

3-4 Dicembre 2015  
Catania

INFN

Istituto Nazionale di Fisica Nucleare  
**Piano Triennale**  
2016 | 2018

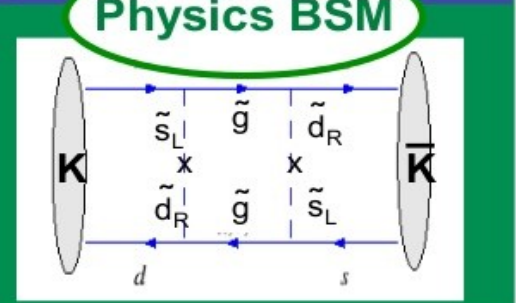
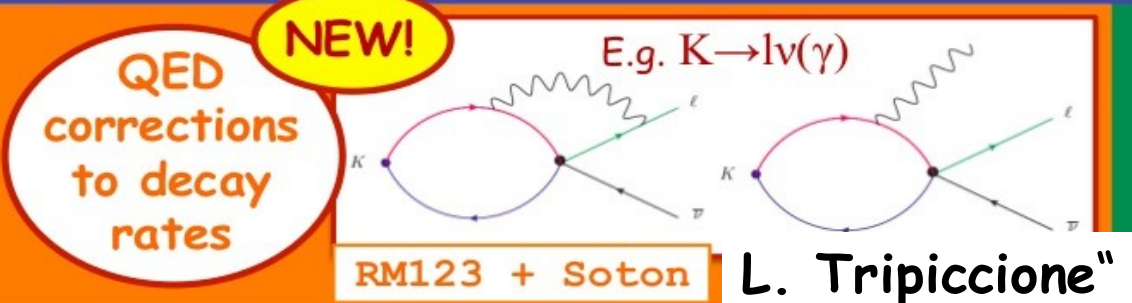
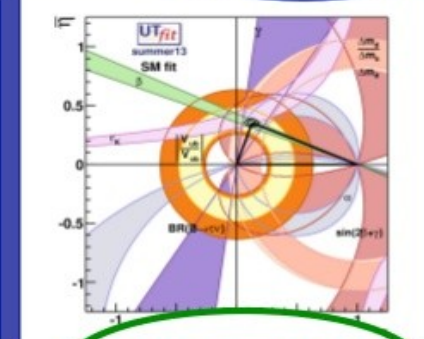
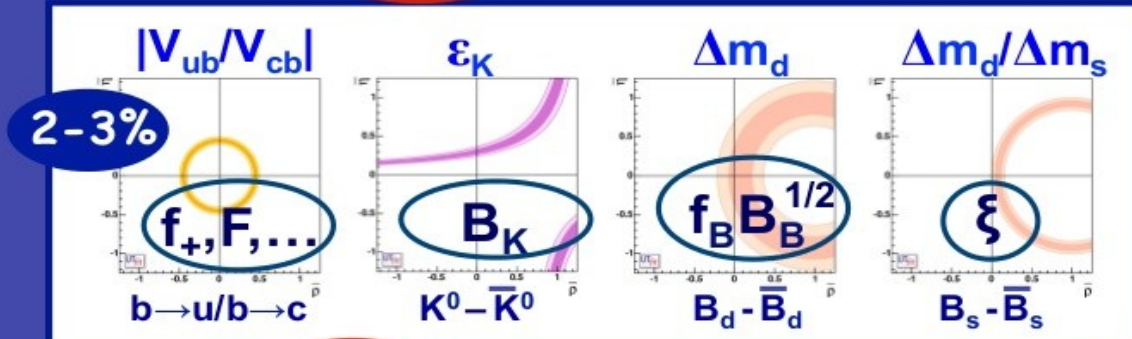
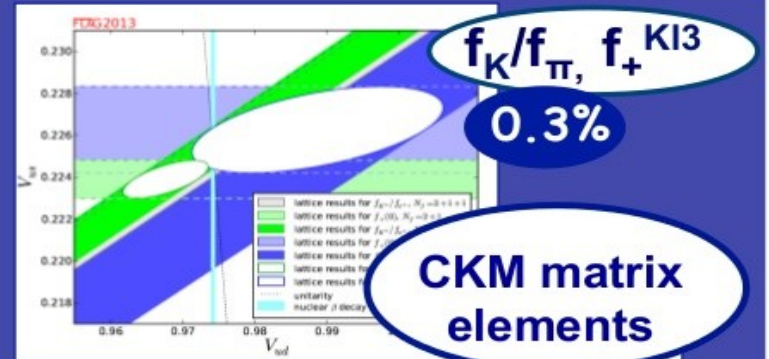
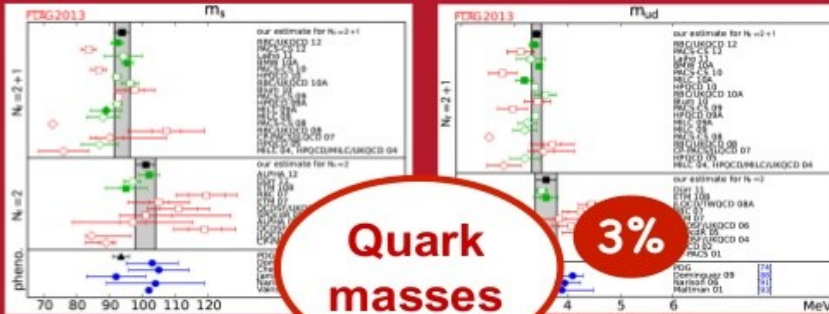


