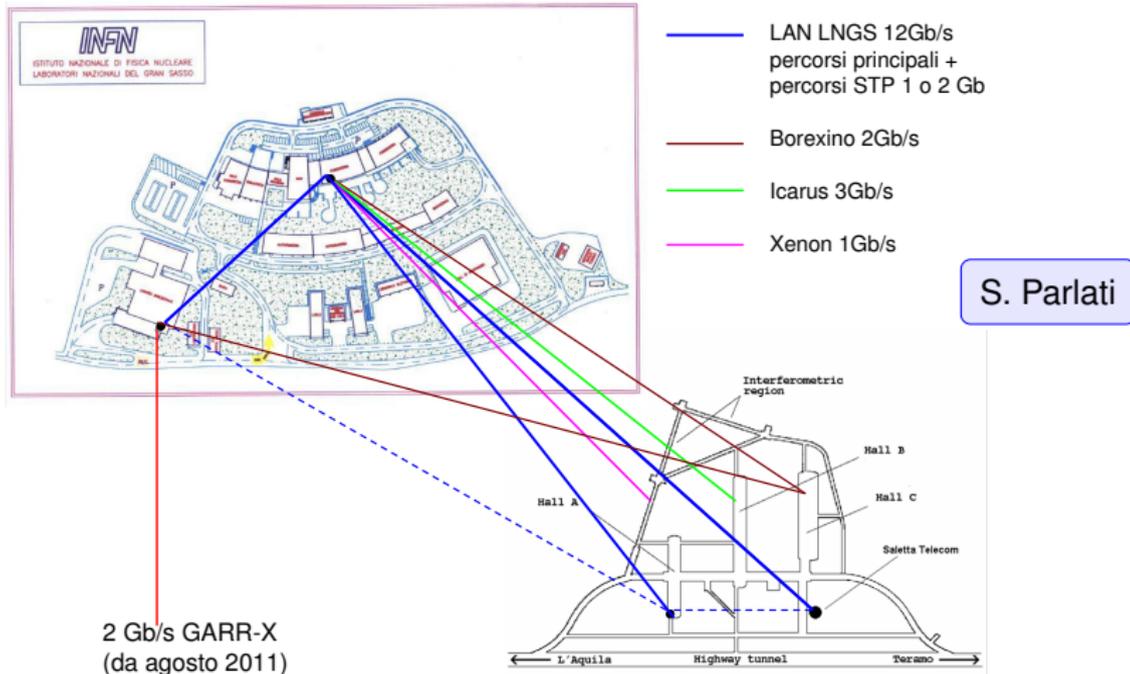


6

F. di Lodovico

# Calcolo Scientifico per gli esperimenti del Gran Sasso

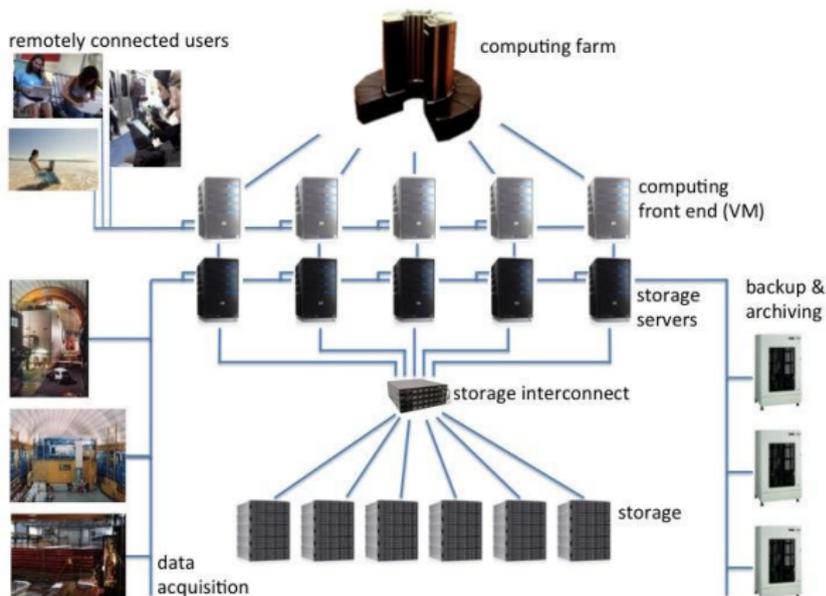
- Esiste una **struttura simile** per gli esperimenti del Gran Sasso.



# Calcolo Scientifico per gli esperimenti del Gran Sasso

- La struttura attuale ai LNGS potrebbe essere espansa e/o “federata” con strutture simili in altre sedi (es. CNAF)

## U-Lite: Unified LNGS IT Infrastructure



S. Parlati

## Calcolo per piccoli esperimenti

- Una frazione importante degli esperimenti della CSNII è formata da gruppi di poche persone.
- Spesso **modelli di calcolo** utilizzati si basano su programmi come **Mathematica e MATLAB**.
- Negli ultimi tempi le **licenze** di utilizzo di tali programmi hanno subito degli **aumenti considerevoli**.
- Potrebbe essere interessante investigare le capacità di software simili open source: **SAGE** (<http://sagemath.org>), **SymPy** (<http://simpy.org>) (<http://www.numpy.org>).
- Sarebbe interessante verificare se, all'interno dell'INFN, vi siano esigenze specifiche e anche competenze sull'argomento.

