



cloudveneto

Massimo Sgaravatto  
INFN Padova

# CloudVeneto.it Status update



# Reminder: stato al 23/10/2015

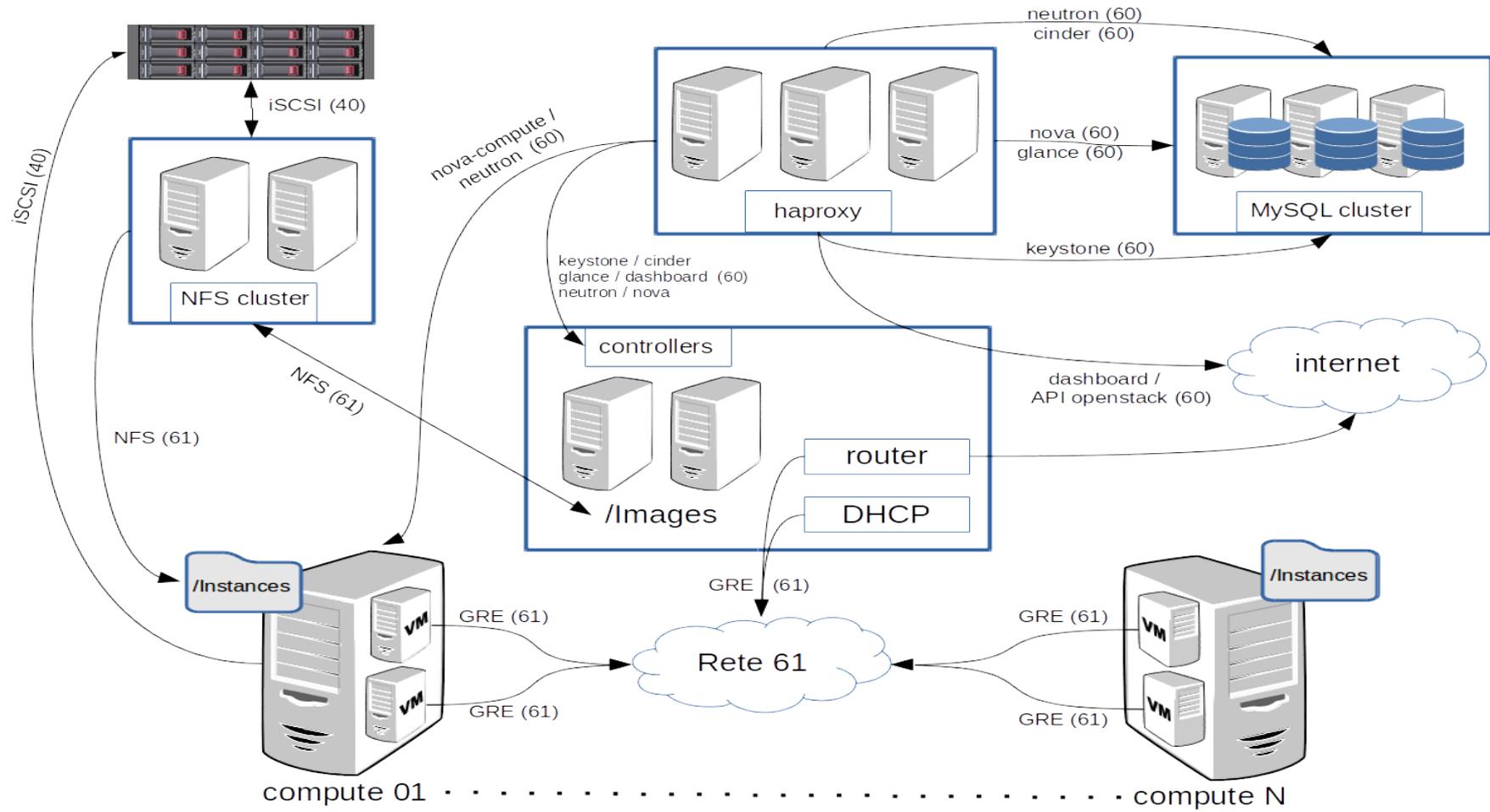
- Implementata una Cloud OpenStack based
  - Funzionalità offerte
    - Possibilità di creare Virtual Machine (VM), che possono poi essere usate per le proprie specifiche esigenze
    - Possibilità di registrare immagini (da usare per poi creare VM)
    - Possibilità di fare snapshot di VM
    - Possibilità di dare IP pubblici (di UniPD, di INFN, di una rete “neutra”) alle VM
    - Possibilità di creare dei volumi di storage persistente (vs. storage ‘effimero’) da “attaccare” alle VM
    - Accesso ai servizi Cloud via command line tool o via web dashboard
  - Servizi configurati in alta affidabilità
  - Integrati anche alcuni sviluppi fatti da INFN
    - Integrazione con Identity Provider per l’autenticazione degli utenti (SSO Unipd, INFN-AAI)
    - Gestione della registrazione degli utenti
- Testato da alcuni pilot user (DEI, DiSC) ma non ancora servizio “aperto” agli utenti



