



Massimo Sgaravatto
INFN Padova



Infrastrutture di calcolo @ INFN Padova e Legnaro

Qualche numero sul calcolo per gli esperimenti LHC

INFN Padova ha come riferimento principale il Calcolo LHC

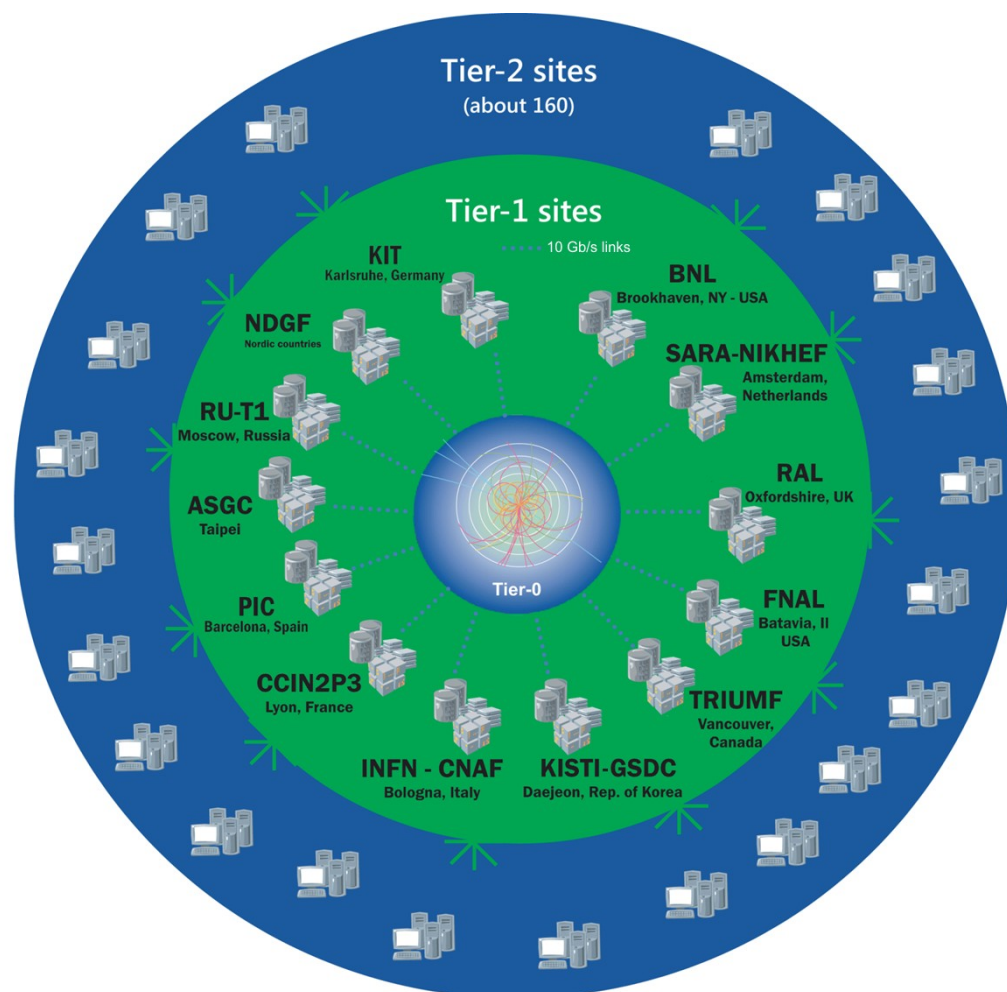
- ~ 5900 KHeSpec06 →
- ~ 590Kcore
- ~ 470 PB disco
- ~ 750 PB nastro
- Risorse usate da 10K+ fisici in tutto il mondo

Risorse distribuite

Gerarchia di centri calcolo:

- Tier-0 (Cern + Budapest)
- 13 Tier-1
- ~ 160 Tier-2

Funzionalità diverse per i diversi tipi di centri



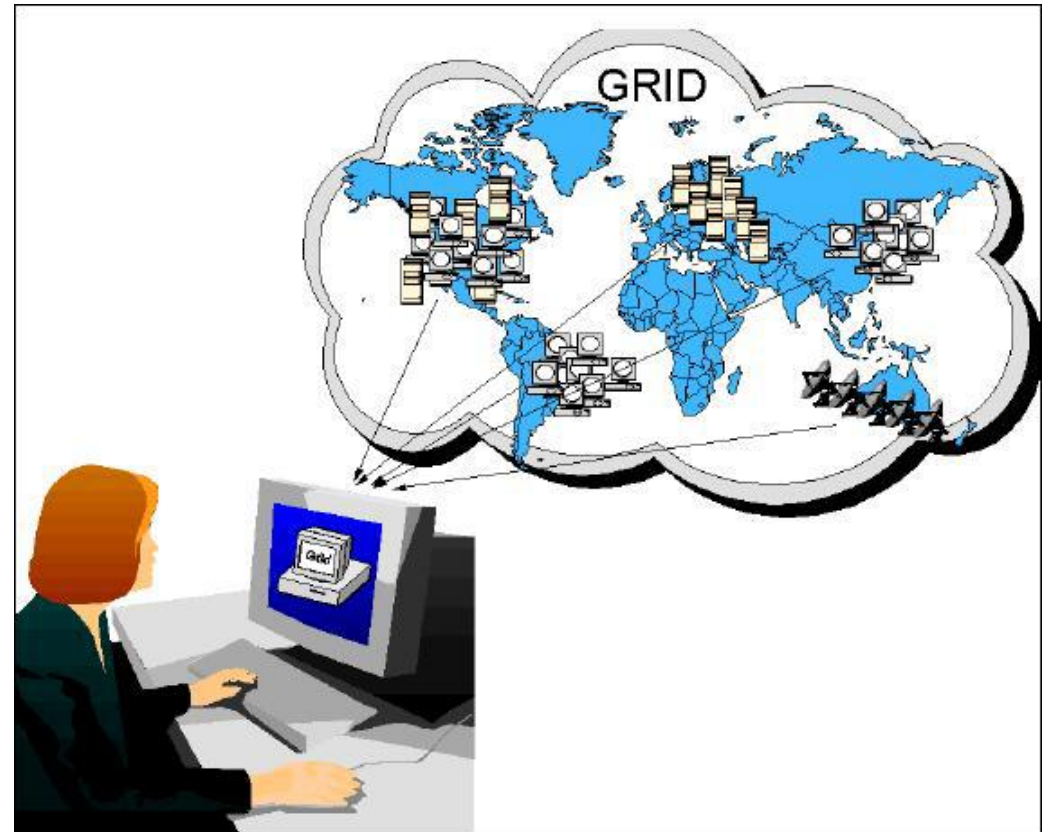
Grid computing

Il middleware Grid permette accesso trasparente a queste risorse

L'utente specifica caratteristiche e requirement delle sue applicazioni senza dover preoccuparsi di dove sono le risorse

