

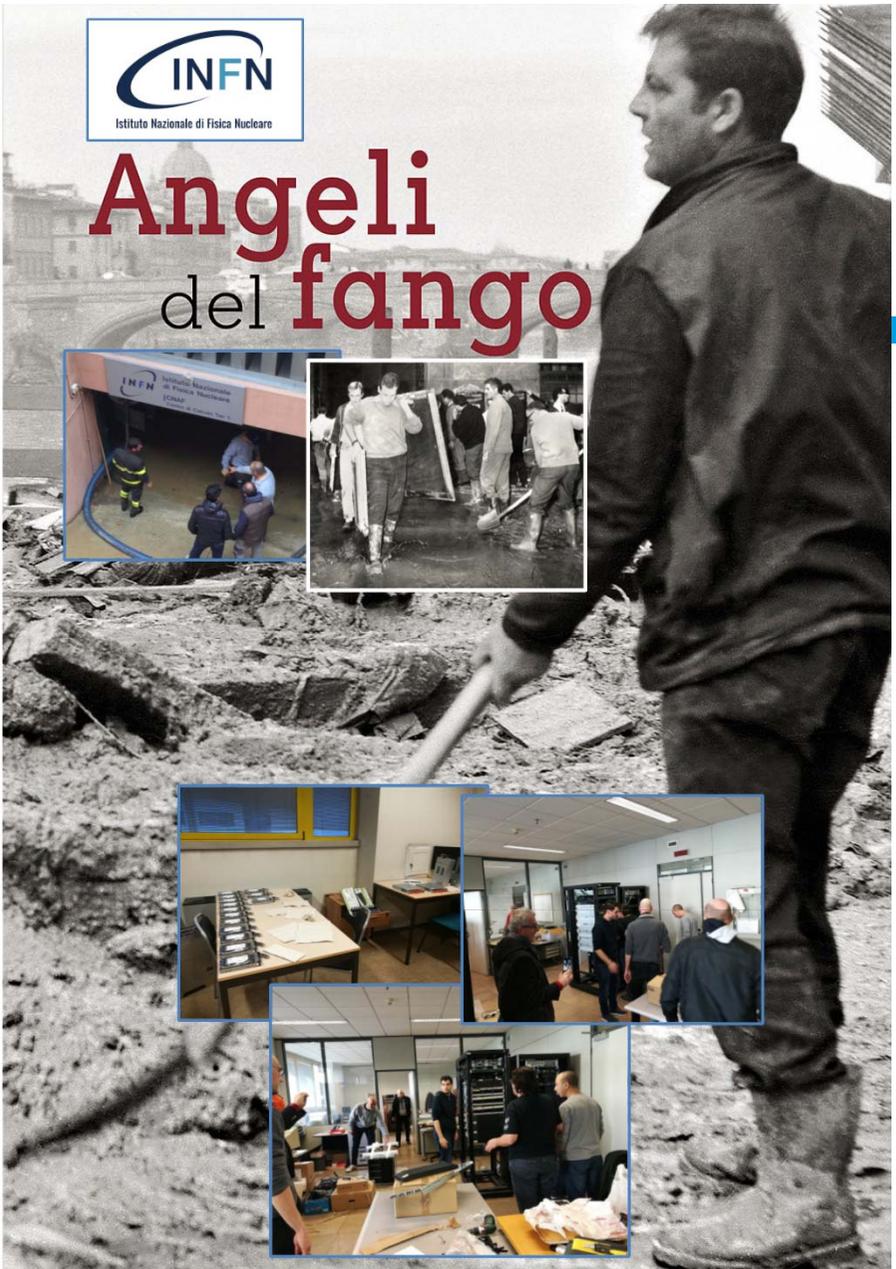
Stato e prospettive del calcolo dell'INFN

Claudio Grandi

Commissione Calcolo e Reti dell'INFN



Angeli del fango



Grazie!

Courtesy of Mauro Nanni

Calcolo scientifico nell'INFN



Gestione delle risorse funzionali al calcolo scientifico

- gestione dei centri di calcolo e dell'infrastruttura distribuita
- evoluzione dell'infrastruttura
- interazione con i partner nazionali e internazionali

Sviluppo di tecnologie funzionali alle diverse attività

- gestione dell'infrastruttura
- calcolo distribuito
- conservazione e accesso "open" ai dati
- acquisizione dei dati, calcolo real-time e low latency
- Elaborazione dei dati
- calcolo teorico ad alte prestazioni

I grandi centri di calcolo



L'uso più massiccio delle risorse è per calcolo High Throughput Computing

Ottenere la massima quantità di calcolo dalle risorse disponibili nell'arco dell'anno

Lo use case principale è quello degli esperimenti LHC

WLCG globalmente dispone di circa 500.000 core, 400 PB di disco e 600 PB di nastro

1 Centro di primo livello (Tier-1), 9 centri di secondo livello (Tier-2)

I centri dell'INFN complessivamente (non solo LHC) hanno 76.000 core, 46 PB di disco e 42 PB di nastro

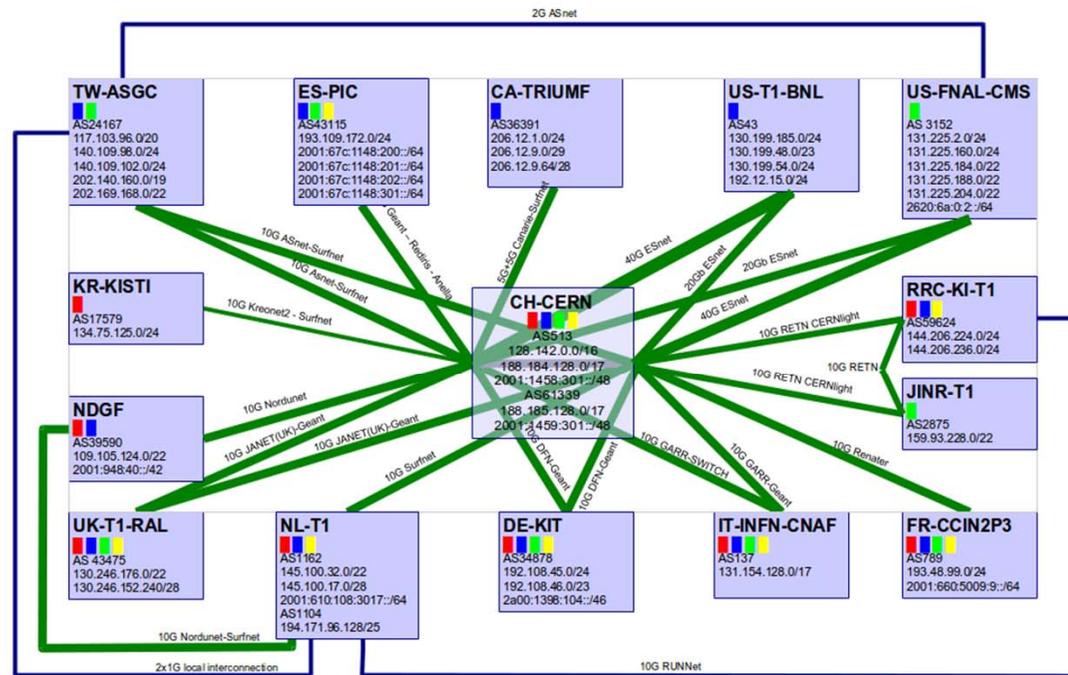
Networking



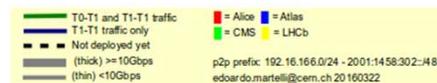
Uso di VPN per l'ottimizzazione dei collegamenti fra i centri
 → LHCOPN-LHCONE

La rete si è evoluta più delle altre componenti ed oggi consente approcci più flessibili all'uso delle risorse

