Istituto di Scienza e Tecnologie dell'Informazione "A. Faedo"
Consiglio Nazionale delle Ricerche

ISTI Technical Reports

Test funzionali e verifiche mediante emulazione di interazione della casa con strutture gerarchicamente superiori

Vittorio Miori, CNR-ISTI, Pisa, Italy
Dario Russo, CNR-ISTI, Pisa, Italy

ISTI-TR-2020/025

Istituto di Scienza e Tecnologie dell'Informazione "A. Faedo"
Consiglio Nazionale delle Ricerche

Test funzionali e verifiche mediante emulazione di interazione della casa con strutture gerarchicamente superiori

Miori V.; Russo D.

ISTI-TR-2020/025

Abstract

Il lavoro riguarda i test utilizzati per la valutazione delle performance delle funzionalità di condivisione informazione del "nodo casa" verso le strutture gerarchicamente superiori. Dopo aver presentato i concetti preliminari ed il contesto, il lavoro presenta le scelte tecnologiche e gli strumenti utilizzati per le misurazioni effettuate emulando le interazioni della piattaforma SHELL verso reti come Smart Community e Smart City. In particolare vengono descritti e applicati Zabbix, un software di monitoraggio di sistemi, e Speedtest, uno strumento per le misurazioni delle prestazioni di reti e l'uso della banda. Il lavoro si conclude mostrando i risultati dei test effettuati utilizzando un periodo di misurazioni come campione.

SHELL, Piattaforma interoperabilità, Cloud, Macchina virtuale, Test funzionali, Zabbix, Speedtest, Prestazioni di rete, Misurazione upload, Misurazione download, Misurazione ping, Misurazione jitter

Citation

Miori V.; Russo D. *Test funzionali e verifiche mediante emulazione di interazione della casa con strutture gerarchicamente superiori* ISTI Technical Reports 2020/025. DOI: 10.32079/ISTI-TR-2020/025

Istituto di Scienza e Tecnologie dell'Informazione "A. Faedo"
Area della Ricerca CNR di Pisa
Via G. Moruzzi 1
56124 Pisa Italy
http://www.isti.cnr.it

Test funzionali e verifiche mediante emulazione di interazione della casa con strutture gerarchicamente superiori

Vittorio Miori (CNR) – Dario Russo (CNR)

Breve sommario

Il lavoro riguarda i test utilizzati per la valutazione delle performance delle funzionalità di condivisione informazione del "nodo casa" verso le strutture gerarchicamente superiori. Dopo aver presentato i concetti preliminari ed il contesto, il lavoro presenta le scelte tecnologiche e gli strumenti utilizzati per le misurazioni effettuate emulando le interazioni della piattaforma *SHELL* verso reti come *Smart Community* e *Smart City*. In particolare vengono descritti e applicati *Zabbix*, un software di monitoraggio di sistemi, e *Speedtest*, uno strumento per le misurazioni delle prestazioni di reti e l'uso della banda.
Il lavoro si conclude mostrando i risultati dei test effettuati utilizzando un periodo di misurazioni come campione.

Parole chiave

SHELL, Piattaforma interoperabilità, Cloud, macchina virtuale, test funzionali, Zabbix, Speedtest, prestazioni di rete, misurazione upload, misurazione download, misurazione ping, misurazione jitter.

Indice

Breve sommario 2
Parole chiave 2
Indice delle figure 4
Introduzione 5
Concetti preliminari sulle prestazioni di rete 5
Smart city e Smart Community 6
La piattaforma SHELL e le strutture gerarchicamente superiori 7
L'ambiente dei test e verifiche 8
Zabbix 9
Concetti preliminari all'installazione del software Zabbix 10
Il sistema a pacchetti 10
Sistemi di gestione a pacchetti più comuni 11
Il formato .deb 12
Advanced Packaging Tool, APT 12
3.2 DPKG, il Debian Package Management System 13
Installazione di Zabbix 14
Configurare PHP per il frontend di Zabbix 15
Lancio dei servizi 15
Configurazione del frontend 16
Test funzionali mediante emulazione di interazione col nodo casa 17
Individuazione dei test 17
Installazione di SpeedTest e integrazione con Zabbix 19
Risultati delle misure 20
Conclusioni 34
Riferimenti 35
Appendice 36
Listato zbx-speedtest-debian.sh 36
Listato zabbix-speedtest.service 40
Listato zabbix-speedtest.timer 40
Listato speedtest.conf 40
Listato template_speedtest.xml 40

Indice delle figure

Figura 1: L'architettura SHELL 7
Figura 2: Servizio cloud basato su una IaaS 8
Figura 3: Screenshot della finestra con l'accesso in SSH alla macchina virtuale 8
Figura 4: Esempio di grafici prodotti con Zabbix per il monitoraggio dei server Apache e MySql 9
Figura 5: Versioni di Zabbix disponibili al download dalla pagina ufficiale 10
Figura 6: Gestore di pacchetti Synaptic su Ubuntu 12
Figura 7: Pagina di login di Zabbix 16
Figura 8: Pagina principale di Zabbix dopo il login 16
Figura 9: Frammento di pagina tratta dal sito Speedtest 17
Figura 10: Frammento di pagina di Zabbix con le misure per i test 18
Figura 11: Zabbix Speedtest – Misurazioni Upload di 10 giorni 21
Figura 12: Zabbix Speedtest – Misurazioni Download di 10 giorni 22
Figura 13: Zabbix Speedtest – Misurazioni Ping di 10 giorni 23
Figura 14: Zabbix Speedtest – Misurazioni Jitter di 10 giorni 24
Figura 15: Zabbiz Speedtest - Upload 30
Figura 16: Zabbix Speedtest - Download 31
Figura 17: Zabbix Speedtest - Ping 32
Figura 18: Zabbix Speedtest: Jitter 33

Introduzione

Quando si parla di test funzionali e di verifiche riferite ad un software (*Software Management Test*), si intende valutare le funzionalità di un'applicazione senza l'intervento di una persona fisica. Sono degli strumenti di automazione progettati per rilevare le anomalie e consentono di garantire la qualità del software e di gestire progetti informatici. Questi sistemi automatizzati registrano il comportamento del servizio digitale per consentire all'utente di sapere esattamente come funziona la sua applicazione.
In particolare, l'esecuzione di test funzionali e verifiche al fine di valutare l'interazione con altre strutture disponibili sulla rete, in generale, consistono nell'effettuare misure sulle prestazioni della rete per misurarne i parametri più significativi. Questi test e verifiche permettono, una volta attivato il servizio, di valutare se i risultati ottenuti sono effettivamente paragonabili alle aspettative, e svolti periodicamente, individuare eventuali malfunzionamenti dovuti a guasti, riconfigurazioni di rete errate o errori in fase di progettazione e implementazioni di software che utilizzano in modo non ottimale le risorse disponibili.

Concetti preliminari sulle prestazioni di rete

Le prestazioni di una rete riguardano principalmente i tempi di risposta, ovvero la velocità con cui un messaggio può essere può essere inviato o la velocità con cui un documento può essere recuperato.
Le prestazioni di una rete possono essere influenzate da vari fattori tra cui:

- il numero di dispositivi sulla rete;
- la larghezza di banda del mezzo di trasmissione;
- il tipo di traffico di rete;
- latenza della rete;
- il numero di errori di trasmissione;
- errori o mancate ottimizzazioni sull'uso della rete durante la scrittura o configurazione del software.

La larghezza di banda (*bandwidth*) è una misura della quantità di dati che il mezzo può trasferire in un determinato periodo di tempo. Ogni mezzo di trasmissione ha una larghezza massima di banda diversa (Tabella 1):

Mezzo di trasmissione	Tipica larghezza di banda
Doppino in rame ritorto	Fino a 1 gigabit (Gb) al secondo
Cavo di fibra ottica	Oltre 40 terabits (Tb) al secondo
Wi-Fi (rete domestica)	Fino a 54 megabits (Mb) al secondo
Wi-Fi (rete aziendale)	Fino a gigabit (Gb) al secondo

Tabella 1: Mezzi di trasmissione e relative ampiezze di banda

Ogni dispositivo collegato richiede larghezza di banda per poter comunicare. La larghezza di banda del mezzo è condivisa tra ogni dispositivo collegato. Ad esempio, una rete Wi-Fi domestica con un dispositivo assegnerebbe 54 Mb al secondo a quel dispositivo. Se un secondo dispositivo si unisce alla rete, la larghezza di banda verrebbe divisa tra i due, dando 27 Mb al secondo a ciascuno, e così via. Se fossero collegati dieci dispositivi, la larghezza di banda assegnata a ciascun dispositivo scenderebbe a 5,4 Mb al secondo, riducendo così la velocità con cui i dati possono essere inviati a qualsiasi dispositivo particolare.
La latenza di rete è una misura del tempo necessario a un messaggio per viaggiare da un dispositivo all'altro attraverso una rete. Una rete a bassa latenza subisce pochi ritardi nella trasmissione, mentre

una rete ad alta latenza subisce molti ritardi. Maggiore è il numero di ritardi, maggiore è il tempo necessario per trasmettere i dati attraverso una rete.
La latenza è influenzata dal numero di dispositivi sulla rete e dal tipo di dispositivo di connessione.
Una rete basata su *hub* di solito presenta una latenza più elevata rispetto a una rete basata su *switch* [1], perché gli *hub* trasmettono tutti i messaggi a tutti i dispositivi. Le reti basate su *switch* trasmettono messaggi solo al destinatario previsto.
Maggiore è il numero di dispositivi collegati ad una rete, più importante diventa la scelta del mezzo di trasmissione. Il Wi-Fi gestisce generalmente meno traffico rispetto al filo di rame intrecciato (TCW), che a sua volta gestisce meno traffico rispetto al cavo in fibra ottica. Molte reti includono una combinazione di tutti e tre i mezzi di trasmissione:

- i cavi in fibra ottica permettono un'elevata trasmissione di dati tra diversi edifici;
- il TCW passa dagli interruttori all'interno degli edifici ai singoli dispositivi;
- il Wi-Fi permette ai dispositivi ospiti di connettersi alla rete.

Inevitabilmente ci saranno momenti in cui i dispositivi cercheranno di comunicare tra loro allo stesso tempo. I loro segnali si scontrano tra loro e la trasmissione fallisce, provocando degli errori di trasmissione. È simile a quando due persone parlano tra loro simultaneamente - nessuna delle due persone è in grado di sentire chiaramente ciò che l'altra persona sta dicendo.
Maggiore è il numero di dispositivi su una rete, maggiore è la possibilità che si verifichi una collisione e maggiore è il tempo necessario per trasmettere un messaggio.

Da un punto di vista hardware, il 70% dei guasti sono dovuti generalmente a problemi di cablaggio, ed in particolare sono imputabili alle bretelle, spesso danneggiate anche da fattori estranei al cablaggio stesso. Nonostante la rete rappresenti un elemento fondamentale di un intero sistema, ed abbia comunque con un impatto economico percentualmente trascurabile, la sua importanza viene spesso sottovalutata. Sul cablaggio ed i relativi componenti, infatti, i fornitori di servizi tendono a fare economia per soddisfare anche i clienti sempre più attenti ai prezzi e poco al valore. Quello che non viene tenuto di conto è che il risparmio, sui costi totali, incide in modo irrisorio e che di contro, può influire negativamente sull'insorgere di problemi a livello fisico e sull'infrastruttura di trasporto, la cui durata nel tempo è nettamente superiore rispetto a quella di tutti gli altri componenti.

Smart city e Smart Community

Una *Smart City* è un'area urbana in cui, grazie all'utilizzo delle tecnologie digitali è possibile ottimizzare e migliorare le infrastrutture e i servizi ai cittadini rendendoli più efficienti.

L'Unione Europea individua 6 componenti per una *Smart City*:

- *Smart People*: i cittadini che vanno coinvolti e resi partecipi;
- *Smart Governance*: l'amministrazione che deve dare centralità al capitale umano, alle risorse ambientali, alle relazioni e ai beni della comunità;
- *Smart Economy*: l'economia e il commercio urbano devono essere rivolti all'aumento della produttività e dell'occupazione all'interno della città attraverso l'innovazione tecnologica;
- *Smart Living*: il comfort e benessere deve essere garantito ai cittadini legato ad aspetti come la salute, l'educazione, la sicurezza, la cultura ecc.;

- *Smart Mobility*: soluzioni di mobilità intelligente, dall'e-mobility alla sharing mobility ad altre forme di mobility management, devono guardare a come diminuire i costi, diminuire l'impatto ambientale e ottimizzare il risparmio energetico;
- *Smart Environment*: lo sviluppo sostenibile, basso impatto ambientale ed efficienza energetica sono aspetti prioritari della città del futuro.

Nelle *Smart Community* invece, la dimensione geografica non è dipendente da una città o un territorio ben preciso ma da un insieme di cittadini che condividono necessità, possibilità e servizi

La piattaforma SHELL e le strutture gerarchicamente superiori

La piattaforma *SHELL* è un framework di interoperabilità abilitante a soluzioni verticali in ambiti diversificati e multifunzionali (energy, security, comfort). *SHELL* agisce come la spina dorsale che consente di utilizzare gli strumenti per la condivisione dei dati generati dalla casa con l'*Internet degli Oggetti* (*Internet of Things - IoT*). In questo modo, la casa è destinata a diventare un luogo funzionale e nodo interoperabile aperto alle nuove opportunità offerte delle *Smart Community* e *Smart City* [2].
Rispetto al nodo casa, le *Smart Community* e *Smart City* rappresentano proprio quelle strutture gerarchicamente superiori con i quali l'ambiente domestico interagisce, rivelandosi così un elemento cruciale ed importante al fine di realizzare applicare gli scenari tipici di questi paradigmi.

