

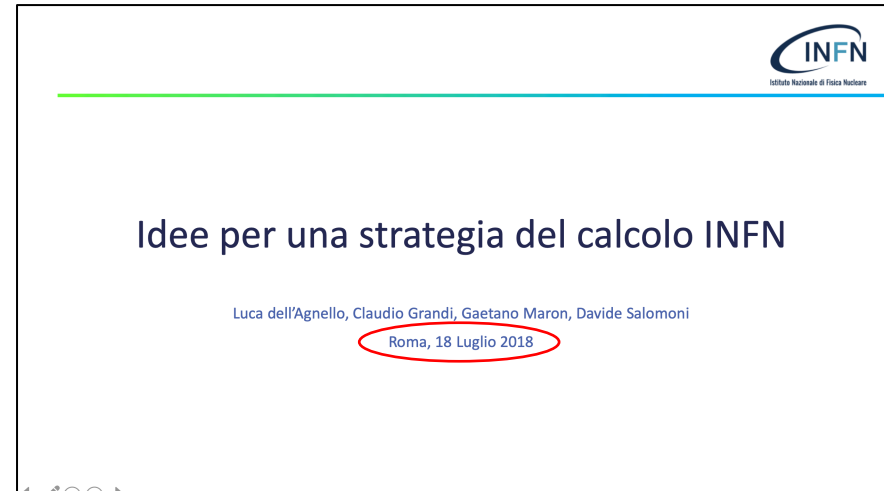
La Cloud INFN

Gennaio 2021

Davide Salomoni, per il gruppo INFN Cloud

INFN Cloud

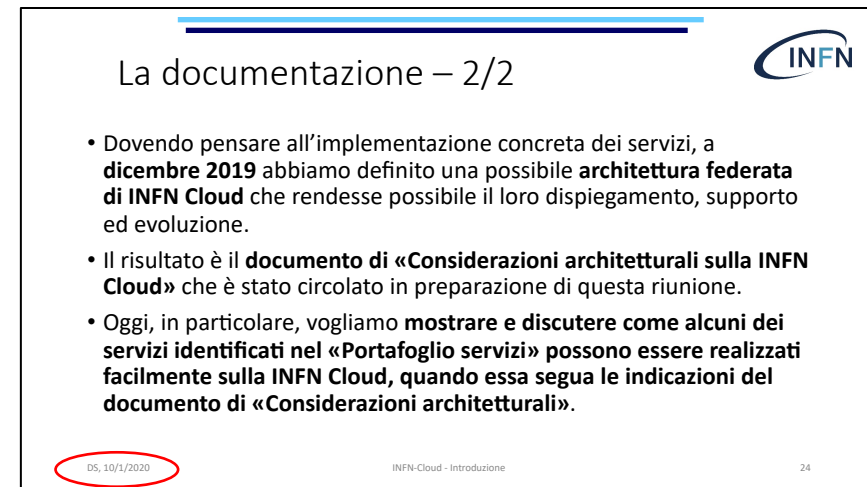
- Risponde alla **richiesta del Presidente INFN** di creare e portare in produzione una Cloud INFN il prima possibile.
- Persegue **obiettivi strategici per il calcolo INFN** identificati dal C3S già nel 2018 e confermati da diverse iniziative a livello nazionale ed internazionale (inclusi ICDI e EOSC).
- **Prosegue, integra ed espande esperienze, soluzioni, know-how e casi d'uso** sviluppati e presenti all'interno dell'INFN e finanziati in progetti italiani ed europei.
- E' fin dall'inizio un progetto **aperto ai contributi di tutti**, a partire da CCR e dalle Commissioni Scientifiche Nazionali.
- E' costruita per essere **sfruttabile in contesti nazionali ed internazionali** con tecnologie open allo stato dell'arte.



INFN
Istituto Nazionale di Fisica Nucleare

Idee per una strategia del calcolo INFN

Luca dell'Agnello, Claudio Grandi, Gaetano Maron, Davide Salomoni
Roma, 18 Luglio 2018



INFN

La documentazione – 2/2

- Dovendo pensare all'implementazione concreta dei servizi, a **dicembre 2019** abbiamo definito una possibile **architettura federata di INFN Cloud** che rendesse possibile il loro dispiegamento, supporto ed evoluzione.
- Il risultato è il **documento di «Considerazioni architetturali sulla INFN Cloud»** che è stato circolato in preparazione di questa riunione.
- Oggi, in particolare, vogliamo **mostrare e discutere come alcuni dei servizi identificati nel «Portafoglio servizi» possono essere realizzati facilmente sulla INFN Cloud, quando essa segua le indicazioni del documento di «Considerazioni architetturali».**