Federazioni di dati

Accesso ai dati attraverso protocolli "locali" (e.g. Posix) o "remoti" (e.g. srm, Xrootd, HTTP/WebDAV)



Grosso contributo INFN nello sviluppare, mantenere, operare questo middleware
Es. INFN-Padova responsabile del "Grid Computing Element" (interfaccia Grid alle risorse di calcolo dei siti)

In Italia

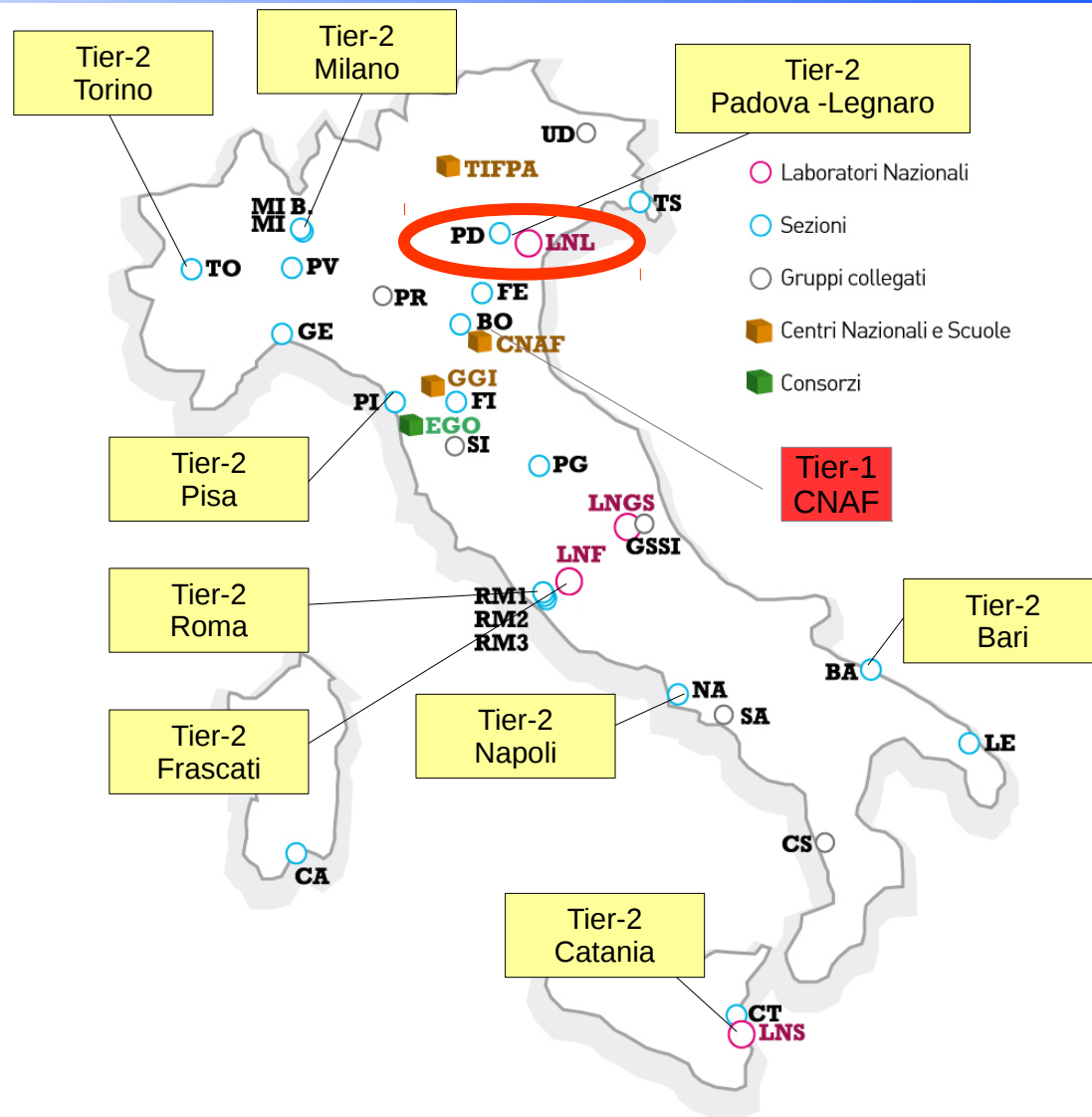
Tier-1 (INFN-CNAF) a Bologna

- ~ 26K core
- ~ 25 PB su disco
- ~ 70 PB su nastro

Centro di calcolo di riferimento per tutti gli esperimenti in cui INFN e' coinvolto