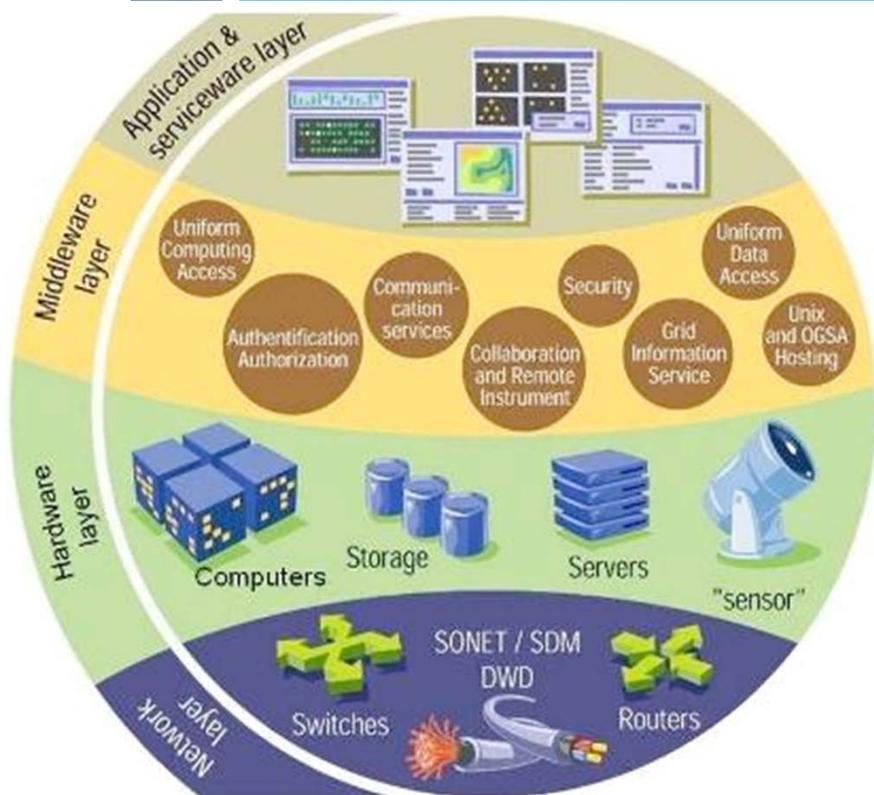
LHCOPN



Claudio Grandi



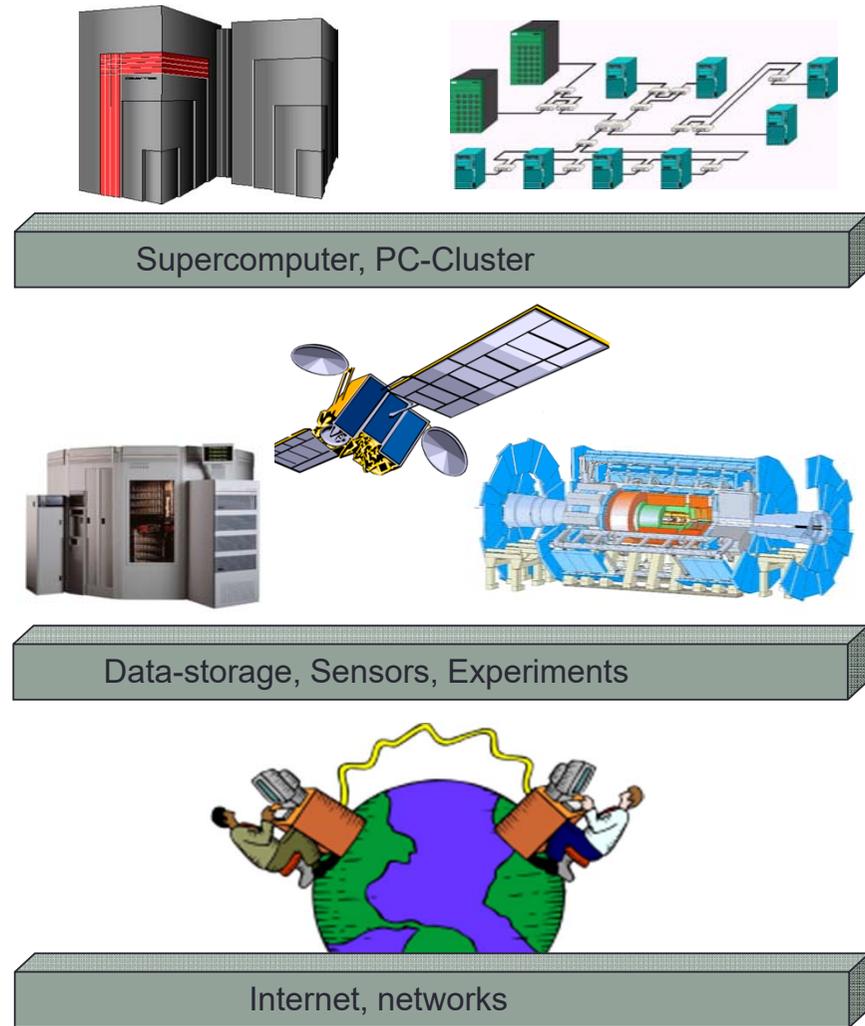
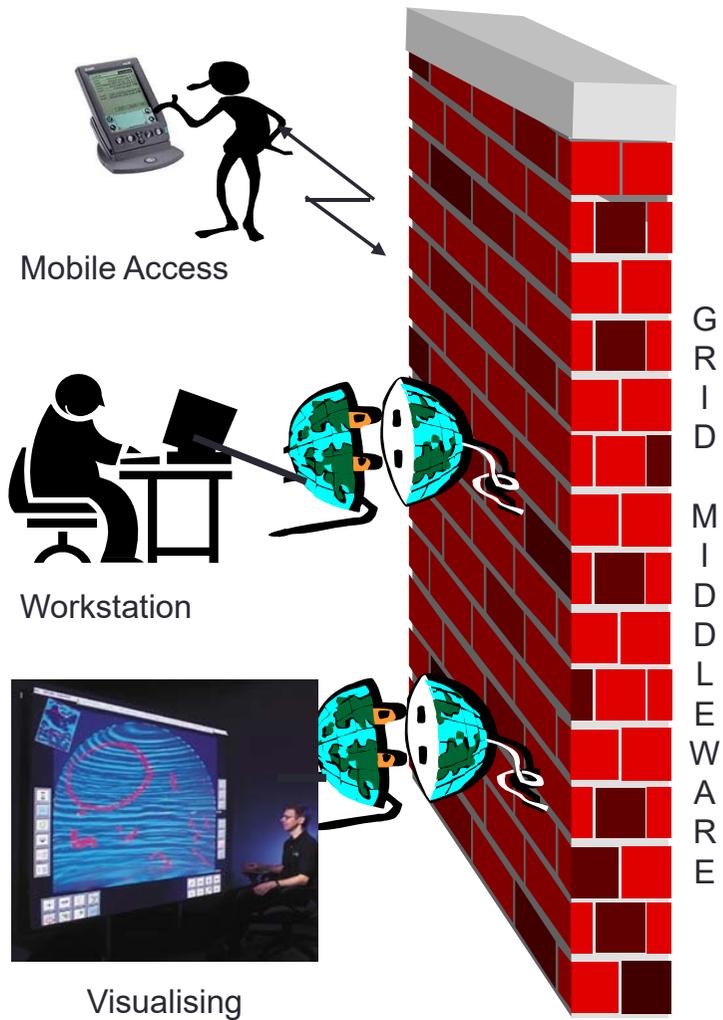
Computing Grid



La gestione delle risorse HTC è fatta tramite una Computing Grid.

Lo sviluppo del middleware e l'implementazione dell'infrastruttura è stata fatta negli anni 2000 grazie a diversi progetti europei.