# CALCOLO SCIENTIFICO

Donatella Lucchesi  
Universita' and INFN Padova

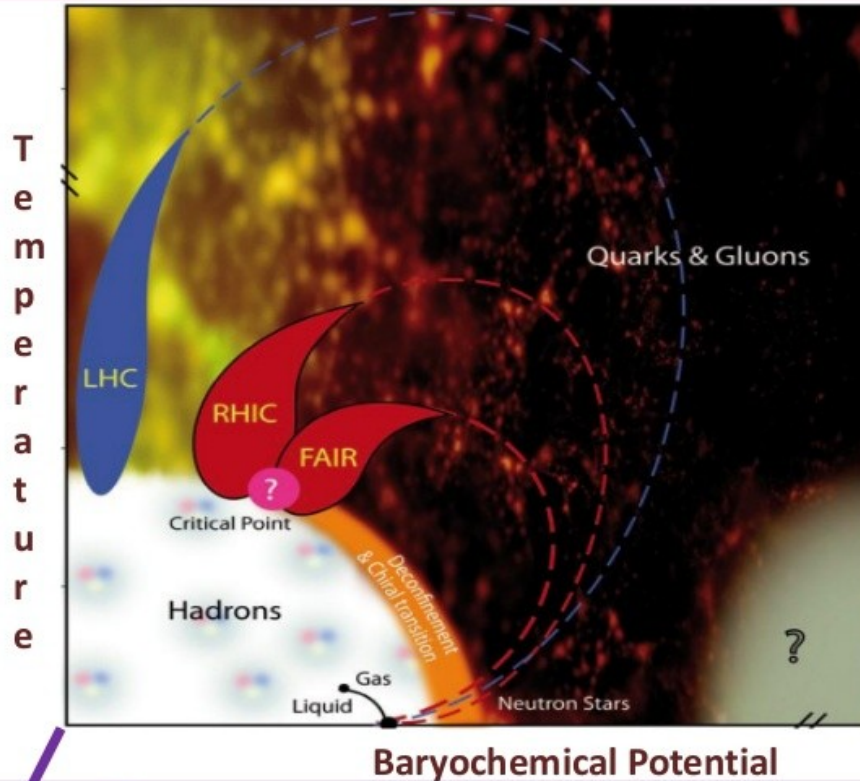
# Calcolo Parallelo per la Ricerca INFN

## LATTICE QCD AND FLAVOR PHYSICS



# Calcolo Parallelo per la Ricerca INFN

## Quark Gluon Plasma and Strong Interactions

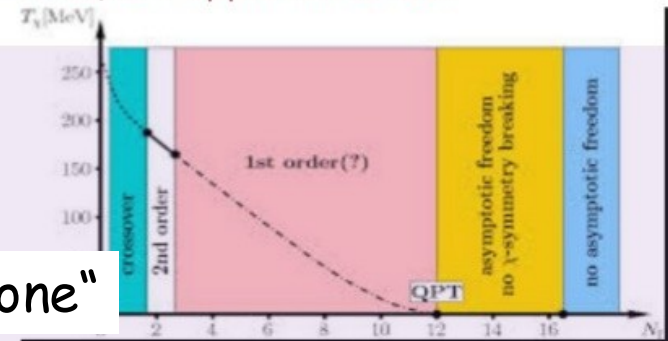


- Pseudocritical line
- Equation of state
- Bottomonium in the plasma
- Magnetic and Chromomagnetic Fields
- New Methods for EoS
- New methods for finite density
- Confinement and Topology
- AdS/CFT approach to QGP

Your favorite parameter here

Effective String models , 3 and 4d  
 Yang Mills Theory  
 Chiral transition with two flavors  
 Chiral Transition with ma

L. Tripiccion





# Calcolo per Human Brain Project

- Neuroscienza computazionale nuovo territorio per i fisici
- INFN entra nel Human Brain Project coordinando il consorzio WaveScaleS "cortical slow waves and impulse responses: Matching experimental measures vs. large scale simulation" (PI Pier Stanislao Paolucci)
- Progetto: misurare le *slow wave* nel cervello durante sonno profondo, anestesia e transizione a stato di coscienza
  - INFN collabora con ISS Roma
  - Simulazioni di *slow wave* e risposte agli stimoli
- Uso di simulatore sviluppato con fondi di altri progetti e benchmark in EXANEST FET project (Piero Vicini)



# Una storia gloriosa: inizio

Autunno 1984:

un gruppo di fisici si ritrova al termine di un workshop la cui conclusione era stata che cercare di costruire un calcolatore per Lattice Gauge Theory in Europa era una follia.

Nonostante le conclusioni ufficiali dell'incontro, dopo poche ore di discussione le idee base di APE erano abbozzate.

Nei mesi seguenti venne rapidamente organizzata una collaborazione scientifica, guidata da Nicola Cabibbo e Giorgio Parisi che coinvolgeva le sezioni di Padova, Pisa e Roma, ed il CNAF.

Riadattato da uno scritto  
di L. Tripicciono"

# Una storia gloriosa: APE

## I Progetti APE — i primi 10 anni

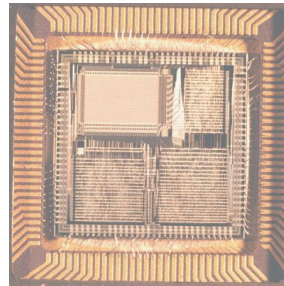
### I Progetti APE

#### 1984-1989: APE1

- 16 nodi di calcolo, 1 Gflops
- Software "primitivo"
- Prodotti alcuni prototipi

#### 1990-1995: APE100

- Modulare, 2048 nodi "custom", 100 GFlops
- Sviluppo di un linguaggio dedicato (TAO)
- Ambiente software "user friendly"
- Affidabilità alta, 300 GFlops installati



Nicola Cabibbo

Il progetto APE

8/2/2006 4 / 20

APEMille (1995-2000): 2TFlops  
INFN+Desy+Orsay  
APENEXT (2001-2006): 20TFlops  
INFN+

## I Progetti APE — Il team del primo APE

#### P. Bacilieri

[INFN-CNAF](#), Bologna, Italy

S. Cabasino, A. Frighi, F. Marzano, N. Matone, P. S. Paolucci, S. Petrarca, G. Salina  
[INFN, Sezione di Roma](#), Italy

N. Cabibbo, E. Marinari, G. Parisi

Dipartimento di Fisica, Il Univerita' di Roma "Tor Vergata"; [INFN, Sezione di Roma](#), Italy

F. Costantini, G. Fiorentini, S. Galeotti, D. Passuello, R. Tripiccone  
[Dipartimento di Fisica, Univerita' di Pisa](#); [INFN, Sezione di Pisa](#), Italy

A. Fucci, R. Petronzio, F. Rapuano

[CERN](#), Geneva, Switzerland

D. Pascoli, P. Rossi

Dipartimento di Fisica, [Univerita' di Padova](#); [INFN, Sezione di Padova](#), Italy

E. Remiddi

Dipartimento di Fisica, Univerita' di Bologna; [INFN-CNAF](#), Bologna, Italy; [INFN, Sezione di Bologna](#), Italy

R. Rusack

[Rockefeller University](#), New York, U.S.A.

