



Istituto Nazionale di Fisica Nucleare

PIANO TRIENNALE
2018 / 2020

Futuro del Calcolo

Giornate di Studio sul Piano Triennale

13-14 October 2017

Centro Congressi Cagliari

Donatella Lucchesi

INFN and Università di Padova

Il lavoro che presentero' si basa sulle attivita' svolte e le discussioni avvenute negli ultimi due anni nel C3S, Comitato Coordinamento Calcolo Scientifico, esteso a chiunque voglia collaborare.

Un grazie particolare a coloro che mi hanno aiutato e consigliato nella preparazione della presentazione i cui nomi vedrete nelle singole diapositive.

Grazie !!

*Cominciamo con lo stato attuale sia per
High Throughput Computing che High
Performance Computing*

Calcolo per Fisica Sperimentale

Tier1:

- 200 kHS06 CPU power, in media equivalenti a 20000 cores
- 19 PB spazio disco
- 57 PB tape library

10 Tier2:

- 240 kHS06 CPU power in media equivalenti a 24000 cores
- 18 PB spazio disco

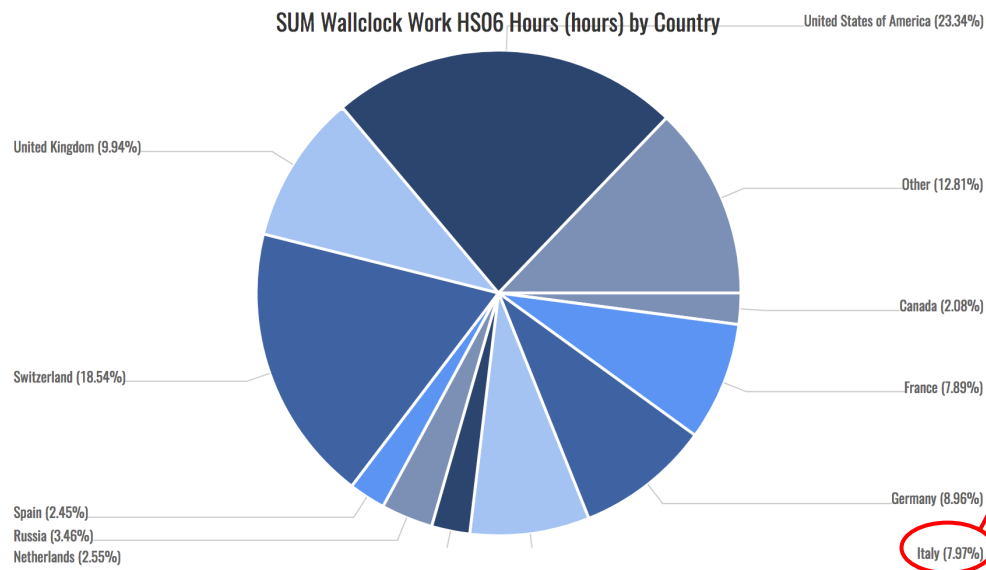
Rete data dal GARR, si spera di arrivare presto a 100 Gbps tra tutti i Tier



La maggior parte dei centri sono multi-disciplinari servono: esperimenti agli acceleratori, astroparticellari, neutrini, ricerca tecnologica

Utilizzo dell'infrastruttura

SUM Wallclock Work HS06 Hours (hours) by Country

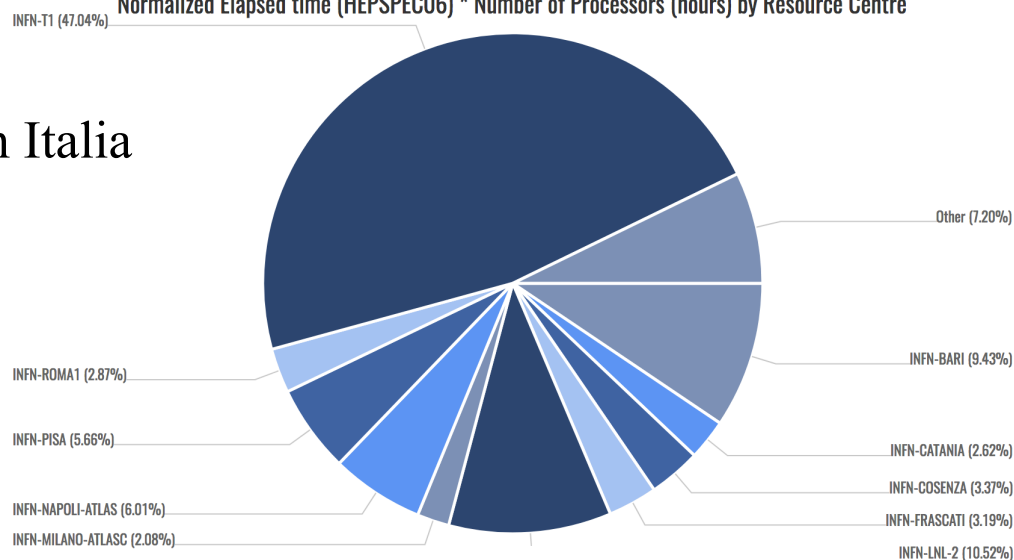


Italia 8% del totale mondo

Normalized Elapsed time (HEPSPEC06) * Number of Processors (hours) by Resource Centre