WLCG è tutt'oggi basata su Grid



4/7/2012

Annuncio
della
scoperta del
bosone di
Higgs



Il calcolo ad alte prestazioni



Attività INFN nell'High Performance Computing (HPC)

Oggi utilizzo prevalente del CINECA

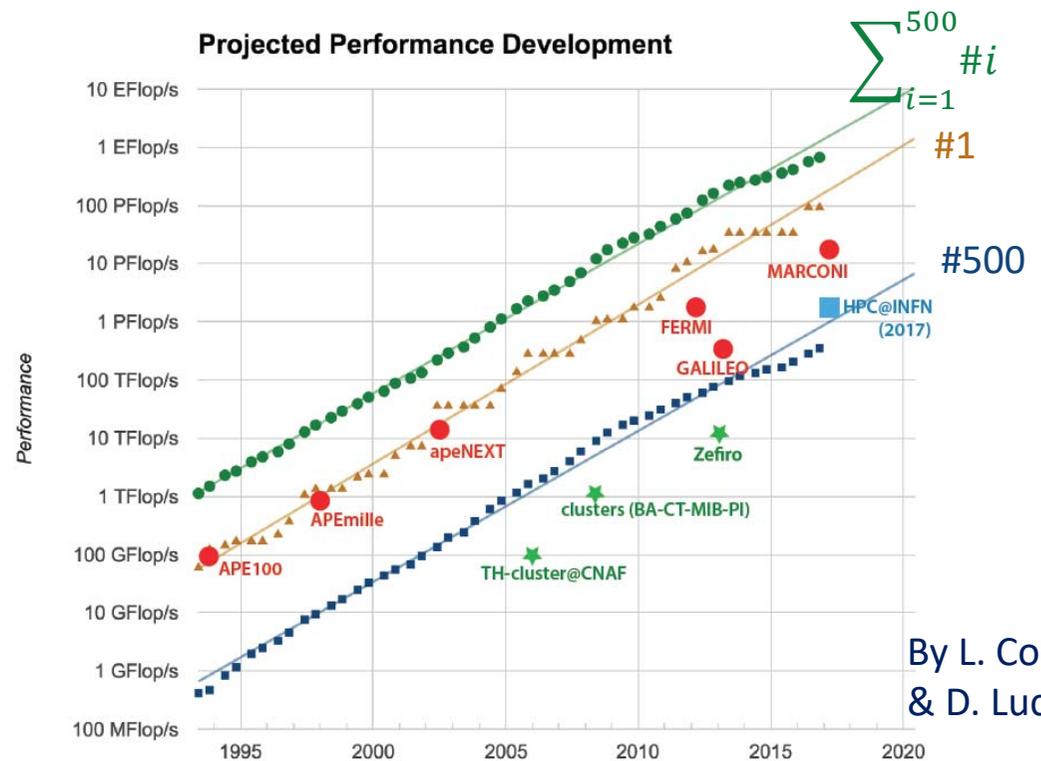
Progetti Europei

ExaNeSt



Human Brain: WaveScales

EuroExa

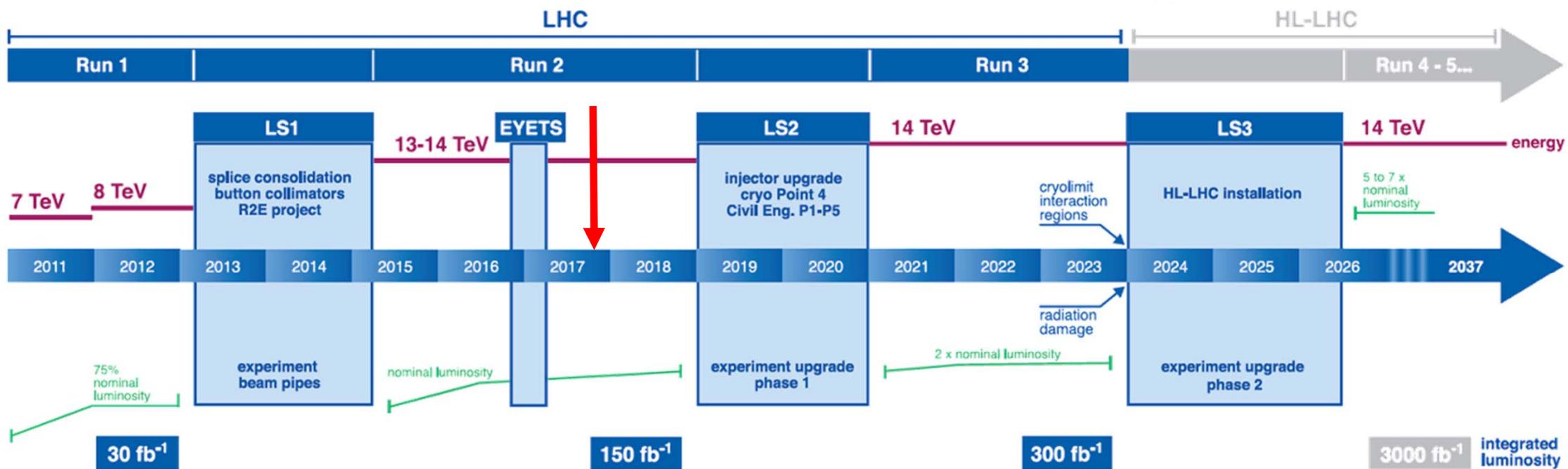


By L. Cosmai & D. Lucchesi

Piani di LHC



LHC / HL-LHC Plan