DS, 10/1/2020

INFN-Cloud - Introduzione

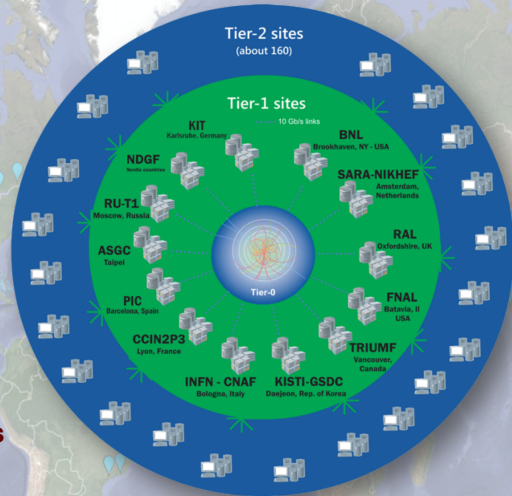
24

Executive Summary su INFN Cloud

- **Lo scopo:** fornire soluzioni *in primis* all'utenza INFN applicabili in contesti diversi:
 - Per calcolo scientifico ma anche per...
 - Attività di sviluppo, test di nuovi servizi, formazione.
 - Supporto a centri di calcolo INFN (ad esempio per backup di servizi già presenti in sede, in modo da avere i dati fuori dal sito).
- **Che cosa:** un insieme di soluzioni di calcolo distribuito, dalla più semplice ("ho bisogno di una VM") fino a *componenti componibili* open source che consentano agli utenti INFN di utilizzare, costruire e sviluppare moderni modelli di calcolo e risorse relative.
 - Ad esempio: possibilità di sfruttare un mix di infrastrutture Cloud pubbliche / private, soluzioni di storage a oggetti / POSIX distribuite, risorse CPU/GPU, modelli riutilizzabili di ML.

Da dove partiamo

HEP computing embraced a large scale distributed model since early 2000s
Based on grid technologies, federating national and international grid initiatives



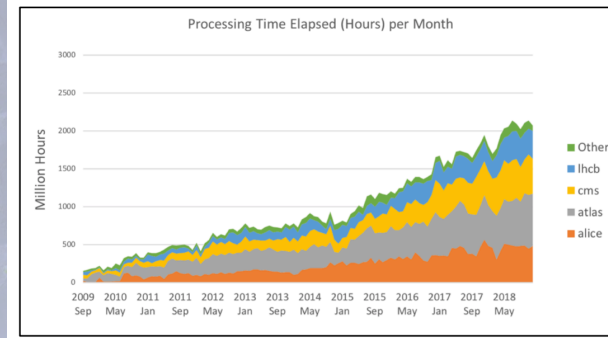
1 TB ~ 10-100 CHF

1 core ~ 100 CHF

HW lifetime: 3-5 years

WLCG: an International collaboration to distribute and analyse LHC data

Integrates computer centres worldwide that provide computing and storage resource into a single infrastructure accessible by all LHC physicists.