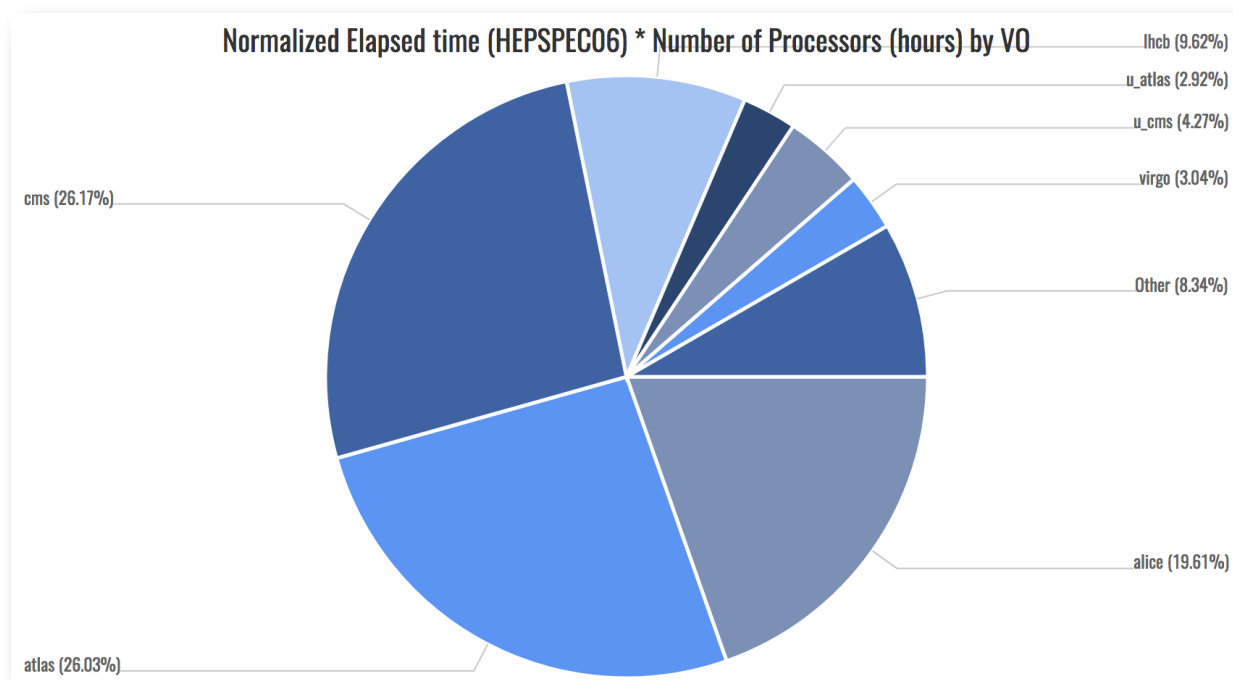
Tier1 47%

In Italia



EGI portal

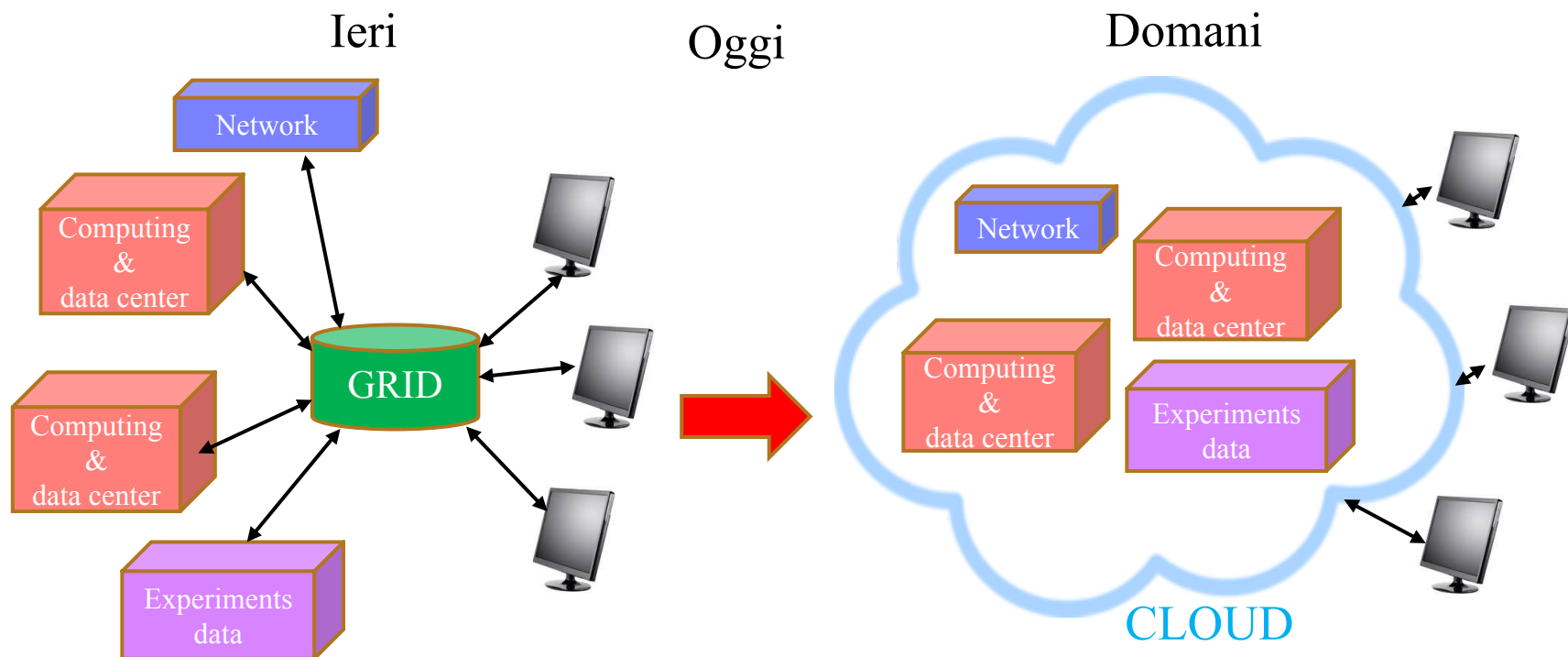
Utenti dell'infrastruttura italiana



EGI portal

Esperimenti LHC contribuiscono per 89% all'uso delle nostre risorse

Software per accedere e mantenere infrastruttura



Ruolo guida del INFN nella transizione da GRID a CLOUD

INDIGO-DataCloud: INtegrating Distributed data Infrastructures for Global Exploitation

Progetto H2020 finanziato nel 2015 (11,3 ME) 26 partners PI D. Salomoni



INDIGO - DataCloud
Better Software for Better Science

D. Salomoni

Scaricabile da [INDIGO Repository](#)



ELECTRICINDIGO supporta:

- Sistemi operativi: CentOS 7, Ubuntu 16.04
- Ambienti cloud: OpenStack Newton, OpenNebula 5.x (con collegamenti ad Amazon, Azure, Google)

ELECTRICINDIGO offre:

- Interfacce a Cloud providers
- Sistemi di autenticazione e autorizzazione
- Data Management e Analytics
- Portali programmabili e soluzioni per telefonia mobile
- Servizi per data centers e providers