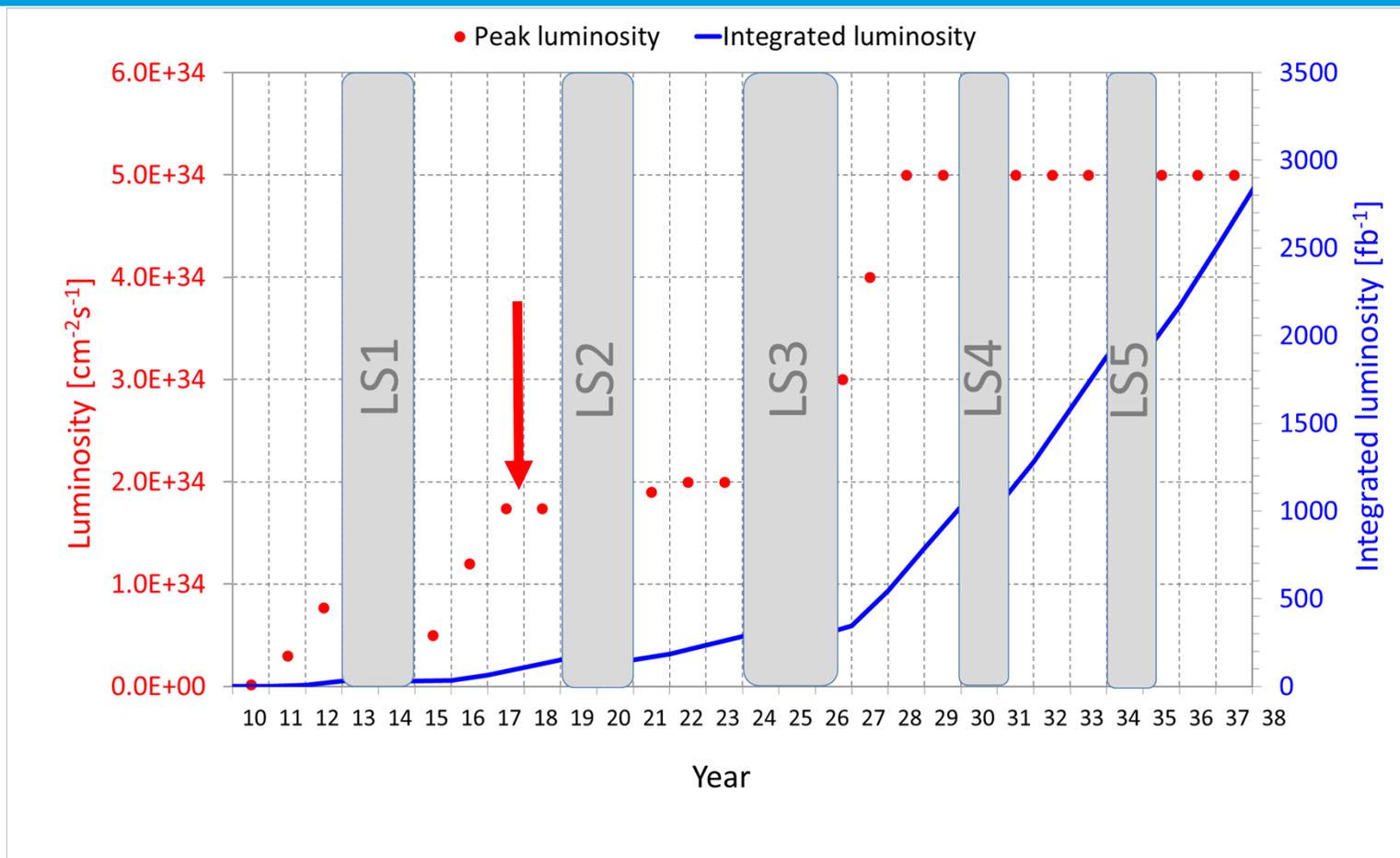
Claudio Grandi

Workshop INAF

30 novembre 2017

11

Dati di LHC nei prossimi run

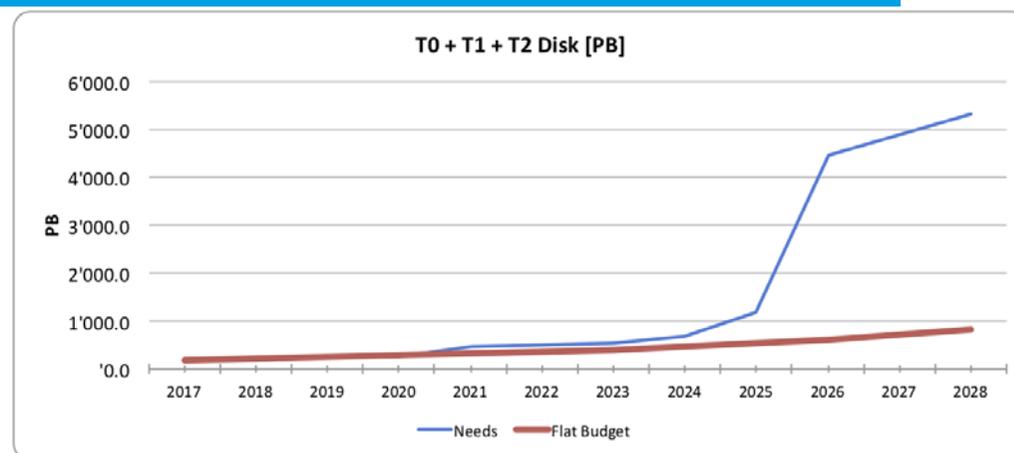
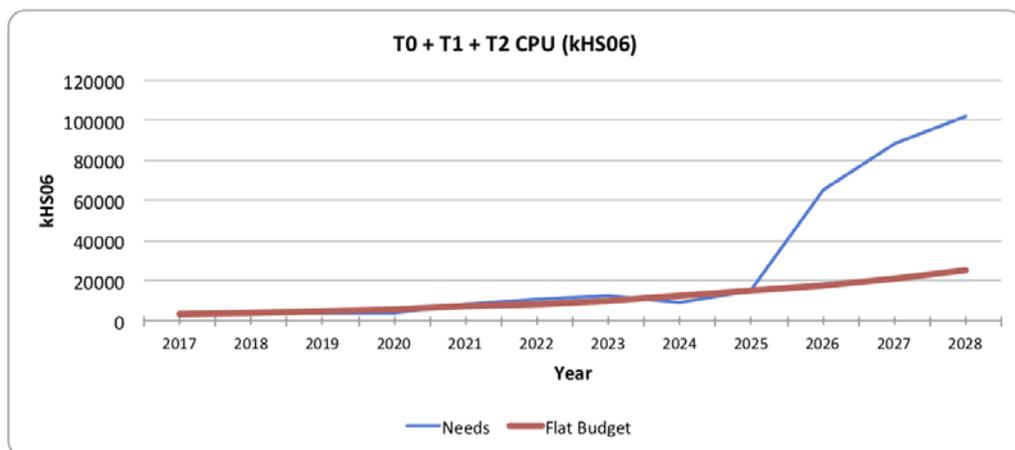




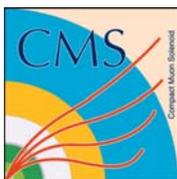
Risorse per LHC



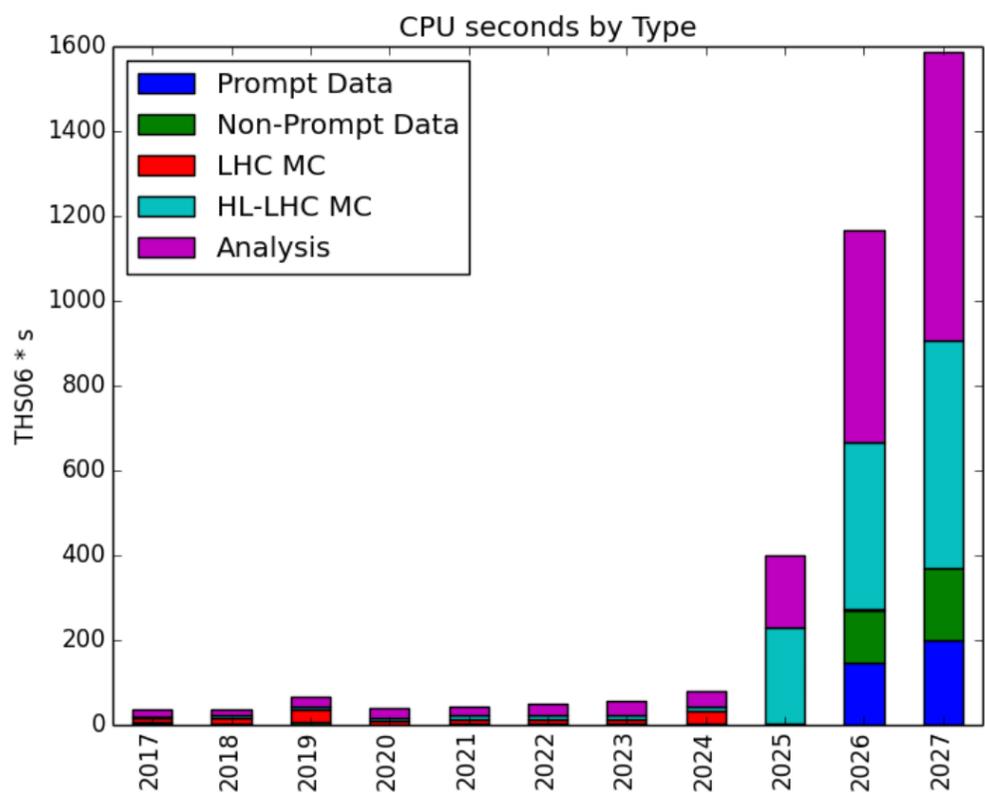
Confrontando quanto necessario nel 2027 con l'estrapolazione delle risorse attuali e tenuto conto