INDIGO - DataCloud



Simone.Campana@cern.ch - ESPP

13/05/2019

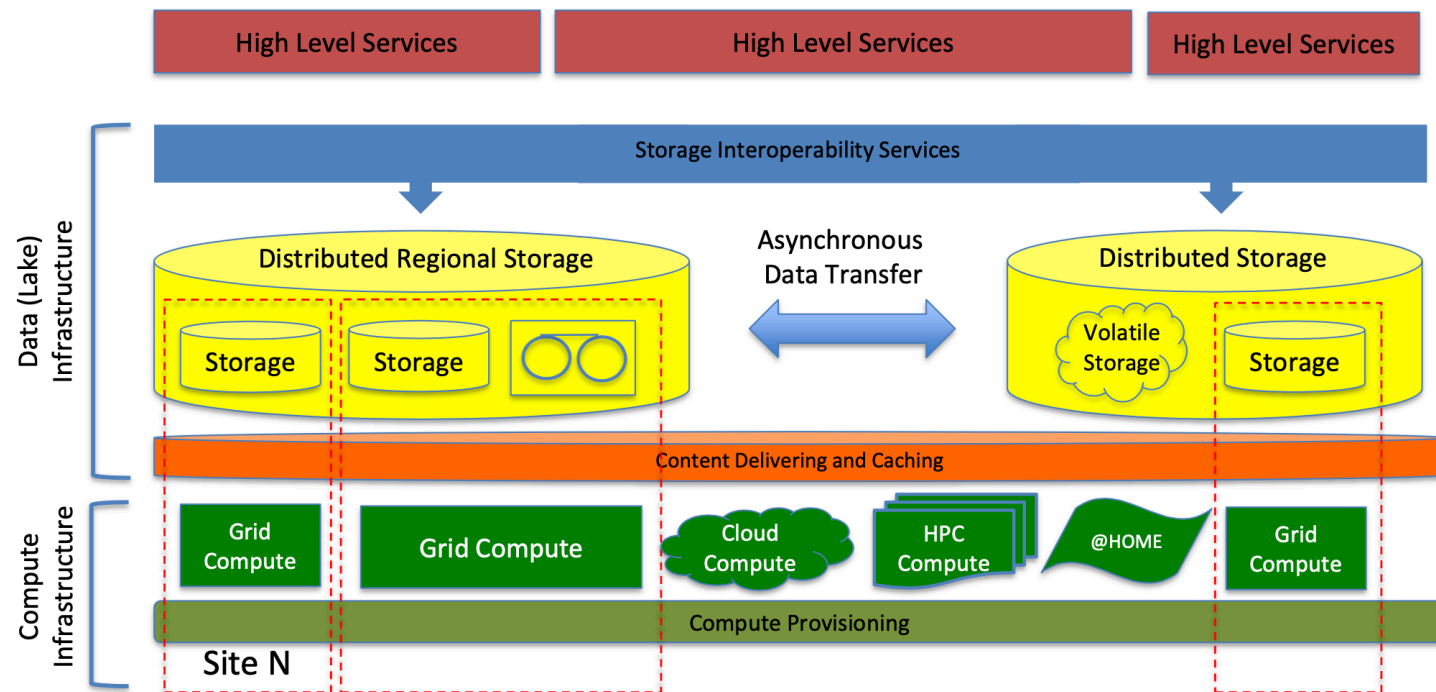
4

Che cosa abbiamo fatto

- A partire dalle esperienze INFN in progetti internazionali e da quelle sviluppate internamente (ad es. in CCR), con INFN Cloud abbiamo costruito e definito:
 - Una **infrastruttura Cloud federata multi-sito**.
 - Un **insieme di servizi** fruibili attraverso un portale, da terminale o con un set di API.
 - Un meccanismo «high-level» per **l'adattamento e l'evoluzione del portafoglio di servizi** a seconda delle esigenze e richieste degli utenti.
 - Una **organizzazione pienamente distribuita intra-INFN per il supporto e la gestione** di infrastruttura e servizi.
 - Una serie di **regole per l'accesso e le policy di gestione delle risorse** INFN Cloud che recepiscono le normative INFN e quelle più generali nazionali.

Principi tecnologici

- Utilizzo di **soluzioni consolidate open source** per cloud computing e storage.
- Riutilizzo ed evoluzione del **know-how maturato dall'INFN** nella gestione di infrastrutture Cloud e nello sviluppo di componenti software relative, a partire da INDIGO-DataCloud in avanti.
- **Convergenza di soluzioni e approcci** tra big data, HPC e infrastrutture federate e distribuite.



Source: <https://l.infn.it/2k>

La correlazione di tutto: Composizione dei servizi

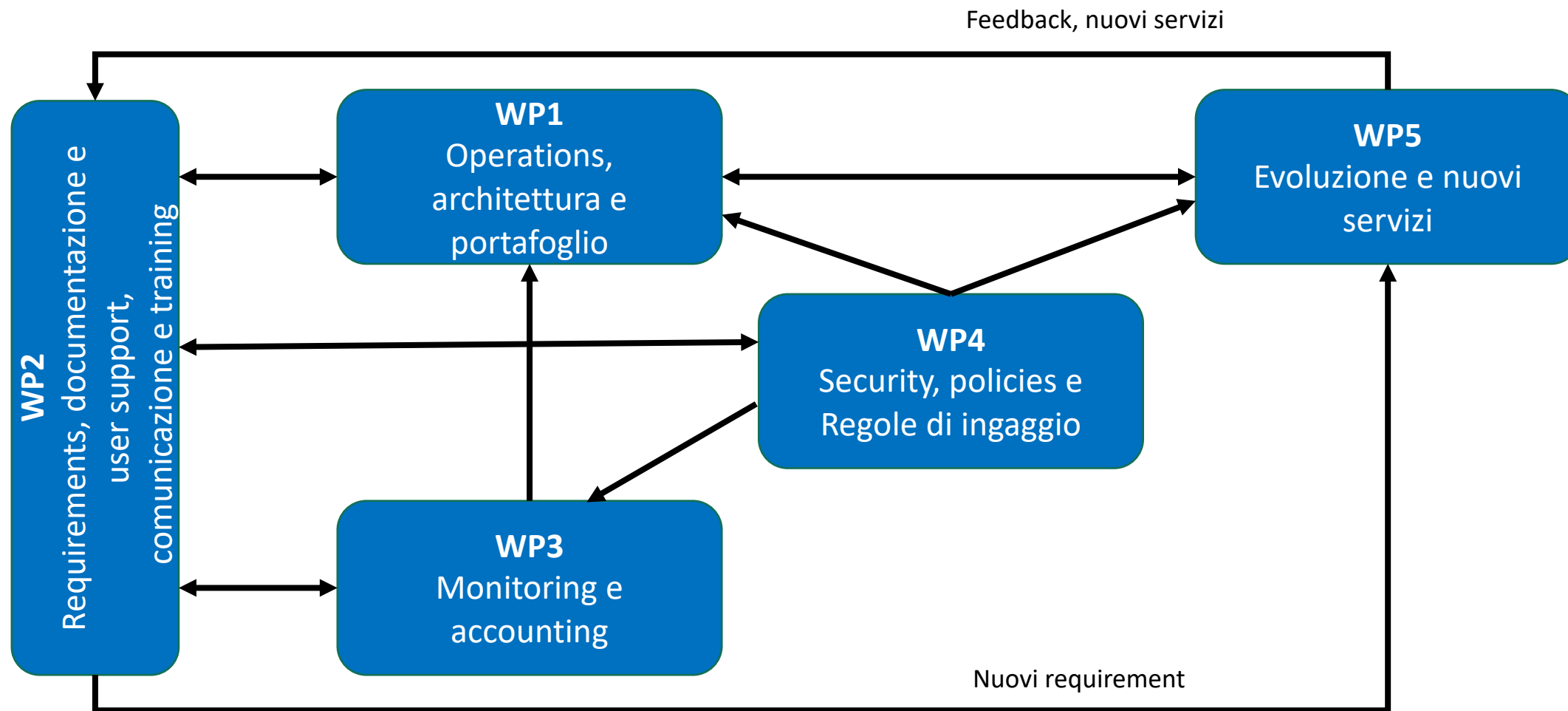
Le ambizioni di INFN Cloud

- Essere **facile da usare!**
- Avere come **target iniziale gli utenti INFN** ma con possibilità di estendersi in seguito ad altri utenti.
- Essere pienamente inserito nella **strategia sul calcolo dell'Ente**.
- Potere **federare grossi centri INFN realizzando il «datalake» dell'INFN e infrastrutture Cloud esterne** di interesse dell'ente (ad esempio: CERN Cloud o WLCG in generale).
- Avere un **sistema di gestione e sviluppo chiaro** che tenga conto in particolare di operatività, sostenibilità e rispetto delle normative.
- Potere **supportare casi particolari**, come ad esempio quelli che richiedano il **trattamento di dati sensibili** (per fisica medica o altro).
- Avere un **portafoglio di servizi dinamico** e pronto ad adattarsi alle richieste degli utenti.
- Essere un **punto di riferimento nazionale ed internazionale** per progetti, collaborazioni di ricerca e di trasferimento tecnologico.