B. Tirozzi

Dipartimento di Matematica - [Univerita' "La Sapienza"](#) Roma, Italy

1984-1989

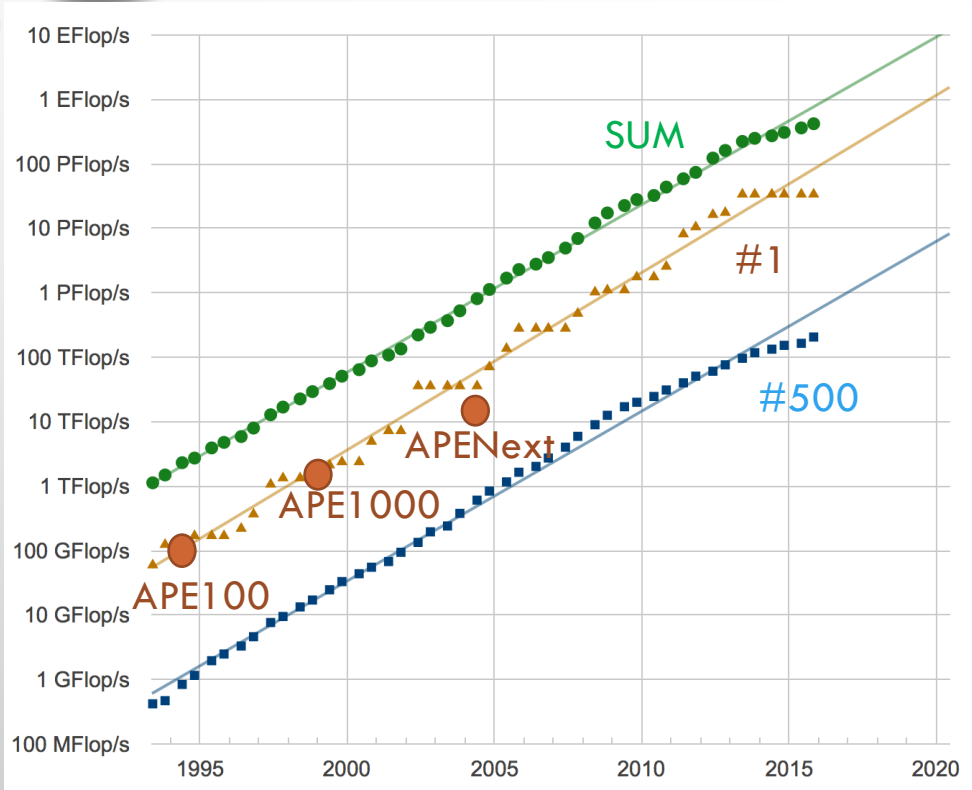


Nicola Cabibbo

Il progetto APE

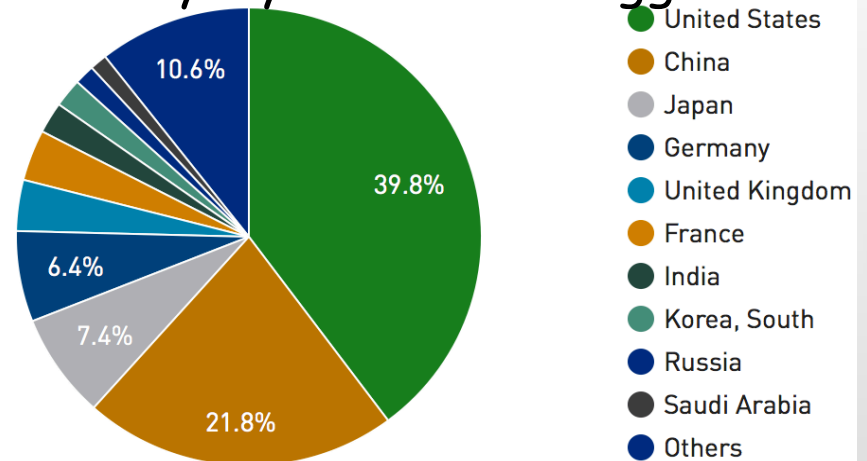
8/2/2006 5 / 20

# Calcolo parallelo in numeri

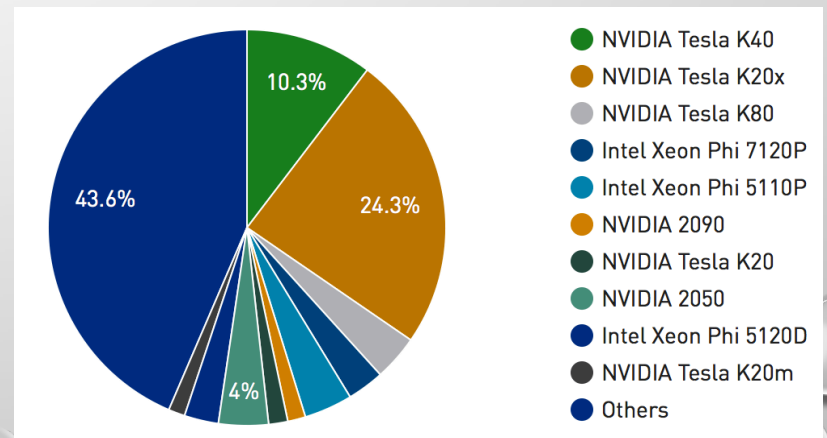


ENI 19 posto  
CINECA 37 "