dell'evoluzione tecnologica otteniamo comunque un fattore 4 in CPU e 7 in disco

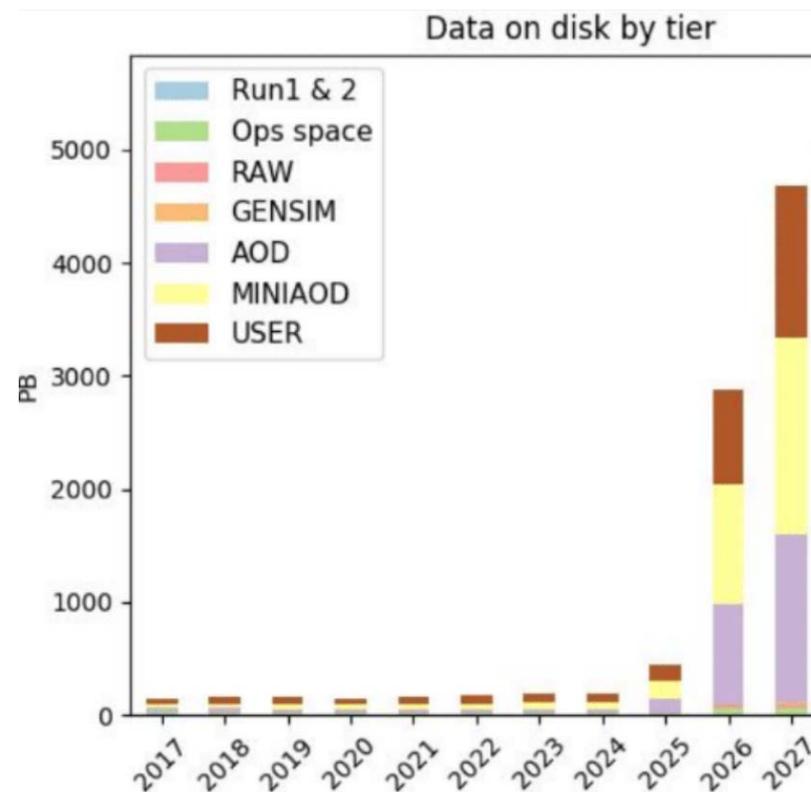


Risorse per LHC



Claudio Grandi

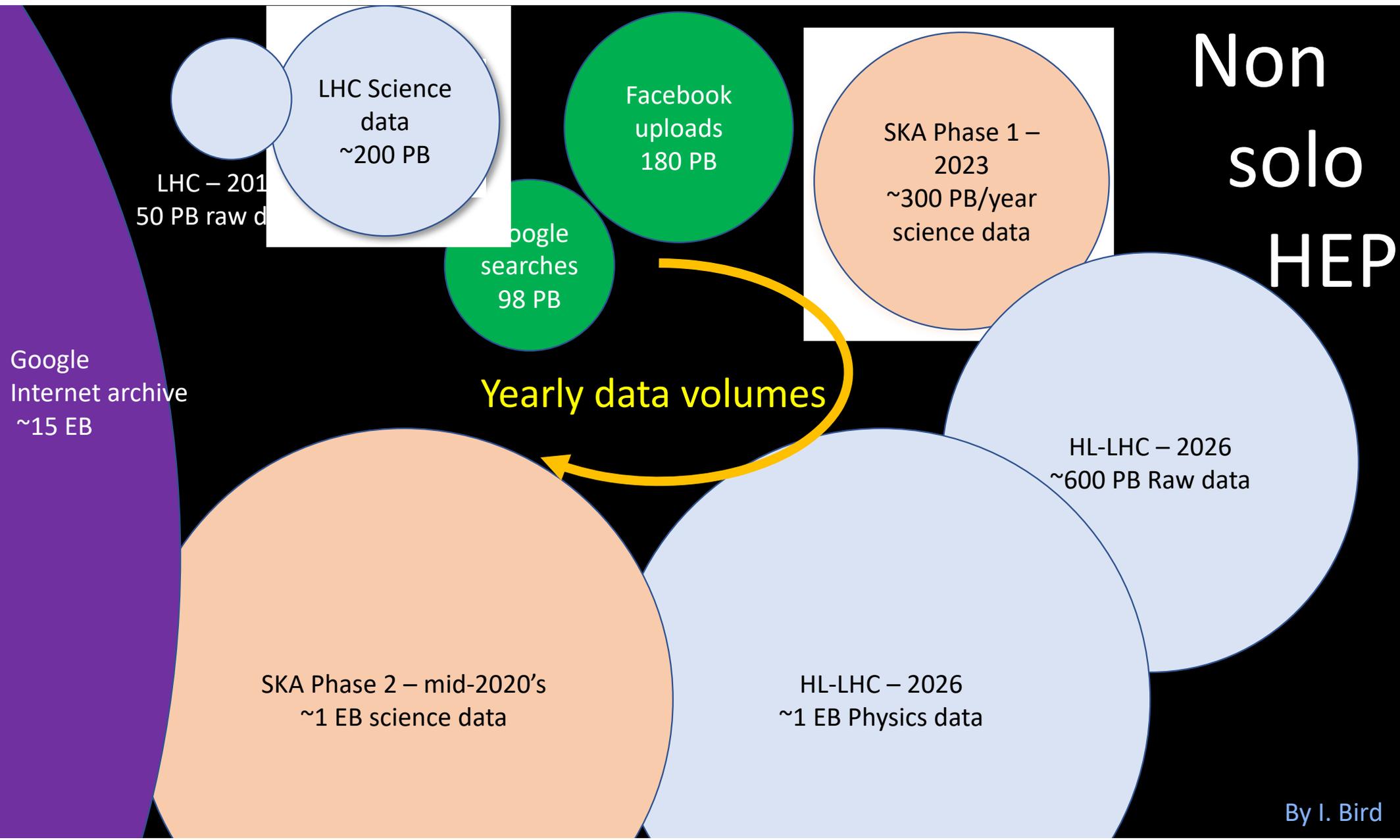
Workshop INAF



30 novembre 2017

14

Non solo HEP



LHC – 2011
50 PB raw data

LHC Science data
~200 PB

Google searches
98 PB

Facebook uploads
180 PB

SKA Phase 1 –
2023
~300 PB/year
science data

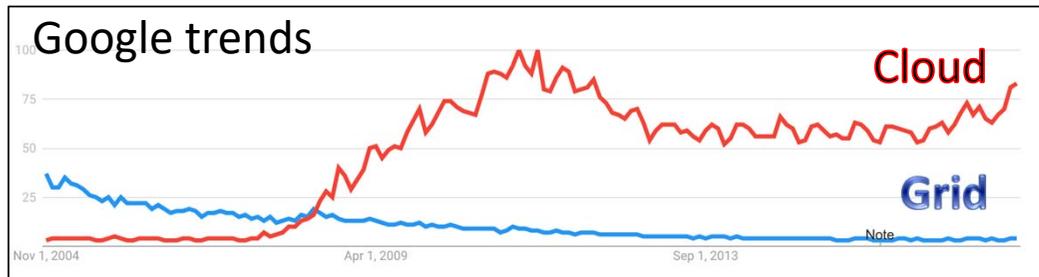
HL-LHC – 2026
~600 PB Raw data

HL-LHC – 2026
~1 EB Physics data

SKA Phase 2 – mid-2020's
~1 EB science data

Google
Internet archive
~15 EB

Yearly data volumes



Cloud



Convergenza su standard: Cloud

Minore impegno di sviluppo e manutenzione software, sinergie

Maggiore flessibilità per l'adozione di risorse esterne, anche opportunistiche

Maggiore flessibilità per supportare diversi casi d'uso e la *long tail of science*

Progetto INDIGO DataCloud

Offre un catalogo di strumenti in grado di supportare casi d'uso in ambito scientifico ma non solo su infrastrutture ibride (pubbliche o private)





Tools INDIGO DataCloud



Application-level Interfaces
for Cloud Providers and
Automated Service
Composition



Flexible Identity and Access
Management



Data Management and Data
Analytics Solutions



Programmable Web Portals,
Mobile Applications



Enhanced and Scalable
Services for Data Centers
and Resource Providers

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



European Cloud Initiative

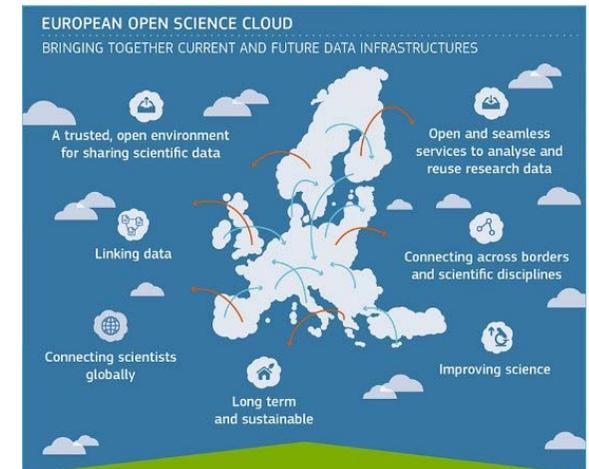


European Open Science Cloud (EOSC)

“A virtual environment to store, share and re-use the large volumes of information generated by the big data revolution”

European Data Infrastructure (EDI)

“Deploying the high-bandwidth networks and the supercomputing capacity necessary to effectively access and process large datasets stored in the Cloud Infrastructure”



INFN nel contesto EOSC



- HN Science Cloud
 - Pre-commercial procurement



- EOSC Pilot
 - Governance



- EOSC Hub
 - Accesso a dati e servizi



- eXtreme DataCloud
 - Strumenti per gestione di storage e dati distribuiti

- DEEP HybridDataCloud
 - Strumenti per infrastrutture distribuite con risorse ibride (GPU, ...)

Un esempio: DODAS



Dynamic On Demand Analysis Service (DODAS) è un servizio per la creazione di siti “dinamici” su risorse Cloud

Basato su strumenti INDIGO

Consente l’uso di risorse opportunistiche, l’estensione dinamica di un sito esistente, la creazione di cluster su cloud pubbliche e private

Nato in CMS ma adatto ad usi diversi (AMS, DAMPE, ...)