9 Tier-2

- ~ 30 K core
- ~ 22 PB su disco

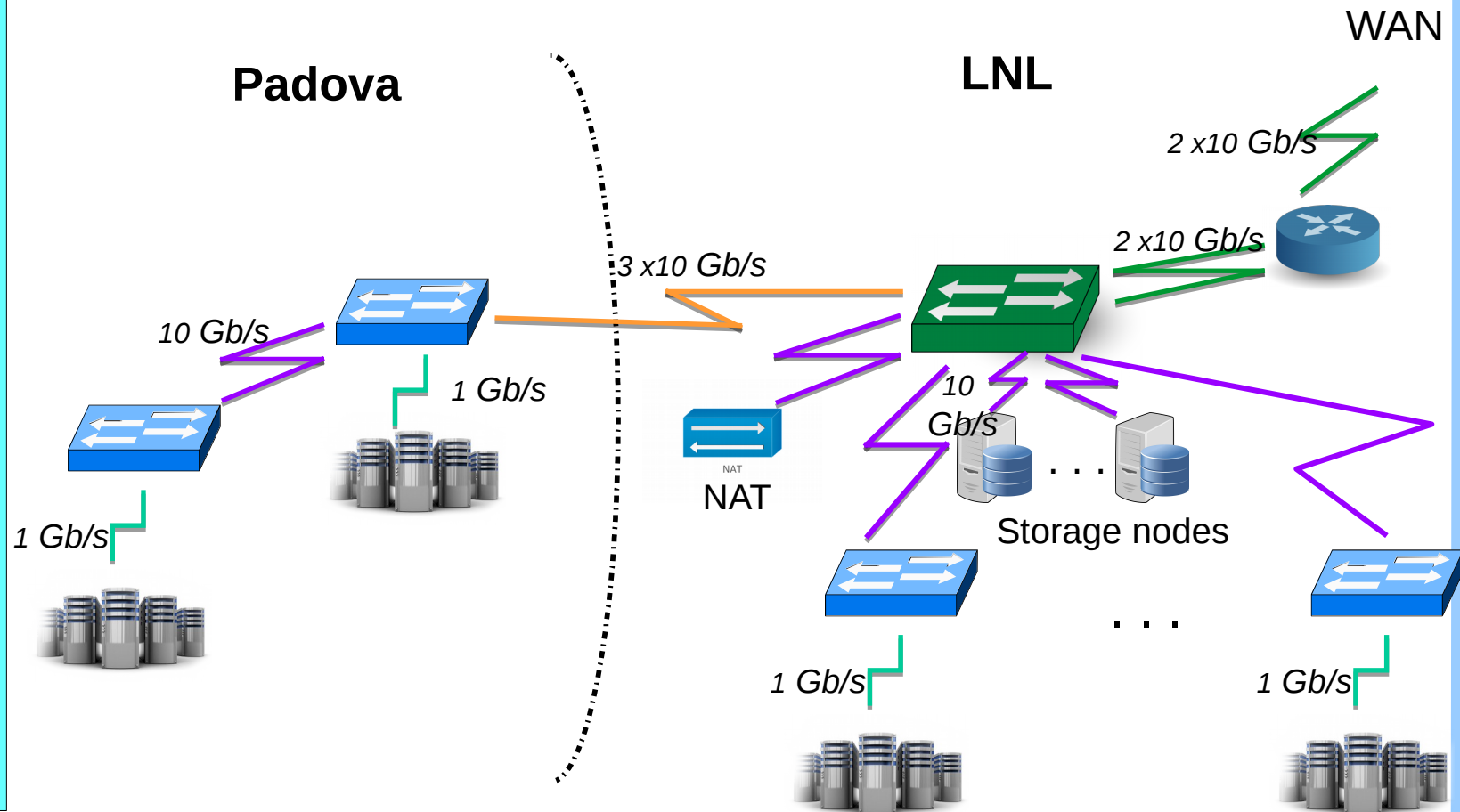


Tier-2 Padova Legnaro

Singolo centro di calcolo ma con risorse distribuite in 2 siti

224 worker node
5548 core
~ 2.7 PB di dati

Tier-2 di 2 esperimenti LHC: ALICE e CMS, ma offre risorse in modalita` opportunistica anche ad altre comunita`



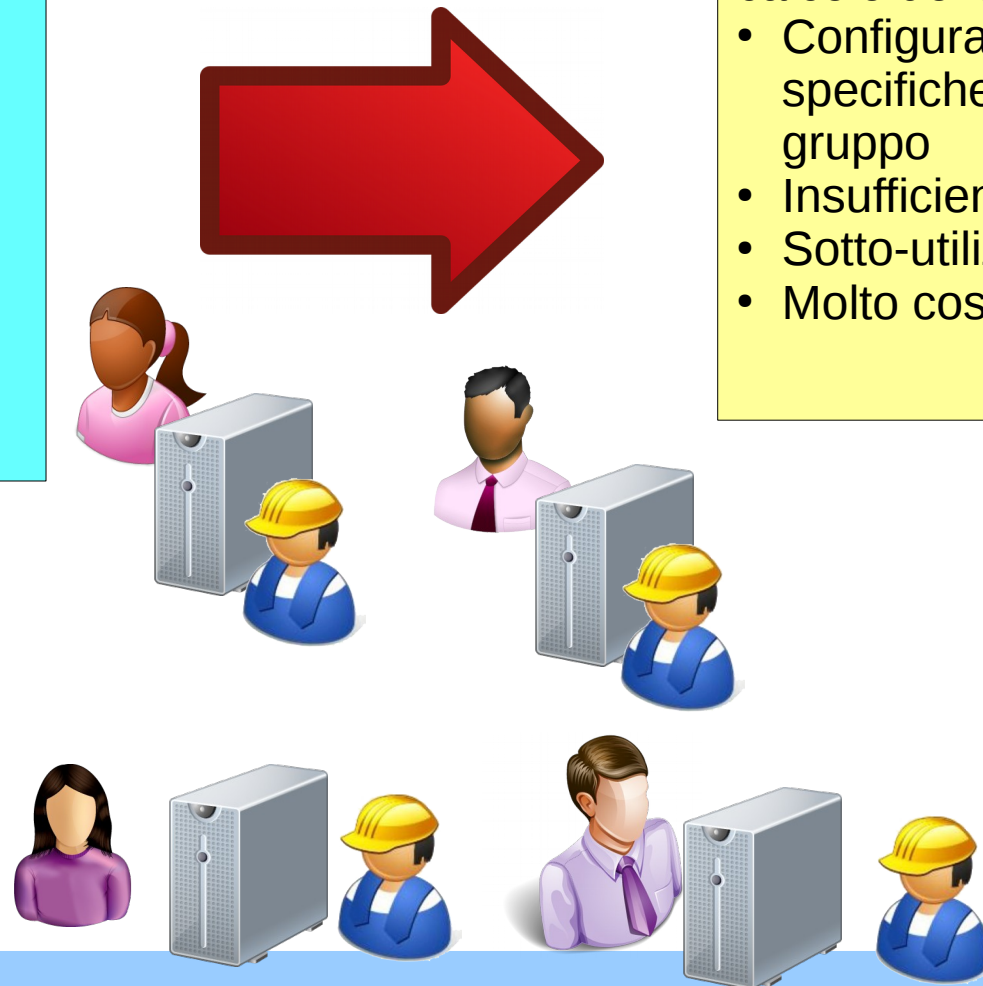
Ma non tutto si fa in Grid ...

Non tutto si riesce a fare in Grid

- Sostanzialmente usabile solo per attività di tipo batch
- Impone un certo ambiente di esecuzione ben definito
- Non semplicissima da usare (problema specialmente per gli esperimenti più piccoli)

Proliferazione di cluster di calcolo dei singoli gruppi

- Configurati per le specifiche esigenze di quel gruppo
- Insufficienti in certi periodi
- Sotto-utilizzati in altri
- Molto costosi da gestire



