



SACHER: Smart Architecture for Cultural Heritage in Emilia Romagna. Piattaforma
Innovativa di gestione dei BBCC tangibili per l'Industria Culturale e Creativa

Acronimo: SACHER

CUP di Progetto No: J32I16000120009

POR-FESR 2014-2020 Asse 1, Azione 1.2.2

Durata: 1/04/2016-31/07/2018

D2.0 Report Infrastruttura Cloud Sacher

Type	Report
Deliverable No:	D2.0
Workpackage:	OR2
Leading partner:	CIRI ICT
Date:	Luglio 2018



Contents

1. INTRODUZIONE	3
2. SACHER E IL CLOUD COMPUTING.....	4
2.1. <i>I vantaggi del cloud</i>	<i>4</i>
2.2. <i>La piattaforma Cloud Openstack.....</i>	<i>5</i>
2.3. <i>L'architettura di rete Openstack distribuita</i>	<i>7</i>
2.4. <i>I servizi ospitati dall'infrastruttura cloud</i>	<i>9</i>
3. IL SERVIZIO SACHER TAAS CH (TOOLS FOR CULTUR HERITAGE AS A SERVICE)	10
3.1. <i>SACHER Registry.....</i>	<i>10</i>
3.2. <i>VM (Virtual Machine) Remote Support.....</i>	<i>13</i>
3.3. <i>Piattaforma Open Data di SACHER.....</i>	<i>14</i>
3.4. <i>L'Edge Cloud e SDN (Software Defined Network) nell'Infrastruttura di Rete</i>	<i>16</i>



1. Introduzione

Negli ultimi anni il cloud è stato largamente adottato perché offre un'infrastruttura facilmente scalabile e gestibile che, grazie alla virtualizzazione, mette a disposizione risorse IT on demand riducendo notevolmente tempi e costi del deployment e del time-to-market del software. L'obiettivo di questo report è quello di descrivere e illustrare l'infrastruttura cloud federata e distribuita realizzata dal progetto SACHER e di analizzare nel dettaglio le relative performance. Sono inoltre presentate tutte le funzionalità del progetto SACHER appartenenti al servizio "TaaS (Tools as a Service) CH (Cultural Heritage)". Il servizio TaaS CH insieme ai servizi 3D CH, CHEApp, MuSe CH costituisce uno dei quattro macro-blocchi alla base del progetto SACHER.

La suite TaaS CH comprende quattro prodotti: il SACHER Registry, il VM (Virtual Machine) Remote Support, l'open data platform e l'Edge Cloud and SDN (Software Defined Network) nell'Infrastruttura di Rete. Il SACHER Registry è un'applicazione web che offre funzionalità aggiuntive agli utenti dei vari servizi SACHER (3D CH, CHEApp, MuSe CH) sia a livello di infrastruttura cloud (IaaS – Infrastructure as a Service) che a livello applicativo (SaaS – Software as a Service) come, ad esempio, la gestione dei domini cloud, degli user e ruoli e dell'object storage. Il VM (Virtual Machine) Remote Support si occupa invece di mettere a disposizione software datato e non più supportato installato in remoto creando una VM ad hoc. L'open data platform pubblica parte dei dati generati sulla piattaforma CKAN (Comprehensive Knowledge Archive Network) rendendoli fruibili a chiunque. L'Edge Cloud e SDN (Software Defined Network) nell'Infrastruttura di Rete invece si occupano di migliorare le performance dei servizi SACHER e in particolare del 3D Ch per la visualizzazione di modelli 3D pesanti grazie all'adozione di soluzioni basate sull'edge cloud e al caching dei dati.

Il report è organizzato come segue. Il capitolo 2 tratta dell'infrastruttura cloud e dei vantaggi che essa offre, inoltre analizza le scelte tecnologiche e la modalità di deployment adottate. Nel capitolo 3 invece si discute del servizio SACHER TaaS CH e delle relative funzionalità e in particolare, la sezione 3.1 tratta del SACHER Registry, la sezione 3.2 del VM Remote Support, la sezione 3.3 si occupa della piattaforma per gli open data mentre la 3.4 descrive l'Edge Cloud and SDN (Software Defined Network) nell'Infrastruttura di Rete.

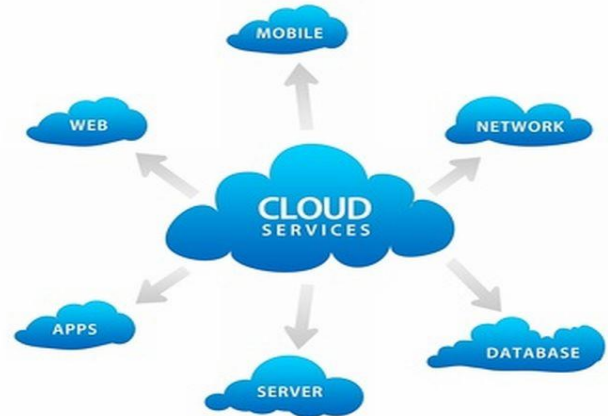


2. SACHER e il Cloud Computing

2.1. I vantaggi del cloud

Uno degli obiettivi primari del progetto SACHER è quello di fornire una piattaforma cloud per ospitare e supportare tutte le applicazioni che si occupano dei dati relativi ai beni culturali e al loro ciclo di vita. L'infrastruttura cloud infatti permette di sfruttare tutti i vantaggi del cloud computing e del cloud hosting che vanno nella direzione di fornire servizi e risorse in maniera continuata e dinamica. Alcune principali caratteristiche dell'infrastruttura cloud sono:

- **Risorse IT on demand:** le risorse, come CPU, RAM, HDD nel caso IaaS (Infrastructure as a Service), sono gestite in modo "elastico" poiché sono virtualizzate e possono essere assegnate rapidamente a run-time e rese accessibili via internet.
- **Alta Scalabilità architetturale:** l'infrastruttura cloud può essere limitata o espansa con estrema flessibilità, ad esempio aggiungendo nuove macchine host.
- **Riduzione dei costi e tempi: permette di minimizzare sia i costi di gestione che di deployment del software.**
- **Controllo sulle interruzioni improvvise: possibilità di spostare i servizi su altri host senza che il servizio subisca interruzioni.**
- **Green computing: spreco di elettricità ed enorme consumo di energia sono tra i più grandi svantaggi dei moderni sistemi di computazione, ciò può essere notevolmente ridotto attraverso i servizi di cloud computing.**



Per ospitare le applicazioni e le risorse del progetto SACHER è stata costituita un'infrastruttura ad hoc basata sul modello di cloud privato. Questa scelta permette di avere il pieno controllo sia sulle scelte architetturelle come, ad esempio, la scelta del software cloud che su quelle relative alla sicurezza, manutenzione e deployment dell'infrastruttura.

Nel modello di cloud pubblico infatti tutte le risorse e le applicazioni sono controllate dal provider del servizio mentre nel cloud privato sono gestite e utilizzate esclusivamente a livello di organizzazione con un potenziamento del livello di sicurezza e della privacy.

L'infrastruttura cloud realizzata è inoltre facilmente federabile con altre piattaforme cloud appartenenti sia ad enti pubblici che privati. Ciò permettendo di interoperare in maniera semplice e flessibile condividendo le proprie risorse e servizi e usufruendo di quelli esterni.



2.2. La piattaforma Cloud Openstack

La piattaforma cloud utilizzata per il progetto SACHER è il progetto IaaS Openstack. Esso è un prodotto open-source maturo creato nel 2010 dalla NASA e Rackspace e rilasciato sotto licenza Apache che attualmente conta la collaborazione di oltre 500 aziende tra cui: IBM, Intel, Oracle, Yahoo!.