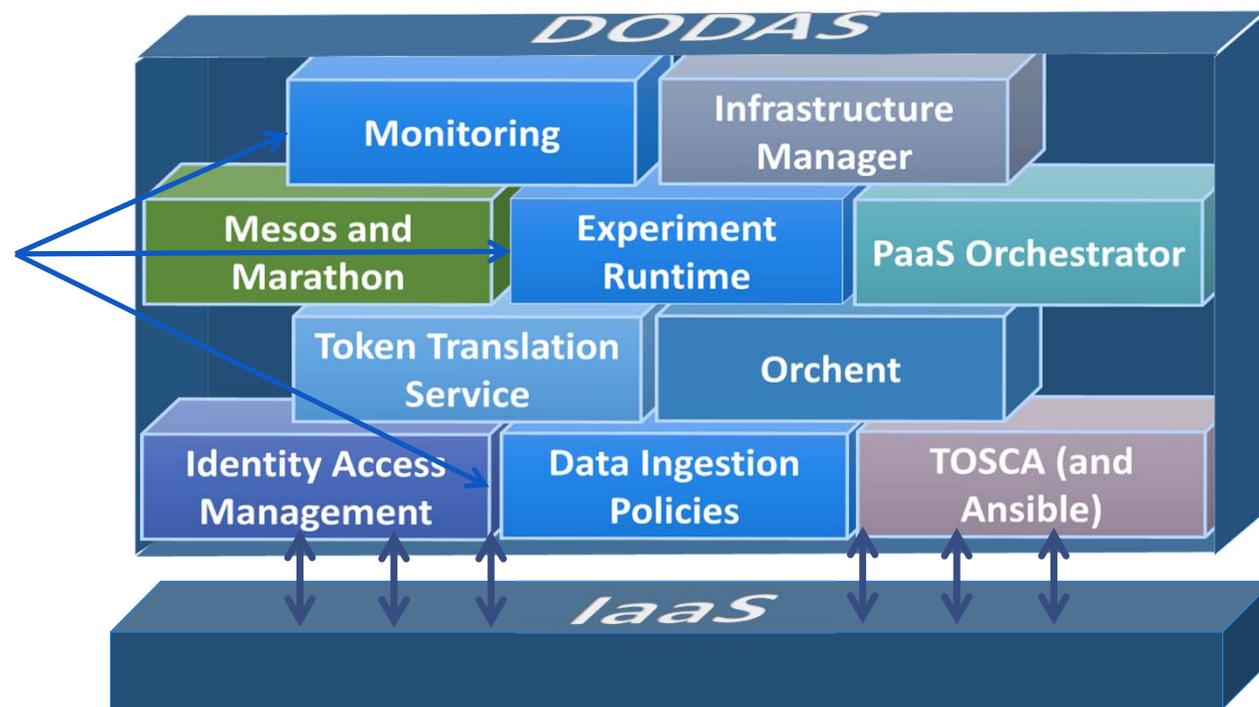
E’ uno dei Thematic Services di EOSC-Hub

Test su cloud private e pubbliche (Azure, OTC by T-Systems, Aruba, ...)

Architettura “lego”



Estensioni
specifiche di
DODAS integrate
con componenti
esistenti



By D. Spiga

CMS analysis on a public Cloud



1. The scale

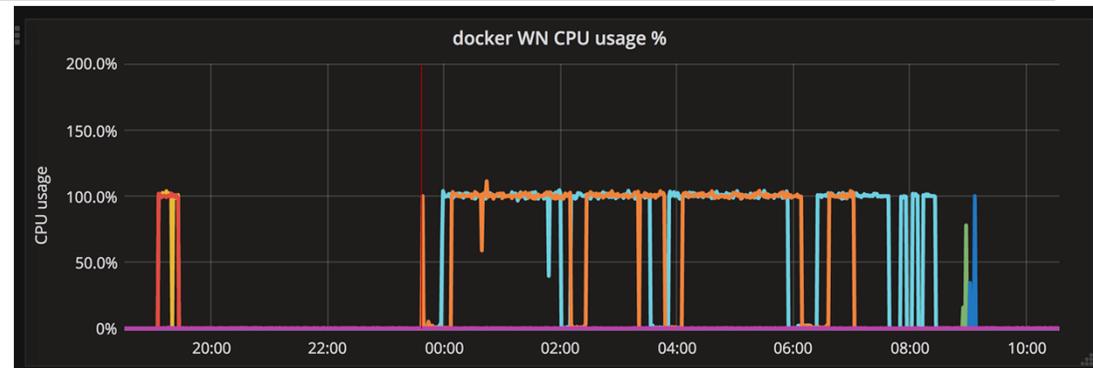
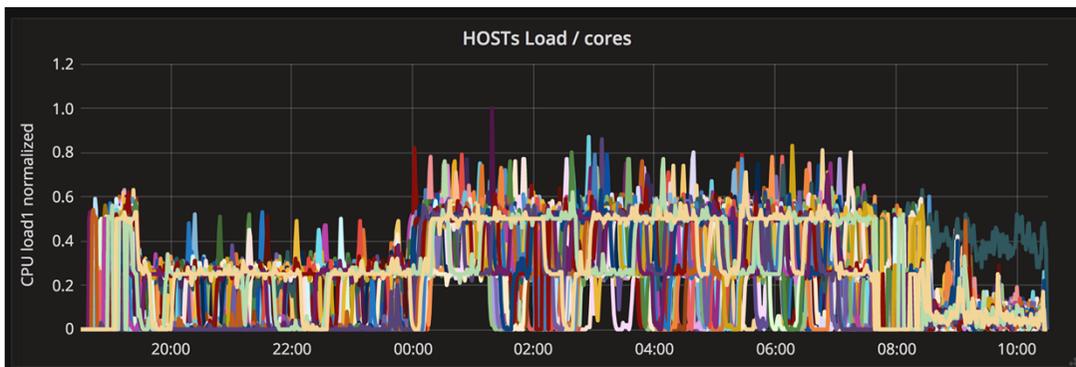
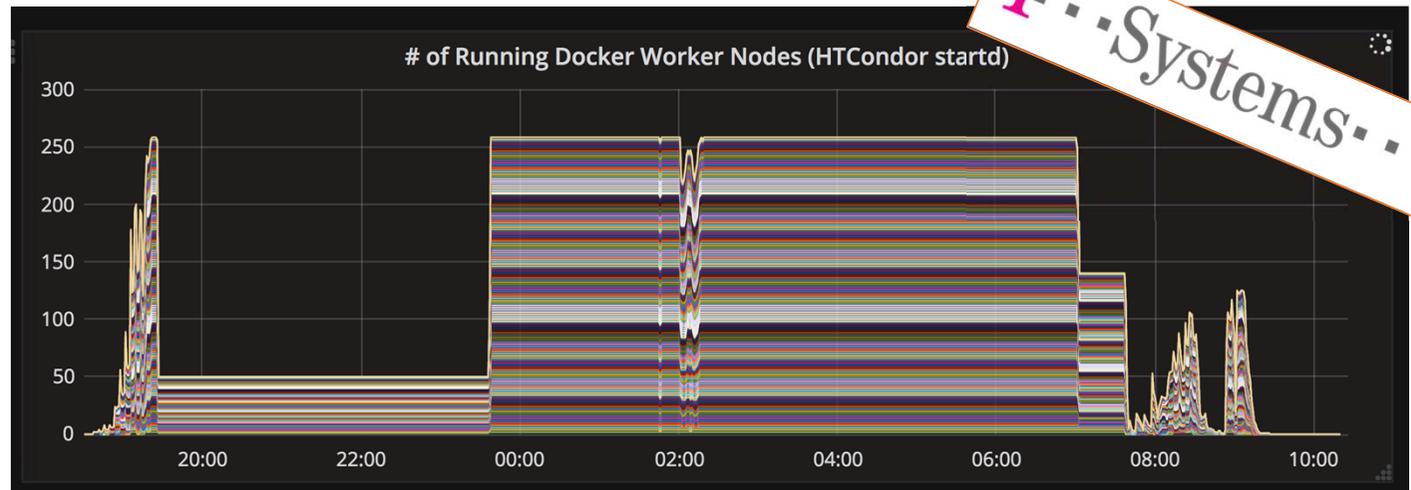
258 running worker nodes (HTCondor)

2. Elasticity

depending on load takes seconds.