Struttura organizzativa

- INFN Cloud è internamente organizzato in **5 Work Packages**, ai quali partecipano dipendenti INFN di O(10) sedi in modo totalmente distribuito:
 - WP1: Architecture, Operations and Service Portfolio
 - WP2: Documentation, User Support, Communication and Training
 - WP3: Monitoring and Accounting
 - WP4: Security, Policies and Rules of Participation
 - WP5: Service Evolution and New Developments
- La gestione *ad interim* (in attesa di una definizione più strutturata all'interno di una possibile nuova organizzazione del calcolo, attualmente in discussione con il gruppo coordinato da Gianpaolo Carlino) è fornita dal **INFN Cloud Management Board**, composto dal coordinatore di INFN Cloud (Davide Salomoni) e dai WP leader (2 per ogni WP).

Relazioni tra i WP di INFN Cloud



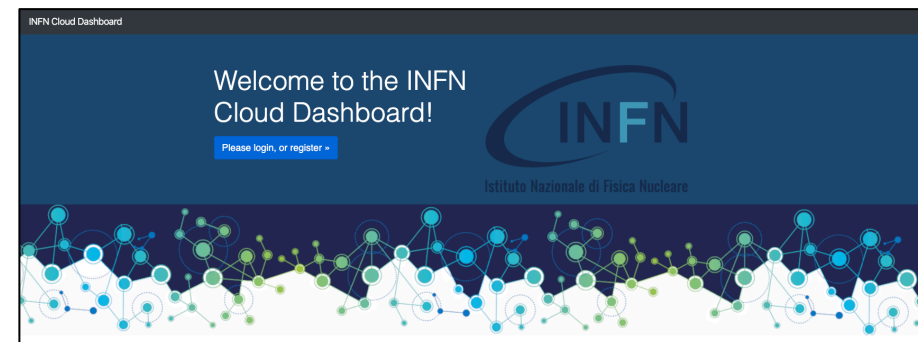
Lo stato di INFN Cloud

- Consideriamo lo stato di INFN Cloud come «ready for production». **Con questa presentazione alla Riunione dei Direttori proponiamo l'utilizzo a partire da febbraio 2021 di INFN Cloud e dei suoi servizi da parte di dipendenti e collaborazioni INFN.**
- **Due punti chiave:**
 1. Alla base della progettazione e della fornitura di risorse e servizi di INFN-Cloud c'è **un gruppo pienamente distribuito** che in modo fortemente collaborativo si sta occupando e si occuperà di sviluppare soluzioni insieme con gli utenti, mettendo a disposizione il know-how acquisito (e sempre in continua evoluzione) anche grazie ai nostri tanti progetti di ricerca su tecnologie Cloud.
 2. Crediamo che sia fondamentale che ci sia **formalizzazione di questo gruppo e del suo coordinamento** che, per natura dell'ente e delle competenze che esistono, è e sarà distribuito su tutto il territorio nazionale, e non solo nelle sedi che materialmente mettono a disposizione le risorse.
 - Per questo è essenziale che **i tecnologi, ricercatori e tecnici che collaborano con INFN Cloud possano veder riconosciuto** in sede e nell'Ente il loro impegno e che questo venga sostenuto e favorito.

Che cosa fornisce INFN Cloud?

- Un «portafoglio» di servizi che include la possibilità di istanziare:
 - **Macchine virtuali (VM)** di differenti dimensioni e tipi, con o senza volumi esterni.
 - **Docker containers** oppure **applicazioni a container multipli** definite attraverso file `docker-compose`.
 - **Cluster basati su orchestratori di container come Mesos e Kubernetes**. Un utente può cioè chiedere autonomamente ad esempio un «cluster Kubernetes as a service» e poi utilizzarlo per istanziarvi le proprie applicazioni.
 - **Ambienti pre-configurati per data analytics** (che usino es. Spark e/o Elasticsearch e Kibana, R, etc.).
 - Soluzioni di **storage a oggetti e posix**, anche connesse a servizi applicativi ad alto livello; ad esempio, **Jupyter Notebooks dotati di storage permanente e automaticamente replicato**.
 - **Cluster *dinamici* realizzati secondo specifiche di esperimento o collaborazione**; ad esempio, cluster con un HTCondor batch system, ambienti ottimizzati per ML con GPU, notebook pre-configurati con simulatori di Quantum Computing, etc.).
 - Servizi che necessitino di **user-level encryption di dischi** (sull'intera infrastruttura INFN Cloud) o dedicati al **trattamento di dati sensibili** (per ora solo sulla infrastruttura Cloud certificata IEC/ISO 27001 presso il CNAF).
- **Il portafoglio di INFN Cloud può venire facilmente esteso** a fronte di nuove esigenze, grazie ad un linguaggio ad alto livello che ci consente di riusare e comporre una serie di moduli standard («service composition»).