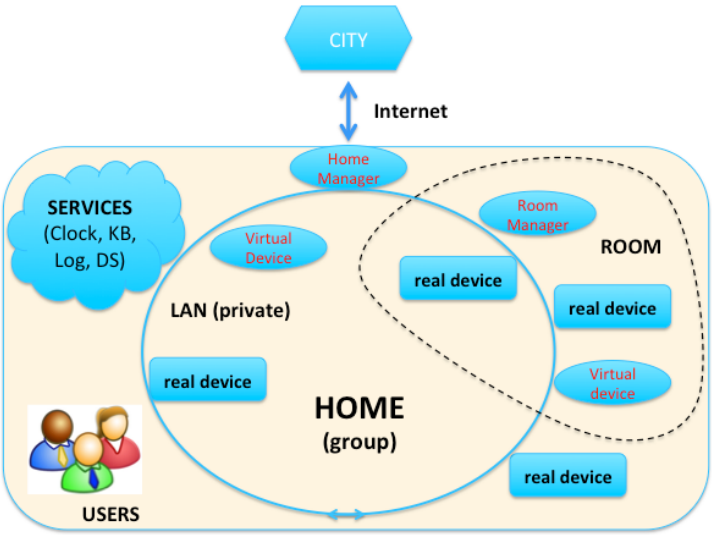

Figura 1: L'architettura SHELL

In Figura 1 è mostrata l'architettura della piattaforma SHELL descritta ampiamente nei precedenti deliverable. In questo lavoro assume particolare importanza l'*Home Manager*, l'elemento che ha lo scopo sia di supervisionare tutte le attività di tutta la rete di dispositivi della casa, sia di interfacciarne i dati con la rete Internet, comprendendo quindi anche tutte sue le strutture gerarchicamente superiori.

Tramite l'emulazione di interazioni tra la piattaforma *SHELL* e le strutture gerarchicamente superiori, questo lavoro mira a valutare le prestazioni di comunicazione del framework.

L'ambiente dei test e verifiche

L'ambiente in cui saranno eseguiti i testi e le verifiche è quello in cui vengono installate e messe in opera le istanze del framework *SHELL*. In questo caso particolare si tratta di una macchina virtuale attivata ed ospitata presso il servizio cloud *Nuvola IT Self Data Center* di Telecom Italia [3], descritta nel deliverable 5.6.6.

In generale, un servizio cloud è una potente infrastruttura fisica o virtuale, che esegue lo storage di elaborazione di applicazioni e informazioni. I servizi cloud sono creati utilizzando software di virtualizzazione per suddividere uno o più server fisici in più server virtuali. Le organizzazioni utilizzano un modello *IaaS* (*infrastructure-as-a-service*) [4] per elaborare i carichi di lavoro e archiviare le informazioni (Figura 2). Si accede alle funzioni del server virtuale da remoto, tramite un'interfaccia online.

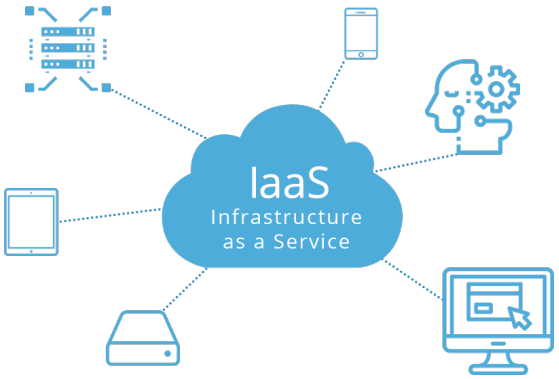

Figura 2: Servizio cloud basato su una IaaS

La macchina virtuale creata dispone di un processore Intel(R) Xeon(R) CPU E5-4627 v3 @ 2.60GHz [5] e 16 GB di memoria RAM. Il sistema operativo installato nella macchina virtuale è la distribuzione Linux Ubuntu 18.04.4 LTS (Bionic Beaver) a 64 bit [6].

Per collegarsi alla macchina virtuale, è stato attivato un server *ssh* con autenticazione attraverso login e una chiave privata.

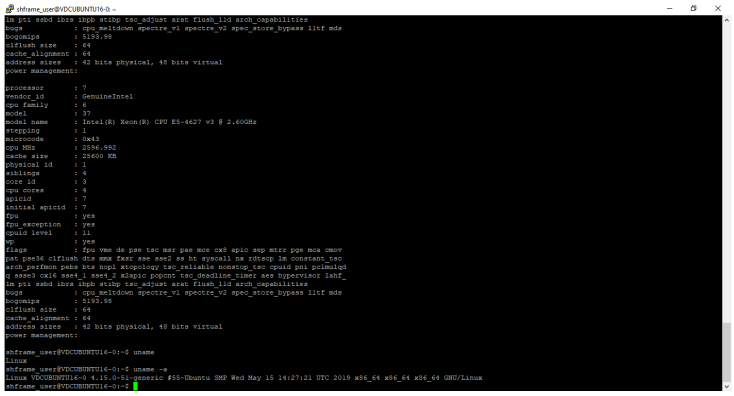

Figura 3: Screenshot della finestra con l'accesso in SSH alla macchina virtuale

Zabbix

Zabbix [7], descritto nel deliverable 5.6.6, è uno strumento open source per il monitoraggio di diversi componenti IT, tra cui reti, server, macchine virtuali (VM) e servizi *cloud*. *Zabbix* fornisce varie metriche di controllo come, ad esempio, i livelli di utilizzo della rete, il carico della CPU o il consumo di spazio su disco (Figura 4). Il programma monitora le operazioni su vari ambienti come Linux, Hewlett Packard Unix (HP-UX), Mac OS X, Solaris e altri sistemi operativi, mentre il monitoraggio di Windows è possibile solo tramite l'uso di agenti.

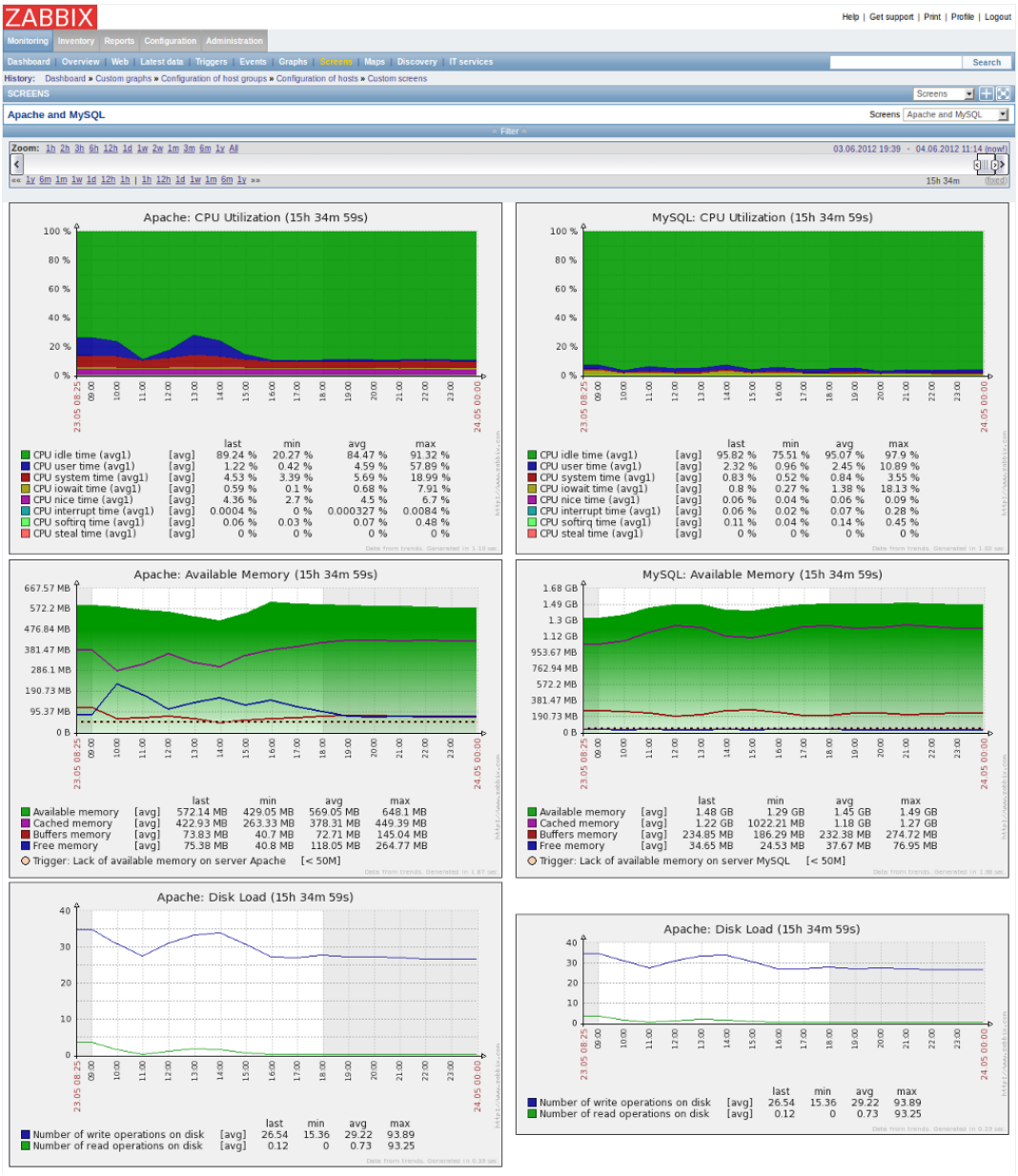

Figura 4: Esempio di grafici prodotti con Zabbix per il monitoraggio dei server Apache e MySql

Un agente è un software che permette il a *Zabbix* di effettuare il monitoraggio, anche distribuito, di risorse e applicazioni locali (dischi rigidi, memoria, statistiche del processore, ecc.) ad esso.

L'agente raccoglie le informazioni operative a livello locale e riporta i dati al server *Zabbix* per l'ulteriore elaborazione. In caso di guasti (come ad esempio un disco rigido pieno o un processo di servizio in crash), il server *Zabbix* può allertare attivamente gli amministratori della particolare macchina che ha segnalato il guasto.
Gli agenti *Zabbix* possono eseguire controlli passivi e attivi. In un controllo passivo l'agente risponde ad una richiesta di dati. Il server *Zabbix* (o proxy) chiede i dati, ad esempio il carico della CPU, e l'agente *Zabbix* invia il risultato. I controlli attivi richiedono un'elaborazione più complessa. L'agente deve prima recuperare un elenco di elementi dal server *Zabbix* per un'elaborazione indipendente. Poi invierà periodicamente nuovi valori al server.

Concetti preliminari all'installazione del software Zabbix

Zappix è disponibile anche nel repository ufficiale di *Ubuntu* [8] 18, nella versione 3.0. Ad oggi è stata rilasciata la versione 5.0, disponibile nel suo sito ufficiale come pacchetto per diversi sistemi operativi, tra cui *Ubuntu* (Figura 5).