# Cosa e` successo da allora ?

- Presentazione del servizio Cloud il 25/11/2015
  - <https://agenda.infn.it/conferenceDisplay.py?confId=10516>
  - Anche con un breve demo-tutorial
- Apertura del servizio a tutti gli utenti
- Prime esperienze di utilizzo da parte di alcuni utenti
- Ri-organizzate le attività` del personale coinvolto per la gestione e supporto del servizio Cloud
- Corsi di formazione Cloud organizzati dall'Ateneo tenuti da personale INFN
- Dal punto di vista tecnico
  - (Doppio) update versione OpenStack (Havana → Kilo) a inizio Marzo 2016
  - Riviste alcune scelte implementative/architetturali
    - In particolare abbiamo visto problemi nel far coesistere servizi diversi sugli stessi nodi di calcolo
    - → Abbiamo dovuto fare il deployment di alcuni servizi su “nuovi” nodi di calcolo (hardware dell'INFN)
    - Deployment di nuovi servizi (on-going)

# CloudVeneto.it: architettura



Per ogni arco sono indicati il protocollo e la sottorete di comunicazione tra parentesi

## Personale coinvolto

- Sinergia tra personale INFN e Unipd
  - L'attuale implementazione di CloudVeneto.it e` stata fatta da:
    - Paolo Emilio Mazzon (Dipartimento Ingegneria dell'Informazione)
    - Matteo Menguzzato (Dipartimento Fisica e Astronomia)
    - Gianpietro Sella (Dipartimento Scienze Chimiche)
  - Basandosi sull'esperienza, tool, procedure, documentazione prodotti dal personale INFN
  - Collaborazione del personale INFN per le attività` di implementazione e gestione
  - M. Sgaravatto (INFN Padova): coordinamento
- Meeting ~ settimanali per l'organizzazione delle attività`



## Gestione e supporto di CloudVeneto.it

- Sistema di “turni” per il supporto dell'infrastruttura
  - Fatto dalle 3 persone prima menzionate
- La persona in turno e` responsabile di:
  - Verificare la funzionalita` dell'infrastruttura, avvalendosi anche dei tool di monitoring che sono stati predisposti
  - Rispondere alle richieste degli utenti (inviare a [cedc-support@lists.pd.infn.it](mailto:cedc-support@lists.pd.infn.it))
  - Gestire le richieste di registrazione
  - Risolvere (eventualmente con l'aiuto di colleghi) i problemi rilevati/riportati

# Monitoring

- Uso di 3 tool
  - Ganglia (monitor delle performance dei nodi di calcolo)
  - Nagios (monitor della funzionalita` dei vari servizi)
  - Cacti (monitor rete)