La dashboard di INFN Cloud



Transparent, multi-site **federation** for users of Cloud resources belonging to INFN and/or to other Cloud providers (private or public)

Authentication can be enabled for:

- Local username/password
- Google accounts
- EduGAIN (e.g. University, research centers, etc.)
- Other OIDC providers

Access to the Cloud services through a common dashboard, with different views depending on the users / user groups.

Composed, high-level services easily customizable and configurable directly by users

INDIGO - DataCloud

Welcome to **dodas**

Sign in with your dodas credentials

Username

Password

[Sign in](#)

[Forgot your password?](#)

Or sign in with

[Google](#)

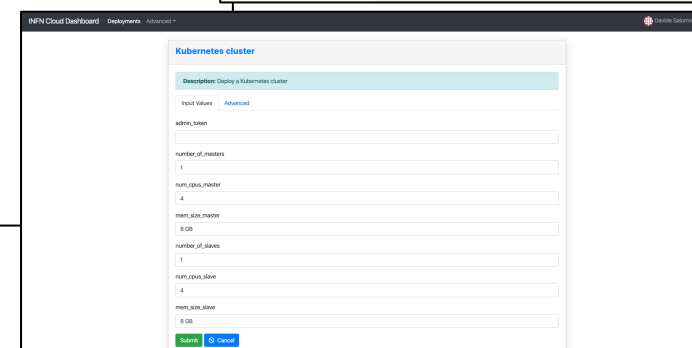
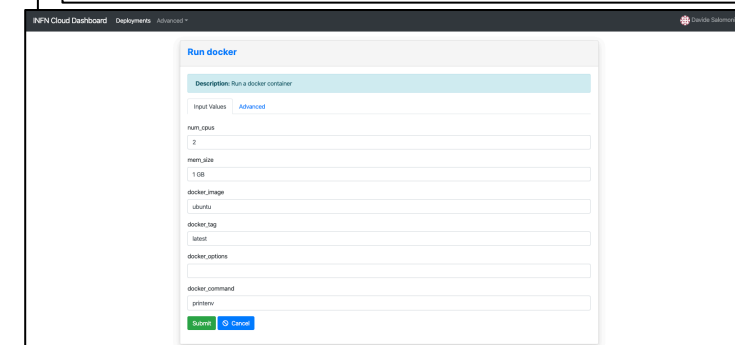
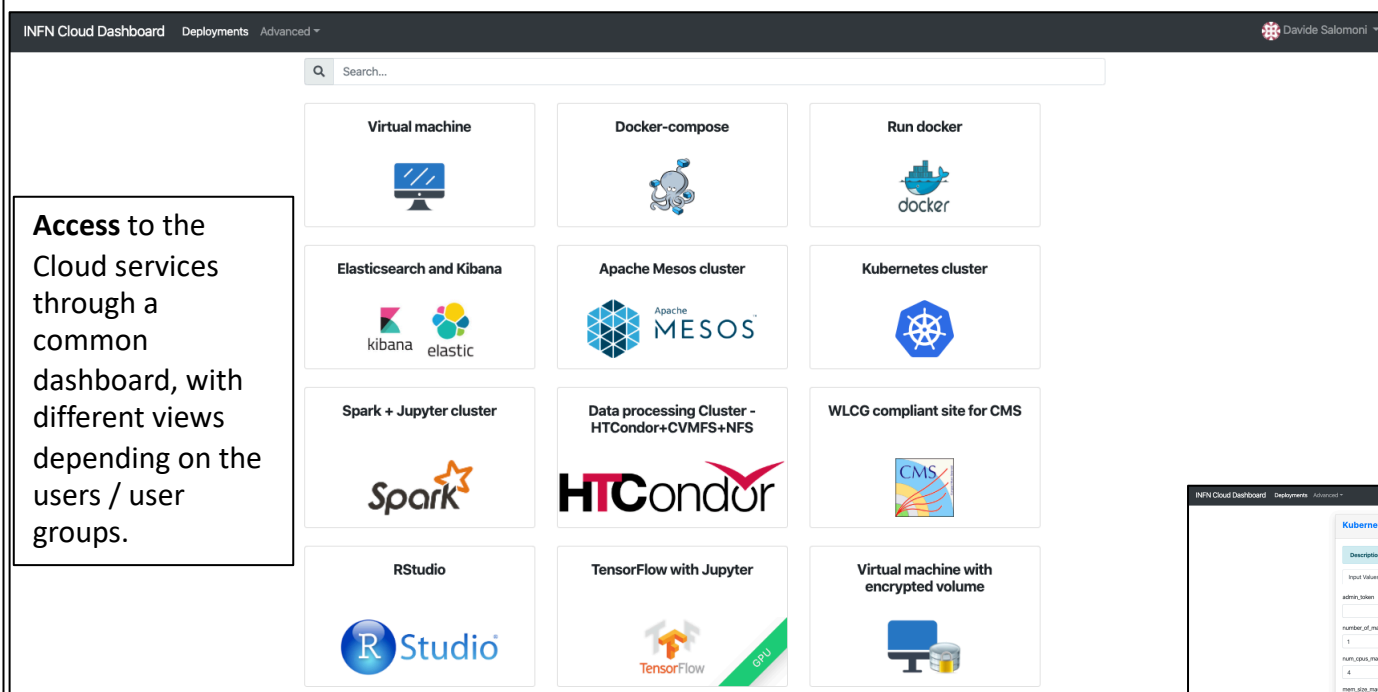
[eduGAIN](#)

[ESI](#)

Not a member?