La versione usata è l'ultima disponibile alla data dell'installazione (Maggio 2017) cioè Ocata. Il tool di deployment è invece devstack che, pur non essendo propriamente indirizzato a un deployment di produzione, consente di poter sviluppare ed estendere i servizi di Openstack.

L'architettura di Openstack è costituita da un insieme di componenti chiamati servizi. Ciascun servizio ha un ruolo specifico, in particolare:

- **Identità** (Keystone): gestisce autenticazione e autorizzazione per i vari componenti OpenStack
- **Compute** (Nova): è uno dei componenti principali e serve a gestire le risorse hardware sottostanti interagendo sia con VMM (Virtual Machine Monitor o Hypervisor) che con bare machine. Nova è scritto in python ed è progettato per scalare orizzontalmente su qualsiasi tipo di hardware e software.
- **Networking** (Neutron): specializzato nella gestione delle funzionalità di rete (es. router) tra servizi Openstack, Virtual Machine e verso l'esterno. Si occupa dell'attribuzione di indirizzi IP e gestisce i floating IP.
- **Dashboard** (Horizon): è l'interfaccia Web con cui dialoga l'utente
- **Block Storage** (Cinder): è un sistema di storage a blocchi utilizzato dalle istanze. Si occupa della creazione, attaching e detaching dei volumi e può utilizzare sia spazio di archiviazione locale che piattaforme di storage esterne (es solidFire).
- **Object Storage** (Swift): è un sistema di object storage che gestisce oggetti e files. Openstack provvede a garantire replicazione e integrità dei dati collocati in genere su di un cluster di macchine.
- **Image Storage** (Glance): fornisce un catalogo per la memorizzazione e la gestione di immagini virtuali.
- **Orchestration** (Heat): permette di orchestrare applicazioni cloud composite usando template.
- **Data processing** (Sahara): crea e gestisce cluster per il data processing (Hadoop, Spark) su Openstack.

Il modello di deployment dei servizi Openstack adottato consta di due tipi di ruoli: il controller node e il compute node. Il controller node è l'host dove sono dislocati la maggior parte dei servizi condivisi mentre il compute node è l'host dove risiedono le virtual machine (VM).



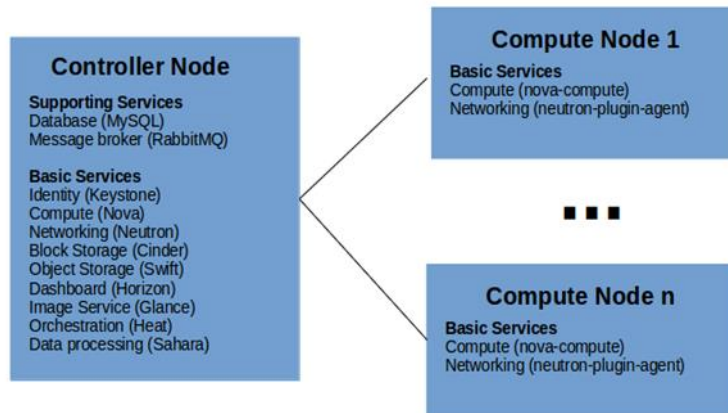


Figura 1 Deployment dei servizi Openstack su Controller e Compute node

Utilizzando questo modello Openstack risulta essere facilmente scalabile orizzontalmente (figura 2) aggiungendo semplicemente nuovi compute node. Nel nostro caso il controller node non mantiene unicamente i servizi comuni ma è sfruttato anche per ospitare le VM.

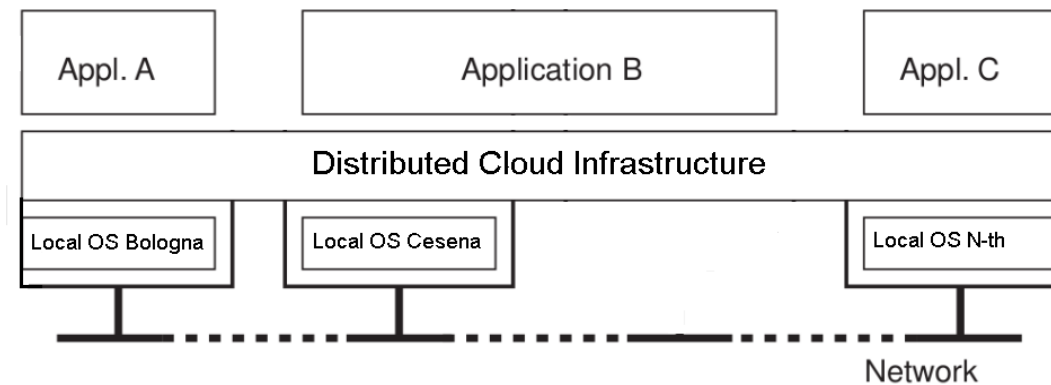


Figura 2 Infrastruttura cloud distribuita scalabile orizzontalmente



2.3. L'architettura di rete Openstack distribuita

I nodi Openstack comunicano su reti locali LAN, in particolare per tenere separato il traffico è stato scelto di utilizzare due distinte reti, una dedicata alla comunicazione tra i servizi situati su nodi diversi (**management_net**) ed una dedicata alla comunicazione tra virtual machine (**data_net**).

In particolare, nel progetto SACHER l'architettura di rete Openstack è distribuita tra due località lontane (Bologna e Cesena) per cui è stato necessario collegare due reti locali ethernet (con indirizzi privati) utilizzando due tunnel VXLAN e due host che fungono da NAT (Network Address Translation). Così facendo i pacchetti scambiati tra controller node e compute node attraversano la rete incapsulati in un ulteriore header UDP (livello di trasporto) permettendo ai due host distanti di lavorare sulla stessa sottorete anche se i domini L2 sono separati da molti dispositivi L3 (es. router).

La figura 3 schematizza l'architettura utilizzata:

- **data_net**: è la rete fisica utilizzata dalle Virtual Machine (VM) per comunicare tra di loro e dove risiedono anche alcuni servizi come il DHCP
- **management_net**: è la rete fisica utilizzata per la comunicazione interna tra i servizi Openstack
- **external_net**: è la rete pubblica usata sia per fornire l'accesso a internet alle VM sia per permettere alle VM di essere accessibili dall'esterno attraverso i floating IP
- **vxlan endpoint**: sono le estremità del tunnel VXLAN che utilizzano IP pubblici.
- **Nat (Network Address Translation)**: costituito da due host dove sono situati gli endpoint VXLAN a cui sono collegate le interfacce di rete **data_net** e **management_net**.