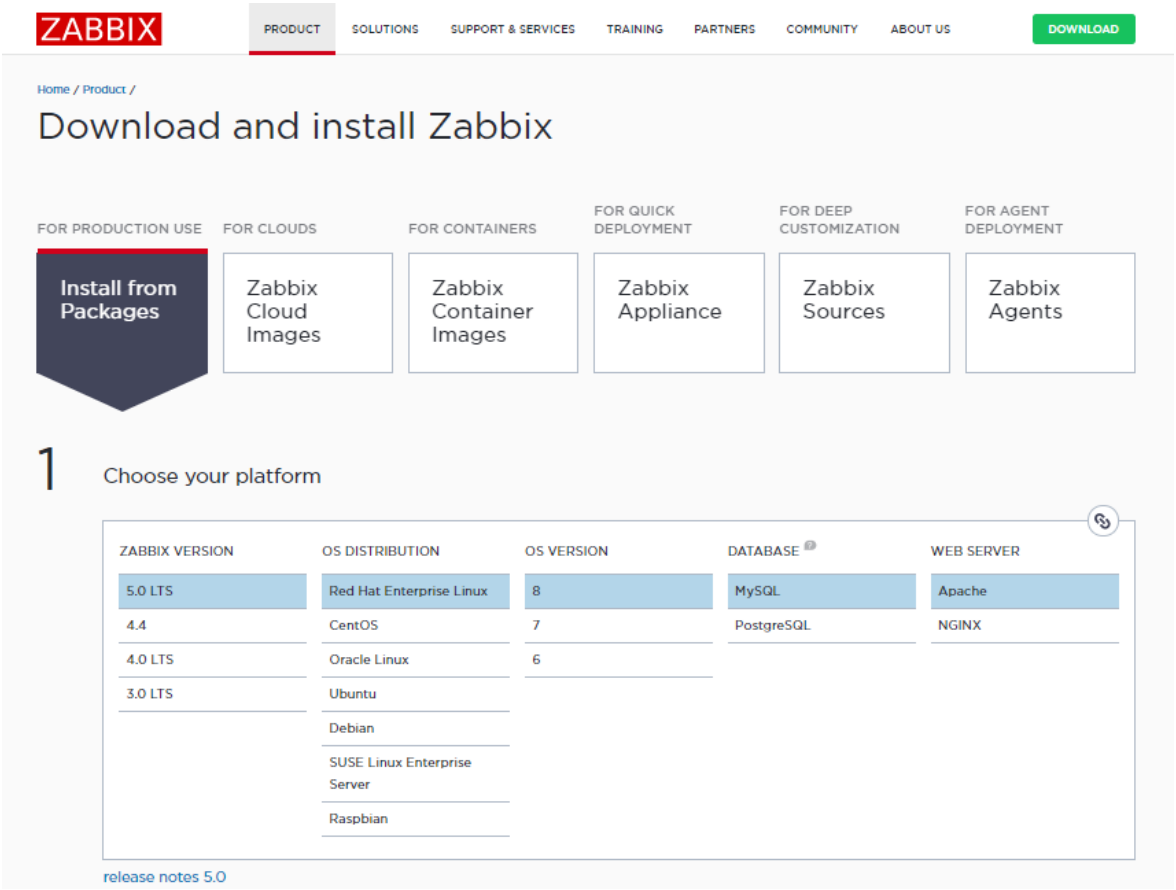

Figura 5: Versioni di Zabbix disponibili al download dalla pagina ufficiale

Il sistema a pacchetti

Un sistema di gestione dei pacchetti è composto da un insieme di software integrati nel sistema operativo in grado di gestire in modo semplice e automatico l'installazione, configurazione, aggiornamento e rimozione dei pacchetti software. Un pacchetto software è un insieme di file

incapsulati in un singolo e spesso scaricabili da una sorta di deposito (*repository*). I pacchetti spesso includono anche altre importanti informazioni, come il nome completo, versione, e fornitore del software, informazioni sul checksum, ed una lista di altri pacchetti, conosciuti come *dipendenze*, che sono necessarie al software per funzionare correttamente.

I sistemi di gestione dei pacchetti hanno principalmente i seguenti compiti:

- verifica del checksum dei file per evitare differenze tra le versioni locali ed ufficiali di un pacchetto;
- semplici strumenti per l'installazione, l'aggiornamento, e la rimozione;
- gestione delle dipendenze per la distribuzione del software funzionante da un pacchetto;
- controllo degli aggiornamenti per fornire le ultime versioni dei software, che spesso includono riparazioni di difetti ed aggiornamenti di sicurezza;
- raggruppamento di pacchetti a seconda della funzione per aiutare l'utente ad eliminare la confusione durante l'installazione ed il mantenimento.

Sistemi di gestione a pacchetti più comuni

Questa è una lista dei sistemi di gestione di pacchetti più usata nei sistemi Unix-like:

- *Advanced Packaging Tool* (conosciuto anche come *APT*), strumento che al pari di *dpkg* gestisce i pacchetti in formato *.deb*, ed inoltre risolve automaticamente le dipendenza, in sede di installazione e rimozione software.
- *Apt-rpm* una versione modificata di APT
- *Dpkg*, utilizzato originariamente da *Debian GNU/Linux* ed ora anche da altri sistemi, per gestire i pacchetti in formato *.deb*. Ha lo svantaggio però di non risolvere automaticamente le dipendenze.
- *Emerge* tool del sistema *Portage* in *Gentoo Linux*.
- *Pacman* (acronimo di *Pac*kage *Man*ager) usato in *Arch Linux*.
- *RPM Package Manager*, il gestore di pacchetti RPM. Introdotto da *Red Hat*, ma oggi utilizzato da molte altre *distribuzioni Linux*. RPM è il formato base standard, insieme a deb di Debian, per la pacchettizzazione di Linux.
- *Urpmi* utilizzato da *Mandriva Linux*.
- *Up2date*, usato *in Red Hat Enterprise Linux*. Sebbene progettato per dialogare con la rete *Red Hat Network*, *up2date* può anche utilizzare pacchetti con sorgenti *yum* ed *apt* con *repository RPM*.
- *YaST*, utilizzato su distribuzioni Linux *SUSE*.
- *Yellow dog Updater, Modified* (*YUM*) usato in *Fedora*
- *Synaptic*, presente nelle distribuzioni basate su *Debian*.

- *Ubuntu Software Center*, presente in *Ubuntu*.
- *Dnf*, nuovo gestore di pacchetti su *Fedora*.
- *Winget* di Windows 10

Il formato .deb

Il formato *.deb* è tra i formati di pacchetti più comuni ed è quello usato in *Ubuntu*.

L'installazione di pacchetti *.deb* può avvenire principalemte utilizzando il programma *gdebi* o nel terminale ed eseguendo il comando: *sudo dpkg -i pacchetto.deb*;

Per effettuare la disinstallazione possiamo invece utilizzare il gestore di pacchetti *Synaptic* (Figura 6), oppure lanciare sempre da terminale il comando: *sudo dpkg -r pacchetto.deb*

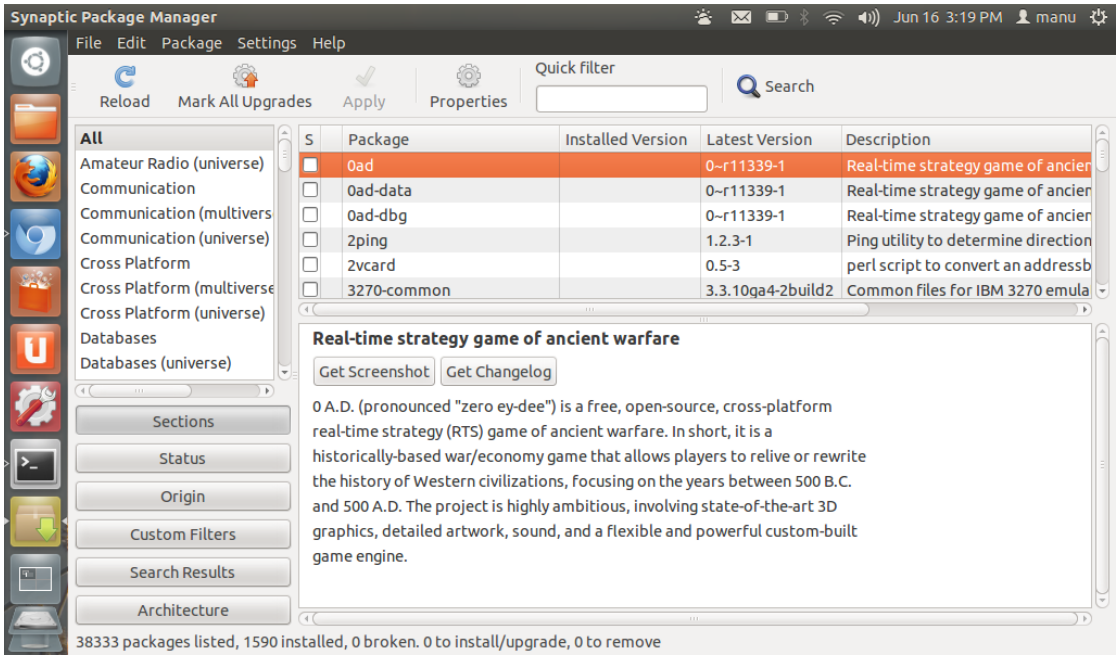

Figura 6: Gestore di pacchetti Synaptic su Ubuntu

Advanced Packaging Tool, APT

Apt è una serie di strumenti che abilita i pacchetti *.deb* ad essere installati su sistemi basati su *Debian* ed i pacchetti *.rpm* su sistemi che usano *RPM*. Digitando da un terminale *man apt* o *apt –h*, si ottengono informazioni sul suo uso.

I comandi di più frequente utilità in *apt* sono:

- aggiornare l'elenco dei pacchetti: *apt-get update*
- installare nuovi pacchetti: *apt-get install NOME-PACCHETTO*

  o *apt-get install PACCHETTO-UNO PACCHETTO-DUE PACCHETTO-TRE ...*
- aggiornare tutto il software installato sul sistema: *apt-get upgrade*
- avanzare di versione per tutto il sosftware installato sul sistema (compreso il sistema operativo): *apt-get dist-upgrade*
- installare le dipendenze richieste da uno specifico pacchetto:

  apt-get build-dep PACKAGE-NAME
- rimuovere un pacchetto: *apt-get remove PACKAGE-NAME*
- rimuovere un pacchetto e tutti i suoi file di configurazione (tutti i settaggi, ecc.):

  apt-get purge PACKAGE-NAME
- pulire la cache del pacchetto (cancellare i file del pacchetto scaricato - che non rimuove i pacchetti installati): *apt-get clean*
- ripulire i files obsoleti dei pacchetti (lasciando i nuovi): *apt-get autoclean*
- rimuovere automaticamente i pacchetti non usati: *apt-get autoremove*
- controllare i pacchetti corrotti: *apt-get check*
- correggere i pacchetti corrotti: *apt-get install -f*
- aggiungere un CD-ROM all'elenco delle repositories (utile quando l'accesso a internet è mancante o limitato): *apt-cdrom add*

Alcuni utili comandi extra:

- elenco di tutto il software installato sul vostro sistema attraverso apt (o dpkg):

  apt-cache pkgnames
- elenco in modo alfanumerico e mostrato una pagina alla volta:

  apt-cache pkgnames | sort | less
- elenco dei pacchetti, racchiuso in un file di testo, collocato sul desktop e dal nome package-list.txt: *apt-cache pkgnames | sort > ~/Desktop/package-list.txt*

3.2 DPKG, il Debian Package Management System

Dpkg è il principale installer di pacchetti usato dai sistemi basati su *Debian*. La maggior parte dei gestori dei pacchetti condividono alcuni file con *dpkg* come la lista delle *repositories* (*/etc/apt/sources.list*) e la

lista dello stato dei pacchetti (*/var/lib/dpkg/status*). In linea generale, *apt* è preferito a *dpkg* sebbene *dpkg* sia l'attuale installatore. Tuttavia, *dpkg* è utile se *apt* non funziona o c'è stato un crash di sistema durante la installazione di un pacchetto, con l'inevitabile risultato di una pessima installazione del software. I comandi richiesti per installare, rimuovere, riconfigurare e correggere una parziale/interrotta installazione di pacchetto, sono i seguenti:

- per installare un pacchetto: *dpkg -i PACKAGE-NAME*;
- per rimuovere un pacchetto: *dpkg -r PACKAGE-NAME*;
- per ri/configurare un pacchetto: *dpkg --configure PACKAGE-NAME*;
- per ri/configurare tutti i pacchetti non configurati: *dpkg --configure –a.*

Ogniqualvolta *apt*, *aptitude*, *Synaptic* o altri package manager non sono in grado di installare software, a causa di conflitti di dipendenze o di altri problemi come *internal compiler error: Segmentation fault*, è possibile rimuovere il software in conflitto con il comando *dpkg -r PACKAGE-NAME*. Con *dpkg -configure -a* invece si configura il software non installato, ogni volta che il package manager collassa durante l'installazione di software.

Installazione di Zabbix

Il software di monitoraggio utilizzato per effettuare le misurazioni presenti in questo documento è *Zabbix 5.0 LTS version* (supportato ufficialmente fino al 31 maggio 2025).
Per ottenerlo occorre prima di tutto aggiungere il repository ufficiale del progetto nella lista dei repository della distribuzione linux:

```
$ wget https://repo.zabbix.com/zabbix/5.0/ubuntu/pool/main/z/zabbix-release/zabbix-release_5.0-
1+$(lsb_release -sc)_all.deb
$ dpkg -i zabbix-release_5.0-1+$(lsb_release -sc)_all.deb
```

Aggiornare la lista dei pacchetti disponibili:

```
$ apt update
```

ed infine scaricare e installare i pacchetti necessari:

```
$ apt -y install zabbix-server-pgsql zabbix-frontend-php zabbix-apache-conf zabbix-agent
```

Per funzionare, *Zabbix* si utilizza un database esterno. Tra i database supportati ci sono *MySQL* [9] e *PostgreSQL* [10]. Per questa installazione è stato scelto *PostgreSQL*.

Per installare *PostgreSQL* è stato usato il comando:

```
$ apt-get install postgresql
```

E successivamente è stato creato l'utente, il database, ed importato il modello di database di *Zabbix* all'interno di *PostgreSQL*:

Per la configurazione e la visualizzazione dei dati, è stato scelto di usare l'interfaccia web con l'ausilio

```
$ sudo -u postgres createuser --pwprompt zabbix
$ sudo -u postgres createdb -O zabbix -E Unicode -T template0 zabbix
$ zcat /usr/share/doc/zabbix-server-pgsql/create.sql.gz | sudo -u zabbix psql zabbix
```

del linguaggio *php*. Per questo si è reso necessario installare il server Web *Apache* e tutti i pacchetti necessari:

Per il corretto funzionamento del sistema, è stato necessario modificare il file *php.ini* all'interno della directory *php* di *Apache*. Prima è stato individuato il file corretto da modificare ed aperto con un editor di testo:

E modificate le seguenti righe:

```
$ updatedb
$ locate php.ini
$ vi /etc/php/7.4/apache2/php.ini
```

```
memory_limit = 256M
post_max_size = 32M
max_input_time = 300
date.timezone = Europe/Rome
```

Configurare PHP per il frontend di Zabbix

Si è reso necessario inoltre modificare la configurazione del frontend *Zabbix* su *Apache* editando il file */etc/zabbix/apache.conf.* Sono stati tolti i simboli dei commenti # alle righe che riguardano la timezone (*php_value date.timezone*) e inserito il corretto valore (Europe/Rome).