L'Europa e la cloud, cioè EOSC

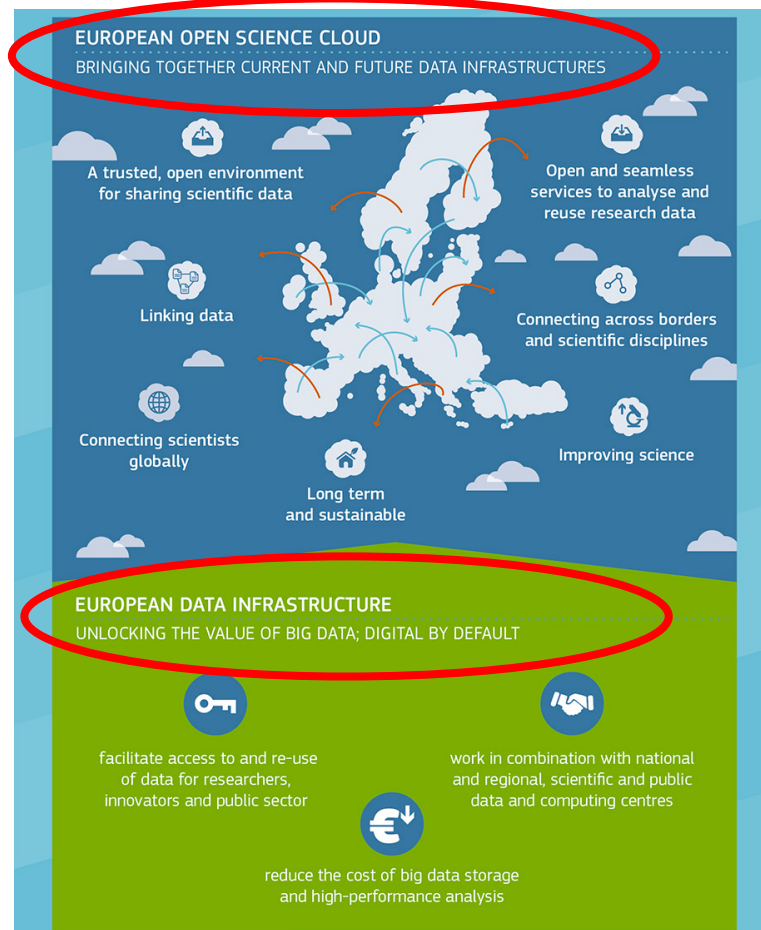
European Open Science Cloud, EOSC, nasce nel 2015 per volontà della Commissione Europea per costituire una infrastruttura per sostenere e sviluppare Open Science e favorire l'innovazione in Europa.

Nel 2016 viene pubblicato Blueprint
European Cloud Initiative

EOSC



EDI



EOSC, EDI, l'Europa e l'Italia

In Europa

- ❑ Calls per lo sviluppo di EOSC: servizi, governance, policies...
- ❑ Calls per lo sviluppo di EDI: servizi, governance, policies...

Al momento EOSC e EDI si parlano poco.

- ❑ Anche se in modo piuttosto confuso tutti abbiamo la percezione che nei prossimi anni ci sarà una razionalizzazione delle infrastrutture di calcolo a livello Europeo.
- ❑ Quindi anche in Italia si porta avanti tentativo di costituire la [Italian Computing and Data Infrastructure ICDI](#).
- ❑ Al momento discussioni tra vari enti di ricerca

Come si prosegue verso la cloud



Vorrebbe definire la governance di EOSC
Realizzare dei dimostratori di EOSC
PI: UK INFN: D. Salomoni



Contribuisce alla EOSC rendendo
possibile l'accesso a dati e servizi
PI: EGI INFN: L. Gaido

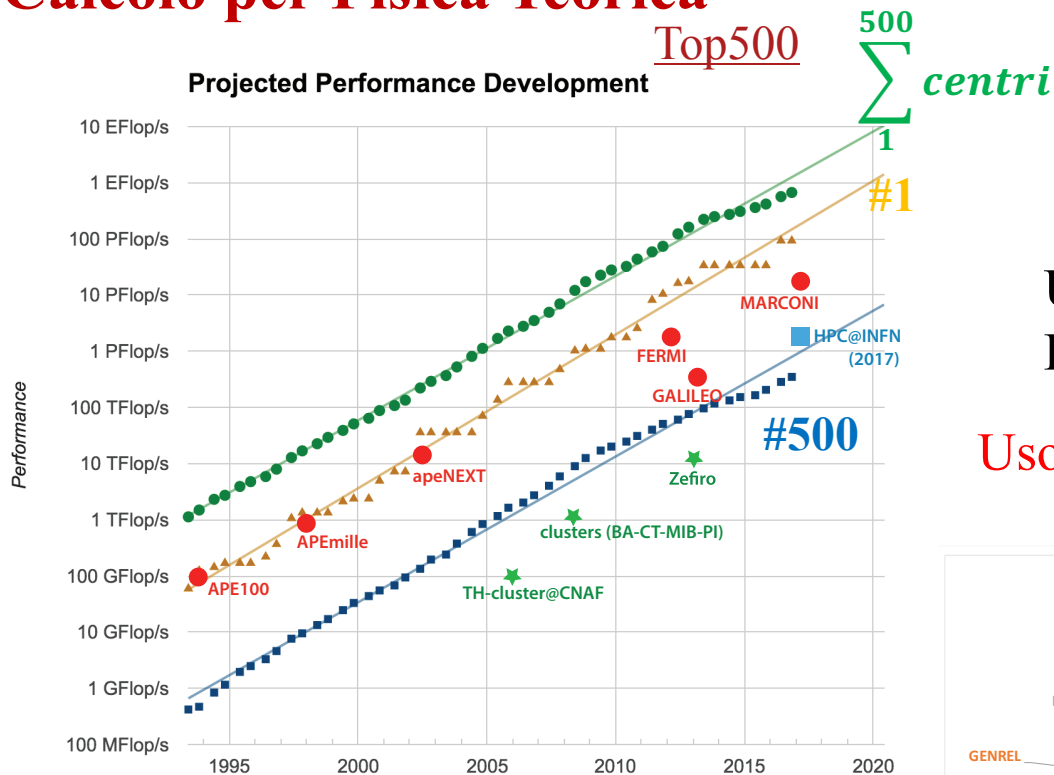
XDC
eXtreme DataCloud

Sviluppa tecnologie per federare risorse di storage e
per data management in sistemi distribuiti
PI: INFN D. Cesini

DEEP HybridDataCloud
Designing and Enabling
E-Infrastructures for intensive
Processing in a Hybrid
DataCloud