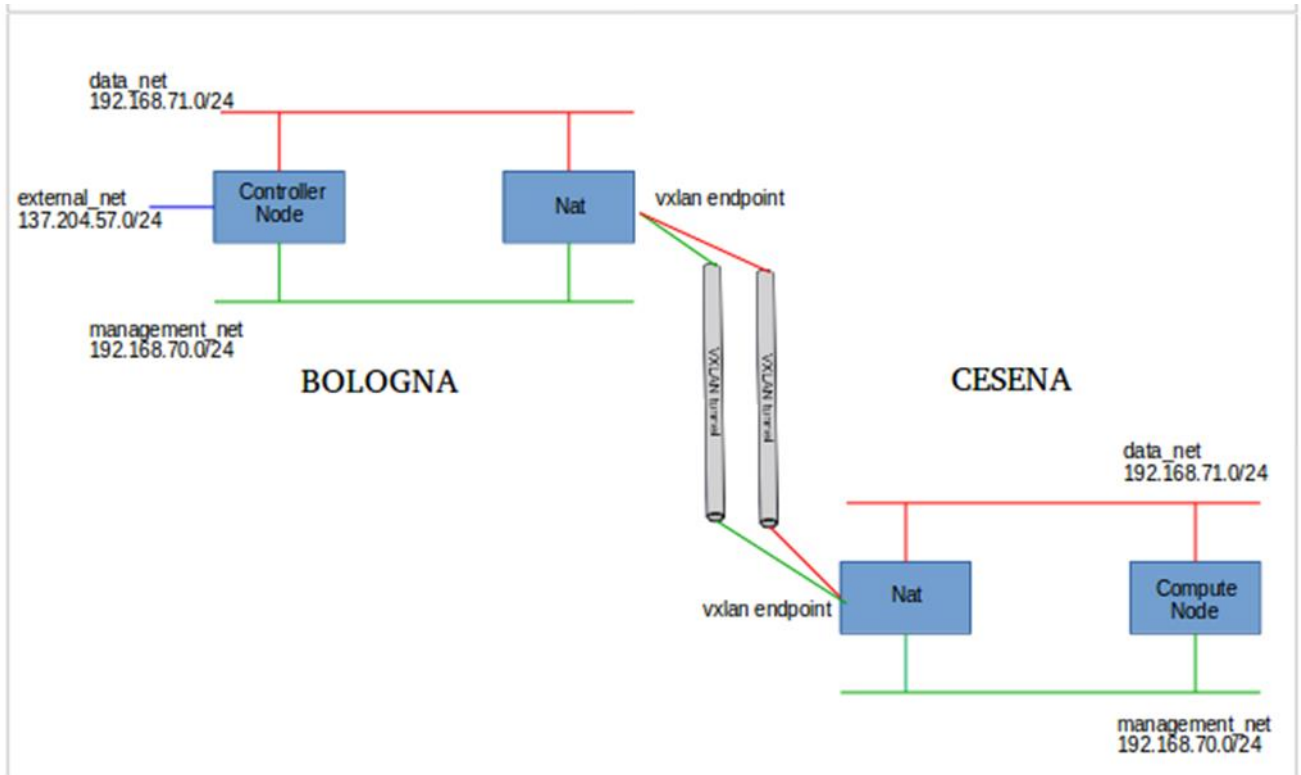


Figura 3 Infrastruttura clud distribuita e tunnel VXLAN

La piattaforma cloud federata e distribuita è stata ulteriormente estesa dall'azienda partner Imola Informatica che ha aggiunto un nodo (compute) presso il data center dell'azienda EXE di Castel San Pietro (BO). A livello di rete il nodo compute è stato collegato al controller seguendo lo schema precedentemente adottato ovvero un utilizzando un tunnel VXLAN e una macchina NAT per la trasformazione dell'indirizzo. Il nuovo nodo consente di emulare scenari di deployment distribuiti su scala più ampia e di attuare stress test di performance di file system distribuiti per ambienti Infrastructure as a Service (IaaS) e di ambienti e tool per una gestione semplificata di container e scalabilità elastica automatica.



2.4. I servizi ospitati dall'infrastruttura cloud

Dal punto di vista dei servizi applicativi il progetto SACHER può essere suddiviso in 4 macro blocchi. Tutti i servizi si appoggiano sull'infrastruttura cloud:

- **SACHER 3D CH (3D Life Cycle Management for Cultural Heritage)** – applicazione che gestisce il ciclo di vita dei dati relativi ai beni culturali (es. caricamento, consultazione).
- **SACHER TaaS CH (Tools for Cultur Heritage as a Service)** – offre nuove funzionalità di tipo (Infrastructure as a Service) e SaaS (Software as a Service) in base al ruolo dell'utente - Garantisce il supporto a software poco supportato e talvolta datato in remoto - Offre servizi SDN (Software Defined Network) e di caching alle applicazioni SACHER.
- **SACHER MuSE CH (Multidimensional Search Engine for Cultural Heritage)** – processa i dati SACHER utilizzando NoSQL Database e un engine per l'analisi multidimensionale dei dati.
- **SACHER CHEApp (Cultur Heritage Explorer App)** – è un'app con relativo backend che suggerisce, in base alla destinazione scelta, vari percorsi che permettono di visitare i beni culturali della città.

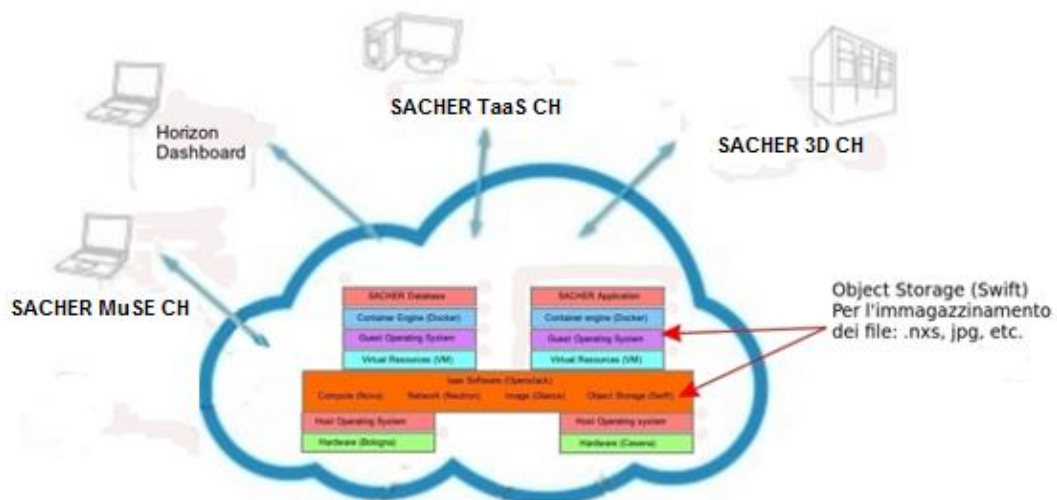


Figura 4 I servizi SACHER e i layer dell'infrastruttura cloud

La dashboard Horizon di Openstack è invece un servizio di Openstack per controllare e gestire l'intera infrastruttura cloud (es. creazione virtual machine, snapshot). L'immagine 4 inoltre sottolinea la presenza di un altro importante servizio cloud e cioè l'Object Storage Swift per il salvataggio di file multimediali di grosse dimensioni come, ad esempio, quelli nexus (.nxs) utilizzati dal servizio SACHER 3D CH per il mantenimento del modello 3D.



3. Il servizio SACHER TaaS CH (Tools for Cultur Heritage as a Service)

TaaS CH (Tools for Cultural Heritage as a Service) è una suite di servizi aggiuntivi pensati per migliorare la user experience e incrementare le funzionalità offerte agli utenti. I servizi che compongono la suite sono:

- SACHER Registry
- VM (Virtual Machine) Remote Support
- Edge Cloud and SDN (Software Defined Network) nell'Infrastruttura di Rete