## Country System Share oggi



## Processore performance share





# Calcolo parallelo ai giorni nostri

- In Europa centri di calcolo organizzati in una Research Infrastructure

System Name	Hosting Centre	Architecture	Final capability
CURIE	GENCI@CEA	Bull x86	2 Petaflop/s
FERMI	CINECA	IBM BlueGene/Q	2 Petaflop/s
SuperMUC	GCS@LRZ	IBM iDataPlex	3.2 Petaflop/s
JUQUEEN	GCS@FZJ	IBM BlueGene/Q	5.87 Petaflop/s
MareNostrum	BSC	IBM iDataPlex	1 Petaflop/s
Hornet	GCS@HLRS	Cray XC40	3.79 Petaflop/s

- Risorse a disposizione via calls con referaggio tecnico e scientifico, tempi lunghi tra sottomissione call e disponibilita' risorse

## ■ INFN

- non e' realistico gestisca una potenza di calcolo comparabile con quella messa a disposizione da PRACE
- ma accordi con CINECA e macchine piu' piccole private danno la continuita' di lavoro che permette migliori "performance" nell'ottenere quote di PRACE



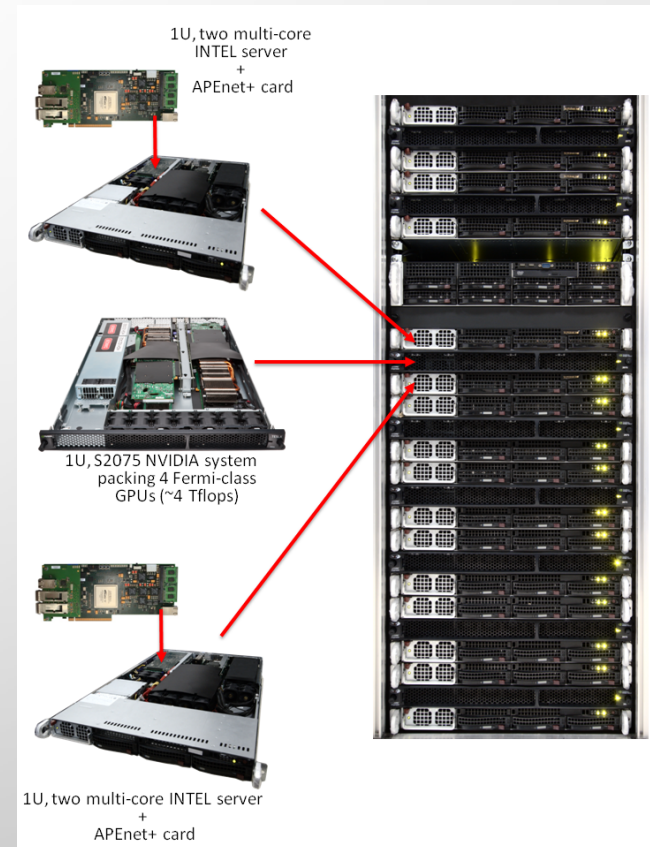
# Calcolo parallelo ai giorni nostri nell'INFN

Progetti INFN recenti focalizzati sull'interconnessione:

- APEnet+: nuova (2012) scheda di rete basata su tecnologia toroidale 3D per far parlare sistemi di calcolo parallelo (GPU) con esterno senza passare per CPU.
- QUonG (QUantum chromodynamics ON GPU)  
Cluster eterogeneo: computer standard + GPU + APEnet+  
Usata per
  - LQCD, Lattice QCD (Pisa)
  - PIC, Particle In Plasma (accelerazione laser-Plasma)

Progetto premiale SUMA:

- Utilizzo di nuovi processori/sistemi commerciali e INFN nella fisica teorica
- Installazione di un "grande prototipo"



# Verso gli esperimenti HEP

Trigger di basso livello basato su acceleratori necessita:

- Bassa latenza di comunicazione
- Tempo di comunicazione definito senza grosse fluttuazioni

Utilizzo di schede con sistemi commerciali paralleli in sostituzione di schede custom

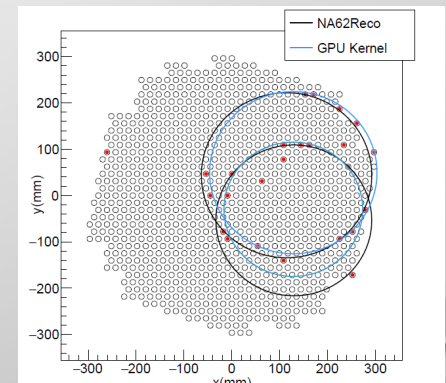
Un primo caso:

NA62 esperimento CERN per lo studio  $K^+ \rightarrow \pi^+ \nu \nu$

NaNet: scheda ottimizzata partendo da APENet+

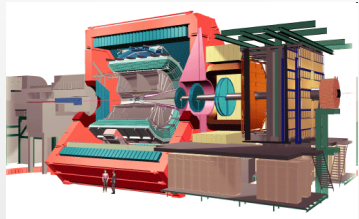
- Ricostruzione in tempo reale degli eventi nel rivelatore Cerenkov
- Rate eventi 10 MHz
- Trigger rate 1 MHz massima latenza 1 ms

Studi di applicabilita' anche in altri esperimenti  
es. LHCb

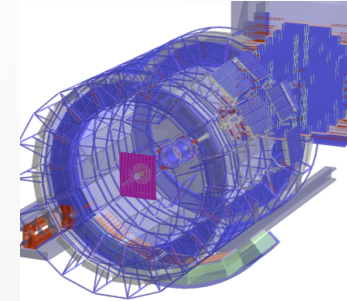




# Calcolo Scientifico per Esperimenti



"reality"