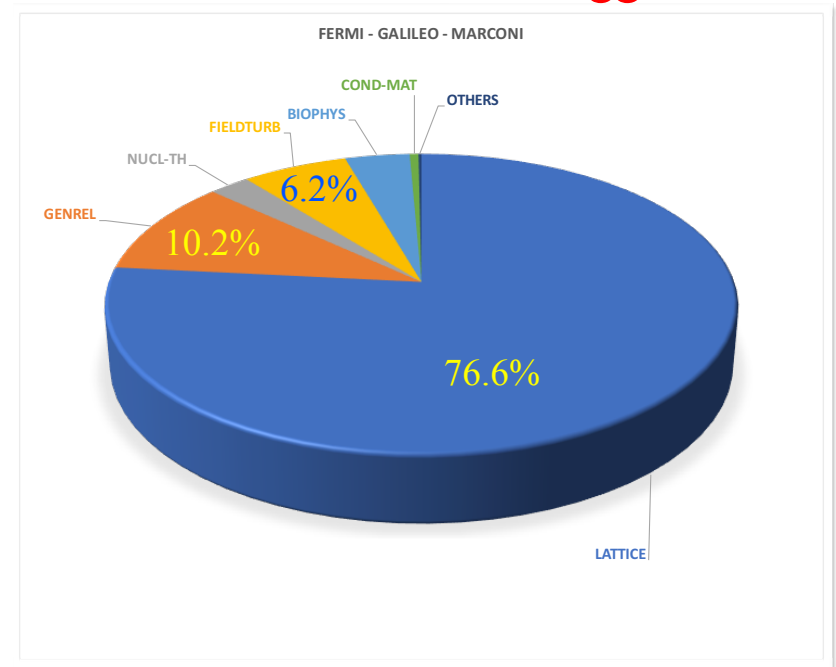
Promuove uso di intensive computing (es.
GPU) per diverse discipline sviluppando
servizi e fornendo supporto
PI: CSIC (Spain) INFN: G. Donvito

Calcolo per Fisica Teorica



Usate anche altre risorse via
PRACE e ISCRA

Uso risorse HPC INFN al CINECA
Settembre 2012-oggi



Convenzione INFN - CINECA per 3 anni:
6% MARCONI +
15 Mcorehours GALILEO (~1.4 Pflops)

L. Cosmai

Documento per la valutazione delle necessita' HPC 2018-2020

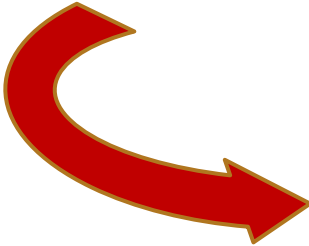
Computational theoretical physics at INFN: status and perspectives (2018-2020)

R. Alfieri, B. Alles, S. Arezzini, S. Bernuzzi, L. Biferale, G. Boffetta*, C. Bonati, G. Brancato, C.M. Carloni Calame, M. Caselle, P. Cea, A. Ciampa, M. Colpi, L. Cosmai*, L. Coraggio, G. de Divitiis, M. D'Elia*, R. De Pietri*, E. De Santis, C. Destri, G. Di Carlo, P. Dimopoulos, F. Di Renzo, A. Drago*, P. Faccioli, R. Frezzotti*, A. Gamba, A. Gargano, B. Giacomazzo, L. Giusti*, G. Gonnella, N. Itaco*, A. Kievsky, G. La Penna, A. Lanotte*, W. Leidemann, M. Liguori*, M.P. Lombardo*, A. Lovato, V. Lubicz, L.E. Marcucci, E. Marinari, G. Martinelli*, A. Mazzino, E. Meggiolaro, V. Minicozzi, S. Morante*, P. Natoli*, F. Negro, M. Nicodemi*, P. Olla, G. Orlandini, M. Panero*, P.S. Paolucci*, A. Papa*, G. Parisi*, F. Pederiva*, A. Pelissetto, M. Pepe, F. Piccinini*, F. Rapuano, G.C. Rossi, G. Salina, F. Sanfilippo, S.F. Schifano*, R. Schneider, S. Simula*, A. Sindona*, F. Stellato, N. Tantalo, C. Tarantino, G. Tiana, R. Tripiccone*, P. Vicini*, M. Viel, M. Viviani*, T. Vladikas, M. Zamparo

* *Conveners*

(Dated: April 26, 2017)

We present the status of computational theoretical physics at INFN, the results obtained by its research groups active in this field and their research programs for the next three years. Computational theoretical physics, besides its own importance, is a powerful tool in understanding present and future experiments. A continued support of INFN to computational theoretical physics is crucial to remain competitive in this sector. We assess the high performance computing resources needed to undertake the research programs outlined for the next three years.



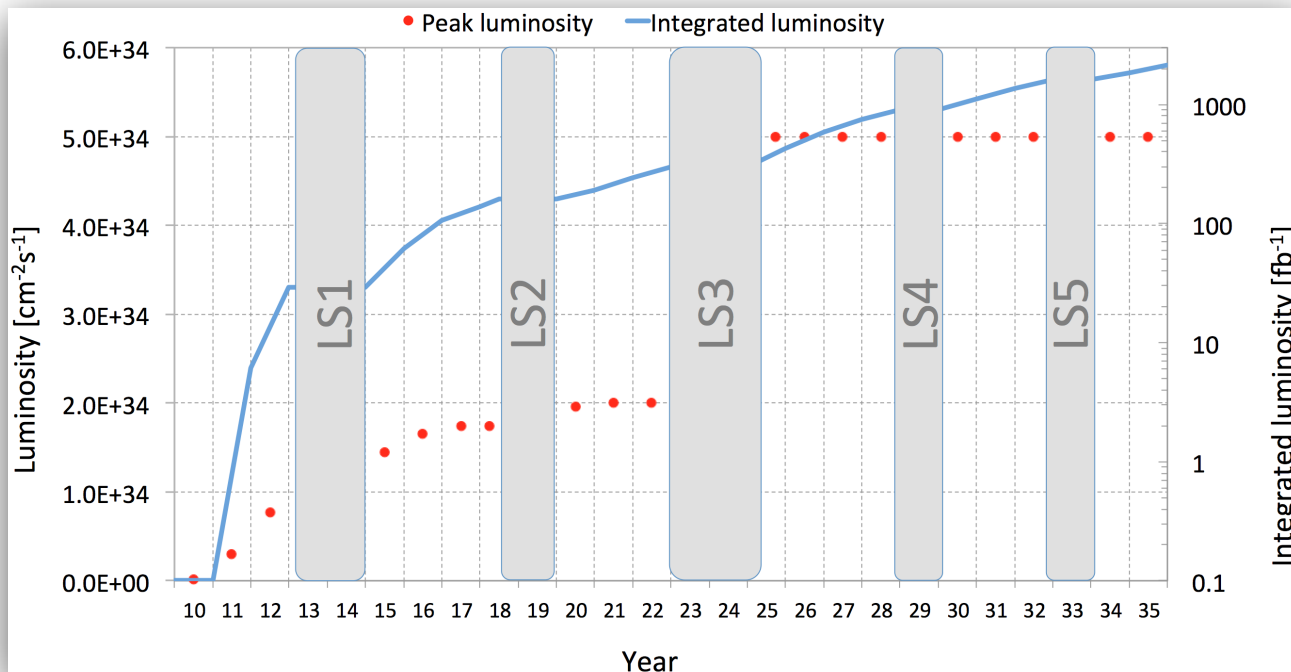
Risorse richieste

	2018	2019	2020
LGT: hadron physics	54	108	180
LGT: QGP and BSM	207	432	648
LGT: flavor physics	117	234	387
Colliders Phenomenology	1	2	3
General Relativity	142	182	227
Cosmology and Astroparticle Physics	3	4	6
Nuclear Theory	18	27	36
Fluid Dynamics	50	80	110
Quantitative Biology	9	18	27
Disordered systems	4	6	8
Condensed matter	2	4	6
Grand Total (Mcore-h)	607	1097	1638
Grand Total (Eq. Pflops)	4.6	8.4	12.5