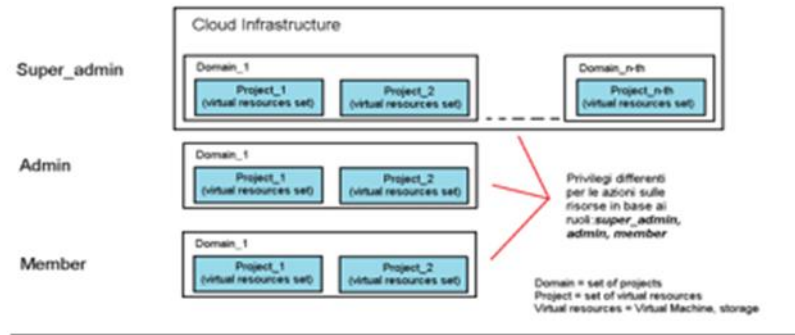
3.1. SACHER Registry

Il SACHER Registry è un'applicazione web costituita da un back-end realizzato utilizzando il framework Python Flask e da un front-end basato sulle librerie Javascript ReactJS. L'obiettivo del servizio SACHER Registry è quello di offrire funzionalità aggiuntive agli utenti dei vari servizi SACHER (3D CH, CHEApp, MuSe CH) sia a livello di infrastruttura cloud (IaaS – Infrastructure as a Service) che a livello applicativo (SaaS – Software as a Service). Ad esempio, un utente SACHER 3D CH in base al proprio ruolo potrà aver accesso e gestire i domini dell'infrastruttura cloud a livello IaaS. I domini sono un importante concetto del cloud che permette di condividere l'infrastruttura cloud tra più enti o aziende isolando nel contempo le risorse virtuali. I principali servizi offerti dal SACHER Registry sono:

- gestione dei domini, ruoli, utenti e progetti della piattaforma cloud Openstack
- gestione dei ruoli e degli utenti del SACHER Registry
- accesso custom all'object storage Swift di Openstack
- gestione delle Virtual Machine della piattaforma cloud che ospitano le applicazioni del Remote Support



I ruoli dell'infrastruttura Cloud gestiscono le risorse virtuali (Virtual Machine, storage, etc)



I ruoli della SACHER 3D CH gestiscono le operazioni sui BBCC

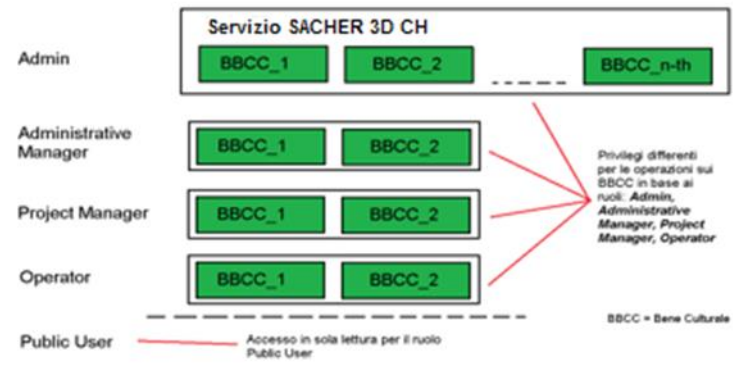


Figura 5 I ruoli nell'infrastruttura cloud e nel servizio SACHER 3D CH

Nella tabella sottostante sono indicate le funzionalità offerte dal SACHER Registry. I primi 5 ruoli (0-4 in verde) offrono funzionalità aggiuntive agli utenti del servizio 3D CH SACHER, (5-6 in grigio) si occupano degli utenti di VM Remote Support mentre (7-8 in arancio) di MuSe CH.

Role id	Role name	Domain (list, create, update, delete)	User (list, create, delete, update)	Server (pause/resume)	Container 3D CH (readenable/disable, file uploa/download)	Container MuSE CH (read enable/disable, file uploa/download)
0	super_admin	ALL	ALL	ALL	ALL	ALL
1	admin	NO	ALL	NO	ALL	NO



2	administrative manager	NO	List (only)	NO	ALL	NO
3	project manager	NO	List (only)	NO	readenable/disable (only)	NO
4	operator	NO	NO	NO	file download (only)	NO
5	admin_autocad	NO	ALL	ALL	NO	NO
6	operator_autocad	NO	NO	ALL	NO	NO
7	admin_data	NO	ALL	NO	NO	NO
8	operator_data	NO	NO	NO	NO	NO

La descrizione nel dettaglio delle funzionalità ovvero le colonne della tabella 1 è invece riportata nella tabella 2.

SERVIZIO	DESCRIZIONE
Role id	Identificativo del ruolo
Role name	Nome del ruolo
Domain (list, create, update, delete)	Gestisce i domini dell'infrastruttura cloud
User (list, create, delete, update)	Gestisce gli utenti del SACHER Registry
Server (pause/resume)	Gestisce le Virtual Machine del servizio VM Remote Support
Container 3D CH (readenable/disable, file uploa/download)	Si occupa dei file caricati nello storage del progetto 3D CH
Container MuSE CH (read enable/disable, file uploa/download)	Si occupa dei file caricati nello storage del progetto MuSE CH



3.2. VM (Virtual Machine) Remote Support

VM (Virtual Machine) Remote Support è uno dei principali servizi della suite SACHER TaaS CH in grado di garantire agli addetti ai lavori (restauratori, architetti, etc):

- di disporre del software necessario in remoto riducendo così il numero di installazioni in locale
- di poter utilizzare programmi datati e non più supportati poiché installati su VM (Macchine Virtuali) create ad hoc.

Un esempio di applicazione presente nella suite è il programma AutoCAD 2017

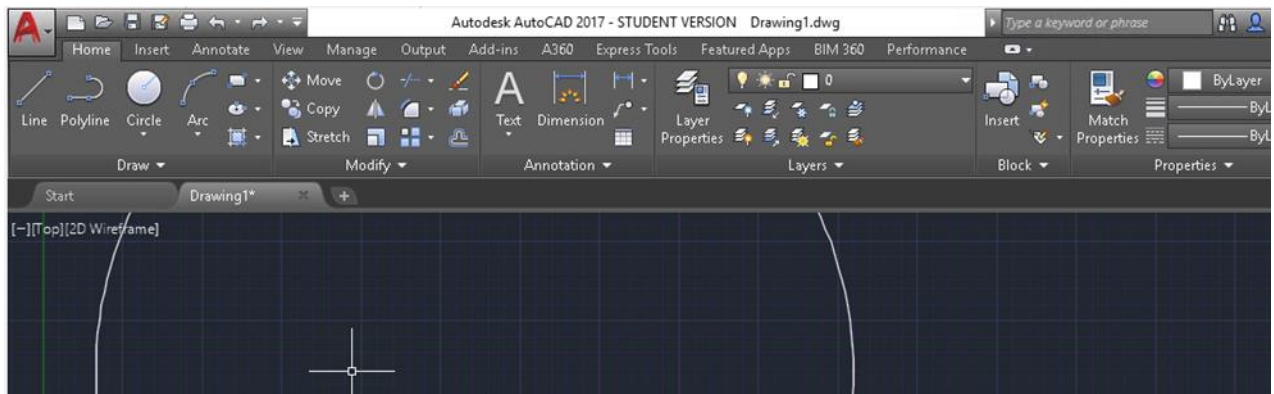


Figura 6 Schermata principale di Autocad 2017

Le macchine virtuali con il software installato ad hoc sono raggiungibili utilizzando soluzioni di remote desktop come, ad esempio, il protocollo RDP (Remote Desktop Protocol) da qualsiasi dispositivo (es. tablet, smartphone, laptop, etc).



3.3. Piattaforma Open Data di SACHER

Gli open data sono dati liberamente accessibili a chiunque sia in lettura che in scrittura. Il progetto SACHER pubblica parte dei suoi dati come open data utilizzando la piattaforma CKAN (Comprehensive Knowledge Archive Network) che è, per l'appunto, una Open Data Platform. La parte di deployment della piattaforma, il caricamento e la storicizzazione dei dati è stata curata dall'azienda Engineering che è partner del progetto SACHER.

La piattaforma CKAN è fornita da FIWARE Lab (disponibile al link: <https://data.lab.fiware.org>) e permette di gestire i datasets sia privati che pubblici (in formato JSON, CSV, TXT, PDF, ...) mettendo a disposizione un set di API REST/JSON per l'accesso ai data e metadata. I dati vengono memorizzati in formato JSON mantenendo ogni attributo come coppia nome/valore.