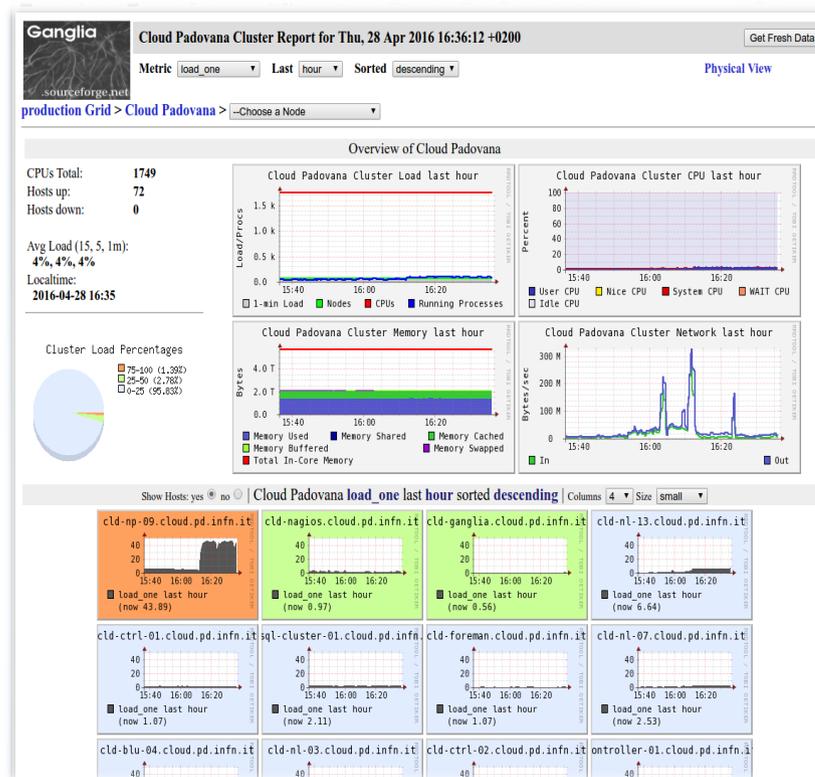


## Service Overview For All Host Groups

| cedc-controllers (01-cedc-controllers) |        |          |         | cedc-storages (02-cedc-storages) |        |          |         | cedc-sqlservers (03-cedc-sqlservers) |        |          |         |
|--|--------|----------|---------|----------------------------------|--------|----------|---------|--------------------------------------|--------|----------|---------|
| Host                                   | Status | Services | Actions | Host                             | Status | Services | Actions | Host                                 | Status | Services | Actions |
| cid-blu-03                             | UP     | 20 OK    | [Icons] | cid-blu-01                       | UP     | 16 OK    | [Icons] | cidv-mysql-01                        | UP     | 9 OK     | [Icons] |
| cid-blu-04                             | UP     | 20 OK    | [Icons] | cid-blu-02                       | UP     | 16 OK    | [Icons] | cidv-mysql-02                        | UP     | 9 OK     | [Icons] |
| cid-cedc                               | UP     | 3 OK     | [Icons] |                                  |        |          |         | cidv-mysql-03                        | UP     | 9 OK     | [Icons] |

| cedc-computes (04-cedc-computes) |        |          |         | INFN-PADOVA-STACK (egl-fedcloud) |        |          |         |
|----------------------------------|--------|----------|---------|----------------------------------|--------|----------|---------|
| Host                             | Status | Services | Actions | Host                             | Status | Services | Actions |
| cid-blu-05                       | UP     | 20 OK    | [Icons] | cloud-01                         | UP     | 9 OK     | [Icons] |
| cid-blu-06                       | UP     | 20 OK    | [Icons] | cloud-02                         | UP     | 9 OK     | [Icons] |
| cid-blu-07                       | UP     | 20 OK    | [Icons] | cloud-03                         | UP     | 9 OK     | [Icons] |
| cid-blu-08                       | UP     | 18 OK    | [Icons] | cloud-04                         | UP     | 9 OK     | [Icons] |
| cid-blu-09                       | UP     | 18 OK    | [Icons] | cloud-05                         | UP     | 9 OK     | [Icons] |
| cid-blu-10                       | UP     | 18 OK    | [Icons] | cloud-06                         | UP     | 9 OK     | [Icons] |
| cid-blu-11                       | UP     | 18 OK    | [Icons] | egl-cloud                        | UP     | 10 OK    | [Icons] |
| cid-blu-12                       | UP     | 18 OK    | [Icons] |                                  |        |          |         |
| cid-blu-13                       | UP     | 18 OK    | [Icons] |                                  |        |          |         |
| cid-blu-14                       | UP     | 18 OK    | [Icons] |                                  |        |          |         |
| cid-blu-15                       | UP     | 18 OK    | [Icons] |                                  |        |          |         |
| cid-blu-16                       | UP     | 18 OK    | [Icons] |                                  |        |          |         |

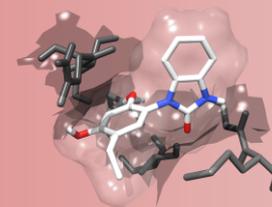




# Utilizzo di CloudVeneto.it

- Risorse disponibili:
  - 240 core fisici → 480 core in HyperThreading → 1920 Virtual CPU disponibili per le Virtual Machine (fattore di overcommitment pari a 4)
  - 68 TB per volumi di storage permanente
  - 19 TB per immagini e storage 'effimero' delle istanze
- ~ 20 utenti registrati (7 progetti)
  - Ing. Civile Edile Ambientale, Scienze Biomediche, Ing. dell'Informazione, Scienze Chimiche, Fisica e Astronomia, Scienze del Farmaco, Medicina Molecolare
- Utilizzo:
  - ~ 150 Virtual CPU (~ 40 Virtual Machine)
  - Creati volumi per un totale di ~ 1.5 TB di storage permanente

- Due use case
  - 1) Simulazioni di dinamica molecolare
    - Usando gromacs e namd
    - Facendo riferimento alle tecnologie SMP e MPI (openmpi)
  - 2) Precalcolo degli allineamenti tra sequenze di genomi nuovi di piante contro banche dati di sequenze pubbliche
    - Usando l'applicazione blast
    - Istanziato un batch cluster (Sun Grid Engine) per eseguire i job
- Risorse usate: 10 VM (80 VCPU, 160 GB RAM), 1 TB storage



Service name:



## MMsDockCloud

Service Synopsis:

MMsDockCloud is a cloud-based web environment to handle molecular docking simulations built on VenetoCloud infrastructure

Service Web page:

The screenshot shows the MMsDockCloud web page. At the top, there is a search bar and a 'Cerca' button. Below this, the University of Padua logo and 'UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA' are displayed, along with the 'MMS Molecular Modeling Section' logo and contact information: 'Department of Pharmaceutical and Pharmacological Sciences, University of Padova, Via Marzolo 5, 35131 Padova (Italy) - phone: +39 049 8275704, fax: +39 049 8275366'. A navigation menu includes 'MMS Home', 'About us...', 'Lab Members', 'Projects', 'Publications', '@learning', 'MMStools', and 'MMS\_Intranet'. The main content area features the 'MMsDockCloud' logo and a table with the following information:

| MMsDockCloud     |   |
|------------------|---|
| <b>Synopsis:</b> | MMsDockCloud is a cloud-based web environment to handle molecular docking simulations built on VenetoCloud infrastructure.                          |
| <b>Web link:</b> | <a href="#">MS</a>  |
| <b>Citation:</b> | Sturlese M, Cuzzolin A, Salmaso V, Floris M, Moro S. MMsDockCloud: a novel cloud-based molecular docking platform. (2016) manuscript in preparation |

At the bottom of the page, a copyright notice reads: 'Copyright © 2013 - Molecular Modeling Section (MMS), University of Padova. All rights reserved.'



## Service workflow:

## Pilot Project Sketch

1. Upload your ligand-target PDB file:  
 No file chosen

2. Upload your ligand or database in SDF format:  
 No file chosen

3. Write here the 3-letters code of the ligand presents in the PDB file:

**PLANTS**

**precooked docking parameters:**

speed1 (low speed, high accuracy)  
scoring\_function **chemplp**  
cluster\_structures **5** number of generated poses for each docked compound

| Best Ranked Poses | Scoring  | Pose interactions | 3D view |
|-------------------|----------|-------------------|---------|
|                   | -80.6879 |                   |         |

Download PDB  
Download picture

Jmol

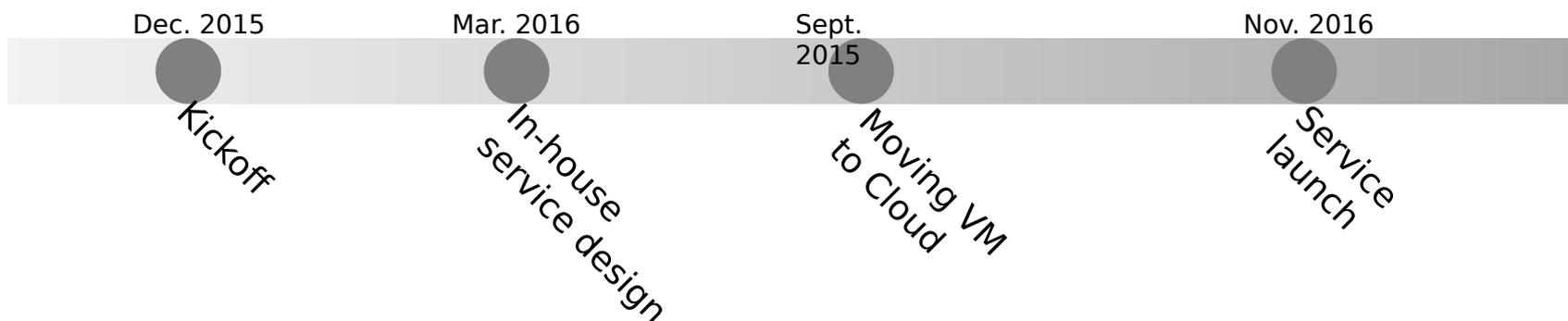
color by  
 Secondary Structure  Chain  Rainbow  Anisoclad  Hydrophobicity

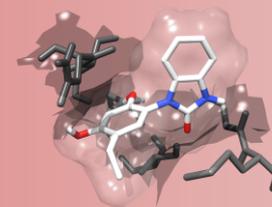
surface  
 off  Solvent Accessible  Solvent Excluded  Cavities

settings  
 Black Background  White Background  Wireframe on  Wireframe off

Ubuntu OS, Apache web server, PHP scripting language, Jmol - the open source molecular viewer, JQuery - Javascript library, CDK - the chemistry development kit, CACTVS toolkit, Bash, GNU parallel ...