L. Cosmai

*Proviamo a guardare un po' oltre.
Cosa ci aspettiamo da qui a 5 - 10 anni?*

LHC High Luminosity



Assumendo :

- Trigger rate 5-10 kHz, fattore 10 rispetto ad oggi
- Pileup atteso $\sim 140\text{-}200 \Rightarrow$ aumenta di circa fattore 10 complessita' degli eventi

Risorse necessarie: $10(\text{trigger}) \times 10(\text{complessita'}) = 100\text{x}$ risorse di oggi

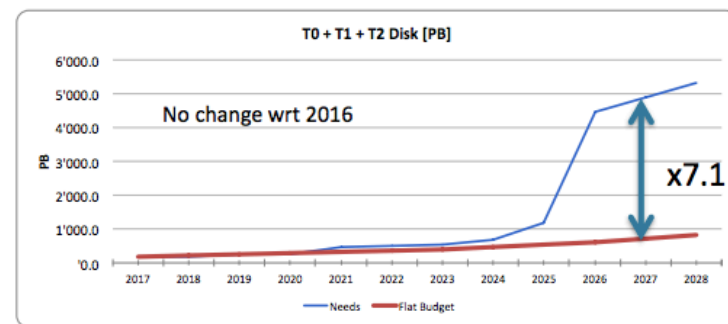
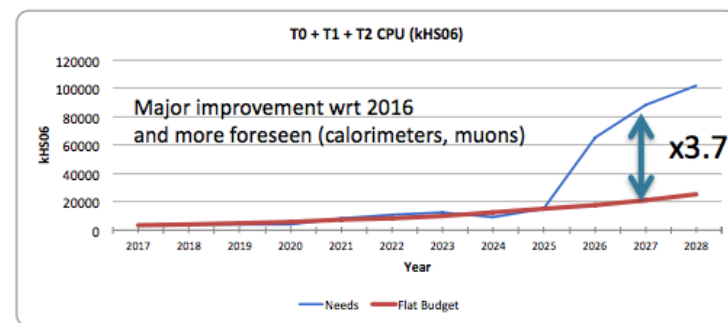
Risorse necessarie per LHC High Lumi

- Miglioramento tecnologico: limite ottimistico +20%/y → 6x in 10 anni
- Miglioramenti fino a 10x in CPU con architetture parallele e/o acceleratori (GPU/FPGA) → riscrittura sostanziale del codice e mancanza di competenze adeguate
- Attualmente, rispetto a ciò che si ottiene col miglioramento tecnologico manca:

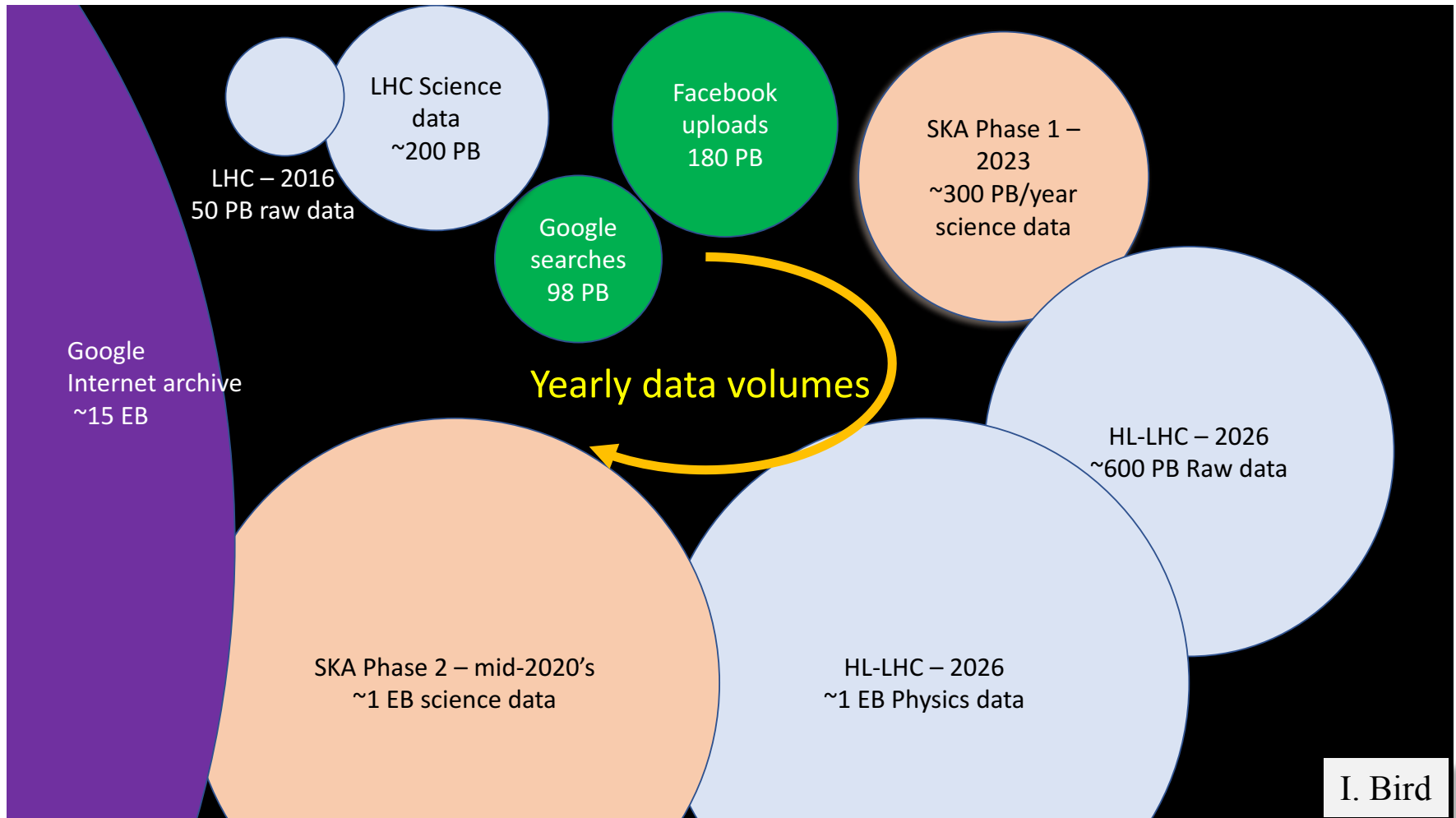
CPU: 6x (CMS) e 4x (ATLAS)

Spazio disco: 4x (CMS) e 7x(ATLAS)

T. Boccali S. Campana



Non solo acceleratori... anche fisica astro-particellare



Gli esperimenti di astroparticelle avranno una mole di dati da gestire senza precedenti.