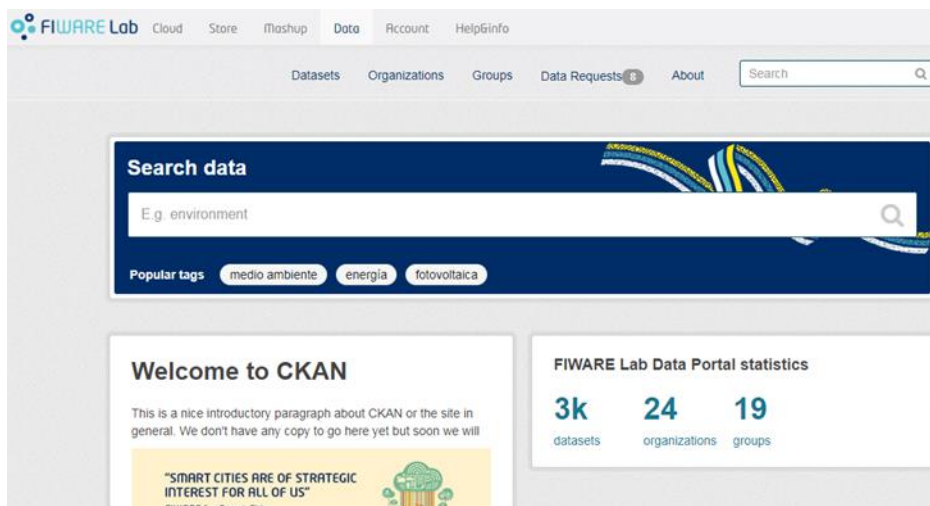


Figura 7 Schermata del software CKAN

Il flusso di dati (data flow) per il provisioning dei dati in CKAN (Open Data platform) può essere sintetizzato in tre passaggi principali:

- I dati vengono estrapolati dal Big Data Lake (basato su di un cluster MongoDB)
- Uno script Java li invia ad Orion (Context Broker) che tramite Cygnus li storicizza
- I dati storicizzati vengono inviati alla piattaforma CKAN (FIWARE Lab)

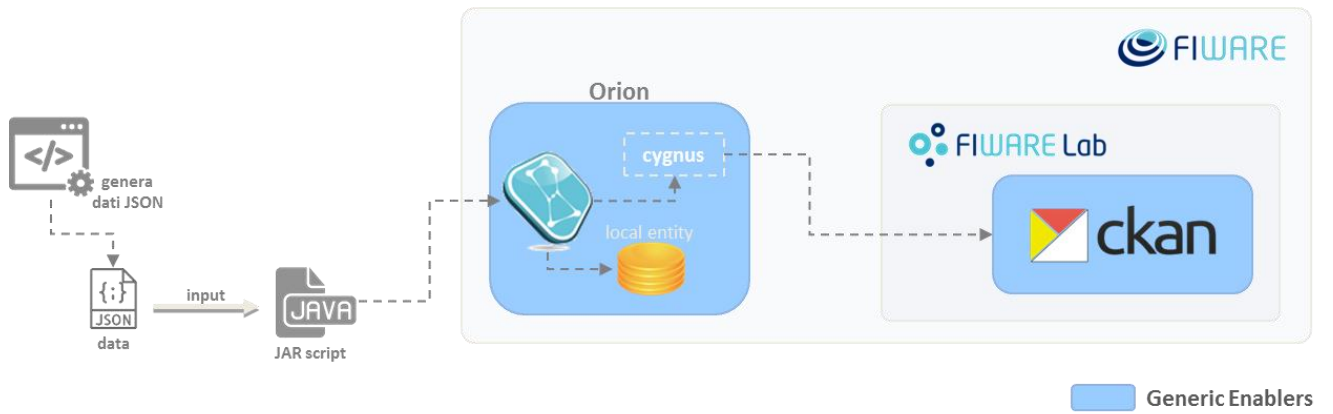


Figura 8 Data flow dei dati verso CKAN



3.4. L'Edge Cloud e SDN (Software Defined Network) nell'Infrastruttura di Rete

Per quanto riguarda *l'infrastruttura di comunicazione*, gli obiettivi dell'OR2 sono stati perseguiti utilizzando le tecnologie emergenti di Software Defined Networking (SDN) e Network Function Virtualization (NFV). All'infrastruttura di comunicazione nella piattaforma Sacher sono richieste caratteristiche di flessibilità, riconfigurabilità, adattabilità e sicurezza che non sono tipiche delle infrastrutture attuali, spesso realizzate con tecnologie molto consolidate piuttosto rigide a livello funzionale. Questa rigidità può essere superata utilizzando SDN e NFV.

La tecnologia NFV permette di dispiegare servizi in modo efficiente e flessibile sotto forme di moduli software eseguiti in ambienti di virtualizzazione, utilizzando hardware di mercato e quindi riducendo i costi di manutenzione e acquisizione.

La tecnologia SDN disaccoppia il piano di controllo di rete (basato sul software) dal piano di produzione della rete (tipicamente basato su hardware dedicato) permettendo in questo modo la progettazione di soluzioni aperte non dipendenti da un singolo vendor. Inoltre la soluzione a controllo centralizzato tipica della SDN può risolvere numerosi problemi in un ambito applicativo per ottimizzare le prestazioni, gestire dinamicamente la qualità di servizio. In breve alcune delle caratteristiche innovative del contest NFV/SDN possono essere riassunte nei punti seguenti:

- Forte automazione nella realizzazione e nella gestione di servizi di comunicazioni
- Gestione flessibile dell'allocazione della banda e della qualità di servizio
- Condivisione di infrastrutture fisiche mantenendo separazione fra utenti logicamente diversi (slicing)
- Integrazione di tecnologie di rete eterogenee sotto il piano di controllo comune SDN

Lo scenario generale considerato è quello presentato in 8, in cui una molteplicità di ambienti di cloud computing ospitano applicazioni e funzionalità virtualizzate (VNF) per la gestione della comunicazione. Le risorse applicative e di rete dei vari sistemi cloud sono gestite dalla cosiddetta VIM (Virtual Infrastructure Manager) o WIM (Wide Area Network Infrastructure Manager) e la connettività viene dinamicamente riconfigurata utilizzando la tecnologia SDN. Il coordinamento generale viene realizzato da un orchestratore (VNFM e NFVO) che coordina le varie VIM per far sì che le loro azioni distribuite portino al raggiungimento degli obiettivi di servizio previsti.

Ovviamente questa infrastruttura deve poter ospitare tenant multipli e completa automazione nella gestione della qualità di servizio.