Lancio dei servizi

A questo punto è possibile lanciare *Zabbix* ed il server web per finalizzare la configurazione:

```
$ systemctl restart zabbix-server zabbix-agent
$ systemctl enable zabbix-server zabbix-agent
$ service apache2 restart
```

Configurazione del frontend

Per connettersi al frontend di *Zabbix* occorre aprire il browser ed impostare l'url: *http://serverIP_or_name/zabbix,* e seguire i passaggi richiesti. In generale è sufficiente inserire la password per il database utilizzato per *Zabbix* e confermare le alter schermate usando il pulsante "successivo". Per effettuare il primo login al sistema, è predisposto un account di default avente come login: *Admin* e password: *zabbix* (Figura 7).

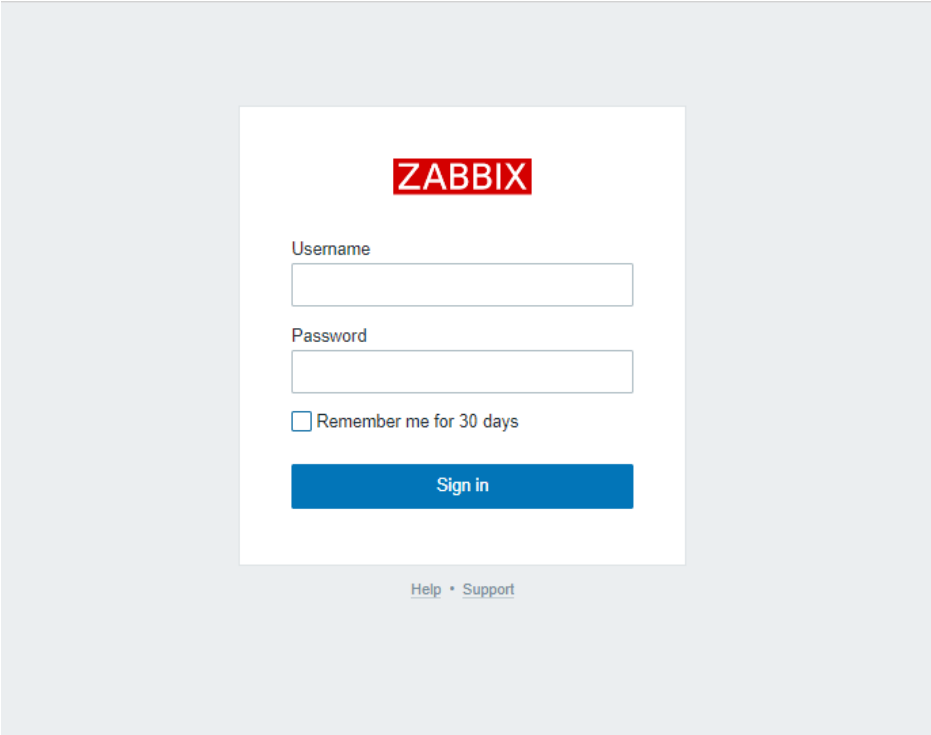

Figura 7: Pagina di login di Zabbix

Dopo il login, la pagina principale del sistema (Figura 8):

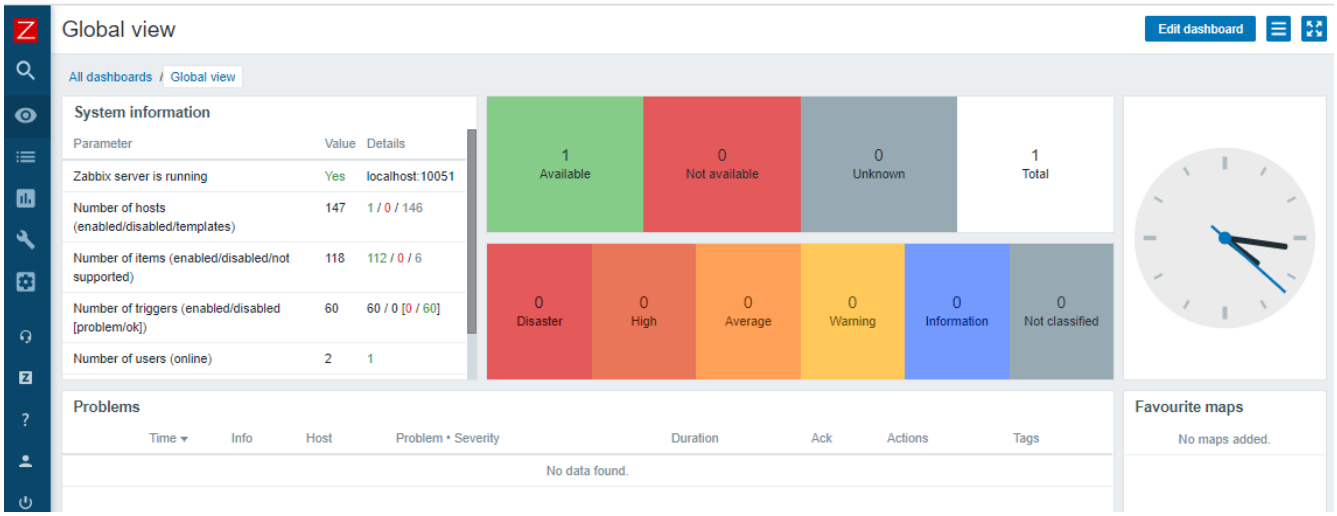

Figura 8: Pagina principale di Zabbix dopo il login

Test funzionali mediante emulazione di interazione col nodo casa

L'istanza di *SHELL* rappresentativa del nodo casa è installato sullo spazio Cloud di *TIM*, come descritto nei precedenti capitoli. Le strutture gerarchicamente superiori al nodo casa sono le reti attraverso le quali i dati prodotti dall'ambiente domestico siano condivise verso il mondo esterno, come *Smart Community* e *Smart City*, al fine di implementare funzionalità avanzate sia per la casa che per il contesto in cui è inserita l'abitazione.

Per l'esecuzione dei test funzionali e l'emulazione delle interazioni, è stato scelto di utilizzare l'applicativo *Speedtest® by Ookla®* [11] uno strumento creato ed utilizzato per testare la velocità e le prestazioni delle connessioni (Figura 9). *Speedtest* è attualmente disponibile per il web e per il download su *iOS*, *Android*, *macOS*, *Windows*, *Linux*, *Google Chrome* e *Apple TV*.

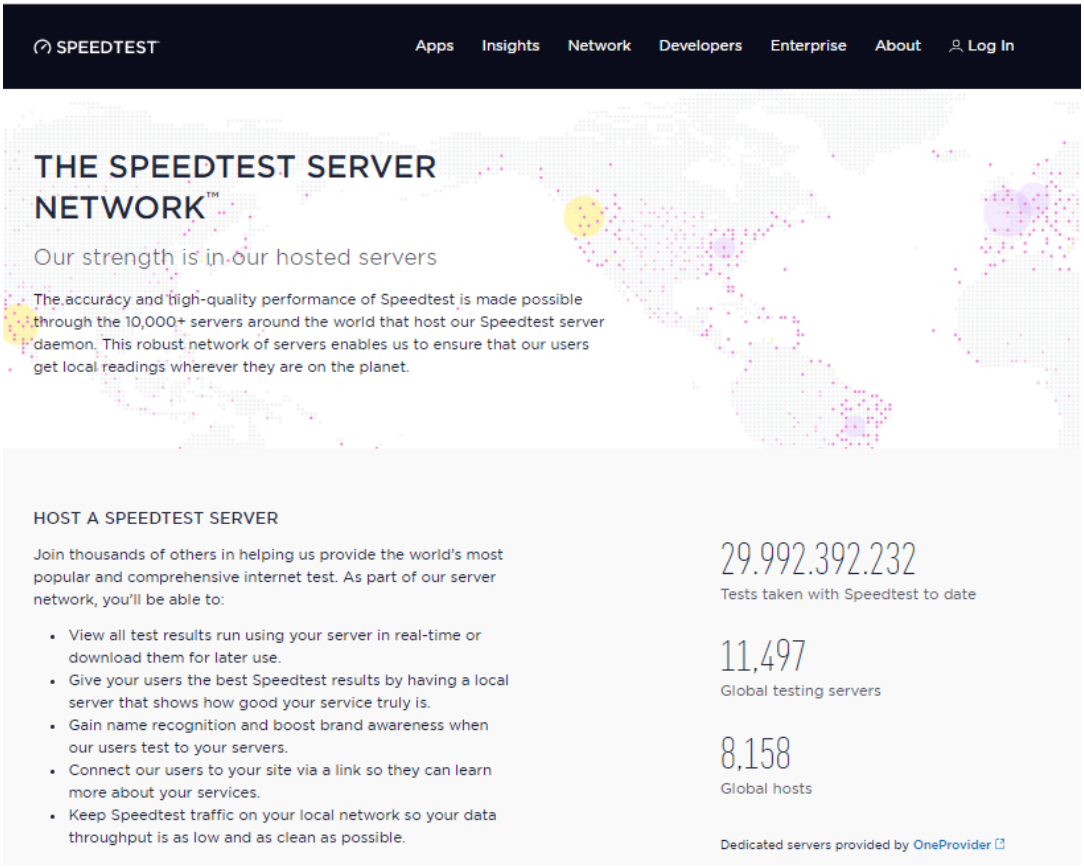

Figura 9: Frammento di pagina tratta dal sito Speedtest

Individuazione dei test

In generale si può dire che ogni volta che viene avviato un test, viene registrata un'istantanea di come appare Internet in quel luogo e in quel momento. Inoltre è possibile monitorare il comportamento dei software, affinché sia possibile capire se l'utilizzo della rete risulta anomalo a causa di problemi o bug presenti in essi. Aggregando i risultati di questi singoli test è possibile ottenere la tipica performance di Internet, per vettore o provider, per un determinato luogo, e individuare comportamenti anomali del software.
La distanza di rete tra il server di test e la persona che esegue il test è fondamentale per la misurazione delle prestazioni. Di pari importanza, il volume di prova deve anche essere abbastanza grande da fornire una visione statisticamente significativa in tutte le dimensioni desiderate (sedi, fornitori di servizi, tipi di tecnologia e dispositivi). Tutti questi fattori contribuiscono a garantire che i risultati di riflettano accuratamente le prestazioni reali.
Quello che andremo a misurare con questi test sono essenzialmente sei parametri relativi alla banda di rete, ad intervalli regolari di 5 minuti (Figura 10):

- *Upload*: velocità di caricamento. Misurata in megabit per secondo. Indica la quantità di dati che la connessione può inviare ad un predefinito server. Più alto è il valore misurato, migliore è la velocità della connessione.
- *Download*: velocità di scaricamento. Misurata in megabit per secondo. Indica la quantità di dati che la connessione può ricevere da un predefinito server. Più alto è il valore misurato, migliore è la velocità della connessione.
- *Jitter*: fluttuazioni della connessione. Misurata in millisecondi. Indica quanto la connessione è disturbata.
- *Ping*: tempo di risposta. Misurata in millisecondi. Indica il ritardo richiesto da un piccolo pacchetto di dati per effettuare un viaggio di andata e ritorno ad un predefinito server. Più breve è il ritardo, più reattiva è la connessione.
- *Server*: il server utilizzato per effettuare le comunicazioni per i test.
- *Timestamp*: indica la data e l'ora di uno specifico test.