Infrastruttura Unica HEP-Astroparticelle

SKA Signs Big Data Cooperation Agreement With CERN



Quartier Generale in UK
Telescopi:
Australia and South Africa



CERN Headquarters, Geneva, Friday 14 July 2017 – SKA Organisation and CERN, the European Laboratory for Particle Physics, yesterday signed an agreement formalising their growing collaboration in the area of extreme-scale computing.

INFN ha firmato una convenzione quadro con INAF per usare e sviluppare assieme una unica infrastruttura. Si proce poi, esperimento per esperimento con accordi attuativi:

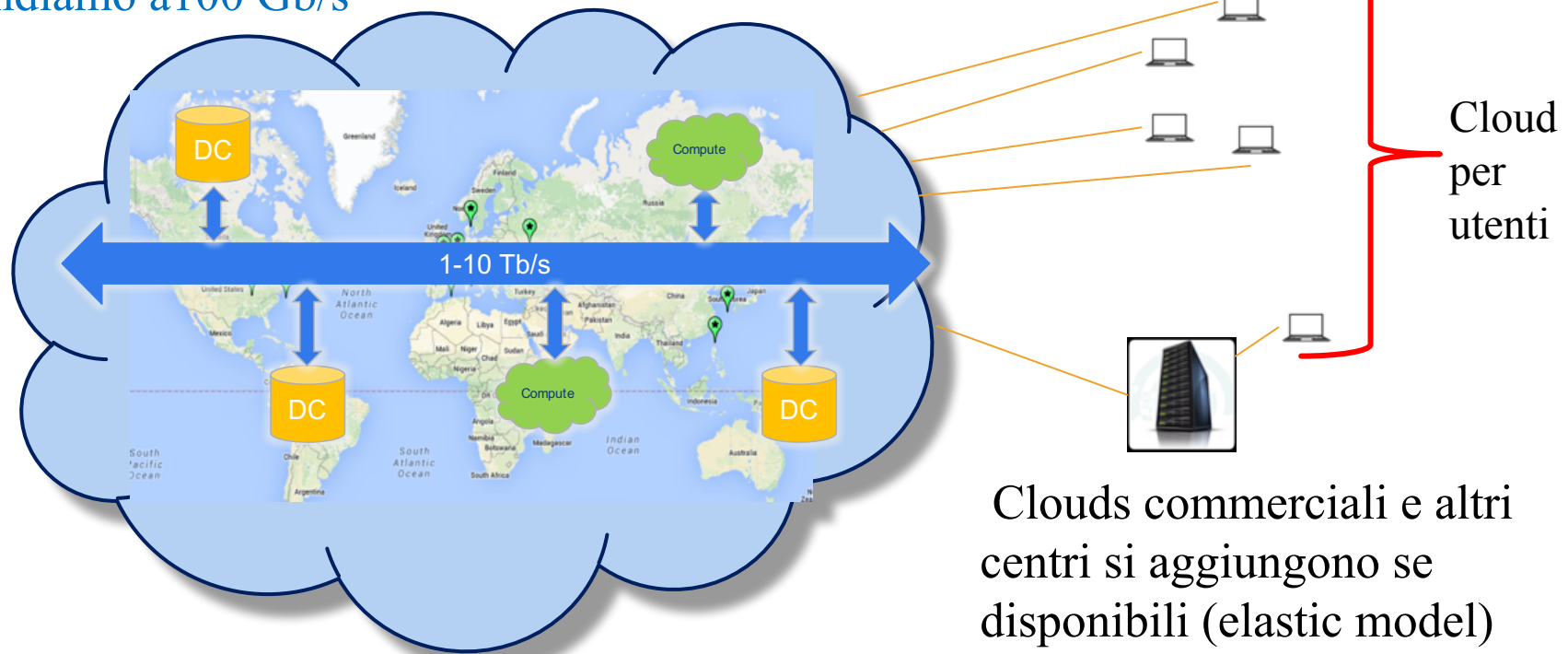
- CTA gia' firmato
- EUCLID in discussione

DELIBERAZIONE N. 14482

Nuovo modello di infrastruttura proposto WLCG

Rete veloce
collegamenti a ~Tb/s
In Italia per ora noi
andiamo a 100 Gb/s

Compute Centers, ospitano CPU
con spazio disco sufficiente ad
essere operativi



Data Centers (DC): ospitano la maggior parte dei tape e dello spazio disco con CPU necessaria, cuore della infrastruttura

*Cosa puo' succedere in Italia in particolare
nel INFN*

Evoluzione della infrastruttura INFN: Data Center?



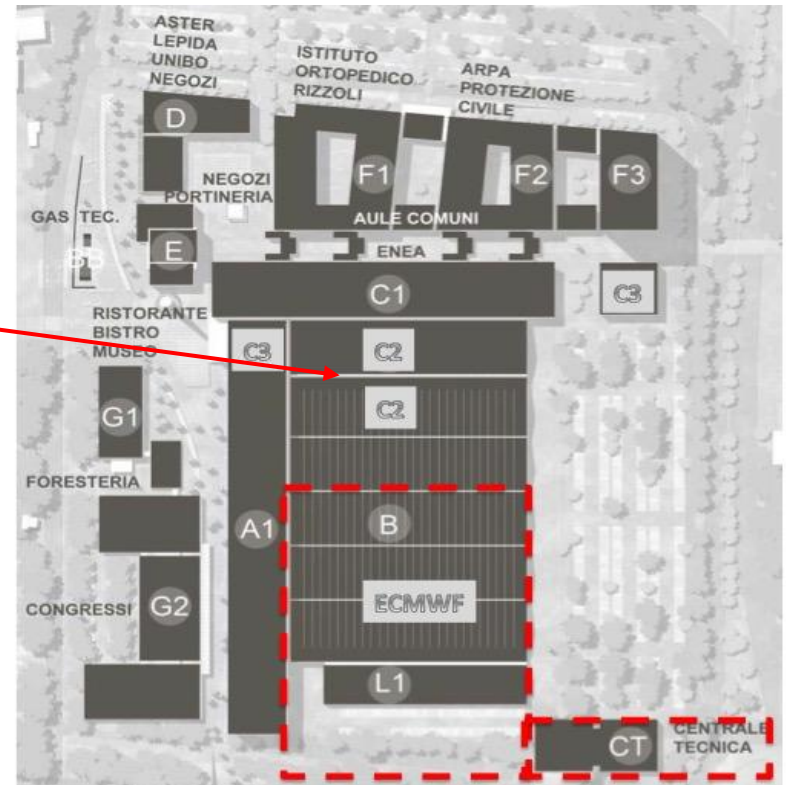
Nuovo centro di calcolo a Bologna!
Centro da 10-20 MW