"virtual reality"

produzione  
eventi

Machine → Events

Event Generator

observe and store events

Detector, Data Acquisition

Detector Simulation

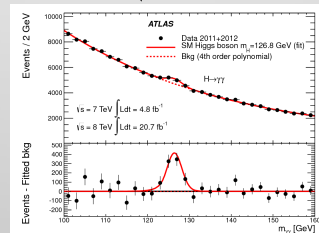
Event Reconstruction

Fast Simulation

compare real and  
simulated data

Physics Analysis

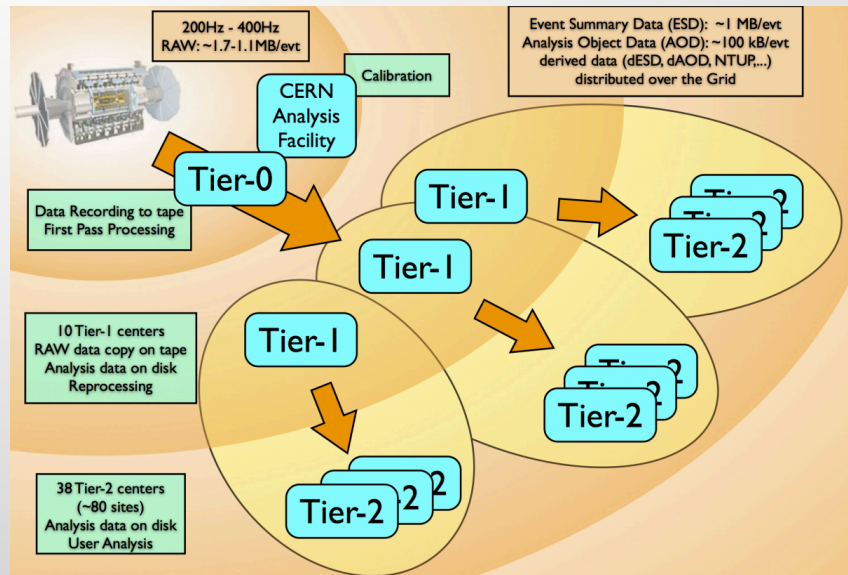
conclusions,  
articles,  
talks, ...



# Modelli di Calcolo

- Software:
  - Data Acquisition (Trigger e storage dei dati)
  - Ricostruzione dati
  - Analisi dati
  - Simulazione
- Software per infrastruttura (middleware)
- Infrastruttura

Questi modelli hanno funzionato bene fino ad oggi ma siamo forzati a cambiarli



# Software per Esperimenti

- Trigger basato su livelli progressivi
  - basso livello riduce il rate da quello di collisione a qualche kHz, usa schede custom
  - alto livello ricostruzione a livello di analisi di dati, su farm di computer

Ricostruzione, analisi e simulazione dati

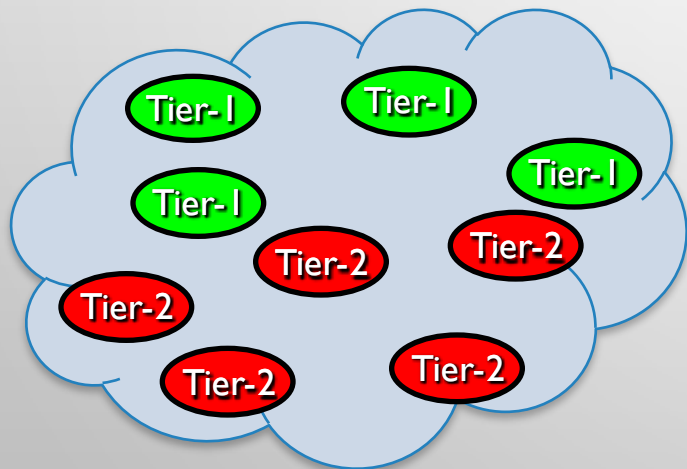
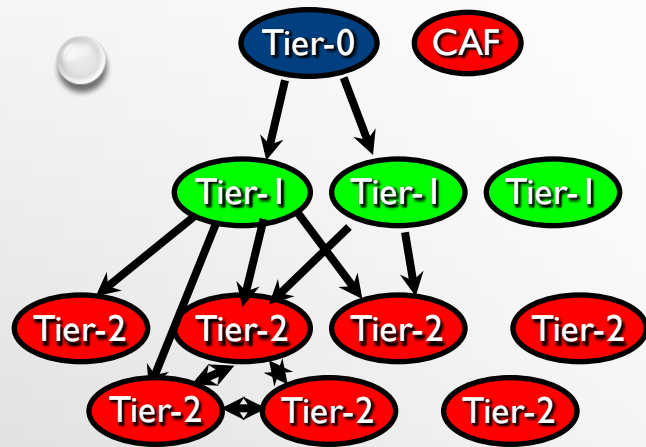
5 milioni di linee di codice per esperimento evoluto da Fortran e basato su C++ scritto da:

- O(1%) programmatori esperti
- O(10%) fisici esperti di calcolo
- O(90%) utenti

Non sara' facile cambiare!