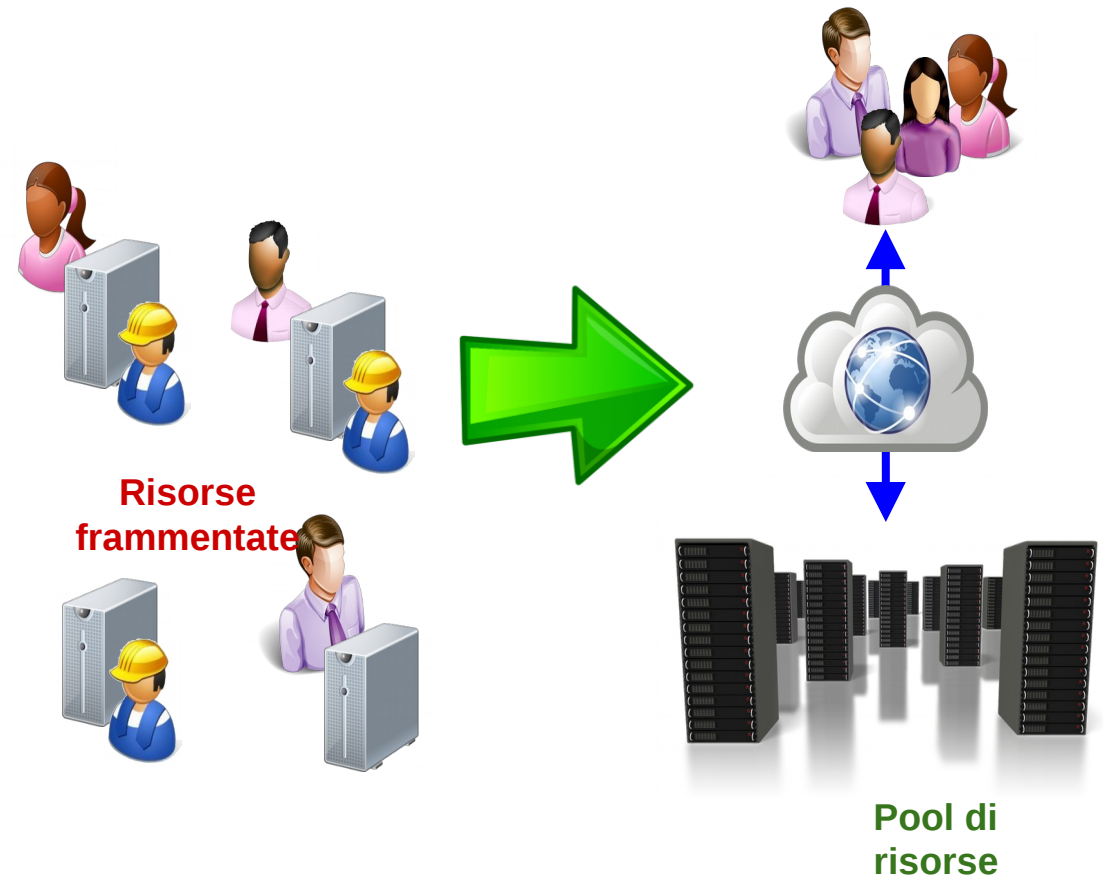
Progetto proposto a fine 2013 per la razionalizzazione dell'uso delle risorse

Implementata una infrastruttura Cloud IaaS

Basata su OpenStack

In produzione da fine 2014

Unica infrastruttura di calcolo con risorse distribuite tra INFN Padova e INFN Legnaro (LNL)



Cloud Universitaria



Progetto Cloud di INFN Padova e Legnaro e di 10 dipartimenti dell'Università di Padova partito a fine 2014

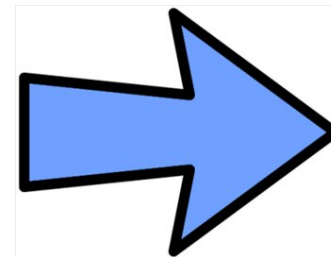
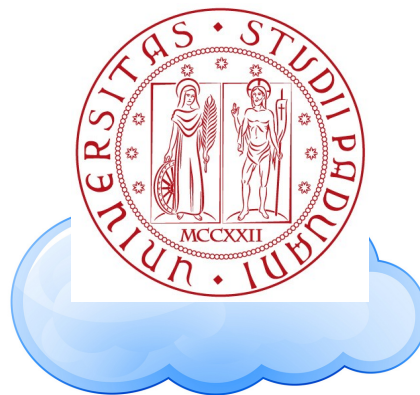
Finanziamento dell'Ateneo e co-finanziamento dei 10 dipartimenti coinvolti

Implementata una infrastruttura IaaS basata su OpenStack con risorse hardware di proprietà dell'Università

Hardware ospitato c/o la sala CED del Dipartimento di Fisica e Astronomia (condivisa con INFN Padova)



In corso l'integrazione tra Cloud Area Padovana (INFN) e Cloud Universitaria che si uniscono in un'unica infrastruttura chiamata CloudVeneto



~ 200 utenti
~ 70 progetti

~ 450 macchine
virtuali

	Compute Nodes	Cores (in HT)	RAM (GB)	Storage for images and data (TB)
INFN- Padova	18	808	2656	133
INFN- Legnaro	13	416	1472	
Unipd	12	480	1920	90
Total	43	1704	6048	223

www.cloudveneto.it

Presto integrate altre risorse (anche GPU)



- Simulazioni parametri d
- Simulazioni
- Containeriz architetture
- Risoluzione integrali e e differenziali
- Analisi dati
- Big Data Ar
- Simulazioni particellari
- Analisi di da differenziali pathway
- ...
- ...

Esperienze

cloudveneto.it/testimonials.php

HOME

INFRASTRUTTURA

GOVERNANCE

NOTIZIE ED EVENTI

DOCUMENTAZIONE

Esperienze di utilizzo

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA DELL'INFORMAZIONE

Simulazioni di reti complesse

Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione

"Il gruppo SIGNET del Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione utilizza la piattaforma Cloudveneto per eseguire simulazioni di reti complesse.

In particolare, un progetto riguarda il **testing di protocolli di comunicazioni sottomarine** per mezzo di trasmissione di onde acustiche e ottiche.

La piattaforma consente di eseguire istanze multiple del simulatore ns-2, minisce su cui è stato implementato un modulo (SEST Underwater) che consente di riprodurre gli effetti della propagazione dei segnali acustici e ottici in un ambiente sottomarino. La complessità del modello richiede **ingenti capacità di calcolo e di memoria** che possono essere allocate a richiesta nella piattaforma Cloudveneto.

Un secondo progetto riguarda la **simulazione di protocolli per comunicazioni radio a onde millimetriche (mmWave)**, ovvero ad altissima frequenza (GHz). In questo caso, si è sfruttata la possibilità di integrare il simulatore di rete ns-3 con alcuni protocolli disponibili per il sistema operativo Linux, ma non ancora implementati in ns-3 (ad esempio, alcune recenti versioni di TCP). Grazie alle risorse computazionali presenti su Cloudveneto è stato possibile **aumentare il realismo e la complessità degli scenari simulati**. L'aspetto più apprezzato è la **gestione autonoma delle macchine virtuali**."