3. Self-healing

Site problem can be recovered by the system



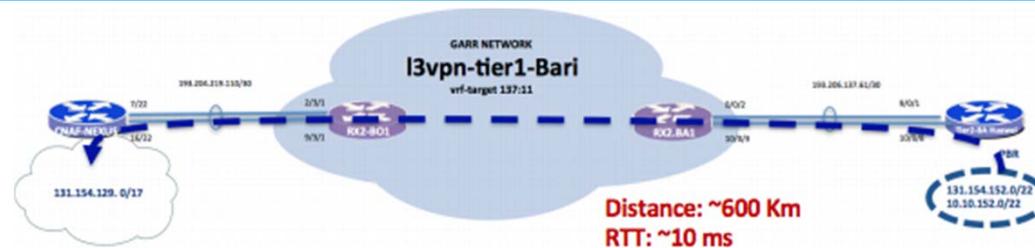
By D. Spiga

Estensione del Tier-1 su Bari

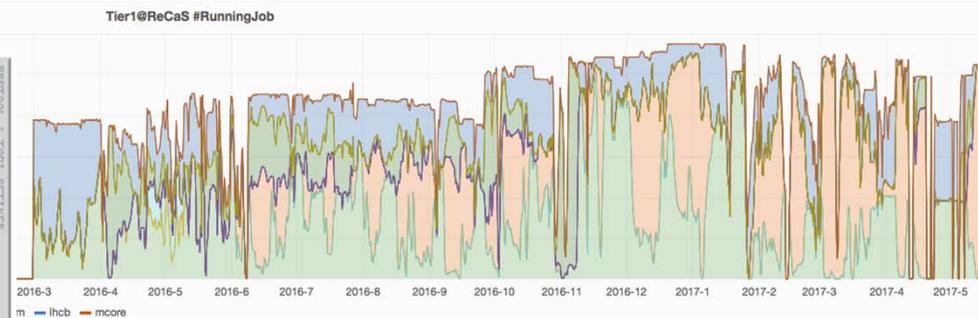
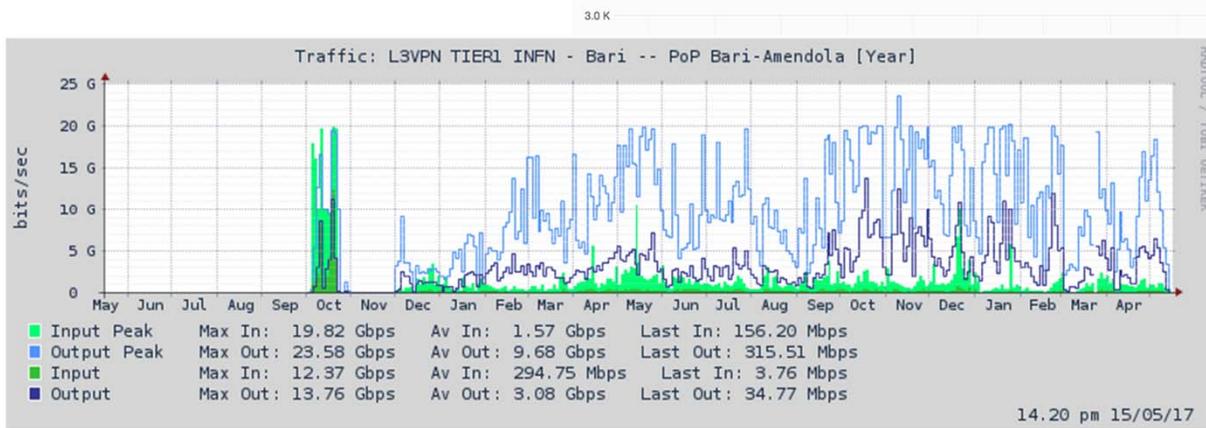


Inclusione di risorse del centro ReCaS di Bari nel Tier-1 di Bologna

20 Gbps su L3VPN



Layout of CNAF-BARI VPN



Estensione dinamica del Tier-1



Analogamente sono stati fatti test di estensione del Tier-1 su risorse commerciali (Aruba, Azure)

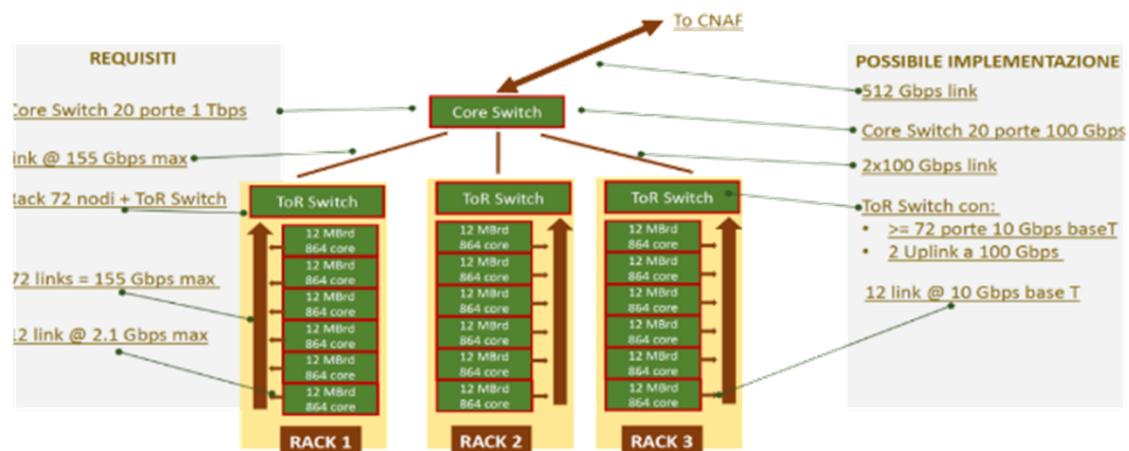
Nel 2018 estensione del Tier-1 sul CINECA

Oltre 200 nodi della partizione A1 (Broadwell) ricondizionati e dedicati all'INFN