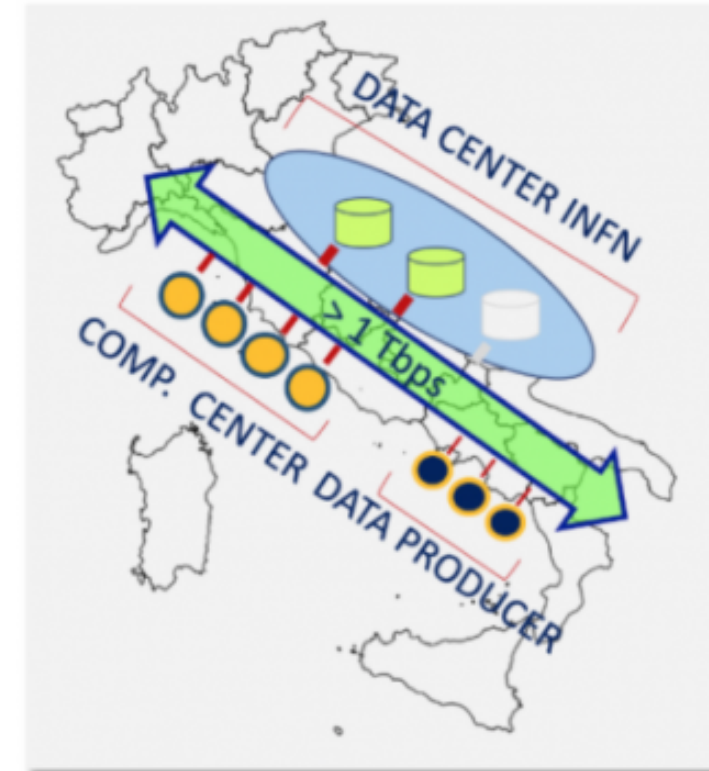
[Register a new account](#)

[Privacy policy](#)



L'architettura fisica di INFN Cloud

1. **Un *backbone*** che include i due centri di calcolo più grandi dell'INFN (CNAF and Bari).
 - In ciascuno dei due siti esiste una "INFN Cloud backbone infrastructure", connessa ad alta velocità con l'altro sito.
 - Il backbone è utilizzato per ospitare gli **INFN Cloud core services**, come i servizi PaaS, il sistema di DNS interno, i servizi di monitoraggio e logging. Ospita anche servizi utenti che devono sfruttare le caratteristiche intrinseche del backbone, come la **replica automatica** di storage ad oggetti tra i due siti.
2. **Un insieme di infrastrutture cloud distribuite**, connesse e federate con il backbone. Attualmente le infrastrutture Cloud di CNAF e Bari (che *non coincidono* con le relative infrastrutture di backbone) sono già connesse al backbone di INFN Cloud. Diversi altri siti INFN sono nella «pipeline» per la connessione al backbone (il prossimo sarà probabilmente la parte INFN di Cloud Veneto).
 - Questa federazione consente agli utenti INFN di sfruttare tutte le risorse e i servizi resi disponibili da INFN Cloud (vedi dopo).



Il backbone (WP1)

- Nel backbone/WP1 si trovano:
 - Le risorse e i servizi che servono al **funzionamento dell'intera infrastruttura**.
 - **Servizi cloud-native per gli utenti** come storage a oggetti (integrabili a seconda del caso d'uso con risorse di cloud federate) o replicazione automatica di dati in modalità multi-sito.
 - Il **controllo degli accessi**, integrato con INFN AAI e *potenzialmente* con qualunque Identity Provider OIDC/OAuth (IDEM, Edugain, Google, etc.), con pieno supporto alla definizione di gruppi di utenti e relative policy.
 - Il coordinamento tecnologico della **federazione delle cloud esterne al backbone**.
- Sul backbone, attualmente abbiamo a disposizione per gli utenti circa 1500 CPU core e 1.2PB di disco (oltre a circa 30 TB e 240 CPU core utilizzati per i servizi interni di INFN Cloud) – la maggior parte di queste risorse stanno venendo installate ora e saranno dunque a brevissimo disponibili per gli utenti.
 - Ci sono poi tutte le risorse «federate» delle Cloud connesse al backbone (attualmente CNAF e Bari, con vari altri PB di storage, CPU e alcune GPU).

Il supporto utenti e il training (WP2)

- Ci sono diversi **strumenti per l'accesso alle risorse**:
 - www.cloud.infn.it : general-purpose web site
 - <https://guides.cloud.infn.it/docs/users-guides/en/latest/> : user guides
 - <https://servicedesk.cloud.infn.it> : help desk
- Si stanno organizzando **turni di supporto** tra le persone che – in *best effort* mode – attualmente collaborano a INFN Cloud per l'assistenza agli utenti, riutilizzando l'esperienza maturata in anni di supporto a INFN Grid e WLCG.
- Le **attività di comunicazione** sono state predisposte tramite sito web e canali YouTube, LinkedIn e Twitter (link sul sito web).
 - Questa ci pare un'opportunità per rafforzare il collegamento (già esistente) con il gruppo comunicazione INFN.
- Sono stati creati i primi **video di training** (webinars e mini tutorial). Ci occupiamo inoltre di:
 - Organizzare **corsi di formazione** su INFN Cloud.
 - Fornire **supporto a corsi che usano INFN Cloud** come piattaforma.