Area del tecnopolo piu' grande delle
necessita' ECMWF possibile ospitare:

- CNAF e Tier-1 ampliato
- Cineca

Allocati 40 M€ dal governo italiano
per la ristrutturazione edifici

A. Zoccoli



Evoluzione della infrastruttura INFN: altri centri

Survey sull'Infrastruttura di calcolo scientifico INFN

* Required

T. Boccali
G. Carlino
L. Dell'Agnello

Analizzate 30 infrastrutture molte delle quali multifarms

Grazie Direttori

30 Infrastrutture	
Grandi (T1+T2+CS+TS)	Piccoli
10	20
95% risorse	5% risorse

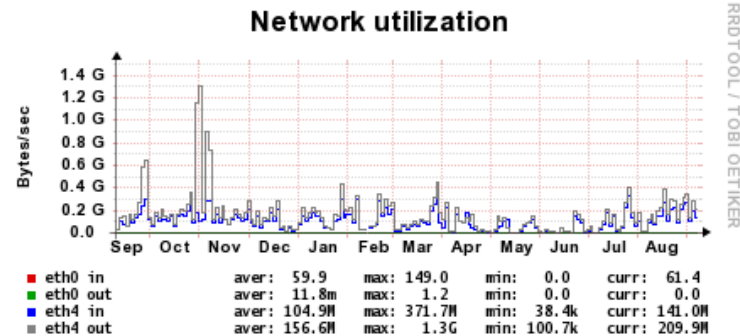
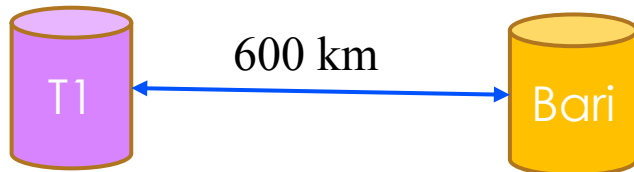
Analisi completa in corso ma:

- Frazione consistente di personale e' dedicato ai centri piccoli (ben piu' del 5%)
- Sinergia molto importante con le universita' che contribuiscono a ospitare, operare e mantenere i siti. In valutazione il costo che avrebbe INFN se supporto venisse a mancare

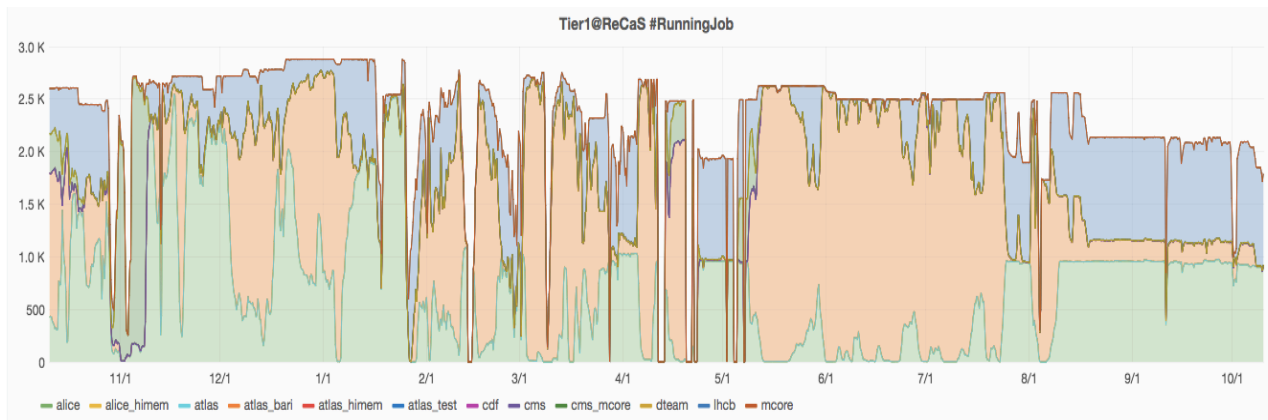
Uso di altri siti, di cloud commerciali

Idea: espandere l'infrastruttura in modo “elastico”

Uso delle risorse del Tier-2/ReCas di Bari come fossero “locali” al Tier-1



Funziona...

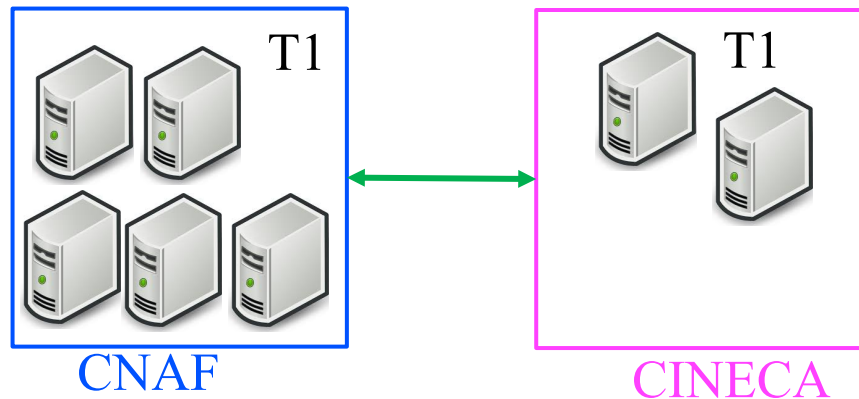


Testati su piccola scala: ARUBA e AZURE (microsoft)

Integrazione infrastruttura INFN con centri HPC

- ❑ In US “Big data meets HPC” HPC e’ *partial solution* per soddisfare le richieste di LHC
- ❑ INFN: stiamo pensando a dei progetti-pilota per usare CINECA (es. MARCONI) e scrivere e/o leggere da dischi del Tier-1