Link ad alta capacità (500 Gbps) fra CNAF e CINECA da GARR

Gestione delle risorse al CNAF

Schema FARM LHC al CINECA: proposta



Farm Cineca per LHC, GAM, 17 febbraio 2017

Un possibile modello per l'infrastruttura di calcolo per HEP



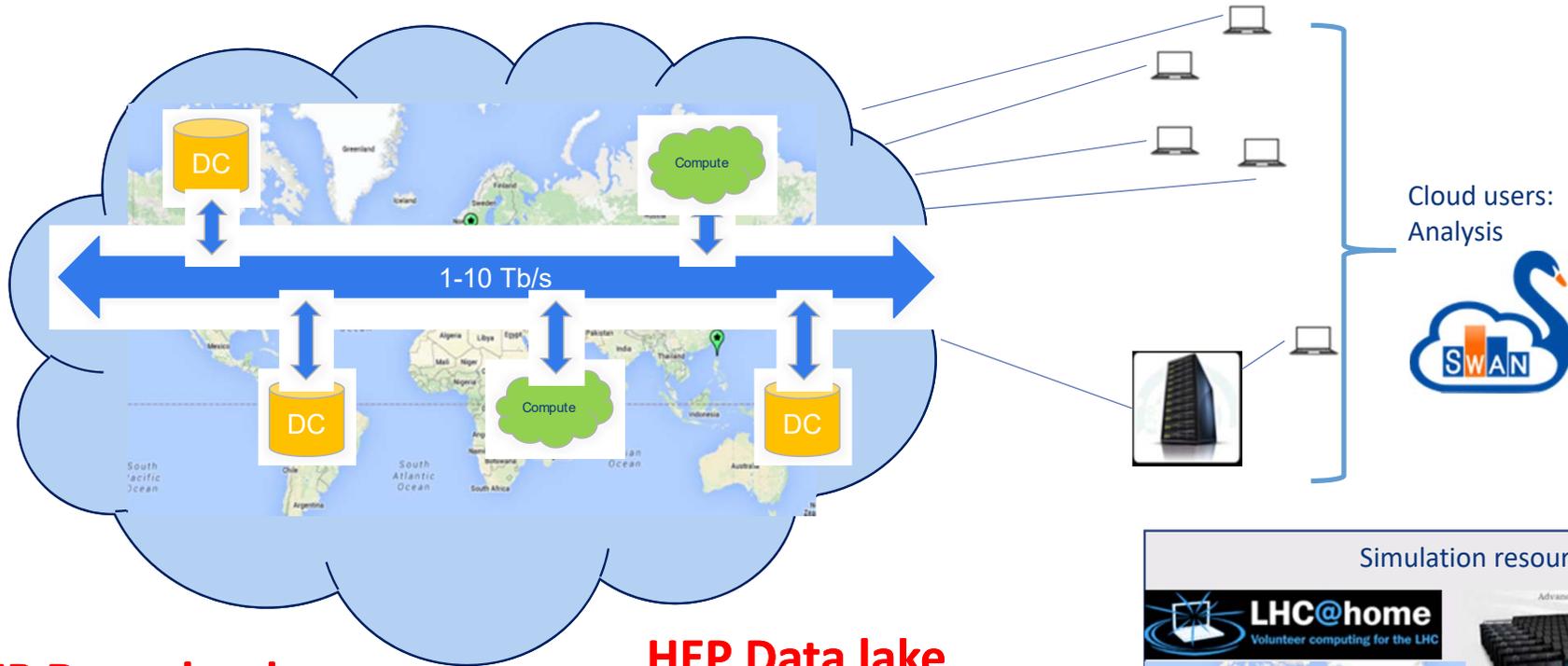
Data Centre

Un numero limitato (<10) centri che gestiscono i dati
Potenza di calcolo per le operazioni pianificate

Computing Centre

Un numero potenzialmente grande di centri con potenza di calcolo
che processano i dati dai Data Centre
Storage locale assente o usato come cache (*unmanaged*)
Eterogenei (anche HPC) e potenzialmente “effimeri”

Possible Model for future HEP computing infrastructure



HEP Data cloud
Storage and compute

HEP Data lake
Storage and compute



Simulation resources

By I. Bird

Evoluzione in Italia



In concomitanza col trasferimento di ECMWF a Bologna
creazione di un Data Centre con potenza 10 - 20 MW

INFN e CINECA potrebbero utilizzare parte degli spazi



Software: la vera infrastruttura

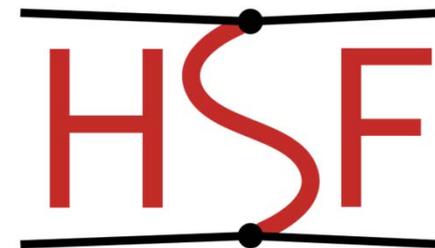


Why Software? Software is *the* Cyberinfrastructure



Computer hardware is a consumable.
Software is what we keep, and invest in, over time. By P. Elmer

Notevole sforzo della comunità HEP per migliorare la gestione del software e ottimizzare l'utilizzo dell'hardware

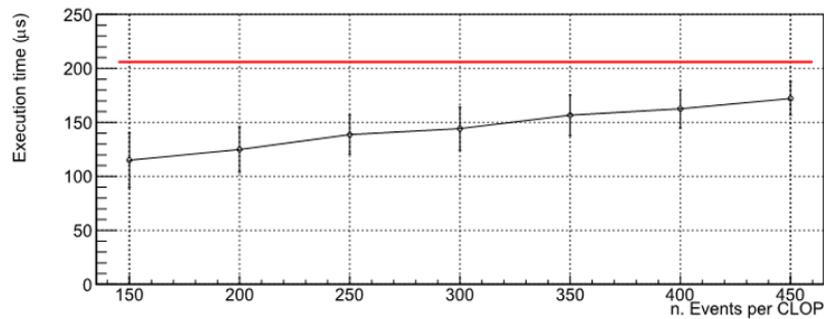


HEP Software Foundation

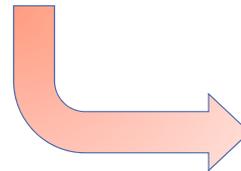
30 novembre 2017

28

Sfruttare le capacità dell'hardware

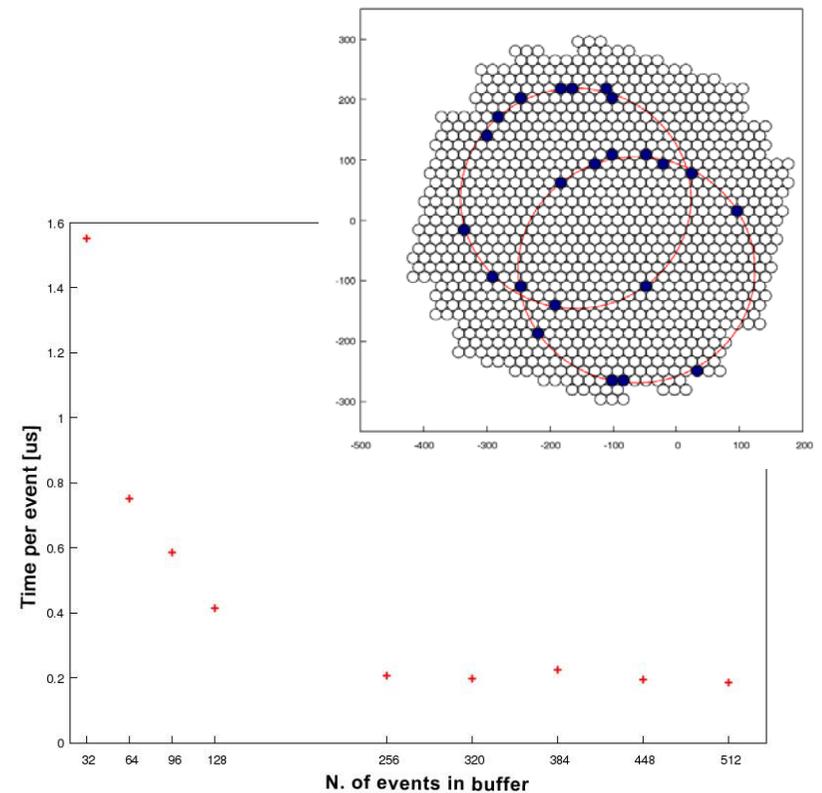


Claudio Grandi



Parallelizzazione di algoritmi:
Pattern recognition in NA64
Esecuzione su NaNet-10
Basato su GPU Tesla K20c

Workshop INAF



30 novembre 2017

Machine Learning



Il nuovo *silver bullet*?

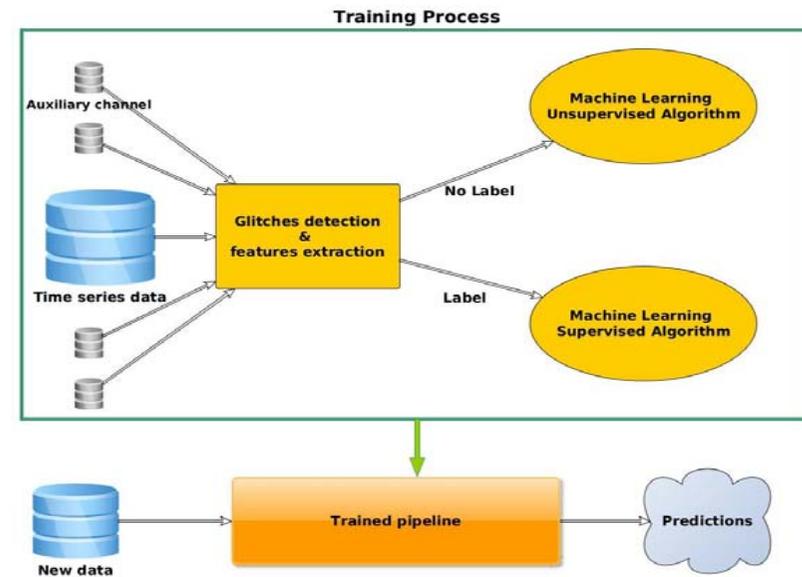
Utilizzo di tecnologie ML/DL
per analizzare i dati

Esempio: la rilevazione di
glitches nelle ricerche di onde
gravitazionali in Virgo



GlitchesClassificationStrategy

16



Conclusioni



Evoluzione dell'infrastruttura

Pochi grandi centri per la gestione dei dati “in casa”

Molti centri anche opportunistici che offrono capacità di calcolo

Cloud

Flessibilità di gestione e supporto della *long tail of science*

Software

Investire sul software per ottimizzare l'uso delle risorse

La formazione diventa punto cruciale

Backup slides

A inside look at DODAS