Il monitoraggio e l'accounting delle risorse (WP3)



- Abbiamo implementato un **monitoraggio delle risorse a più livelli**:
 - Del backbone (servizi «core»).
 - Delle cloud federate – utilizzabile anche dagli amministratori delle stesse per valutare l'utilizzo dei servizi erogati su risorse distribuite.
 - Dei servizi istanziati dagli utenti (work in progress): rappresentazioni personalizzate dei dati di monitoraggio immagazzinati per i propri servizi istanziati su INFN Cloud.
- **Analogamente, l'accounting delle risorse è a diversi livelli** e copre backbone e cloud federate, con supporto diretto attualmente a OpenStack e Apache Mesos (work in progress per cluster Kubernetes nativi).
 - Stiamo estendendo (e «rivendendoci» questi miglioramenti in vari progetti) le tecnologie di accounting per coprire metriche come RAM, GPU e altro.
- Queste informazioni sono fondamentali per **valutare la corretta funzionalità dei servizi implementati** e vengono utilizzate su tutto lo stack, dall'infrastruttura all'applicazione. Sono inoltre essenziali per misurare l'utilizzo delle risorse istanziate tra quelle disponibili in base agli **agreement di volta in volta stipulati con utenti ed infrastrutture federate**.

Security, definizione di policies e regole di ingaggio (WP4)



- Abbiamo definito un coordinamento di tutte le attività relative alla **sicurezza di INFN-Cloud**.
 - Ad esempio: la definizione dei compiti e ruoli di un “security incident team”, le procedure di best practices, i meccanismi per rilevare eventuali vulnerabilità nei servizi installati nell’infrastruttura INFN-Cloud, le procedure da seguire per risolvere/mitigare i problemi rilevati, cosa fare nel caso ci sia un incidente di sicurezza.
- Abbiamo definito, sottoposto ove necessario a gruppo Harmony e DPO e pubblicato una serie di **policy e procedure** che riguardano tutti gli attori coinvolti nelle attività relative all’operatività di INFN-Cloud (gli utenti finali, i resource provider, gli amministratori dell’infrastruttura, gli sviluppatori).
 - Ad esempio: le AUP, le «Rules of Participation» e le procedure di certificazione per i resource provider che vogliono federarsi con INFN Cloud, le procedure da seguire per la registrazione degli utenti, i compiti e le responsabilità degli amministratori di servizi istanziati su INFN-Cloud e le procedure da seguire per la loro nomina.

La definizione tecnica dei casi d'uso (WP5)

- Le **applicazioni, i workflow e i servizi di orchestrazione** di tutte le risorse federate con INFN Cloud sono sviluppati e configurati partendo sempre dai casi d'uso.
- **L'integrazione architetturale delle Cloud federate** ha evidenziato alcuni limiti delle soluzioni esistenti per cui sono state pianificate, progettate e implementate opportune modifiche ed estensioni sia nella PaaS (orchestratore e servizi ausiliari, come i Service Level Agreement) sia nella dashboard di INFN Cloud – cercando sempre di favorire l'usabilità per gli utenti.

Chi usa INFN Cloud già oggi

- A parte casi d'uso «semplici» (creazione di VM, container, etc.), abbiamo realizzato soluzioni (che possono poi essere riutilizzate da altri in modo generale) in collaborazione con e adottate da:
 - **ML-INFN** (gruppo 5) → interfaccia Jupyter con soluzione di cache embedded per sfruttare NVME, con accesso a GPU.
 - **CYGNO** (gruppo 2) → integrazione nativa di storage a oggetti (con interfaccia S3) fornito dal backbone, dove attualmente ci sono i dati di esperimento.
 - **CMS** (gruppo 1) → utilizzo di Cloud-INFN per l'implementazione di DODAS, cioè risorse opportunistiche on-demand che si connettano in modo trasparente alla CMS main job queue al CERN, e potenzialmente per analysis facility HL-LHC.
 - **AMS** (gruppo 2) → calcolo opportunistico su infrastrutture Cloud (risorse INFN Cloud integrate con risorse reperite presso ASI, Google e T-Systems in modo trasparente).
 - **TIFPA** → storage basato su Owncloud con backend S3 realizzato sul backbone di INFN Cloud, con setup completamente automatizzato e completato con monitoring.
 - **FERMI** (gruppo 2) → (work in progress) sistema batch integrato con cloud storage per i workflow di analisi dati.
 - **Jennifer II** (gruppo 1) → (work in progress) integrazione tra un sistema esterno (vcycle) e l'orchestratore di INFN Cloud.

Impatto e opportunità

- L'INFN ha **competenze umane, infrastrutture e servizi unici** nel panorama nazionale ed internazionale del calcolo distribuito.
- INFN Cloud vuole **raccogliere quanto seminato negli ultimi 20 anni** e nello specifico quanto definito e sviluppato negli ultimi 5 anni, da INDIGO-DataCloud in poi, valorizzando queste specificità uniche dell'Ente.
- **L'impatto potenziale**, diretto e indiretto, è enorme: dalla semplificazione della fruizione dei servizi, alla risposta alle nuove esigenze e tecnologie, all'accrescimento del nostro know-how, al risparmio di manpower e risorse, alla visibilità dell'ente sia tecnologicamente che politicamente.
- **Le opportunità** già ora presenti sono innumerevoli: dai nostri ruoli nei futuri computing model di esperimenti di fisica, al PNR, alla EOSC, a connessioni con l'industria, a ICDI, a sottomissioni di progetti, etc.