Attualmente: acquisto di circa $\frac{1}{2}$ delle risorse del Tier-1 dal CINECA, CPU non HPC, per il 2018

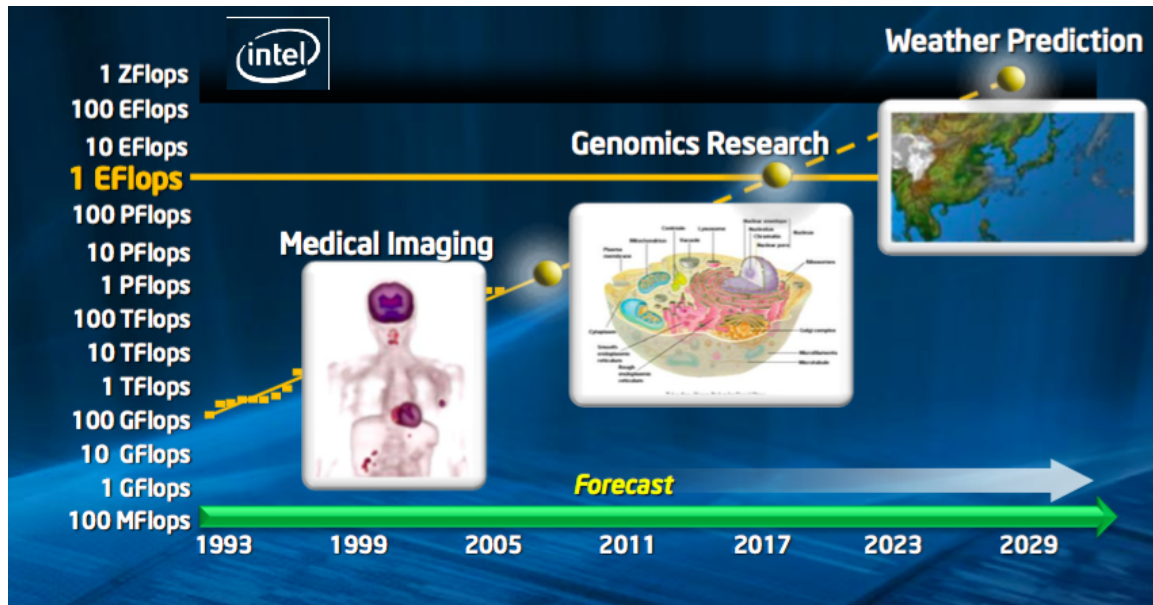


In corso il miglioramento della rete tra CINECA e CNAF

Evoluzione del HPC

- *Nel mondo*
- *In Europa*
- *In Italia*

ExaScale HPC e Big Data



Nella ricerca

- Simulazioni human brain (progetto a se stante)
- Biologia
- HEP e fisica astroparticellare

Inoltre

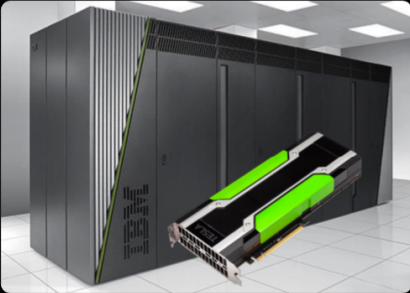
- Studio dei materiali
 - Industria 4.0
 - Smart xx
- } Ricadute industriali immediate

Molte nuove attività
su HPC richiedono di
gestire e analizzare
big data

Verso ExaScale HPC

US **CORAL**, Collaboration of Oak Ridge Argonne and Livermore

US to Build Two Flagship Supercomputers



OAK RIDGE
National Laboratory
SUMMIT

Lawrence Livermore
National Laboratory
SIERRA

150-300 PFLOPS Peak Performance
IBM POWER9 CPU + NVIDIA Volta GPU
NVLink High Speed Interconnect
40 TFLOPS per Node, >3,400 Nodes
2017

Major Step Forward on the Path to Exascale

Progetto da ~500 M\$
finanziato da DOE:

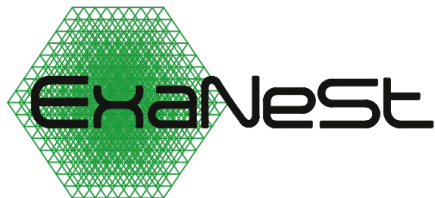
- 3 sistemi da 100-200 PFlops nel 2018-2019 (pre-ExaScale)
- sistema ExaScale 2023

In Europa **EuroHPC** a oggi 9 stati membri
hanno firmato la dichiarazione

A. Zoccoli

The goal is to jointly procure and deploy exascale supercomputers based on European technology in the global top 3 by 2022.

Verso ExaScale HPC nell'INFN



ExaNeSt

*European Exascale System Interconnection Network
& Storage*

Sviluppa soluzioni testandole con prototipi per
problemi cruciali verso ExaScale

PI: Foundation for Research & Technology, GR

INFN: P. Vicini



EuroEXA

Project ID: 754337

*Co-designed Innovation and System for Resilient Exascale
Computing in Europe: From Applications to Silicon*

Propone co-design di una architettura bilanciata per
applicazioni compute- and data- intensive

PI: Institute of communication and computer systems, GR

INFN: P. Vicini

Progetto CIPE

Acquisizione di sistemi many core "next gen" e loro
utilizzo per il computing HPC e HTC in ambito INFN

P. Vicini + altri

P. Vicini

Per concludere... \$\$\$€€!!!

Costo dell'infrastruttura per anno

Oggetto	Costo (M€)
CPU e dischi	4
HPC@CINECA	0.5
Corrente elettrica	2
Rete (@GARR)	5
Totale/anno	11.5

Personale

Ingegneri e tecnici	Tecnologi e fisici
50 FTE	30 FTE

Ma siamo bravi con i fondi esterni!!

Anno	Tipo	Progetto	Budget Totale (M€)	Budget INFN (M€)
2015	H2020	INDIGO-DataCloud	11.1	2.1
2015	FISR	High performance data network	12.5	12.5
2016	H2020	ExaNeSt	8	0.7
2017	H2020	EOSCpilot	10	0.3
2017	H2020	EOSC-HUB	30.0	1.8
2017	H2020	Extreme DataCloud	3.1	0.6
2017	H2020	Deep Hybrid DataCloud	3.0	0.4
2017	H2020	EuroEXA	20	0.7
Totale			97.7	19.1
2018	MIUR	PON	15	?

Conclusioni

Da scrivere.... Tutti insieme!