## Project Timeline:





## Resources in use

Active Instances: 1

| Instance Name | VCPUs | RAM (MB) | Disk (GB) |
|---------------|-------|----------|-----------|
| VMblack1      | 8     | 16384    | 160       |

In house performance:

110 composti/minuto su 64 core -> 1 million compounds in less than one week

Possibilita` di scalare sia verticalmente (i.e. VM piu` "potente") che orizzontalmente (i.e. aumentando il numero di VM)

### Main Limitation:

File transferring to VMs (per il fatto che bisogna fare 2 passaggi passando per un gate)

→ Aggiornata la user-guide per spiegare come gestire la cosa in maniera piu` agevole (port forwarding)



cloudveneto

## Scienze Chimiche (1/2)

- Use case: Thermodynamic and compositions modeling glasses
- Sistema client/server per il calcolo delle caratteristiche dei vetri al variare della composizione degli ossidi
- Client: interfaccia utente per la selezione dei parametri di calcolo basata su applet e/o applicativo jnlp (java)
- Server: servlet java ospitata in un servizio tomcat (necessario floating ip pubblico per la vm che fornisce il servizio) + database mysql
- La servlet tomcat esegue un applicativo scritto in fortran sulle VM di calcolo per determinare le caratteristiche delle composizioni dei vetri
- Attualmente e' stata sviluppata una prima versione del software client/server (e' in sviluppo una seconda versione) ed e' stato testato l'applicativo di calcolo
- Capacita' di calcolo richiesta a regime direttamente proporzionale al numero di utenti registrati (attualmente non prevedibile)

Vetreteria by Prof. Antonino Polimeno/Ing. Gianpietro Sella

Vetreteria by Prof. Antonino Polimeno/Ing. Gianpietro Sella - Dipartimento di Scienze Chimiche - Universita' di Padova

Help

ser Job

| Project | Status   | Start/Stop | Remove Job | Save Results | Show Results |
|---------|----------|------------|------------|--------------|--------------|
|         | Finished | Start      | Remove     | Save         | Show         |

Force refresh from db Force refresh from server

ser Project

pippo Save Modify Remove Add to Job New Reset Oxide

| Select                              | Oxide | Quantity |
|-------------------------------------|-------|----------|
| <input checked="" type="checkbox"/> | Na2O  | 0.4      |
| <input checked="" type="checkbox"/> | O2Si  | 0.6      |

binary  
 ternario  
 quaternario

Inclusion of Fe(II)/Fe(III) FeO: 2.345 Fe2O3: 0

Job results

prova2-2015-10-27 16:44:10 View data

ferfge

Clear Download Remove

View of result compute

Result of elaboration

+++ VITRUM 1.0 +++

Determinazione della composizione di equilibrio di una miscela di ossidi fusi.

Codice identificativo del calcolo [8 caratteri]: test0001

Ossido elementare 1: NaO2O\_01 N. dati = 15

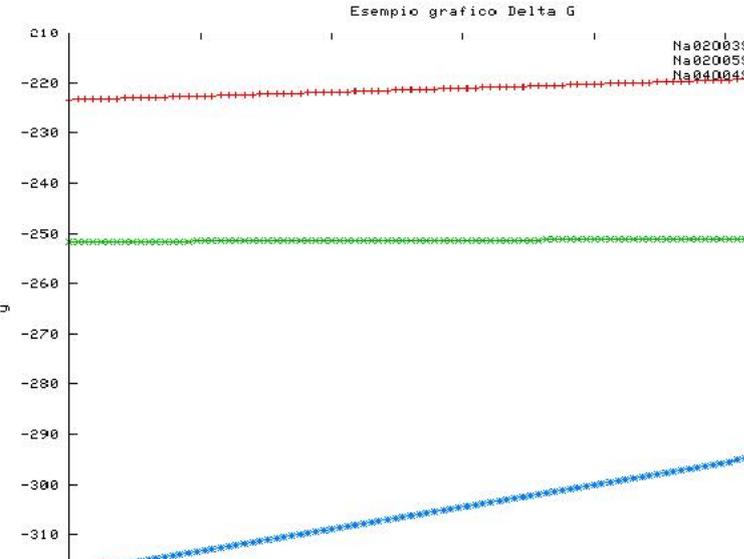
Ossido elementare 2: O\_02Si01 N. dati = 29