Dott. Andrea Zanella

DIPARTIMENTO DI FISICA E ASTRONOMIA

Simulazioni di trasporto di carica per hopping in niobato di Lito

Dipartimento di Fisica e Astronomia

"Al momento stiamo usando le macchine virtuali per condurre **simulazioni sistematiche di tipo Monte Carlo** dedicate allo studio di materiali per applicazioni nel campo della fisica. Le simulazioni mirano a riprodurre il **trasporto di carica in niobato di litio** al variare della concentrazione dei difetti presenti nel materiale, della temperatura e altri parametri microscopici.

Queste simulazioni richiedono tra una e due settimane di calcolo poiché una grande statistica è necessaria per avere buoni risultati. Per noi la **flessibilità** più importante al momento è la possibilità di **poter far girare in ogni macchina virtuale una simulazione con una configurazione diversa di parametri** per poter minimizzare i tempi di questo studio."

Dott. Laura Vittadello, Dott. Marco Bazzani

DIPARTIMENTO DI MATEMATICA

Containerizzazione applicata alla sperimentazione e valutazione di architetture a micro-servizi, e alle soluzioni di orchestrazione dinamica.

Dipartimento di Matematica

"Il Dipartimento di Matematica, la gente che lavora con me si interessa di **"containerizzazione"** applicata alla sperimentazione e valutazione di architetture a micro-servizi, e alle soluzioni di orchestrazione dinamica.

Sul primo versante, in Cloudveneto abbiamo trovato generalmente **adeguati e sufficienti l'ambiente e gli strumenti tecnologici dell'ecosistema Openstack**. Sul secondo versante stiamo ancora muovendo i primi passi, ma avremo presto bisogno di poter comparare diverse soluzioni allo stato dell'arte dell'orchestrazione e supportare a variati scenari di carico per valutare la loro efficacia nella programmazione delle regole e delle azioni di riconfigurazione elastica."

Prof. Fabio Vardone

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA DELL'INFORMAZIONE

Esperimenti di reperimento dell'informazione

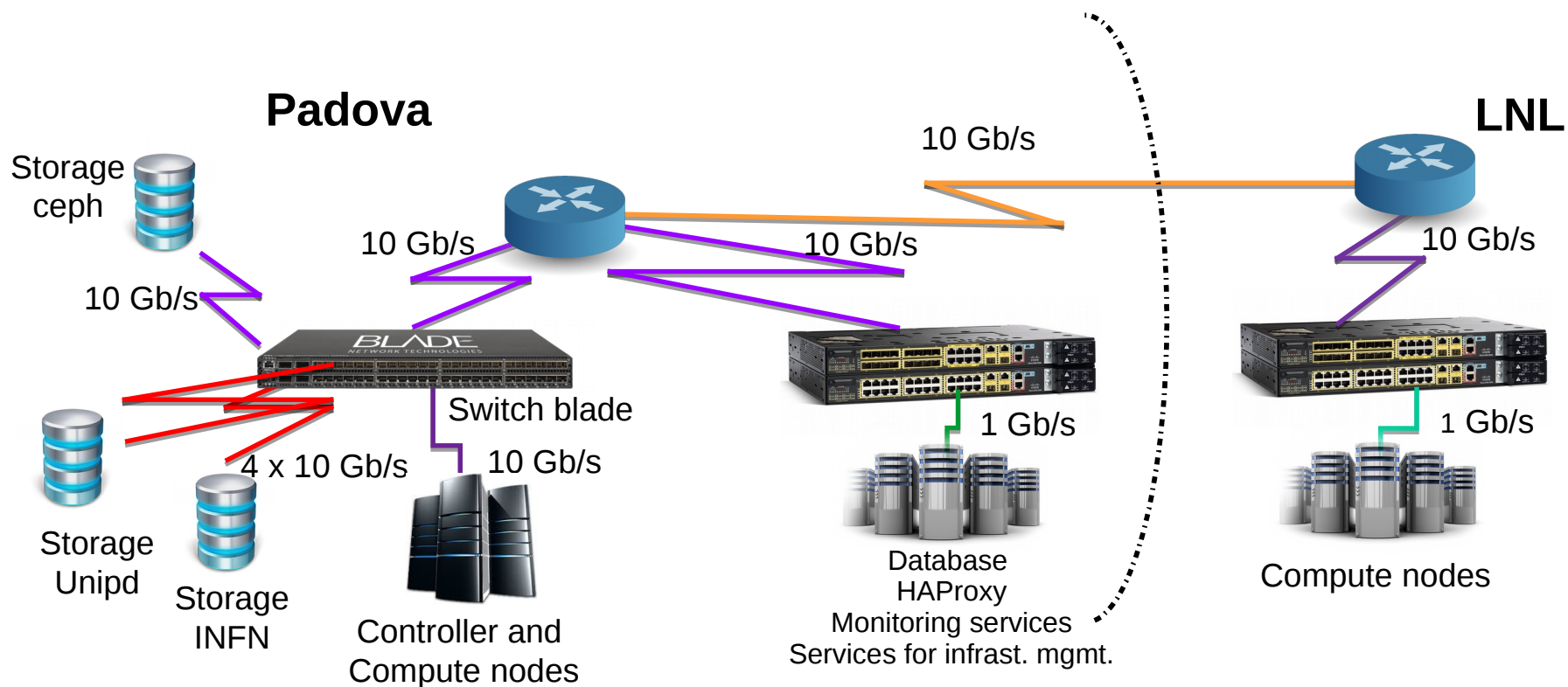
Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione

"Il gruppo IHS del Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione utilizza la piattaforma Cloudveneto per eseguire esperimenti di reperimento dell'informazione.