Host	Name ▲	Last check	Last value	Change	
Zabbix server	Bandwidth (6 Items)				
	Speedtest - Download	2020-07-14 16:31:57	829.24 Mbit/s	-27.54 Mbit/s	Graph
	Speedtest - Jitter	2020-07-14 16:31:58	0.14 ms	+0.053 ms	Graph
	Speedtest - PING	2020-07-14 16:31:59	2.029 ms	+0.009 ms	Graph
	Speedtest - Server	2020-07-14 16:32:00	29953: Arcolink by Next.it...		History
	Speedtest - Timestamp	2020-07-14 16:32:01	1594737032	+301	Graph
	Speedtest - Upload	2020-07-14 16:32:02	480.27 Mbit/s	-85.07 Mbit/s	Graph

Displaying 6 of 6 found

Figura 10: Frammento di pagina di Zabbix con le misure per i test

Installazione di SpeedTest e integrazione con Zabbix

SpeedTest è uno strumento scaricabile dal sito ufficiale ed è disponibile anche in versione pacchetto per le distribuzioni *Ubuntu / Debian*. Insieme al software sono fornite le istruzioni per la sua corretta installazione.

```
$ sudo apt-get install gnupg1 apt-transport-https dirmngr
$ export INSTALL_KEY=379CE192D401AB61
# Ubuntu versions supported: xenial, bionic
# Debian versions supported: jessie, stretch, buster
$ export DEB_DISTRO=$(lsb_release -sc)
$ sudo apt-key adv --keyserver keyserver.ubuntu.com --recv-keys $INSTALL_KEY
$ echo "deb https://ookla.bintray.com/debian ${DEB_DISTRO} main" | sudo tee
$ /etc/apt/sources.list.d/speedtest.list
$ sudo apt-get update
# Other non-official binaries will conflict with Speedtest CLI
# Example how to remove using apt-get
# sudo apt-get remove speedtest-cli
$ sudo apt-get install speedtest
```

Per poter far dialogare *SpeedTest* con *Zabbix*, è disponibile sul sito di *GitHub* una soluzione pre-configurata chiamata *zabbix-template-speedtest* [12], sviluppata e mantenuta da Philipp Schmitt [13]. L'installazione si è articolata principalmente in 7 passi:

- Creazione del file *zbx-speedtest-debian.sh* (vedi appendice) all'interno della cartella */etc/zabbix/bin* e renderlo eseguibile con il comando *chmod +x /etc/zabbix/bin/zbx-speedtest-debian.sh*;
- Creazione dei file *zabbix-speedtest.service* e *zabbix-speedtest.timer* nella cartella */etc/systemd/system* (vedi appendice) per lanciare periodicamente il comando per l'esecuzione periodica delle misurazioni per i test;
- Far partire e abilitare il timer creato con *systemctl enable --now zabbix-speedtest.timer*
- Creare il file *speedtest.conf* (vedi appendice) all'interno della cartella */etc/zabbix/zabbix_agentd.conf.d* per configurare l'agente *Zabbix* che dovrà eseguire il test
- Far ripartire l'agente di Zabbix con il comando *systemctl restart zabbix-agent*
- Importare il *template_speedtest.xml* (vedi appendice) sul server di *Zabbix*. Utilizzando l'interfaccia web, dal menù principale alla voce *Configuration -> Templates -> Import*

Risultati delle misure

Le misurazioni sono state effettuate per due mesi e rappresentano una simulazione per lo scambio di dati tra la piattaforma *SHELL* installata presso il cloud di *TIM*, ed altri possibili ambienti Cloud dove potrebbero essere installati gli applicativi per lo sviluppo delle funzionalità gerarchicamente superiori.
Per i test è stato scelto di utilizzare i server italiani predefiniti dallo strumento *Speedtest*: *Arcolink by Next.it S.r.l.* a Massa, *IVO by D.t.s. S.r.l.* a Massa, *WiMORE S.r.l.* a Reggio Emilia, *Cloudfire Srl* a Reggio Emilia, *Lepida* a Bologna, *NETandWORK s.r.l.* a Correggio, *Telecom Italia S.p.A.* a Parma.
Durante il periodo di monitoraggio, le rilevazioni sono avvenute a distanza di 5 minuti una dall'altra. Le misurazioni rilevate in questo periodo sono state omogenee. In questo documento, a titolo esemplificativo, mostriamo prima i grafici delle effettuate nell'arco di 10 giorni: dal 4 al 14 luglio 2020, e successivamente mostriamo in dettaglio i risultati di una giornata tipo: il 7 luglio 2020.
Per quanto riguarda i grafici relativi alle misurazioni nei 10 giorni, la Figura 11, mostra il grafico dei valori rilevati per gli Upload; la Figura 12, il grafico dei valori rilevati per il Download; la Figura 13, il grafico dei valori rilevati per il Ping, in Figura 14, il grafico dei valori rilevati per il Jitter.