Ossido misto 3: Na02O\_03Si01 N. dati = 11

Ossido misto 4: Na02O\_05Si02 N. dati = 13

Ossido misto 5: Na04O\_04Si01 N. dati = 8

Esempio grafico Delta G

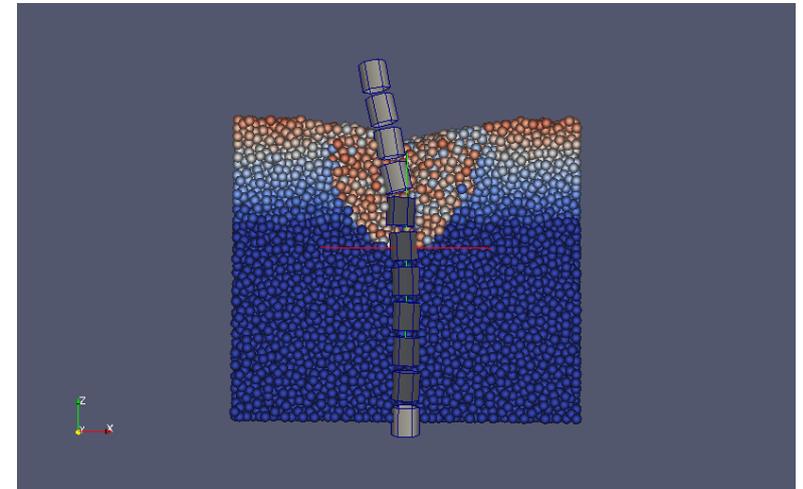


The plot shows Delta G (kJ/mol) on the y-axis (ranging from -310 to -210) versus composition on the x-axis. Three data series are shown: Na02O03Si (red dots, nearly horizontal at ~-225 kJ/mol), Na02O05Si (green dots, nearly horizontal at ~-255 kJ/mol), and Na04O04Si (blue dots, increasing from ~-310 to ~-295 kJ/mol).

- Il DEI aveva partecipato alla fase di validazione dell'infrastruttura Cloud
  - 2 use case (v. presentazione Silvello del 25/11/2015):
    - Applicazione Java per indicizzazione di collezioni di documenti testuali
    - Applicazione di elaborazione dati (Matlab)
- Dopo questa fase come 'pilot user' mi pare non ci sia stata ulteriore attivita`



- Use case:
  - Palo caricato in testa ciclicamente che simula il movimento oscillatorio di un palo eolico off-shore
  - Alto numero di particelle da simulare e alto numero di cicli
- Codice non ancora ottimizzato
- Appena il codice sara` pronto, si proverà a runnarlo nella Cloud
- Per il momento solo fatta la registrazione alla Cloud
- Referente: F. Gabrieli



- Use case:
  - PathwayInspector: piattaforma di analisi di dati di trascrittomico RNA-seq per ricercare pathway metabolici e di trasduzione del segnale in tipici esperimenti controllo vs. trattato
  - Architettura
    - Front-end web sviluppato in Django
    - back-end che gestisce, tramite queue-system basato su Celery, le chiamate di elaborazione dei dati effettuate da vari pacchetti custom-made o basati su R
    - Dati registrati su un DB SQL
  - Quando il progetto sarà sufficientemente maturo e saranno stati risolti alcuni bug, lo si proverà in Cloud
  - Per il momento su CloudVeneto.it fatta solo la registrazione

- Use case del gruppo teorico:
  - Applicazioni f77 per e.g. diagonalizzazione matrici che usano librerie NAG/lapack
- Le attività sono previste iniziare con l'arrivo di un post-doc (Settembre)
- Per il momento fatta sostanzialmente solo la registrazione in Cloud
- Referente: L. Fortunato

# ARPAV

- Attivita` appena iniziato (registrazione fatta 2 giorni fa)
- Use case: calcolo numerico di modellistica sulla qualita` dell'aria
- Richiedono 3 TB di storage
- Referente: Alessio Tomelleri (ARPAV Belluno)

- Predisposta una User guide
- Demo/mini-tutorial disponibile on-line (<https://www.youtube.com/watch?v=SUqlupNujuw>)
- Corsi Cloud organizzati dall'Università di Padova e tenuti da personale INFN a favore di personale tecnico dell'Ateneo
  - I corso: Corso di base per il supporto agli utenti di una piattaforma Cloud OpenStack
    - due edizioni (26 e 28 Gennaio 2016, 1 e 4 Febbraio 2016)
    - 38 studenti
  - Il corso: Installazione e configurazione di OpenStack
    - tre edizioni (24 e 25 Febbraio 2016, 7 e 8 Marzo 2016, 27 e 28 Aprile 2016)
    - 41 studenti

# Programma I corso

- I giorno
  - Introduzione ai concetti di Cloud
  - Overview di Openstack
  - Introduzione all'uso della dashboard
  - Laboratorio: gestione immagini con il servizio Glance
  - Laboratorio: gestione immagini con il servizio Glance
  - Gestione Virtual machine in OpenStack
  - Laboratorio: Creazione e gestione di Virtual Machine
  - Storage in Openstack
- Il giorno
  - Laboratorio: gestione di volumi con il servizio Cinder
  - Preparazione di immagini per OpenStack
  - Il servizio di orchestrazione Heat
  - Laboratorio: Heat
  - Laboratorio: Esercizio finale
  - Domande e discussioni
  - Valutazione del Corso
  - QUIZ Finale