# Infrastruttura Attuale



## In Italia



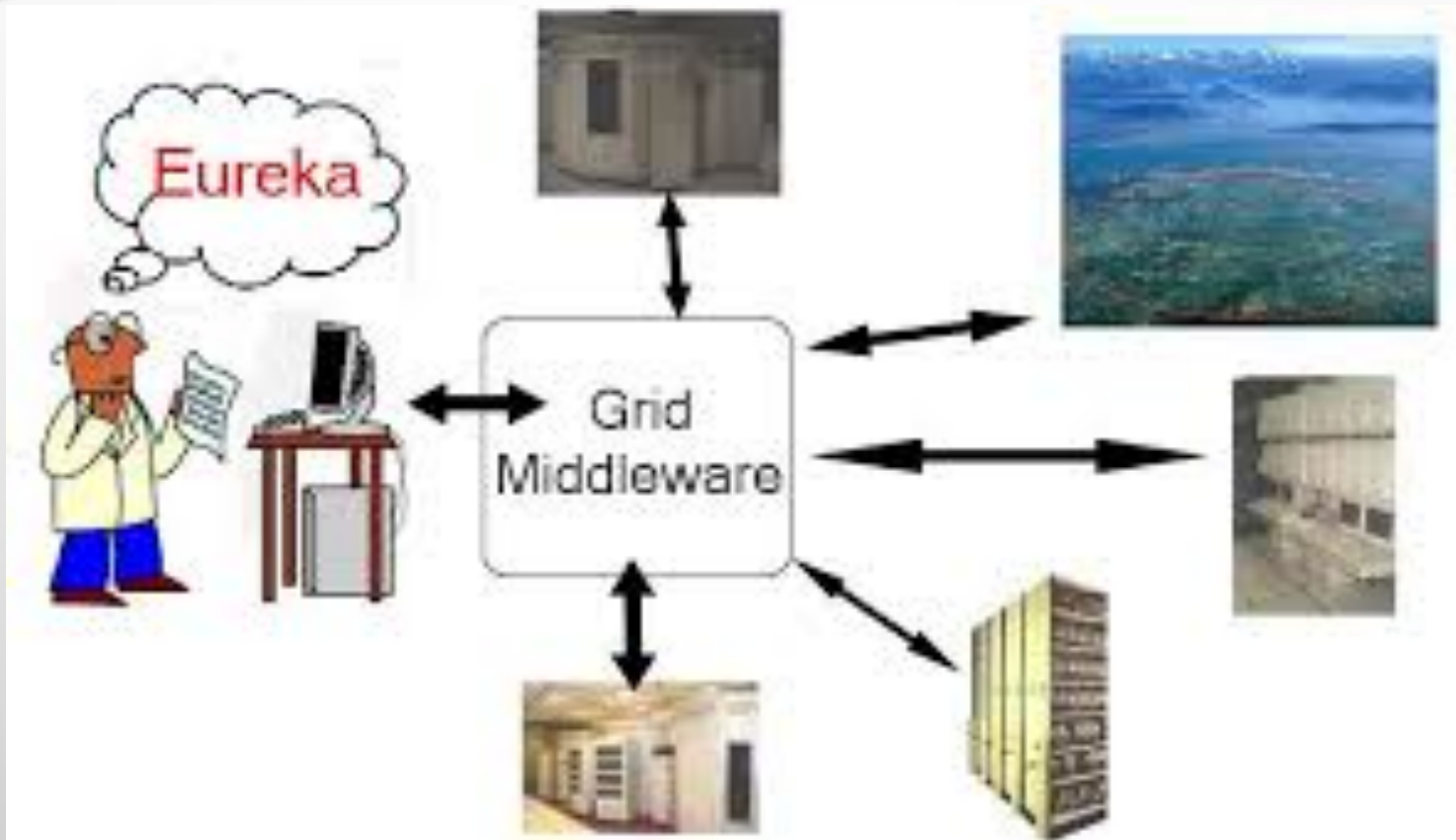
# Elementi dell'infrastruttura: i centri

- Tier-1: computer, disco e librerie per tape, di solito uno per paese
- Tier-2: computer, disco. Piu' di uno per paese.

## I numeri dei centri di calcolo nel 2016

	CPU(KHS06)	Disco(TB)	Tape(TB)
WLCG	2900	240,000	250,000
INFN	306	30,000	35,000
% INFN	11	12	14

# Elementi dell'infrastruttura: Middleware



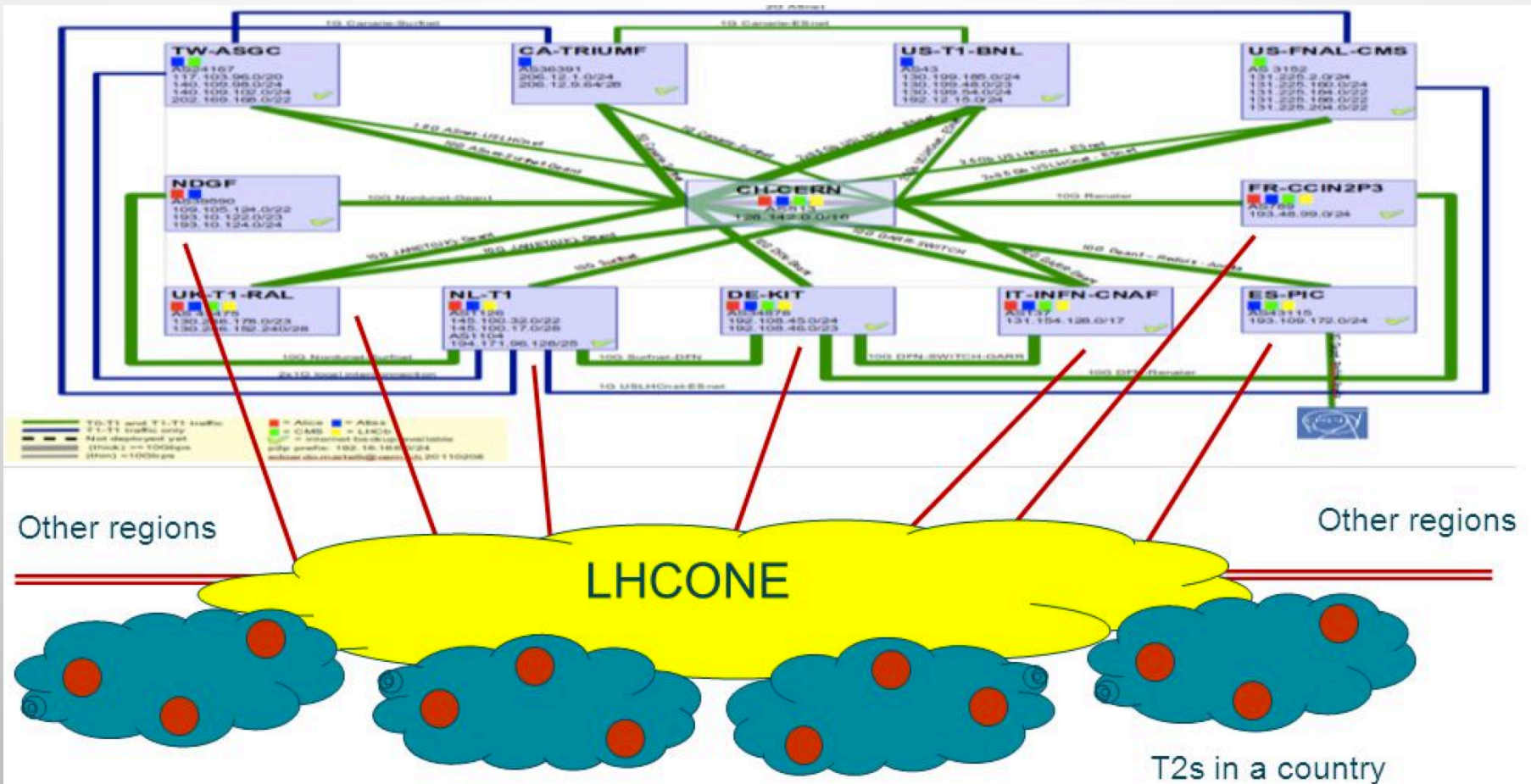
- Software e servizi per portare le applicazioni degli utenti su infrastruttura distribuita
- Sviluppata grazie a fondi Europei e nazionali
- **Fondamentale contributo INFN**