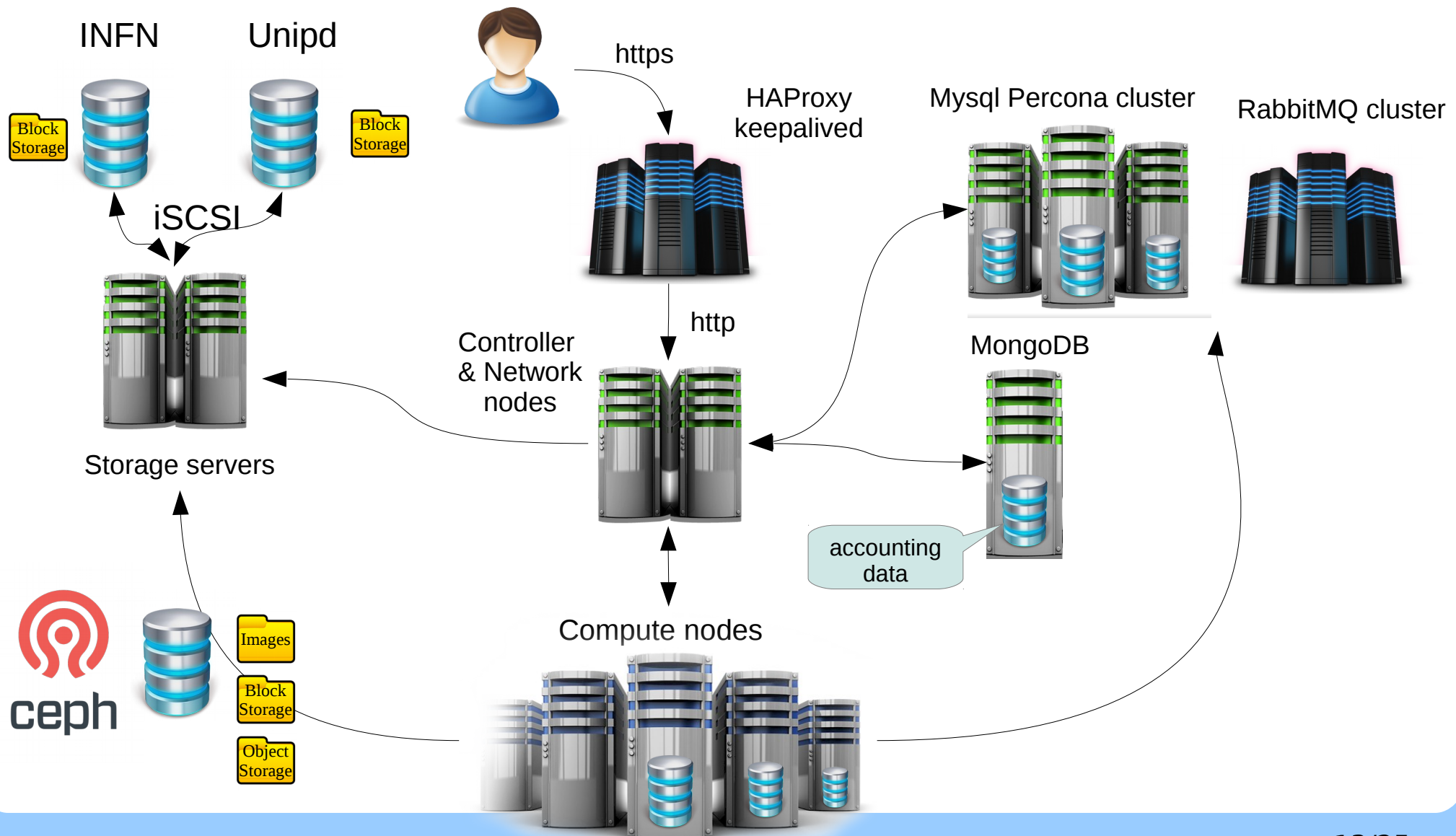
In particolare, si esegue l'**indicizzazione automatica di grandi collezioni di documenti testuali** che prevedono un'altissima frequenza di operazioni di input/output.

Gli indici creati sono mantenuti in memoria secondaria e vengono utilizzati per **avviare la ricerca di contenuti** mediante diversi motori di ricerca (es: elasticsearch).

“High level” topology



Service deployment



OpenStack

Creazione e gestione macchine virtuali (nova e EC2)

Block storage

Object Storage (swift e S3)

Creazione e gestione immagini e snapshot

Dashboard Grafica

Istanze private o accedibili in Internet

Orchestrazione

Integrate altre funzionalita` (alcuni sono nostri sviluppi)

Autenticazione attraverso identity provider

Supporto per registrazione utenti e progetti

Supporto per rinnovo account

Gestione informazioni accounting e monitoring

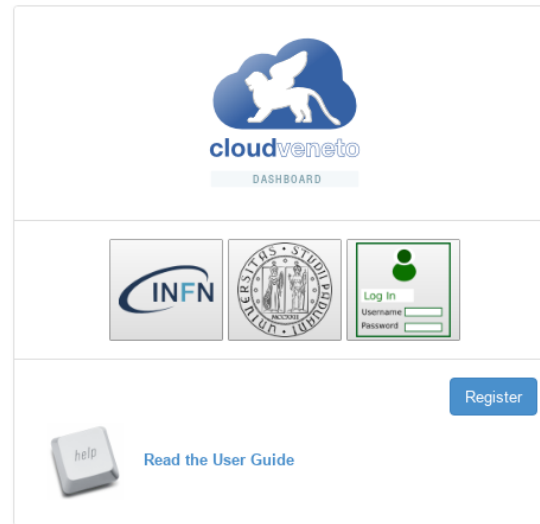
Dynamic Batch Cluster As a Service

Tool per deployment cluster BigData

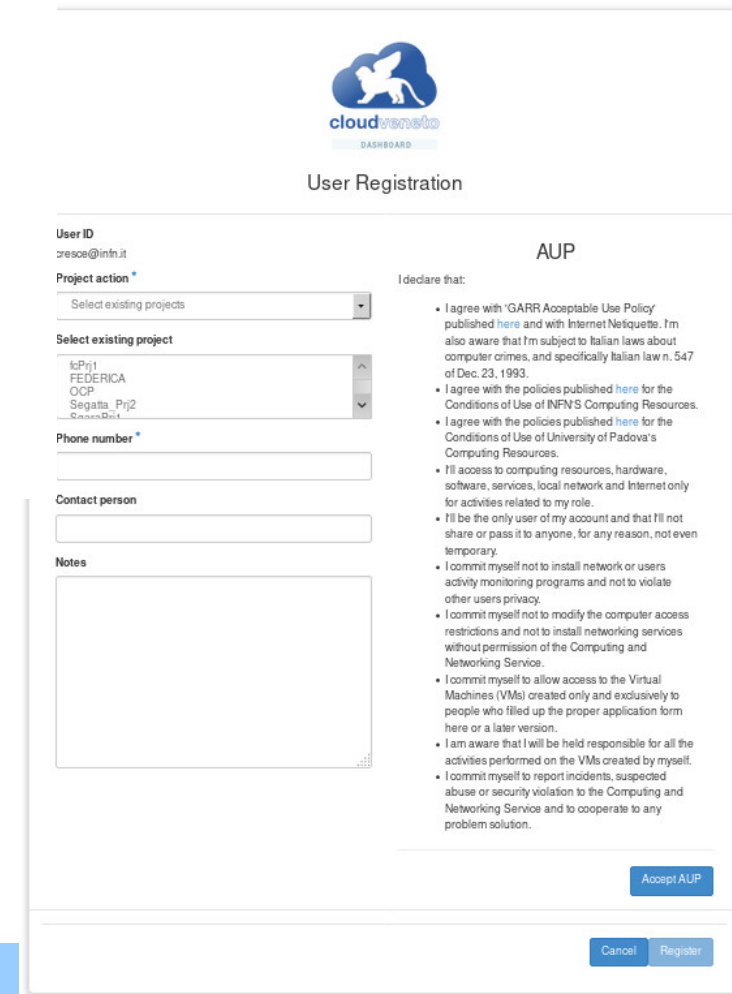
Supporto per autenticazione attraverso Identity Provider