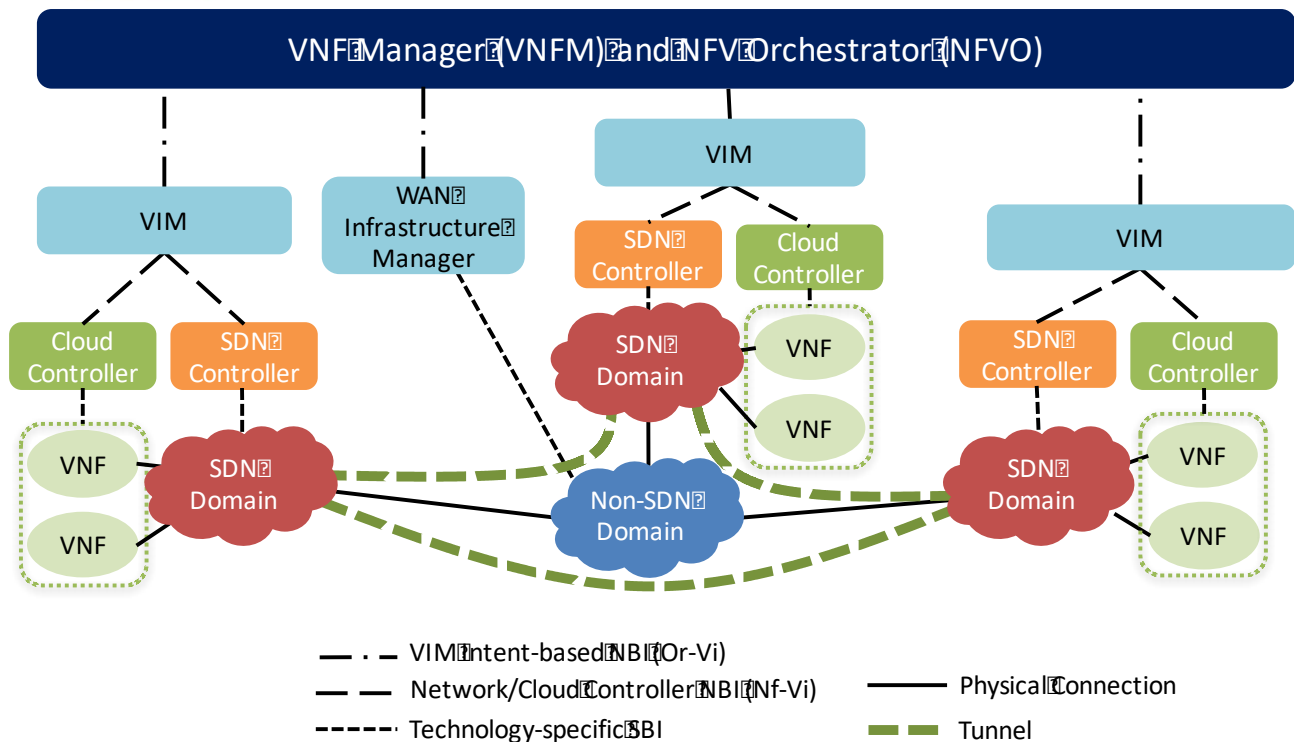


Figura 8. Schema di principio dello scenario considerato per l'interconnessione dei servizi nella piattaforma Sacher

Per l'attività A2.3 dell'OR2 è stato innanzitutto analizzato il comportamento della piattaforma OpenStack (domini cloud) per quanto riguarda le prestazioni di comunicazione in presenza di più tenant. Realizzato il set-up sperimentale di 0, in grado di supportare fino a 4 tenant, sono stati misurati i flussi di traffico verso una destinazione esterna. La Figura 10 mostra il bit rate totale ricevuto alla destinazione, utilizzando un'interconnessione fra il sistema cloud e la destinazione con capacità di 1 Gbit/s. Con pacchetti di grandi dimensioni è possibile utilizzare tutta la banda disponibile, mentre con pacchetti di piccole dimensioni l'overhead collegato all'elaborazione dei pacchetti limita la capacità utilizzabile. Però come si vede le curve relative a diversi numeri di tenant sono sostanzialmente sovrapposte, confermando il fatto che la piattaforma, per quanto riguarda il sistema di networking è sostanzialmente indifferente al numero di tenant stesso.

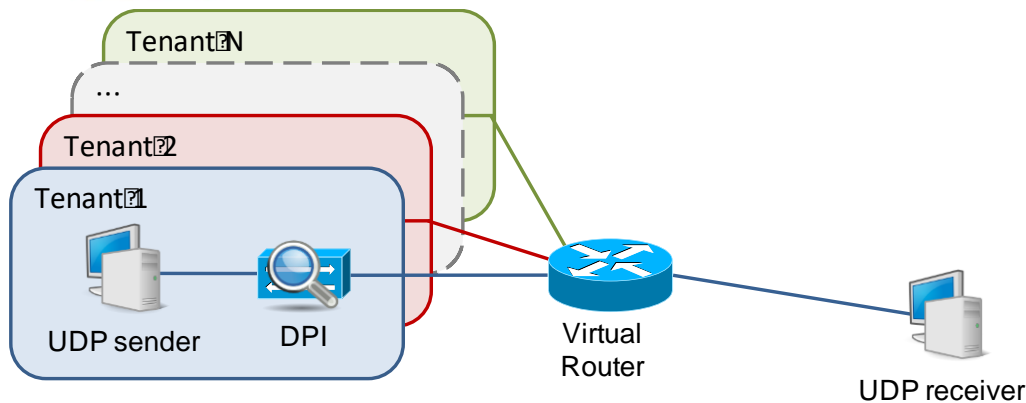


Figura 9. Schema del set up per la verifica delle prestazioni dell'infrastruttura OpenStack in presenza di tenant multipli.

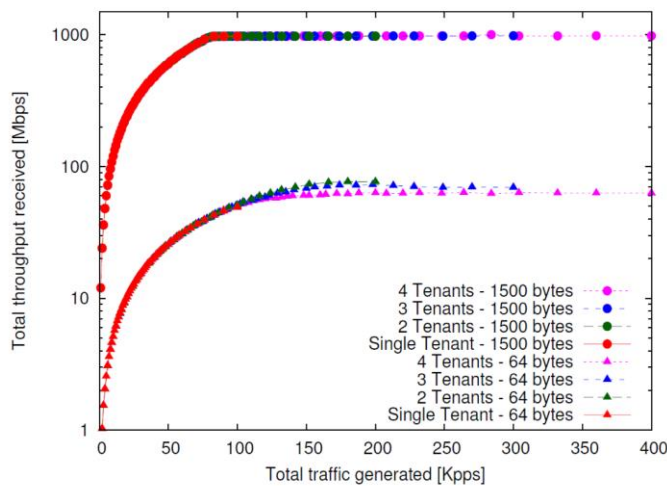


Figura 10. Bit rate ricevuta dall'UDP receiver mostrato nella figura precedente varando il numero di tenant del sistema cloud da 1 a 4. Le prestazioni della comunicazione sono pressoché invariante rispetto al numero di tenant.

Verificata la funzionalità del sistema cloud si è passati alla definizione di una strategia per la gestione automatizzata della qualità di servizio. In particolare ci si è focalizzati sulla cosiddetta interfaccia northbound (NBI) che permette di presentare al sistema di orchestrazione generale (NFVO) le richieste specifiche per i vari servizi sui meccanismi implementativi dei requisiti stessi.

La definizione di una NBI che sia open, vendor agnostica e interoperabile promuove il miglioramento delle interazioni tra le applicazioni di alto livello e i servizi di orchestrazione delle piattaforme SDN e NFV sottostanti. Dato lo scenario multi tenant e multi servizio si è ritenuto particolarmente importante garantire la generalità dell'NBI, utilizzando per la sua progettazione un approccio cosiddetto a "intenti". La potenza del livello di astrazione offerto da questo approccio consente di specificare le policy piuttosto che i meccanismi attraverso la NBI.

Quando una certa richiesta di servizio viene ricevuta, il framework NFV di Management e Orchestrazione deve convertire tale richiesta in un grafo di servizio opportuno e passarlo



al/ai VIM/s di competenza incaricati di ogni dominio coinvolto nella composizione del Service Function Chaining (SFC). Poi ogni VIM deve:

- verificare la disponibilità e la localizzazione delle VNFs richieste all'interno del proprio dominio, istanziarne di nuove se necessario;
- interagire con il controllore SDN di competenza per programmare le regole dello steering del traffico e creare un opportuno percorso di rete all'interno del dominio SDN.