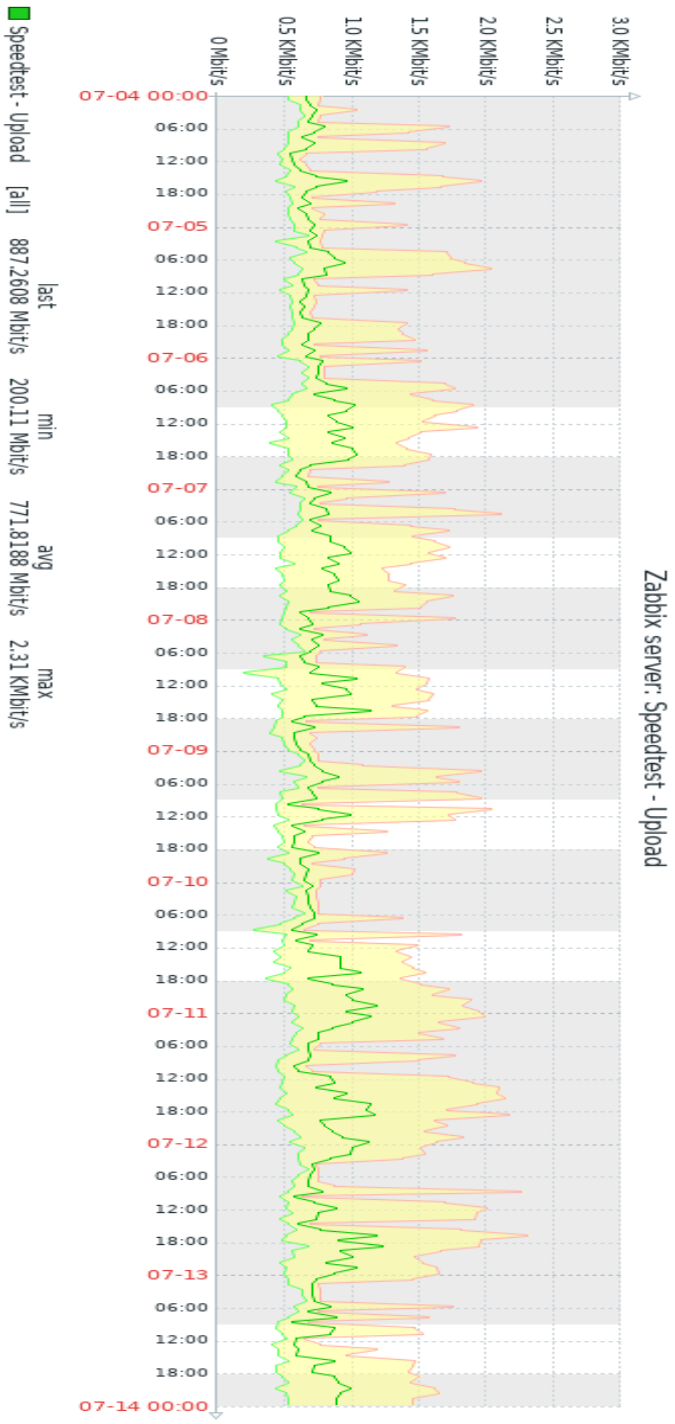

Figura 11: Zabbix Speedtest – Misurazioni Upload di 10 giorni

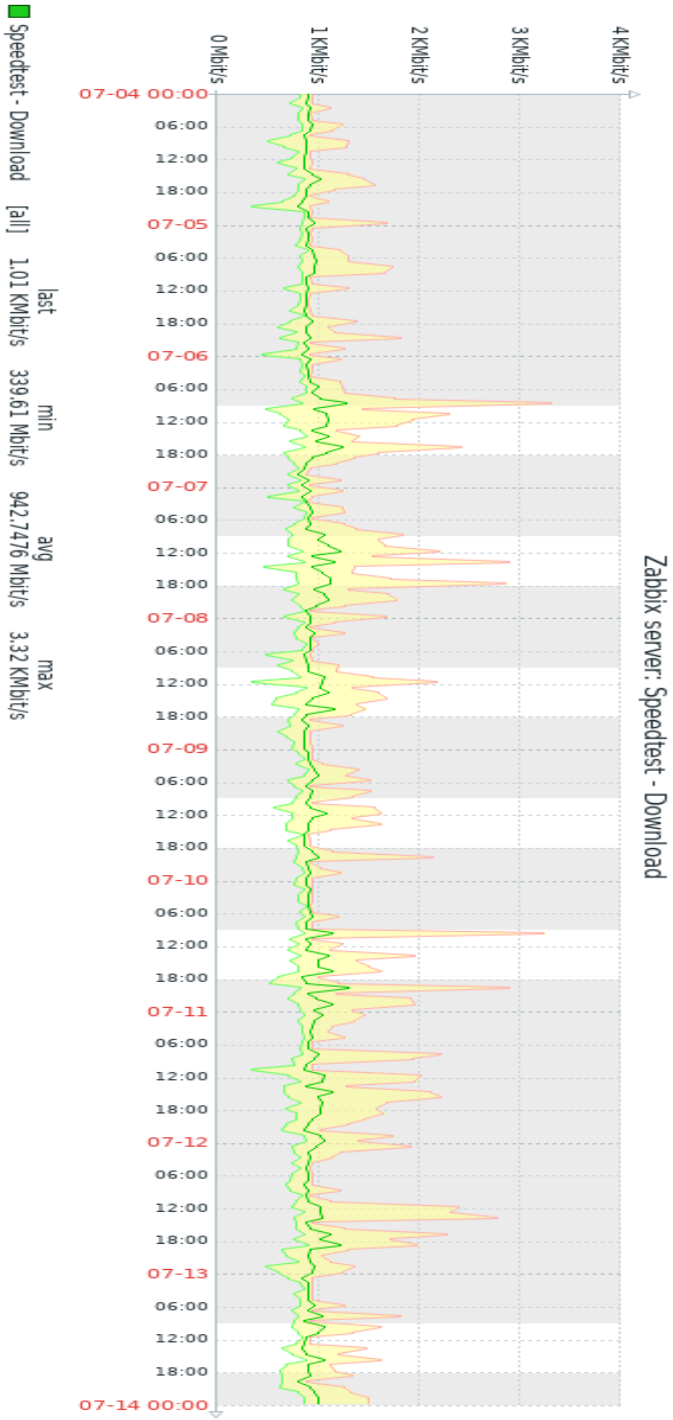

Figura 12: Zabbix Speedtest – Misurazioni Download di 10 giorni

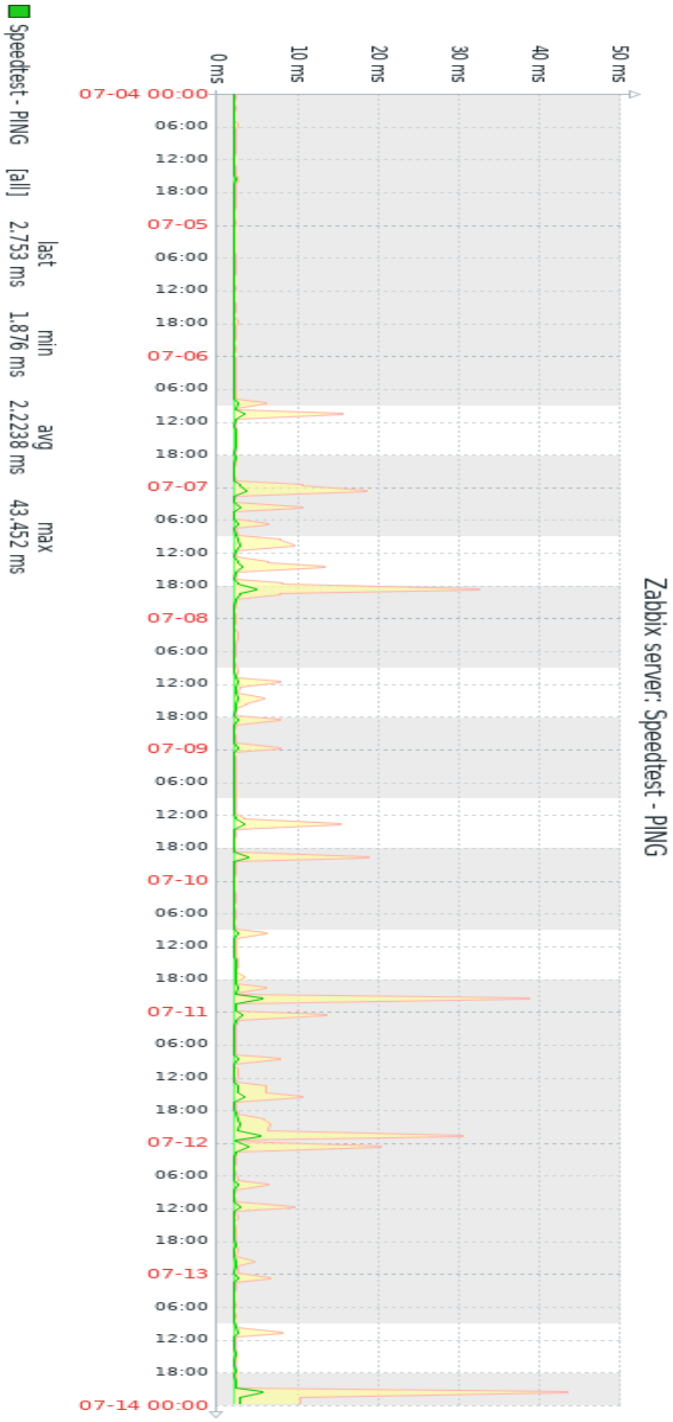

Figura 13: Zabbix Speedtest – Misurazioni Ping di 10 giorni

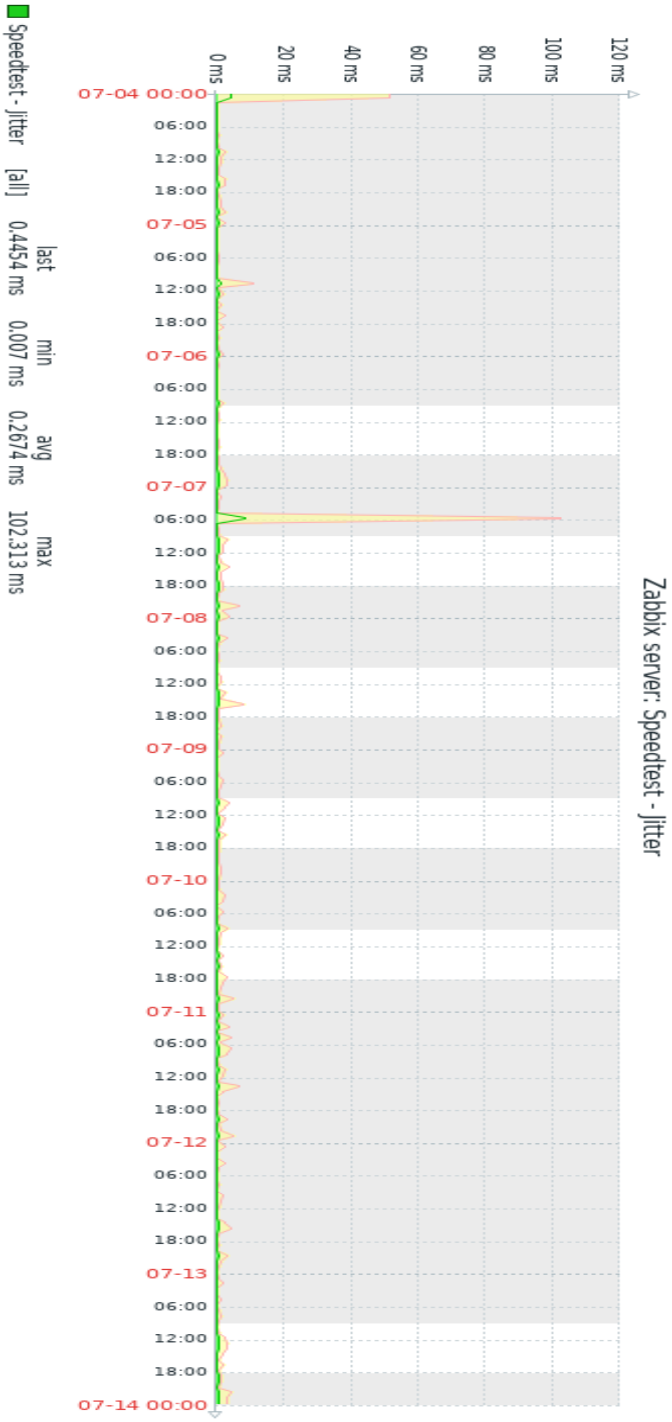

Figura 14: Zabbix Speedtest – Misurazioni Jitter di 10 giorni

La Tabella 2 mostra gli orari delle rilevazioni dei valori con i relativi server usati:

Timestamp	Host
07/07/2020 00:02	Arcolink by Next.it S.r.l. @Massa (Italy)
07/07/2020 00:07	Arcolink by Next.it S.r.l. @Massa (Italy)
07/07/2020 00:12	Arcolink by Next.it S.r.l. @Massa (Italy)
07/07/2020 00:17	Arcolink by Next.it S.r.l. @Massa (Italy)
07/07/2020 00:22	Arcolink by Next.it S.r.l. @Massa (Italy)
07/07/2020 00:27	Arcolink by Next.it S.r.l. @Massa (Italy)
07/07/2020 00:32	Arcolink by Next.it S.r.l. @Massa (Italy)
07/07/2020 00:37	Arcolink by Next.it S.r.l. @Massa (Italy)
07/07/2020 00:42	Arcolink by Next.it S.r.l. @Massa (Italy)
07/07/2020 00:47	Lepida @Bologna (Italy)
07/07/2020 00:52	Arcolink by Next.it S.r.l. @Massa (Italy)
07/07/2020 00:57	Arcolink by Next.it S.r.l. @Massa (Italy)
07/07/2020 01:02	Arcolink by Next.it S.r.l. @Massa (Italy)
07/07/2020 01:07	Arcolink by Next.it S.r.l. @Massa (Italy)
07/07/2020 01:12	Arcolink by Next.it S.r.l. @Massa (Italy)
07/07/2020 01:17	Arcolink by Next.it S.r.l. @Massa (Italy)
07/07/2020 01:22	Arcolink by Next.it S.r.l. @Massa (Italy)
07/07/2020 01:27	Apuacom @Massa (Italy)
07/07/2020 01:32	Arcolink by Next.it S.r.l. @Massa (Italy)
07/07/2020 01:37	Arcolink by Next.it S.r.l. @Massa (Italy)
07/07/2020 01:42	Arcolink by Next.it S.r.l. @Massa (Italy)
07/07/2020 01:47	Cloudfire Srl @Reggio Emilia (Italy)
07/07/2020 01:52	Arcolink by Next.it S.r.l. @Massa (Italy)
07/07/2020 01:57	Cloudfire Srl @Reggio Emilia (Italy)
07/07/2020 02:02	Arcolink by Next.it S.r.l. @Massa (Italy)
07/07/2020 02:07	Arcolink by Next.it S.r.l. @Massa (Italy)
07/07/2020 02:12	Arcolink by Next.it S.r.l. @Massa (Italy)
07/07/2020 02:17	Arcolink by Next.it S.r.l. @Massa (Italy)
07/07/2020 02:22	Arcolink by Next.it S.r.l. @Massa (Italy)
07/07/2020 02:27	Arcolink by Next.it S.r.l. @Massa (Italy)
07/07/2020 02:32	Arcolink by Next.it S.r.l. @Massa (Italy)
07/07/2020 02:37	WiMORE S.r.l. @Reggio Emilia (Italy)
07/07/2020 02:42	Arcolink by Next.it S.r.l. @Massa (Italy)
07/07/2020 02:47	Arcolink by Next.it S.r.l. @Massa (Italy)
07/07/2020 02:52	Arcolink by Next.it S.r.l. @Massa (Italy)
07/07/2020 02:57	Arcolink by Next.it S.r.l. @Massa (Italy)
07/07/2020 03:02	Arcolink by Next.it S.r.l. @Massa (Italy)
07/07/2020 03:07	Arcolink by Next.it S.r.l. @Massa (Italy)
07/07/2020 03:12	Arcolink by Next.it S.r.l. @Massa (Italy)
07/07/2020 03:17	Arcolink by Next.it S.r.l. @Massa (Italy)
07/07/2020 03:22	Arcolink by Next.it S.r.l. @Massa (Italy)
07/07/2020 03:27	Arcolink by Next.it S.r.l. @Massa (Italy)
07/07/2020 03:32	Arcolink by Next.it S.r.l. @Massa (Italy)
07/07/2020 03:37	Arcolink by Next.it S.r.l. @Massa (Italy)
07/07/2020 03:42	Arcolink by Next.it S.r.l. @Massa (Italy)
07/07/2020 03:47	Arcolink by Next.it S.r.l. @Massa (Italy)
07/07/2020 03:52	Arcolink by Next.it S.r.l. @Massa (Italy)
07/07/2020 03:57	Arcolink by Next.it S.r.l. @Massa (Italy)
07/07/2020 04:02	Arcolink by Next.it S.r.l. @Massa (Italy)
07/07/2020 04:07	Arcolink by Next.it S.r.l. @Massa (Italy)
07/07/2020 04:12	Lepida @Bologna (Italy)
07/07/2020 04:17	Arcolink by Next.it S.r.l. @Massa (Italy)
07/07/2020 04:22	Arcolink by Next.it S.r.l. @Massa (Italy)
07/07/2020 04:27	Arcolink by Next.it S.r.l. @Massa (Italy)
07/07/2020 04:32	Arcolink by Next.it S.r.l. @Massa (Italy)
07/07/2020 04:37	Arcolink by Next.it S.r.l. @Massa (Italy)
07/07/2020 04:42	Arcolink by Next.it S.r.l. @Massa (Italy)
07/07/2020 04:47	Arcolink by Next.it S.r.l. @Massa (Italy)
07/07/2020 04:52	Cloudfire Srl @Reggio Emilia (Italy)
07/07/2020 04:57	Arcolink by Next.it S.r.l. @Massa (Italy)
07/07/2020 05:02	Arcolink by Next.it S.r.l. @Massa (Italy)
07/07/2020 05:07	Arcolink by Next.it S.r.l. @Massa (Italy)
07/07/2020 05:12	Arcolink by Next.it S.r.l. @Massa (Italy)

07/07/2020 05:17	Arcolink by Next.it S.r.l. @Massa (Italy)
07/07/2020 05:22	Arcolink by Next.it S.r.l. @Massa (Italy)
07/07/2020 05:27	Arcolink by Next.it S.r.l. @Massa (Italy)
07/07/2020 05:32	Arcolink by Next.it S.r.l. @Massa (Italy)
07/07/2020 05:37	Arcolink by Next.it S.r.l. @Massa (Italy)
07/07/2020 05:42	Cloudfire Srl @Reggio Emilia (Italy)
07/07/2020 05:47	Arcolink by Next.it S.r.l. @Massa (Italy)
07/07/2020 05:52	Arcolink by Next.it S.r.l. @Massa (Italy)
07/07/2020 05:57	Arcolink by Next.it S.r.l. @Massa (Italy)
07/07/2020 06:02	Arcolink by Next.it S.r.l. @Massa (Italy)
07/07/2020 06:07	Arcolink by Next.it S.r.l. @Massa (Italy)
07/07/2020 06:12	Arcolink by Next.it S.r.l. @Massa (Italy)
07/07/2020 06:17	Arcolink by Next.it S.r.l. @Massa (Italy)
07/07/2020 06:22	Arcolink by Next.it S.r.l. @Massa (Italy)
07/07/2020 06:27	Arcolink by Next.it S.r.l. @Massa (Italy)
07/07/2020 06:32	Arcolink by Next.it S.r.l. @Massa (Italy)
07/07/2020 06:37	Arcolink by Next.it S.r.l. @Massa (Italy)
07/07/2020 06:42	Arcolink by Next.it S.r.l. @Massa (Italy)
07/07/2020 06:47	Arcolink by Next.it S.r.l. @Massa (Italy)
07/07/2020 06:52	Arcolink by Next.it S.r.l. @Massa (Italy)
07/07/2020 06:57	Arcolink by Next.it S.r.l. @Massa (Italy)
07/07/2020 07:02	Arcolink by Next.it S.r.l. @Massa (Italy)
07/07/2020 07:07	Arcolink by Next.it S.r.l. @Massa (Italy)
07/07/2020 07:12	Arcolink by Next.it S.r.l. @Massa (Italy)
07/07/2020 07:17	Arcolink by Next.it S.r.l. @Massa (Italy)
07/07/2020 07:22	Arcolink by Next.it S.r.l. @Massa (Italy)
07/07/2020 07:27	Arcolink by Next.it S.r.l. @Massa (Italy)
07/07/2020 07:32	Arcolink by Next.it S.r.l. @Massa (Italy)
07/07/2020 07:37	Arcolink by Next.it S.r.l. @Massa (Italy)
07/07/2020 07:42	NETandWORK s.r.l. @Correggio (Italy)
07/07/2020 07:47	Arcolink by Next.it S.r.l. @Massa (Italy)
07/07/2020 07:52	Cloudfire Srl @Reggio Emilia (Italy)
07/07/2020 07:57	Arcolink by Next.it S.r.l. @Massa (Italy)
07/07/2020 08:02	Arcolink by Next.it S.r.l. @Massa (Italy)
07/07/2020 08:07	Arcolink by Next.it S.r.l. @Massa (Italy)
07/07/2020 08:12	Arcolink by Next.it S.r.l. @Massa (Italy)
07/07/2020 08:17	Arcolink by Next.it S.r.l. @Massa (Italy)
07/07/2020 08:22	Arcolink by Next.it S.r.l. @Massa (Italy)
07/07/2020 08:27	Arcolink by Next.it S.r.l. @Massa (Italy)
07/07/2020 08:32	Arcolink by Next.it S.r.l. @Massa (Italy)
07/07/2020 08:37	Arcolink by Next.it S.r.l. @Massa (Italy)
07/07/2020 08:42	WiMORE S.r.l. @Reggio Emilia (Italy)
07/07/2020 08:47	Arcolink by Next.it S.r.l. @Massa (Italy)
07/07/2020 08:52	WiMORE S.r.l. @Reggio Emilia (Italy)
07/07/2020 08:57	Arcolink by Next.it S.r.l. @Massa (Italy)
07/07/2020 09:02	WiMORE S.r.l. @Reggio Emilia (Italy)
07/07/2020 09:07	Arcolink by Next.it S.r.l. @Massa (Italy)
07/07/2020 09:12	Arcolink by Next.it S.r.l. @Massa (Italy)
07/07/2020 09:17	Arcolink by Next.it S.r.l. @Massa (Italy)
07/07/2020 09:22	Cloudfire Srl @Reggio Emilia (Italy)
07/07/2020 09:27	Arcolink by Next.it S.r.l. @Massa (Italy)
07/07/2020 09:32	Cloudfire Srl @Reggio Emilia (Italy)
07/07/2020 09:37	Arcolink by Next.it S.r.l. @Massa (Italy)
07/07/2020 09:42	WiMORE S.r.l. @Reggio Emilia (Italy)
07/07/2020 09:47	Arcolink by Next.it S.r.l. @Massa (Italy)
07/07/2020 09:52	WiMORE S.r.l. @Reggio Emilia (Italy)
07/07/2020 09:57	Arcolink by Next.it S.r.l. @Massa (Italy)
07/07/2020 10:02	Arcolink by Next.it S.r.l. @Massa (Italy)
07/07/2020 10:07	Arcolink by Next.it S.r.l. @Massa (Italy)
07/07/2020 10:12	Cloudfire Srl @Reggio Emilia (Italy)
07/07/2020 10:17	Arcolink by Next.it S.r.l. @Massa (Italy)
07/07/2020 10:22	Arcolink by Next.it S.r.l. @Massa (Italy)
07/07/2020 10:27	Arcolink by Next.it S.r.l. @Massa (Italy)
07/07/2020 10:32	WiMORE S.r.l. @Reggio Emilia (Italy)
07/07/2020 10:37	Arcolink by Next.it S.r.l. @Massa (Italy)
07/07/2020 10:42	WiMORE S.r.l. @Reggio Emilia (Italy)
07/07/2020 10:47	Arcolink by Next.it S.r.l. @Massa (Italy)