# Programma II corso

- I giorno
  - Architettura dei servizi di OpenStack
  - Setup preliminare del sistema
  - Laboratorio: Installazione dei servizi "API" di OpenStack e test funzionali
- Il giorno
  - Laboratorio: Finalizzazione dell'installazione del nodo controller
  - Struttura del Networking in OpenStack
  - Laboratorio: Installazione degli "agenti" di Neutron per il networking e Compute node
  - Laboratorio: Installazione degli "agenti" di Neutron per il networking e Compute node
  - Laboratorio: Installazione della command line interface di OpenStack
  - Strumenti di installazione automatica
  - Alta disponibilità dei servizi OpenStack
  - Quiz e Valutazione

# Conclusioni

- Preparato un technical report che descrive le attività che sono state fatte
- Infrastruttura CloudVeneto.it decisamente poco usata al momento
- Ci sono problemi che ne impediscono l'utilizzo ?
- Serve pubblicizzare di più la disponibilità di questa infrastruttura di calcolo ?

THE END



cloudveneto



CLOUD  
AREA PADOVANA

# Backup Slides



# Deployment di nuovi servizi

- In fase di installazione
  - Ceilometer: servizio per l'accounting, per tenere traccia di quante risorse (e come) vengono utilizzate dai vari utenti
- Altri servizi di cui stiamo pianificando l'installazione
  - Heat
    - Permette di automatizzare il deployment di risorse Cloud, anche con gerarchie complesse
      - Es. n macchine virtuali su cui runnano servizi, a cui devono essere 'agganciati' volumi di storage permanente, ecc..
  - Nova-docker
    - Le applicazioni runnano su container docker, invece che su virtual machine



# CloudVeneto.it: implementazione

- Deciso di implementare una infrastruttura Cloud IaaS analoga alla Cloud INFN Area Padovana
  - Per sfruttare l'esperienza già acquisita sia per l'implementazione che per la gestione
- Deciso di procedere in 2 fasi:
  - I fase: implementazione Cloud usando le risorse di proprietà dell'Università per i nodi di calcolo
    - Condivisione di alcune risorse e servizi della Cloud INFN
  - II fase: integrazione delle risorse INFN (Cloud Area Padovana), una volta dimostrata la funzionalità del tutto
- Deciso di “esporre” questo servizio cloud con un nome “neutro” (i.e. non UniPD, non INFN) → CloudVeneto.it

# CloudVeneto.it: hardware per la I fase

- Sistema di calcolo server DELL Blade costituito da un Enclosure PowerEdge M1000e con:
  - 12 nodi PowerEdge M620 per calcolo (doppio processore Intel Xeon E5-2670v2 2.5GHz, 10 Core, 115W, 160GB di RAM)
  - 4 nodi PowerEdge M620 di gestione (doppio processore Intel Xeon E5-2609 2,40GHz, 4 Core, 32GB di RAM)
  - 2 switch moduli DELL Force 10 MXL 10/40 GbE DCB Switch for dual switch config (FI) 32 Port.
- Storage Equallogic: 24 dischi NL-SAS a 7.200 giri (96 TB)
- Storage Equallogic:
  - 17 dischi SAS a 10.000 giri (18 TB)
  - 7 dischi SSD in tecnologia SLC (5.5 TB)
- Piu` hardware INFN per servizi vari (database, monitoring, ...) in certi casi condivisi con la Cloud INFN Area Padovana





# CloudVeneto.it: architettura

- Architettura del tutto simile a quella della Cloud INFN Area Padovana
- Differenze piu` rilevanti:
  - Storage per le istanze condiviso tra tutti i compute node (attraverso un cluster NFS in High Availability)
    - In questo modo e` possibile live-migrare le VM ospitate su un compute node, se questo deve essere spento (es. per manutenzione)
  - Networking
    - Le VM di default hanno solamente un IP privato
      - Sono accedibili attraverso un nodo 'gate'
    - Se necessario (es. nel caso di un servizio che deve essere esposto in Internet) è possibile dare a queste VM un indirizzo pubblico che può essere:
      - Un numero IP di una rete dell'INFN
      - Un numero IP di una rete dell'Università di Padova
      - Un numero IP di una rete "neutra" (che sara` associata al dominio cloudveneto.it)



# Accesso a CloudVeneto.it

- L'utente si registra
  - Modulo per la registrazione e` un nostro sviluppo (i.e. non e` parte di OpenStack)
  - L'utente chiede la creazione di un progetto e/o l'affiliazione a un progetto gia` esistente
- L'utente accede alla funzionalita` della Cloud via Web (Dashboard), o via Command Line Tool
- Autenticazione alla Cloud via username/password o via Identity Provider INFN o UniPd