Qualche esempio di «exploitation»

- Queste sono *alcune* attività nelle quali **INFN Cloud è già coinvolto o citato** per quanto riguarda soluzioni tecnologiche portate come contributo:
 - I bandi sottomessi sui Digital Innovation Hub europei (EDIH).
 - Collaborazioni in discussione con ESA, ASI e ISPRA legate ad accesso e analisi dati di Copernicus (e oltre).
 - Collaborazione con CERN/WLCG e altri per condivisione di soluzioni e definizione di nuovi modelli di calcolo (AAI, DOMA, Cloud, HERD).
 - Progetti di gruppo 5 come PLANET e ML_INFN.
 - Recenti sottomissioni di PRIN.
 - Progetti legati al trattamento di dati sensibili come collaborazioni con Alleanza Contro il Cancro, Istituto Spallanzani, Ospedali (con utilizzo di soluzioni certificate ISO/IEC 27001).
 - Utilizzo di tecnologie o risorse INFN Cloud all'interno di collaborazioni peer-to-peer (ad esempio con CINECA), in progetti regionali (SUPER, progetti POR-FESR), nazionali (ICDI, PON) o europei (EOSC in varie declinazioni, ESCAPE/WLCG, IoTwins in collaborazione con l'industria, StairwAI e diversi altri).

Questioni aperte – breve termine

- **Espansione della collaborazione** oltre al gruppo di persone che attualmente lavora su INFN Cloud per garantire supporto e formazione.
 - Vedi sopra su **riconoscimento ed inquadramento strategico di queste attività**. Questo è tanto più importante quanto più si allargherà la base degli utenti di INFN Cloud.
- Collegato a quanto sopra c'è il **modello di supporto agli utenti**, che deve essere collocato all'interno di una revisione del calcolo nell'Ente. Ad oggi è un best effort effettuato da un gruppo limitato.
- **Formazione** (legata a sua volta al modello di supporto agli utenti): non tanto nel senso di «la dashboard di INFN Cloud si usa così», quanto nel senso di **creazione di una comunità** a cui siano familiari concetti di applicazioni «Cloud-native». Esempi concreti di necessità di formazione incontrati in questi mesi:
 - Docker e i container; la gestione del mio software (dove metto cosa); i token, come li uso per accedere allo storage; quali DB usare e come; come faccio il debug di un sistema in Cloud?

Questioni aperte – medio termine

- **Integrazione tecnologica e politica delle risorse INFN Cloud nelle pledged resources**, ove appropriato.
- **Finanziamento delle risorse.**
 - Fino ad ora, il backbone è stato finanziato con fondi CCR e attraverso fondi resi disponibili nel 2019 dal Presidente INFN. Il finanziamento del backbone è comunque fondamentale per apportare miglioramenti al sistema in produzione e per la gestione dell'operatività relativa.
 - La risorse Cloud federate di CNAF e Bari hanno per ora utilizzato i loro canali di finanziamento, spesso legati a progetti regionali, nazionali ed europei. Va comunque definito un modello chiaro generale, anche per definire una strategia sull'integrazione di siti in INFN-Cloud ed un modello di condivisione e allocazione delle risorse
 - Ci sono situazioni «ibride» di Cloud condivise tra INFN e altri enti (es. CloudVeneto) sulle quali sarebbe opportuna una riflessione su strategia e finanziamenti. Anche queste Cloud sono normalmente escluse da referaggio e pledged resources.

Alcuni punti di evoluzione

- Definizione delle regole d'uso di INFN Cloud **per utenti non INFN**.
- Possibile **federazione con INFN-Cloud di resource provider non INFN**, pubblici (es. altre Cloud della ricerca italiane o straniere) oppure privati.
 - Tecnicamente abbiamo già dimostrato di potere istanziare in modo trasparente agli utenti i servizi di INFN Cloud su Amazon Web Services, Google Compute Cloud, Microsoft Azure o anche su risorse HPC (ove questo abbia senso).
- **Estensione delle policy valutate dall'orchestratore** della PaaS di INFN-Cloud per l'istanziamento di servizi richiesti dagli utenti (compresa integrazione con Rucio per data placement).

Ringraziamenti

- Vorrei ringraziare i **WP leader** [*] per il lavoro di coordinamento delle attività, **tutti i colleghi** (circa 30) che hanno finora partecipato con grande competenza e impegno a INFN Cloud e **gli «utenti cavia»** che hanno testato, adottato e migliorato i servizi offerti.
- Ringraziamenti vanno inoltre **a tutta la CCR e in particolare a C. Grandi, a G. Maron, e infine al Presidente INFN** per avere sempre stimolato e concretamente supportato questa iniziativa.

<https://www.cloud.infn.it>

[*]: **WP1**: S. Stalio/LNGS, G. Donvito/Bari, **WP2**: C. Duma/CNAF, E. Giorgio/LNS, **WP3**: V. Spinoso/Bari, A. Costantini/CNAF, **WP4**: M. Sgaravatto/Padova, V. Ciaschini/CNAF, **WP5**: M. Antonacci/Bari, D. Spiga/Perugia