07/07/2020 10:52	WiMORE S.r.l. @Reggio Emilia (Italy)
07/07/2020 10:57	Arcolink by Next.it S.r.l. @Massa (Italy)
07/07/2020 11:02	Cloudfire Srl @Reggio Emilia (Italy)
07/07/2020 11:07	Arcolink by Next.it S.r.l. @Massa (Italy)
07/07/2020 11:12	WiMORE S.r.l. @Reggio Emilia (Italy)
07/07/2020 11:17	Arcolink by Next.it S.r.l. @Massa (Italy)
07/07/2020 11:22	WiMORE S.r.l. @Reggio Emilia (Italy)
07/07/2020 11:27	Arcolink by Next.it S.r.l. @Massa (Italy)
07/07/2020 11:32	WiMORE S.r.l. @Reggio Emilia (Italy)
07/07/2020 11:37	Arcolink by Next.it S.r.l. @Massa (Italy)
07/07/2020 11:42	WiMORE S.r.l. @Reggio Emilia (Italy)
07/07/2020 11:47	Arcolink by Next.it S.r.l. @Massa (Italy)
07/07/2020 11:52	WiMORE S.r.l. @Reggio Emilia (Italy)
07/07/2020 11:57	Arcolink by Next.it S.r.l. @Massa (Italy)
07/07/2020 12:02	WiMORE S.r.l. @Reggio Emilia (Italy)
07/07/2020 12:07	Cloudfire Srl @Reggio Emilia (Italy)
07/07/2020 12:12	WiMORE S.r.l. @Reggio Emilia (Italy)
07/07/2020 12:17	Arcolink by Next.it S.r.l. @Massa (Italy)
07/07/2020 12:22	WiMORE S.r.l. @Reggio Emilia (Italy)
07/07/2020 12:27	Arcolink by Next.it S.r.l. @Massa (Italy)
07/07/2020 12:32	Cloudfire Srl @Reggio Emilia (Italy)
07/07/2020 12:37	Arcolink by Next.it S.r.l. @Massa (Italy)
07/07/2020 12:42	WiMORE S.r.l. @Reggio Emilia (Italy)
07/07/2020 12:47	Arcolink by Next.it S.r.l. @Massa (Italy)
07/07/2020 12:52	Arcolink by Next.it S.r.l. @Massa (Italy)
07/07/2020 12:57	WiMORE S.r.l. @Reggio Emilia (Italy)
07/07/2020 13:02	Arcolink by Next.it S.r.l. @Massa (Italy)
07/07/2020 13:07	Arcolink by Next.it S.r.l. @Massa (Italy)
07/07/2020 13:12	WiMORE S.r.l. @Reggio Emilia (Italy)
07/07/2020 13:17	Arcolink by Next.it S.r.l. @Massa (Italy)
07/07/2020 13:22	Arcolink by Next.it S.r.l. @Massa (Italy)
07/07/2020 13:27	Arcolink by Next.it S.r.l. @Massa (Italy)
07/07/2020 13:32	WiMORE S.r.l. @Reggio Emilia (Italy)
07/07/2020 13:37	Arcolink by Next.it S.r.l. @Massa (Italy)
07/07/2020 13:42	Cloudfire Srl @Reggio Emilia (Italy)
07/07/2020 13:47	Arcolink by Next.it S.r.l. @Massa (Italy)
07/07/2020 13:52	WiMORE S.r.l. @Reggio Emilia (Italy)
07/07/2020 13:57	Arcolink by Next.it S.r.l. @Massa (Italy)
07/07/2020 14:02	WiMORE S.r.l. @Reggio Emilia (Italy)
07/07/2020 14:07	Arcolink by Next.it S.r.l. @Massa (Italy)
07/07/2020 14:12	WiMORE S.r.l. @Reggio Emilia (Italy)
07/07/2020 14:17	Arcolink by Next.it S.r.l. @Massa (Italy)
07/07/2020 14:22	Telecom Italia S.p.A. @Parma (Italy)
07/07/2020 14:27	Arcolink by Next.it S.r.l. @Massa (Italy)
07/07/2020 14:32	Cloudfire Srl @Reggio Emilia (Italy)
07/07/2020 14:37	Arcolink by Next.it S.r.l. @Massa (Italy)
07/07/2020 14:42	WiMORE S.r.l. @Reggio Emilia (Italy)
07/07/2020 14:47	Arcolink by Next.it S.r.l. @Massa (Italy)
07/07/2020 14:52	WiMORE S.r.l. @Reggio Emilia (Italy)
07/07/2020 14:57	Arcolink by Next.it S.r.l. @Massa (Italy)
07/07/2020 15:02	Cloudfire Srl @Reggio Emilia (Italy)
07/07/2020 15:07	Arcolink by Next.it S.r.l. @Massa (Italy)
07/07/2020 15:12	WiMORE S.r.l. @Reggio Emilia (Italy)
07/07/2020 15:17	Arcolink by Next.it S.r.l. @Massa (Italy)
07/07/2020 15:22	Cloudfire Srl @Reggio Emilia (Italy)
07/07/2020 15:27	Arcolink by Next.it S.r.l. @Massa (Italy)
07/07/2020 15:32	WiMORE S.r.l. @Reggio Emilia (Italy)
07/07/2020 15:37	Arcolink by Next.it S.r.l. @Massa (Italy)
07/07/2020 15:42	Arcolink by Next.it S.r.l. @Massa (Italy)
07/07/2020 15:47	Arcolink by Next.it S.r.l. @Massa (Italy)
07/07/2020 15:52	WiMORE S.r.l. @Reggio Emilia (Italy)
07/07/2020 15:57	Arcolink by Next.it S.r.l. @Massa (Italy)
07/07/2020 16:02	WiMORE S.r.l. @Reggio Emilia (Italy)
07/07/2020 16:07	Arcolink by Next.it S.r.l. @Massa (Italy)
07/07/2020 16:12	WiMORE S.r.l. @Reggio Emilia (Italy)
07/07/2020 16:17	Arcolink by Next.it S.r.l. @Massa (Italy)
07/07/2020 16:22	WiMORE S.r.l. @Reggio Emilia (Italy)

07/07/2020 16:27	Arcolink by Next.it S.r.l. @Massa (Italy)
07/07/2020 16:32	WiMORE S.r.l. @Reggio Emilia (Italy)
07/07/2020 16:37	Arcolink by Next.it S.r.l. @Massa (Italy)
07/07/2020 16:42	WiMORE S.r.l. @Reggio Emilia (Italy)
07/07/2020 16:47	Arcolink by Next.it S.r.l. @Massa (Italy)
07/07/2020 16:52	WiMORE S.r.l. @Reggio Emilia (Italy)
07/07/2020 16:57	Arcolink by Next.it S.r.l. @Massa (Italy)
07/07/2020 17:02	WiMORE S.r.l. @Reggio Emilia (Italy)
07/07/2020 17:07	Arcolink by Next.it S.r.l. @Massa (Italy)
07/07/2020 17:12	WiMORE S.r.l. @Reggio Emilia (Italy)
07/07/2020 17:17	Arcolink by Next.it S.r.l. @Massa (Italy)
07/07/2020 17:22	WiMORE S.r.l. @Reggio Emilia (Italy)
07/07/2020 17:27	Arcolink by Next.it S.r.l. @Massa (Italy)
07/07/2020 17:32	WiMORE S.r.l. @Reggio Emilia (Italy)
07/07/2020 17:37	Arcolink by Next.it S.r.l. @Massa (Italy)
07/07/2020 17:42	Cloudfire Srl @Reggio Emilia (Italy)
07/07/2020 17:47	Arcolink by Next.it S.r.l. @Massa (Italy)
07/07/2020 17:52	WiMORE S.r.l. @Reggio Emilia (Italy)
07/07/2020 17:57	Arcolink by Next.it S.r.l. @Massa (Italy)
07/07/2020 18:02	Cloudfire Srl @Reggio Emilia (Italy)
07/07/2020 18:07	Arcolink by Next.it S.r.l. @Massa (Italy)
07/07/2020 18:12	Cloudfire Srl @Reggio Emilia (Italy)
07/07/2020 18:17	Arcolink by Next.it S.r.l. @Massa (Italy)
07/07/2020 18:22	Cloudfire Srl @Reggio Emilia (Italy)
07/07/2020 18:27	Arcolink by Next.it S.r.l. @Massa (Italy)
07/07/2020 18:32	WiMORE S.r.l. @Reggio Emilia (Italy)
07/07/2020 18:37	Arcolink by Next.it S.r.l. @Massa (Italy)
07/07/2020 18:42	Telecom Italia S.p.A. @Parma (Italy)
07/07/2020 18:47	Arcolink by Next.it S.r.l. @Massa (Italy)
07/07/2020 18:52	Cloudfire Srl @Reggio Emilia (Italy)
07/07/2020 18:57	Arcolink by Next.it S.r.l. @Massa (Italy)
07/07/2020 19:02	WiMORE S.r.l. @Reggio Emilia (Italy)
07/07/2020 19:07	Arcolink by Next.it S.r.l. @Massa (Italy)
07/07/2020 19:12	Cloudfire Srl @Reggio Emilia (Italy)
07/07/2020 19:17	Arcolink by Next.it S.r.l. @Massa (Italy)
07/07/2020 19:22	Cloudfire Srl @Reggio Emilia (Italy)
07/07/2020 19:27	Arcolink by Next.it S.r.l. @Massa (Italy)
07/07/2020 19:32	WiMORE S.r.l. @Reggio Emilia (Italy)
07/07/2020 19:37	Arcolink by Next.it S.r.l. @Massa (Italy)
07/07/2020 19:42	WiMORE S.r.l. @Reggio Emilia (Italy)
07/07/2020 19:47	Arcolink by Next.it S.r.l. @Massa (Italy)
07/07/2020 19:52	Arcolink by Next.it S.r.l. @Massa (Italy)
07/07/2020 19:57	Arcolink by Next.it S.r.l. @Massa (Italy)
07/07/2020 20:02	WiMORE S.r.l. @Reggio Emilia (Italy)
07/07/2020 20:07	Arcolink by Next.it S.r.l. @Massa (Italy)
07/07/2020 20:12	WiMORE S.r.l. @Reggio Emilia (Italy)
07/07/2020 20:17	Arcolink by Next.it S.r.l. @Massa (Italy)
07/07/2020 20:22	Arcolink by Next.it S.r.l. @Massa (Italy)
07/07/2020 20:27	Arcolink by Next.it S.r.l. @Massa (Italy)
07/07/2020 20:32	Cloudfire Srl @Reggio Emilia (Italy)
07/07/2020 20:37	Arcolink by Next.it S.r.l. @Massa (Italy)
07/07/2020 20:42	WiMORE S.r.l. @Reggio Emilia (Italy)
07/07/2020 20:47	Arcolink by Next.it S.r.l. @Massa (Italy)
07/07/2020 20:52	WiMORE S.r.l. @Reggio Emilia (Italy)
07/07/2020 20:57	WiMORE S.r.l. @Reggio Emilia (Italy)
07/07/2020 21:02	WiMORE S.r.l. @Reggio Emilia (Italy)
07/07/2020 21:07	Arcolink by Next.it S.r.l. @Massa (Italy)
07/07/2020 21:12	WiMORE S.r.l. @Reggio Emilia (Italy)
07/07/2020 21:17	Arcolink by Next.it S.r.l. @Massa (Italy)
07/07/2020 21:22	Cloudfire Srl @Reggio Emilia (Italy)
07/07/2020 21:27	Arcolink by Next.it S.r.l. @Massa (Italy)
07/07/2020 21:32	WiMORE S.r.l. @Reggio Emilia (Italy)
07/07/2020 21:37	Cloudfire Srl @Reggio Emilia (Italy)
07/07/2020 21:42	WiMORE S.r.l. @Reggio Emilia (Italy)
07/07/2020 21:47	Arcolink by Next.it S.r.l. @Massa (Italy)
07/07/2020 21:52	WiMORE S.r.l. @Reggio Emilia (Italy)
07/07/2020 21:57	Arcolink by Next.it S.r.l. @Massa (Italy)