# CloudVeneto.it: registrazione utenti

  
**cloudveneto**  
DASHBOARD

### User Registration

**User ID**  
mazzon@infn.it

**Project action:**

**Select existing project**

**Organization:**

**Phone number:**

**Contact person:**

**Notes:**

[Read the AUP](#)

[Cancel](#) [Register](#)



# CloudVeneto.it: dashboard

cloudveneto

DASHBOARD

Log In

Register Sign in

INFN AAI

UNIVERSITÄTS • STUDIUM

help

Read the User Guide

## E poi ? Cosa ci posso fare ?

- Gli utenti sono organizzati in progetti
  - Ogni progetto sostanzialmente rappresenta un esperimento/gruppo di ricerca/...
  - Ad ogni progetto viene assegnata una quota di risorse
- L'utente crea una o piu` Virtual Machine
- A queste VM puo` "attaccare" dei volumi di storage
- L'utente use le VM per gli use case di interesse
- Quando le VM non servono piu`, l'utente puo` cancellarle, cosi` le relative risorse vengono rilasciate

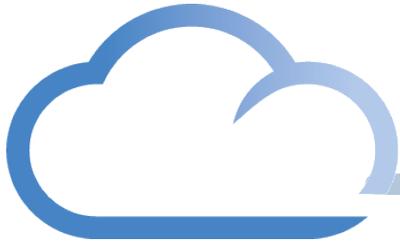
- A ogni VM e` associato dello storage 'effimero'
  - Viene distrutto quando la VM viene cancellata
- E` possibile inoltre creare anche dei volumi di storage persistente che si possono "attaccare" alle VM
  - Come fossero delle chiavette USB
  - Un volume non viene cancellato quando la VM a cui e` collegato viene cancellata
- OpenStack prevede anche un servizio di object storage (Swift) che, almeno per il momento, abbiamo deciso di non installare
  - Sostanzialmente GET/PUT di file
  - Non e` un filesystem, no accesso Posix

- L'utente ha pieno controllo delle VM da lui create
- Le puo` configurare e le puo` usare per il suo specifico use case
  - Es. accesso interattivo
  - Es. batch job
    - Esistono strumenti che permettono di istanziare batch cluster on-demand e elastici
  - Es. deployment di un servizio

- Il Cloud Computing “in se`” non e` virtualizzazione, che viene pero` pesantemente usata per:
  - Isolamento delle applicazioni (multi-tenancy)
  - Supporto per eterogeneità di S.O.
  - Utilizzo piu` efficiente dell'hw
  - ...
- Di contro c'e` un impatto sulle performance (soprattutto I/O), anche se negli ultimi tempi ci sono stati notevoli miglioramenti
  - Maggiori indirezione per via di un ulteriore strato software tra applicazione e hardware

- Come per la virtualizzazione permette l'esecuzione di piu` applicazioni "isolate" sullo stesso hardware, ma permettono un recupero di prestazioni
  - Il kernel viene condiviso
  - Viene condivisa (e partizionata) la RAM fisica
  - Viene condiviso il CPU time (con possibilita` di prioritita`)
  - CPU e I/O acceduti "nativamente"
- Pero` tutte le applicazioni devono avere lo stesso tipo di S.O.
  - Quindi no windows su linux (o viceversa)

# Virtualizzazione vs. Container

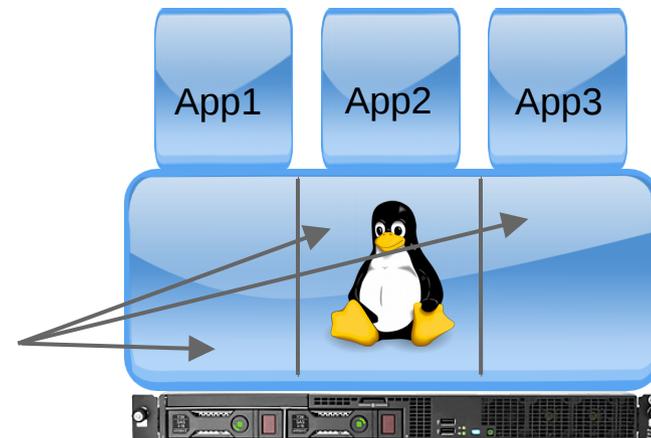


Le App accedono al S.O. che gira dentro un ambiente virtuale che accede all'HW tramite il S.O. ospite

2 indirizioni in più !

Le App accedono direttamente all'HW tramite il S.O. ospite

Containers (partizionamento "logico" del S.O. host)



- Stiamo per installare su alcuni compute node il servizio nova-docker
  - Non e` parte della distribuzione ufficiale OpenStack
- Permette di instanziare container invece che Virtual Machine