Al fine di fornire una definizione astratta e flessibile del grafo di servizio richiesto, senza essere a conoscenza di dettagli specifici dipendenti dalla tecnologia (come ad esempio dispositivi, porte, indirizzi, etc.), la NBI esposta dai VIMs dovrebbe anche consentire di specificare non solo la sequenza ma anche la natura delle diverse VNFs da attraversare, la quale è strettamente collegata al componente di servizio che implementano. Supponiamo che, in base al Service Level Agreement (SLA), l'operatore di rete deve fornire un servizio bidirezionale di accelerazione della WAN, oltre che un sistema di rilevamento delle intrusioni (IDS). Inoltre, l'operatore dovrebbe essere in grado di ispezionare i pacchetti tramite un DPI, a fare shaping del traffic al fine di monitorare e regolare il traffico generato dagli utenti. Sia i requisiti degli utenti che le esigenze degli operatori devono essere espresse come intenti a passati all'orchestrare NFV, risultando nel SFC illustrato in figura. Per cui, la NBI dovrebbe consentire una astratta rappresentazione delle caratteristiche topologiche di ogni VNF, specificando i vari modi in cui le VNFs possono essere inserite in una SFC.

Allo scopo di validare l'uso di tecnologie SDN/NFV sulla piattaforma SACHER, è stato implementato un set-up sperimentale quale quello mostrato in Figura 11, in cui un cliente (customer) consulta dei contenuti (per esempio i modelli 3D dei beni culturali) da un server. Customer e server non appartengono al medesimo sistema cloud e la loro connessione prevede di transitare su una rete geografica. Nei due sistemi cloud ospitanti customer e server sono attivate una serie di VNF per la gestione dei flussi di traffico. In particolare:

- DPI/IDS per l'analisi e l'identificazione dei vari tipi di traffico;
- traffic shaper per la limitazione della banda utilizzata da un particolare tipo di traffico;
- WAN Accel. Per la compressione dei dati di un particolare tipo di traffico, realizzando quindi un effetto di "aumento" della banda disponibile.

I risultati dettagliati della validazione sono inclusi nel report R4.5 relativo all'OR4. Essi sono serviti a dimostrare la fattibilità e l'efficacia della soluzione tecnologica alla base del servizio che è stato sviluppato come parte del contributo all'attività A2.2. Si tratta di un servizio di "edge computing" avente come obiettivo quello di garantire la migliore esperienza possibile all'utente nella fruizione del servizio di consultazione dei modelli 3D dei beni culturali. La 0 mostra lo scenario di riferimento in cui un utente fruisca contenuti (modello 3D ad alta definizione ad esempio) disponibili nella piattaforma (in particolare nel Sacher Object Storage). In questo caso specifico le prestazioni del sistema sono pienamente soddisfacenti.

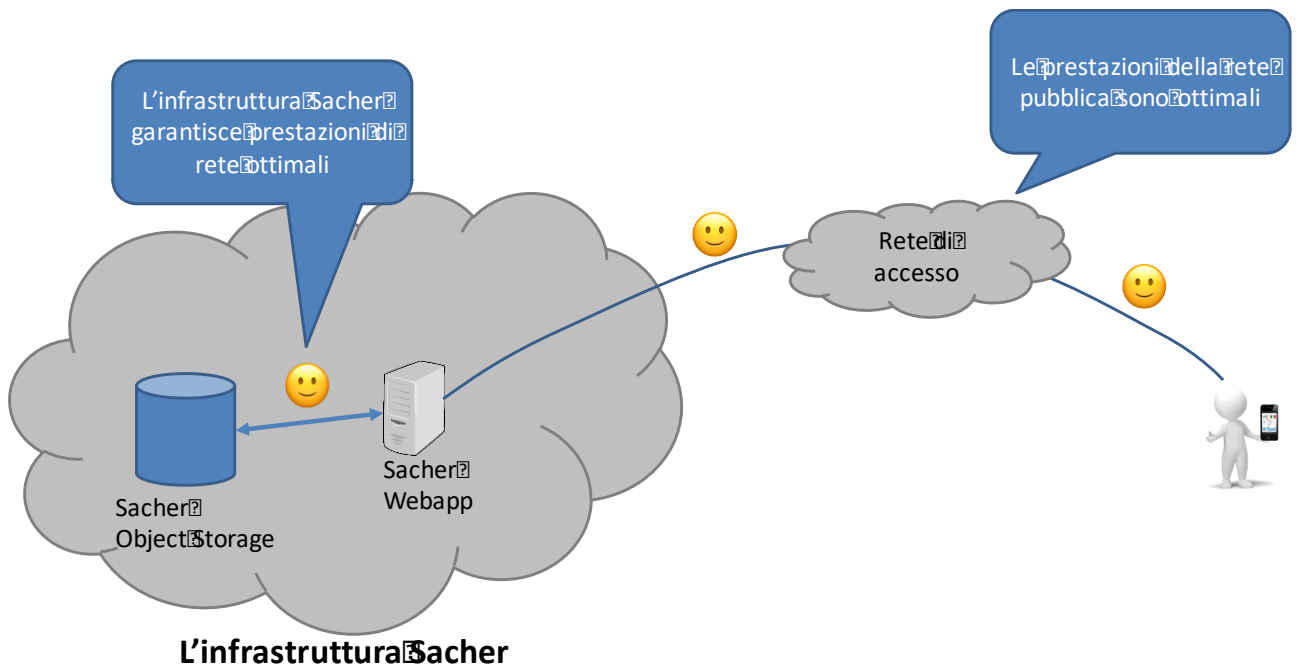


Figura 11. Un utente fruisce dei contenuti della piattaforma Sacher in condizioni ottimali.

Qualora il collegamento fra utente e piattaforma sia invece di qualità non adeguata la qualità di servizio e quindi l'esperienza di fruizione dell'utente degradano, come mostrato in Figura 12. La piattaforma Sacher individua grazie al DPI la degradazione di qualità e può automaticamente cercare una soluzione similmente a quanto descritto in precedenza. Una soluzione possibile è quella di migrare l'applicazione web ad un server che sia più prossimo all'utente, o comunque meglio connesso con quest'ultimo, ovviamente se disponibile. Questa soluzione è rappresentata sinteticamente in Figura 13 e viene realizzata combinando tecnologie NFV (per la migrazione dell'applicazione) e SDN (per la re-direzione del traffico).

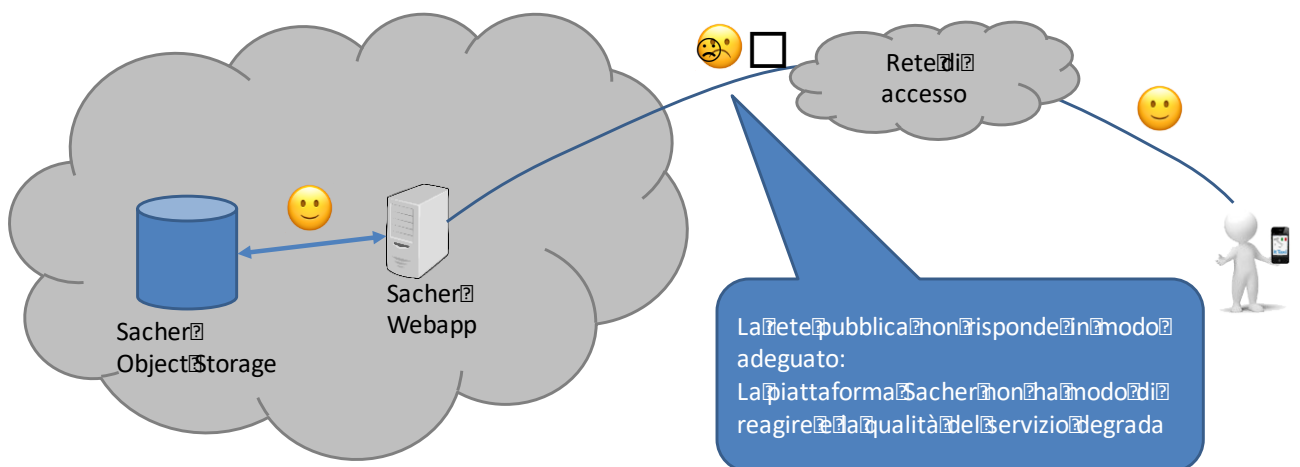




Figura 12. Un utente fruisce dei contenuti della piattaforma Sacher in condizioni non ottimali e sperimenta una degradazione dell'esperienza di consultazione.