## Calcolo per nuove proposte di esperimenti (sigle RD)

- Negli ultimi tempi sono nate alcune proposte di esperimenti nuovi (NESSIE al CERN e CTA) con necessità di sviluppare e far girare simulazioni Monte Carlo per lo studio e l'ottimizzazione dell'apparato
- spesso **collaborazioni** sono **piccole** (manpower limitato) senza risorse di calcolo dedicate.

Normalmente si “eredita” da esperimenti esistenti (**NESSIE-RD ← OPERA** e **CTA-RD ← MAGIC**).

# Calcolo per nuove proposte di esperimenti (sigle RD)

- Negli ultimi tempi sono nate alcune proposte di esperimenti nuovi (NESSIE al CERN e CTA) con necessità di sviluppare e far girare simulazioni Monte Carlo per lo studio e l'ottimizzazione dell'apparato
- spesso **collaborazioni** sono **piccole** (manpower limitato) senza risorse di calcolo dedicate.  
Normalmente si “eredita” da esperimenti esistenti (**NESSIE-RD ← OPERA** e **CTA-RD ← MAGIC**).
- sarebbe molto utile se si potesse utilizzare una **struttura di calcolo INFN** (Cloud ?) con un numero limitato di nodi per la fase iniziale di R&D.
- sarebbe bello usare un sistema centralizzato di gestione del codice (**svn/git**).

# Calcolo per nuove proposte di esperimenti (sigle RD)

- Negli ultimi tempi sono nate alcune proposte di esperimenti nuovi (NESSIE al CERN e CTA) con necessità di sviluppare e far girare simulazioni Monte Carlo per lo studio e l'ottimizzazione dell'apparato
- spesso **collaborazioni** sono **piccole** (manpower limitato) senza risorse di calcolo dedicate.  
Normalmente si “eredita” da esperimenti esistenti (**NESSIE-RD ← OPERA e CTA-RD ← MAGIC**).
- sarebbe molto utile se si potesse utilizzare una **struttura di calcolo INFN** (Cloud ?) con un numero limitato di nodi per la fase iniziale di R&D.
- sarebbe bello usare un sistema centralizzato di gestione del codice (**svn/git**).
- **Formazione** Spesso le dimensioni della collaborazione non consentono di sviluppare in tempi brevi un proprio framework di ricostruzione e analisi. Sarebbe utile se INFN contribuisse a mantenere un framework generale sul **modello FairROOT al GSI**
- Iniziative simili potrebbero essere prese per il software online (DAQ e slow control).

# Conclusioni

- Esiste un **interesse crescente** verso le nuove tecnologie e metodologie informatiche da parte degli esperimenti di gruppo II (**GPU, Cloud Computing, calcolo con software Open Source**).
- Le risorse disponibili nei singolo esperimenti sono spesso limitate.

# Conclusioni

- Esiste un **interesse crescente** verso le nuove tecnologie e metodologie informatiche da parte degli esperimenti di gruppo II (**GPU, Cloud Computing, calcolo con software Open Source**).
- Le risorse disponibili nei singolo esperimenti sono spesso limitate.
- Diventano molto importanti **momenti di formazione comuni** e supporto trasversale (agli esperimenti) per poter imparare ad usufruire efficientemente delle nuove tecnologie.

## Conclusioni

- Esiste un **interesse crescente** verso le nuove tecnologie e metodologie informatiche da parte degli esperimenti di gruppo II (**GPU, Cloud Computing, calcolo con software Open Source**).
- Le risorse disponibili nei singoli esperimenti sono spesso limitate.
- Diventano molto importanti **momenti di formazione comuni** e supporto trasversale (agli esperimenti) per poter imparare ad usufruire efficientemente delle nuove tecnologie.
- A differenza del passato il **Cloud Computing** sembra **molto appetibile** e di più facile implementazione rispetto alla GRID.
- Iniziative tipo U-Lite sono un ottimo test bench per gli esperimenti; si auspica un loro potenziamento e sinergia con altre iniziative nelle altre sedi.

## Conclusioni

- Esiste un **interesse crescente** verso le nuove tecnologie e metodologie informatiche da parte degli esperimenti di gruppo II (**GPU, Cloud Computing, calcolo con software Open Source**).
- Le risorse disponibili nei singoli esperimenti sono spesso limitate.
- Diventano molto importanti **momenti di formazione comuni** e supporto trasversale (agli esperimenti) per poter imparare ad usufruire efficientemente delle nuove tecnologie.
- A differenza del passato il **Cloud Computing** sembra **molto appetibile** e di più facile implementazione rispetto alla GRID.
- Iniziative tipo U-Lite sono un ottimo test bench per gli esperimenti; si auspica un loro potenziamento e sinergia con altre iniziative nelle altre sedi.
- Si potrebbe creare un **gruppo di lavoro** e studiare la possibilità di **portare alcuni modelli di calcolo di esperimenti sulla Cloud**.
- **Vista la carenza di risorse, il supporto della CCR e delle altre commissioni è essenziale per poter giungere ad un risultato finale**