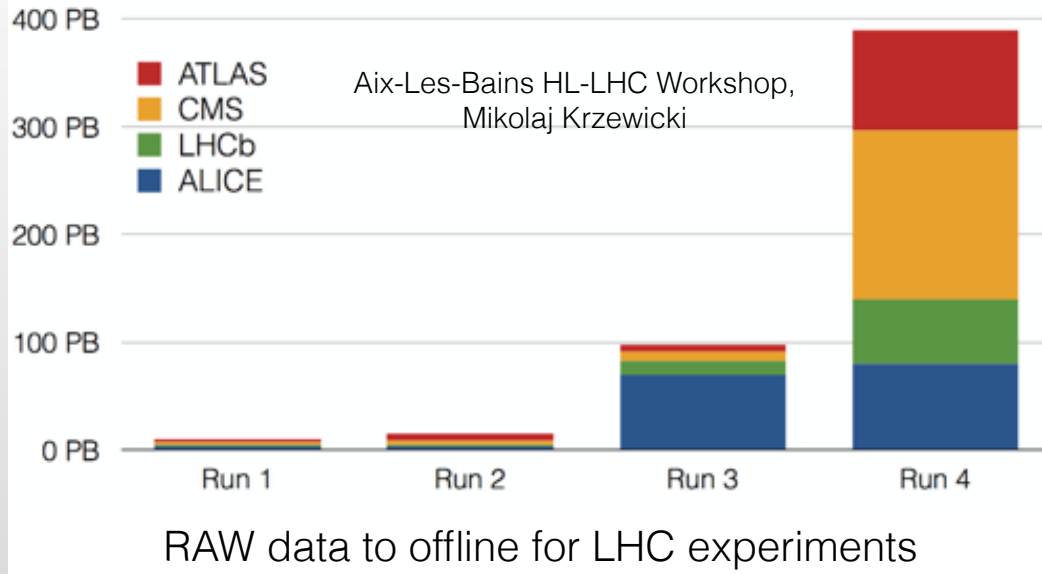
# Elementi dell'infrastruttura: la rete

LHCOPN: LHC Optical Private Network, per traffico tra T0 e T1 e tra Tier1 tra loro

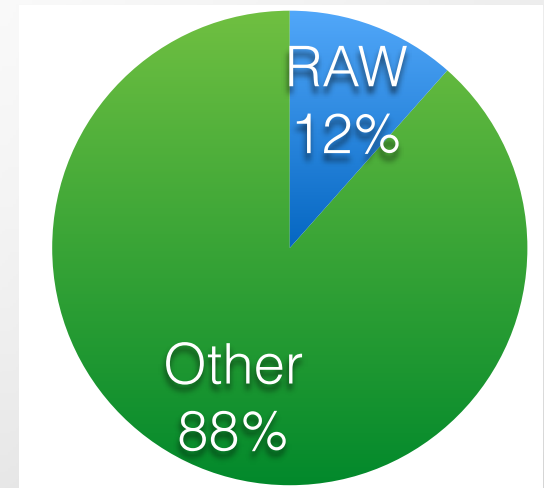
LHCONE: LHC Open Network Environment = Network privato per traffico tra T2



# Perche' evolvere



Frazione di RAW data  
ATLAS includendo  
copie



Bisogno di CPU:  
 $\text{Run4/Run 1} > 100$

- Evoluzione della tecnologia che permetteva di comprare ogni anno il doppio delle risorse allo stesso prezzo e' arrivata al limite e non aiuta. Da' una mano se si passa a sistemi paralleli.
- Non esiste una soluzione. Dobbiamo agire su vari fronti

# Cosa Cambiare

- ❑ Cambiare la logica della raccolta dati
- ❑ Utilizzare tutti i tipi di hardware disponibile
- ❑ Sfruttare economia di scala cambiando la struttura dell'infrastruttura

# Cambiare la logica della raccolta dati

- Mole di dati raccolti troppo elevata per pensare di riprocessarli già dopo il Run3. Serve scrivere RAW data?
- ALICE ha una farm di GPGPU per l'ultimo livello di trigger per ricostruzione veloce delle tracce. Parte degli eventi non interessanti non è salvata
- LHCb studia una raccolta dati *trigger-less*, ricostruzione fatta in tempo reale su una farm di CPU (o mista con sistemi paralleli) permette una selezione degli eventi più raffinata e quindi efficiente