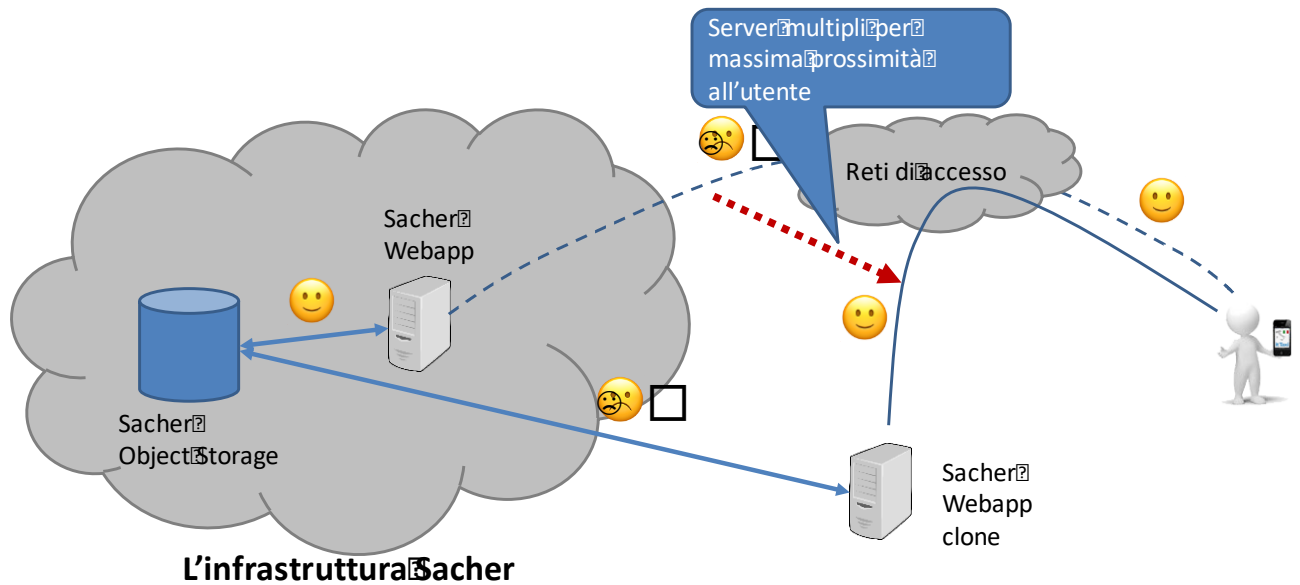


Figura 13. La piattaforma cerca di ovviare alla degradazione di qualità avvicinando l'applicazione Sacher all'utente.

Come però mostra bene la Figura 13 non è detto che questa operazione sia sufficiente, poiché essa semplicemente delega il problema al collegamento fra l'applicazione Sacher e l'Object Storage. Qualora questo collegamento non sia soddisfacente la qualità di navigazione percepita dall'utente finale rimane comunque di scarsa qualità.

Per ovviare a questo il servizio è stato arricchito di un ulteriore automatismo di caching dei contenuti. Come mostrato in 0 14 utilizzando la tecnologia NFV sia l'applicazione Sacher sia parte dei contenuti dell'Object Storage, in particolare quelli "limitrofi" a ciò che sta già consultando l'utente possono essere "avvicinati" nel Sacher edge cloud ripristinando condizioni ottimali del servizio.

In Figura 15 viene mostrato il tempo necessario per il download di un contenuto di notevoli dimensioni (il Palazzo del Podestà), confrontando quando rilevato prelevando i dati dall'Object storage remoto a limitate prestazioni oppure dalla cache locale nel edge cloud. Come mostra la figura, il miglioramento delle prestazioni intese come tempo di trasferimento può rivelarsi anche molto significativo.

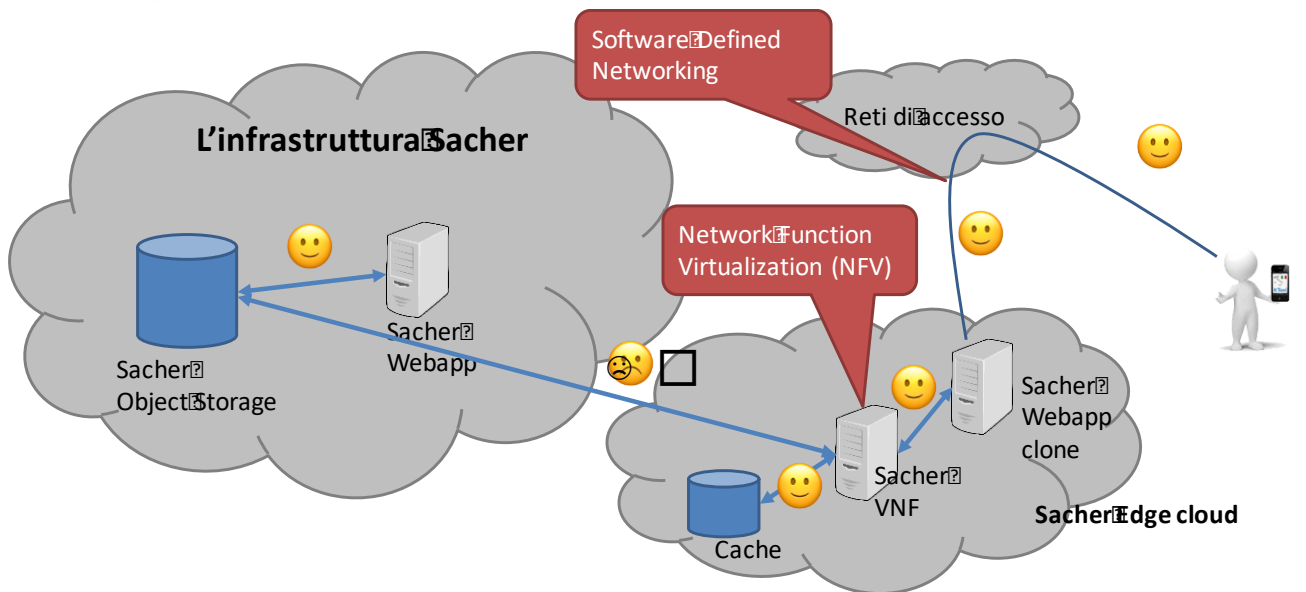


Figura 14. Anche parte dei contenuti dell'Object Storage di Sacher vengono trasferiti in prossimità dell'utente (edge cloud) per ovviare alle prestazioni non ottimali del collegamento fra l'edge cloud e l'object storage.



Figura 15. Trasferimento dati del medesimo contenuto senza (linea blu) e con (linea arancio) il meccanismo di caching. Il miglioramento di prestazioni può essere molto rilevante.