Procedura per la registrazione di nuovi utenti e progetti integrata nella dashboard

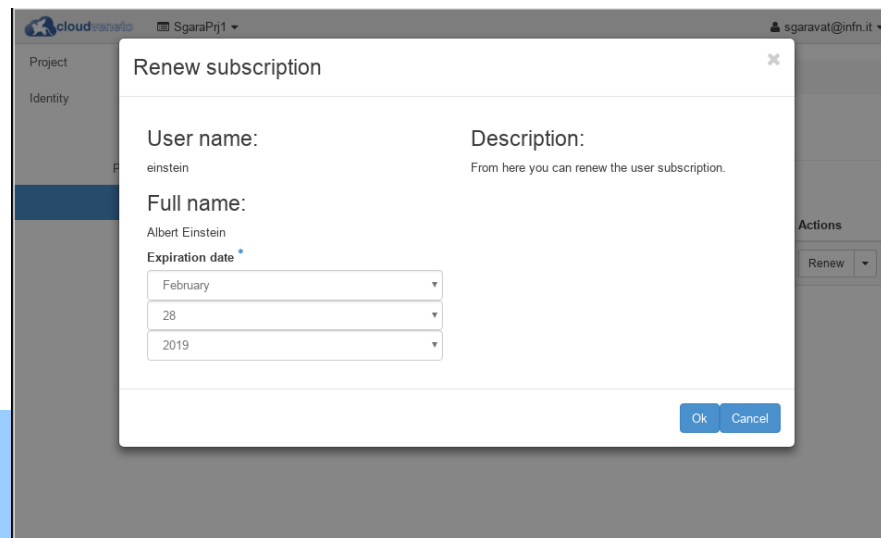
Ogni progetto Cloud ha un amministratore che gestisce (via dashboard) le richieste di affiliazione al suo progetto



The dashboard shows the cloudveneto logo, a login section with INFN and University of Padua logos, a 'Log in' button, and a 'Register' button. There is also a 'Read the User Guide' link.



The User Registration form includes fields for User ID, Project action, Select existing project, Phone number, Contact person, and Notes. It also features a declaration section (AUP) with a list of terms and conditions, and buttons for 'Accept AUP', 'Cancel', and 'Register'.



The 'Renew subscription' dialog shows fields for User name (einstein), Full name (Albert Einstein), and Expiration date (February 28, 2019). It includes a description, a 'Renew' button, and 'Ok'/'Cancel' buttons.

Gestione delle informazioni di accounting

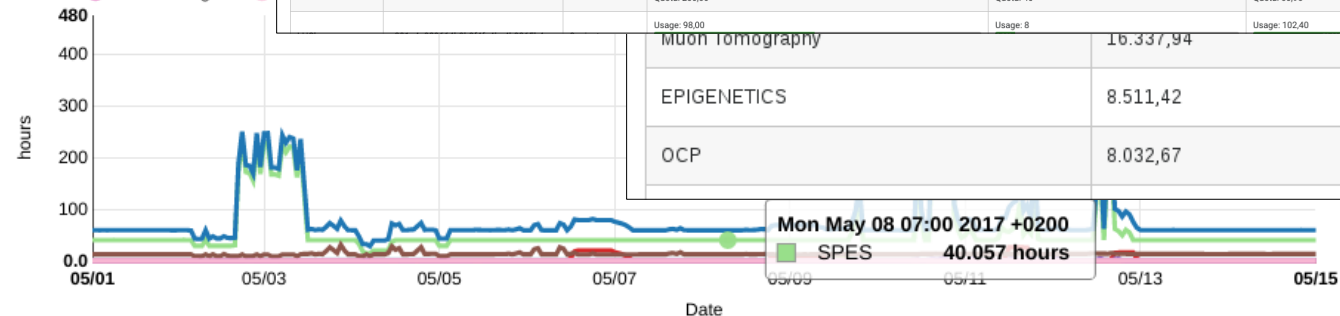
Gestione delle informazioni storiche di monitoring

Home Projects Hypervisors Accounting

Accounting

Metric: CPU Time

- OVERALL
- DIV.RICERC...
- ICARUS_PD
- Servizio C...
- Muon Tomog...



Home Projects Hypervisors Accounting

Active VMs	Allocated VRAM (TB)		Allocated VCPUs	
	Virtual	On bare	Virtual	On bare
259	Virtual: 3.15 Virtualizable: 5.05	Virtual: 3.15 Total Bare: 3.54	Virtual: 1926 Virtualizable: 4144	Virtual: 1926 Total Bare: 1072

Hypervisors

Name	Last seen	State / Status	VMs	Allocated VRAM (MB)		Allocated VCPUs	
				Virtual	On bare	Virtual	On bare
clt-ctrl-01.pd.inf.it (IP: 192.168.60.40)	4 minutes ago	down / disabled	0	Virtual: 512 Virtualizable: 48088.5	Virtual: 512 Total Bare: 32059	Virtual: 0 Virtualizable: 32	Virtual: 0 Total Bare: 8
clt-nl-01.cloud.pd.inf.it (IP: 192.168.60.56)	4 minutes ago	up / enabled	10	Virtual: 78848 Virtualizable: 144705	Virtual: 78848 Total Bare: 96470	Virtual: 59 Virtualizable: 128	Virtual: 59 Total Bare: 32
clt-nl-02.cloud.pd.inf.it (IP: 192.168.60.57)	4 minutes ago	up / enabled	11	Virtual: 113152 Virtualizable: 144705	Virtual: 113152 Total Bare: 96470	Virtual: 87 Virtualizable: 128	Virtual: 87 Total Bare: 32
clt-nl-03.cloud.pd.inf.it (IP: 192.168.60.58)	4 minutes ago	up / enabled	10	Virtual: 100864 Virtualizable: 144705	Virtual: 100864 Total Bare: 96470	Virtual: 81 Virtualizable: 128	Virtual: 81 Total Bare: 32
clt-nl-04.cloud.pd.inf.it (IP: 192.168.60.59)	4 minutes ago	up / enabled	10	Virtual: 107008 Virtualizable: 144703.5	Virtual: 107008 Total Bare: 96469	Virtual: 90 Virtualizable: 128	Virtual: 90 Total Bare: 32
clt-nl-05.cloud.pd.inf.it (IP: 192.168.60.60)	4 minutes ago	up / enabled	14	Virtual: 112640 Virtualizable: 144703.5	Virtual: 112640 Total Bare: 96469	Virtual: 69 Virtualizable: 128	Virtual: 69 Total Bare: 32
clt-nl-06.cloud.pd.inf.it (IP: 192.168.60.61)	4 minutes ago	up / enabled	14	Virtual: 82944 Virtualizable: 144703.5	Virtual: 82944 Total Bare: 96469	Virtual: 61 Virtualizable: 128	Virtual: 61 Total Bare: 32
clt-nl-07.cloud.pd.inf.it (IP: 192.168.60.62)	4 minutes ago	up / enabled	11	Virtual: 104960 Virtualizable: 192799.5	Virtual: 104960 Total Bare: 128533	Virtual: 83 Virtualizable: 128	Virtual: 83 Total Bare: 32
clt-nl-08.cloud.pd.inf.it (IP: 192.168.60.63)	4 minutes ago	up / enabled	16	Virtual: 121344 Virtualizable: 192799.5	Virtual: 121344 Total Bare: 128533	Virtual: 91 Virtualizable: 128	Virtual: 91 Total Bare: 32