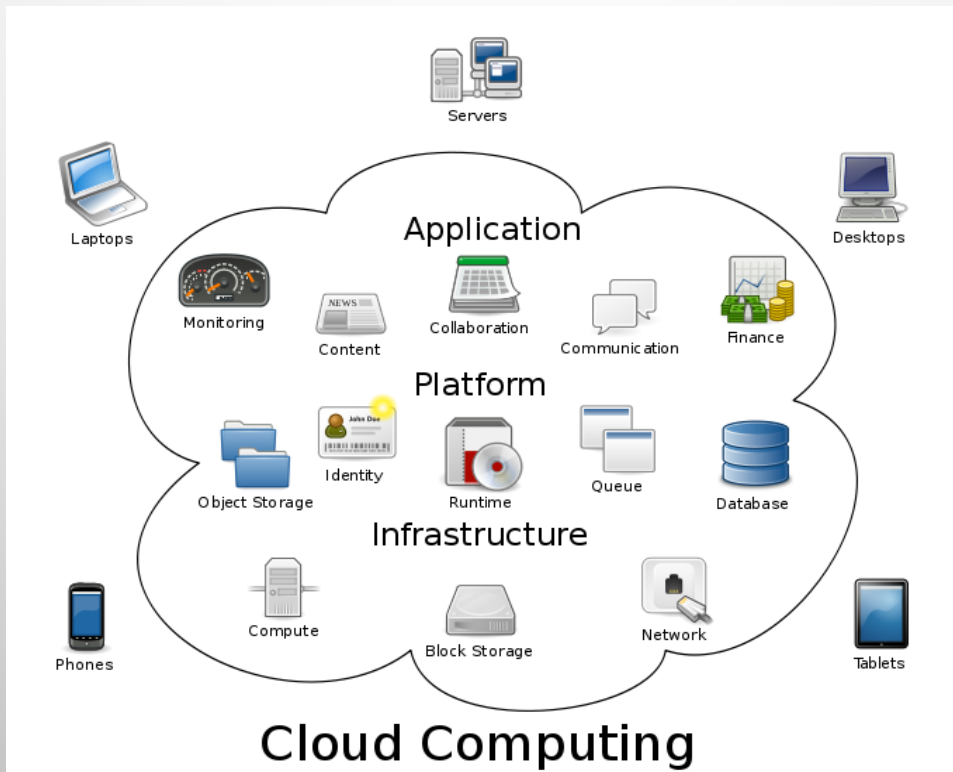
# Utilizzare ogni tipo di risorsa

- Mercato guidato da prodotti commerciali: videogiochi, tablet e smartphone. Usano sistemi paralleli
- Molte farms per calcolo parallelo sono spesso non completamente usate
- Per usare queste risorse e' necessario:
  - Cambiare codice che gestisce infrastruttura, middleware, la GRID
- Per usare queste risorse **in modo efficiente** e' necessario:
  - Riscrivere gran parte del codice dei programmi piu' usati, es. Geant, root



# Cambiare Middleware

- Passare da GRID a Cloud per utilizzare ogni tipo di risorsa pubblica o privata con ogni tipo di processore.
- GRID: applicazioni distribuite Cloud: applicazioni e infrastruttura distribuite



# INDIGO DataCloud



INDIGO - DataCloud

**INDIGO-DataCloud (INtegrating Distributed data Infrastructures for Global ExpLOitation)**

<https://www.indigo-datacloud.eu/index.html>

- Progetto H2020 approvato a gennaio 2015
- Consorzio di 26 partners coordinato da INFN, PI Davide Salomoni CNAF
- Scopo e' di sviluppare una piattaforma per dati e calcolo per le comunita' scientifiche utilizzabile su diversi tipi di hardware e su infrastrutture sia pubbliche che private
- Perche' non software Cloud privato? Questi non hanno tutti i servizi necessari per soddisfare le necessita' del calcolo scientifico, in particolar modo movimento e analisi di grosse mole di dati

# Cambiare Infrastruttura Italiana

- Sfruttare sinergie con altre scienze e rendere centri multidisciplinari (manon siamo noi a gestire le altre discipline)
- Unica infrastruttura di calcolo italiano, *Italian Data Infrastructure* INFN (PI), CINECA, CNR e GARR



# Con che soldi?

## European Open Science Cloud

### **Carlos Moedas – Commissioner for Research, Science and Innovation**

Submitted by alim on 18 Sep 2015



European Commission - Speech - [Check Against Delivery]

### **Open Innovation, Open Science, Open to the World**

First, we are preparing a call for European Science Cloud Project in order to identify the possibility of creating a cloud for our scientists. We need more open access to research results and the underlying data. Open access publication is already a requirement under Horizon 2020, but we now need to look seriously at open data.

# Con che soldi?

Presentato al European Data Forum  
ha il supporto H. Oettinger  
Commissario europeo digital economy e society

**IMPORTANT PROJECT  
OF COMMON  
EUROPEAN INTEREST  
(IPCEI)**

**ON  
HIGH PERFORMANCE COMPUTING  
AND  
BIG DATA ENABLED APPLICATIONS  
(IPCEI-HPC-BDA)**

**European Strategic Positioning Paper**



Luxembourg, France, Italy (& Spain)  
November 2015

## Le Quotidien Un supercalculateur pour le Luxembourg

Ce projet unira le pays, l'Italie et la France.

Organisée par le Luxembourg Institute of Science and Technology (LIST), l'université du Luxembourg (SnT) et la Commission européenne, la conférence European Data Forum s'est tenue hier et lundi au Kirchberg. Il s'agit d'une rencontre annuelle entre l'industrie, la recherche, les autorités publiques et les initiatives communautaires. Elle permet à ses participants de discuter et d'échanger sur les défis liés aux mégadonnées («big data») et à l'économie des données en émergence en Europe. Plus de 850 personnes s'y sont inscrits.

Celui-ci parlait, entre autres, d'un projet d'intérêt commun européen (IPCEI en anglais ou PCEI en français) lancé par le Luxembourg. Le PCEI est aussi un label permettant de financer de grands projets demandant des investissements conséquents et qui ne peuvent pas être financés par des programmes européens comme «Horizon 2020».

Marc Hansen a annoncé qu'un projet d'intérêt commun européen a été lancé entre le Luxembourg, l'Italie et la France sur les supercalculateurs (HPC) et les mégadonnées («big data»).

## Italia partecipa con Italian Data Infrastructure

The Italian Ministry of Economic Development, the Ministry of Education, University and Research, the Ministry of Public Function, the regional Ministry of Emilia-Romagna, the regional Ministry of Piemonte, the regional Ministry of Trentino, the regional Ministry of Lazio and the regional Ministry of Marche



# Conclusioni

- INFN e' stato determinante in passato grazie agli investimenti in denaro e personale nello sviluppo e progresso del calcolo scientifico :
  - APE nelle sue versioni
  - Calcolo distribuito GRID
- Calcolo scientifico teorico soffre per mancanza di una strategia e supporto continuo causato anche dalla rapida evoluzione del mercato
- INFN e' ancora leader del calcolo distribuito
- Futuro non e' chiaro, cambia molto rapidamente per ragioni economico-politiche, vedi Agenda Digitale.
- INFN sta portando avanti progetti che potrebbero indirizzare calcolo in Europa