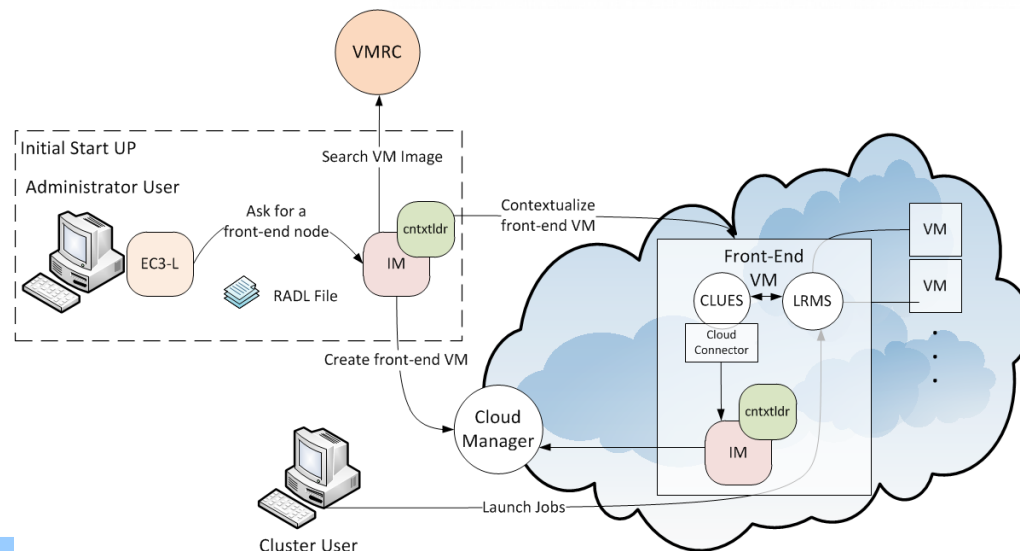
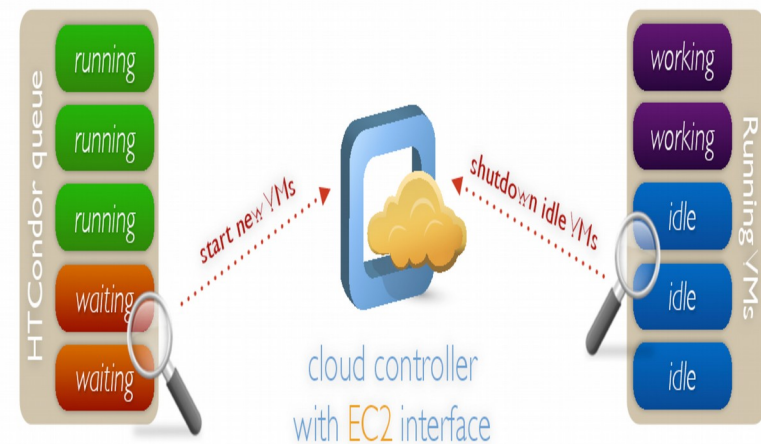
Muon tomography	Usage: 22.15 Quota: 200.00	Usage: 19 Quota: 40	Usage: 17.49 Quota: 60.96	16.337,94	3,20%
EPIGENETICS				8.511,42	1,67%
OCP				8.032,67	1,57%

Batch cluster

Gli utenti hanno la possibilità di creare cluster batch elastici

Nuovi slave vengono automaticamente istanziati se ci sono job in coda; vengono automaticamente distrutti quando non servono più

Supporto per HTCondor e SLURM





INFN Padova

6 tecnologi (3 staff, 3
presto stabilizzati)
2 tecnici
3 assegnisti

INFN LNL

1 tecnologo

Universita` di Padova

3 tecnici laureati

Competenze

- Distributed systems
- Grid e Cloud computing
- Software development
- Security
- Workload management
- Data management
- Databases
- Storage systems
- Operation di grandi infrastrutture
- Networking
- ...

INFN Padova partecipa a
diversi progetti (nazionali ed
europei) su tematiche relative
a Grid e Cloud Computing

L'infrastruttura CloudVeneto e' un esempio di successo di collaborazione fruttuosa fra INFN e Dipartimenti dell'Universita` di Padova

E` un servizio di produzione, ben supportato, usato con soddisfazione da parte degli utenti, in continua espansione

Puo' essere facilmente estesa con inserimento di nuovi nodi di calcolo e storage

E' un'infrastruttura che puo' servire per ospitare gruppi che abbiano necessita` di sperimentare nuove applicazioni

Puo' inserirsi nella logica del Competence Center per fornire una piattaforma su cui istanziare servizi (back-end di sistemi IoT, infrastrutture per data analytics,...)

Puo` servire come modello di un'infrastruttura a servizio delle applicazioni sviluppate nell'ambito del Competence Center del Triveneto.

THE END

Questions?



Backup slides

Calcolo @ INFN

INFN: ente pubblico di ricerca, dedicato allo studio dei costituenti fondamentali della materia e alle loro interazioni (fisica subnucleare, nucleare ed astroparticellare)

Gli esperimenti piu` demanding dal punto di vista del calcolo sono gli esperimenti di fisica delle alte energie (HEP)

In particolare gli esperimenti LHC al CERN (ALICE, ATLAS, CMS, LHCb) sono di gran lunga i clienti maggiori



Run 2 Data Flow