07/07/2020 22:02	Arcolink by Next.it S.r.l. @Massa (Italy)
07/07/2020 22:07	Arcolink by Next.it S.r.l. @Massa (Italy)
07/07/2020 22:12	Cloudfire Srl @Reggio Emilia (Italy)
07/07/2020 22:17	Arcolink by Next.it S.r.l. @Massa (Italy)
07/07/2020 22:22	Cloudfire Srl @Reggio Emilia (Italy)
07/07/2020 22:27	Arcolink by Next.it S.r.l. @Massa (Italy)
07/07/2020 22:32	Cloudfire Srl @Reggio Emilia (Italy)
07/07/2020 22:37	Arcolink by Next.it S.r.l. @Massa (Italy)
07/07/2020 22:42	Arcolink by Next.it S.r.l. @Massa (Italy)
07/07/2020 22:47	Arcolink by Next.it S.r.l. @Massa (Italy)
07/07/2020 22:52	WiMORE S.r.l. @Reggio Emilia (Italy)
07/07/2020 22:57	Arcolink by Next.it S.r.l. @Massa (Italy)
07/07/2020 23:02	Arcolink by Next.it S.r.l. @Massa (Italy)
07/07/2020 23:07	Arcolink by Next.it S.r.l. @Massa (Italy)
07/07/2020 23:12	Arcolink by Next.it S.r.l. @Massa (Italy)
07/07/2020 23:17	Arcolink by Next.it S.r.l. @Massa (Italy)
07/07/2020 23:22	Arcolink by Next.it S.r.l. @Massa (Italy)
07/07/2020 23:27	Arcolink by Next.it S.r.l. @Massa (Italy)
07/07/2020 23:32	Arcolink by Next.it S.r.l. @Massa (Italy)
07/07/2020 23:37	Arcolink by Next.it S.r.l. @Massa (Italy)
07/07/2020 23:42	Arcolink by Next.it S.r.l. @Massa (Italy)
07/07/2020 23:47	Arcolink by Next.it S.r.l. @Massa (Italy)
07/07/2020 23:52	Arcolink by Next.it S.r.l. @Massa (Italy)
07/07/2020 23:57	Arcolink by Next.it S.r.l. @Massa (Italy)

Tabella 2: Timestamp e server usati nelle misurazioni

In Figura 15, il grafico dell'andamento dei test di upload. Il test evidenzia una velocità minima di 428.88 Mbit/s utilizzando il server di *Arcolink by Next.it S.r.l.* @Massa, una velocità massima di 2.12 KMbit/s utilizzando il server di *Cloudfire Srl* @Reggio Emilia ed una velocità media di 825.1636 Mbit/s.
In Figura 16, il grafico dell'andamento dei test di download. Il test evidenza una velocità minima di 466.55 Mbit/s utilizzando il server di *Arcolink by Next.it S.r.l.* @Massa, una velocità massima di 2.89 KMbit/s utilizzando il server di *Telecom Italia S.p.A.* @Parma ed una velocità media di 989.8745 Mbit/s.
In Figura 17, il grafico dell'andamento dei test dei ping. Il test evidenza un tempo di risposta minimo di 1.914 ms su diversi server, un tempo di risposta massimo di 32.394 ms utilizzando il server di *Arcolink by Next.it S.r.l.* @Massa ed un tempo medio di 2.4694 ms.
In Figura 18, il grafico dell'andamento dei test del jitter. Il test evidenza un tempo minimo di 0.012 ms su diversi server, un tempo massimo di 102.313 ms utilizzando il server di *Arcolink by Next.it S.r.l.* @Massa ed un tempo medio di 0.6073 ms.

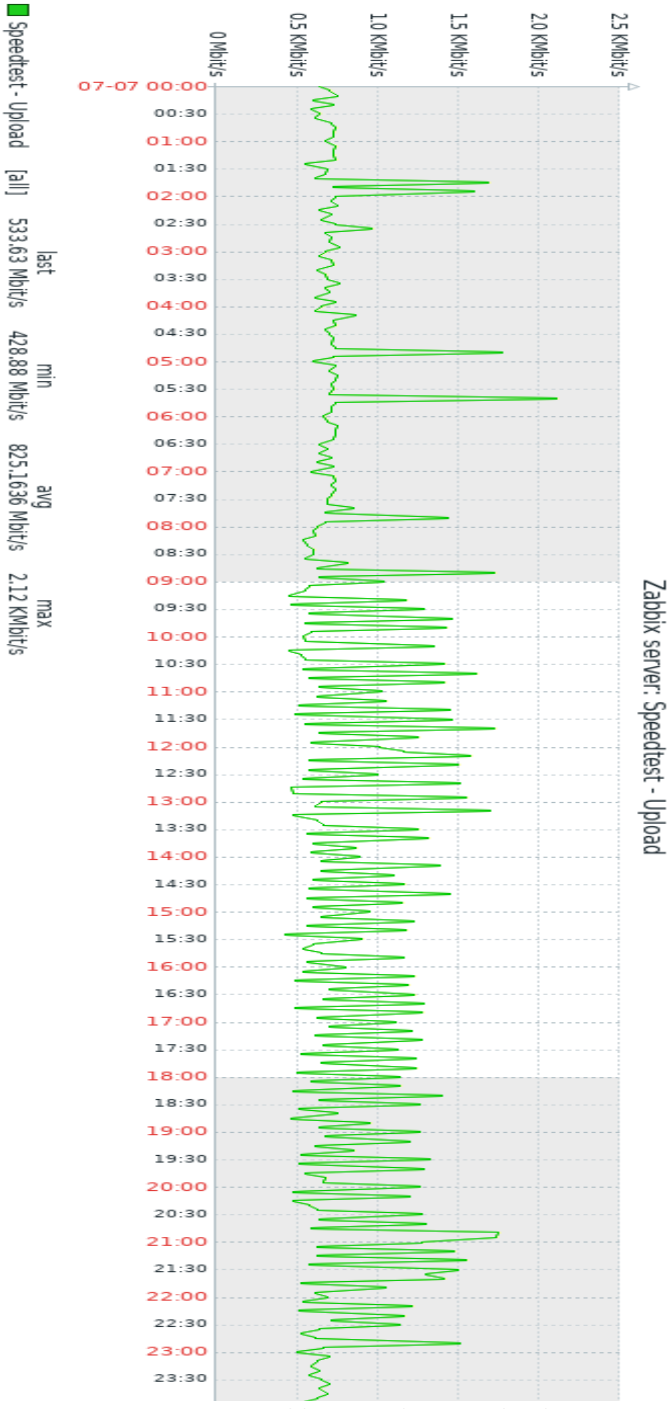

Figura 15: Zabbiz Speedtest - Upload

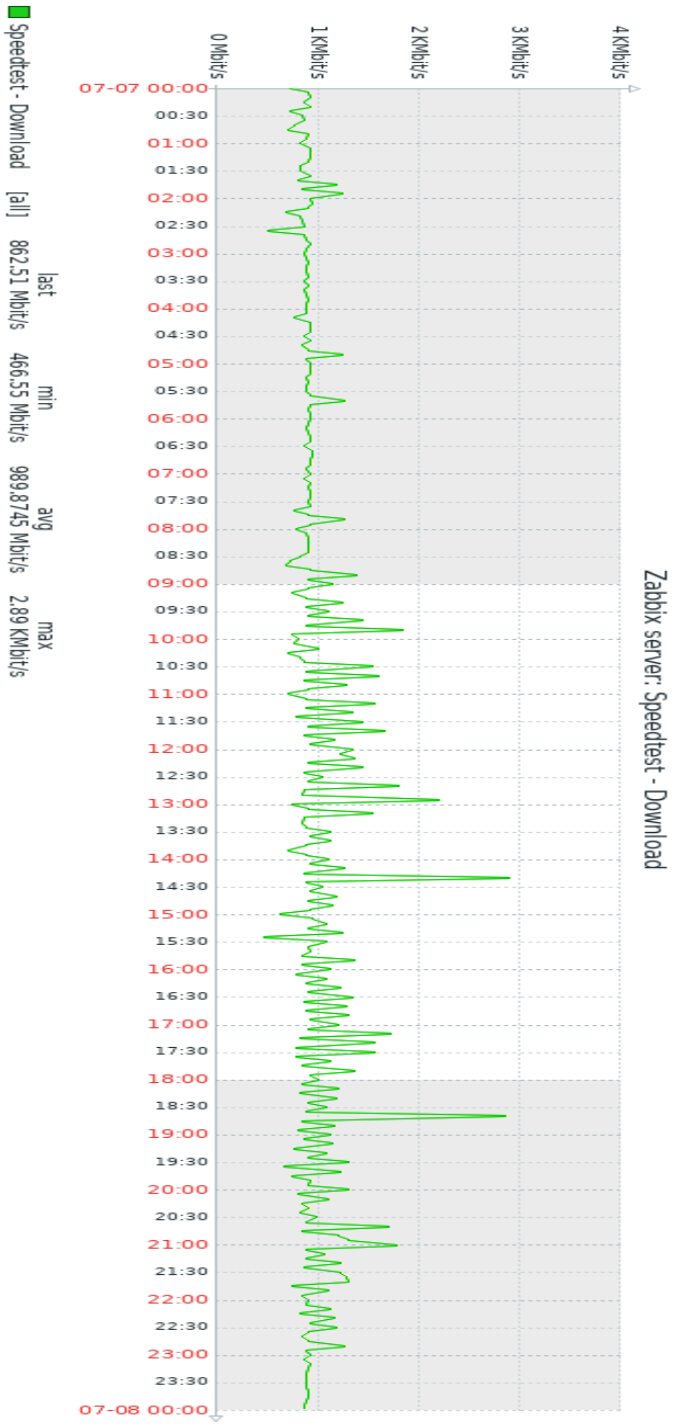

Figura 16: Zabbix Speedtest - Download

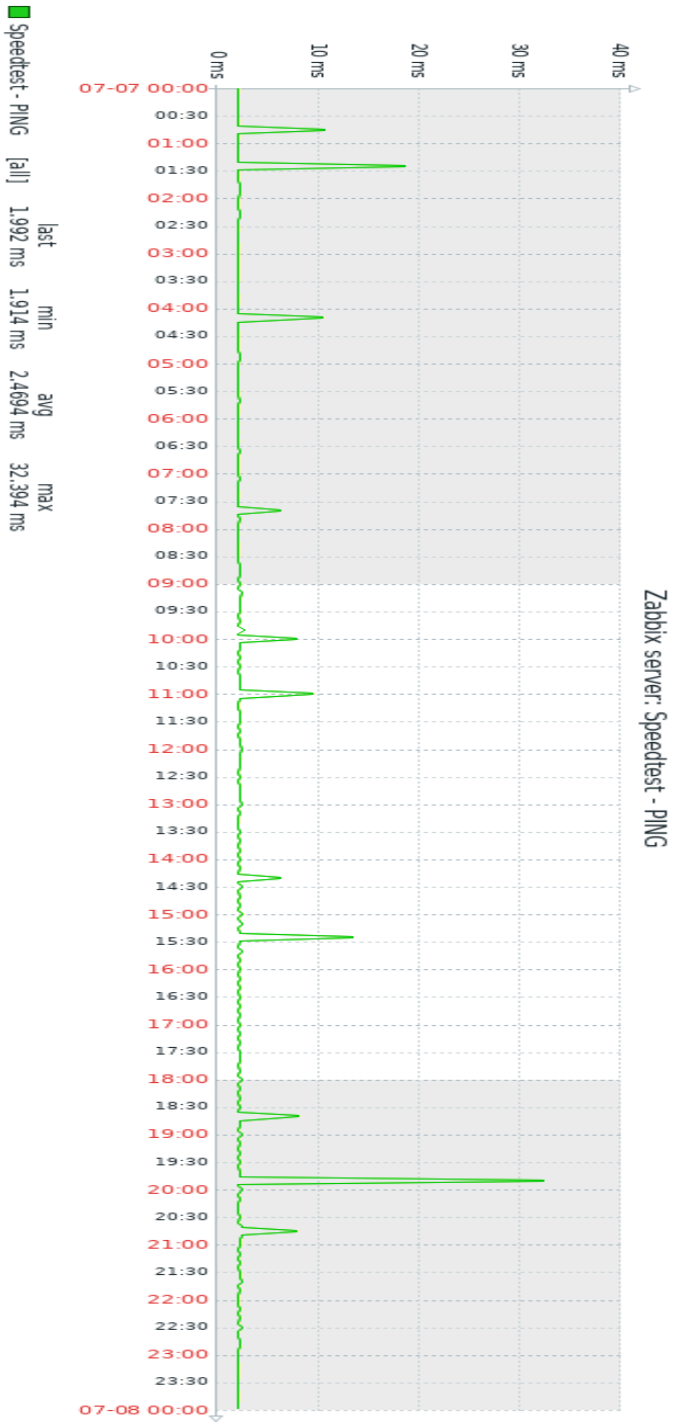

Figura 17: Zabbix Speedtest - Ping

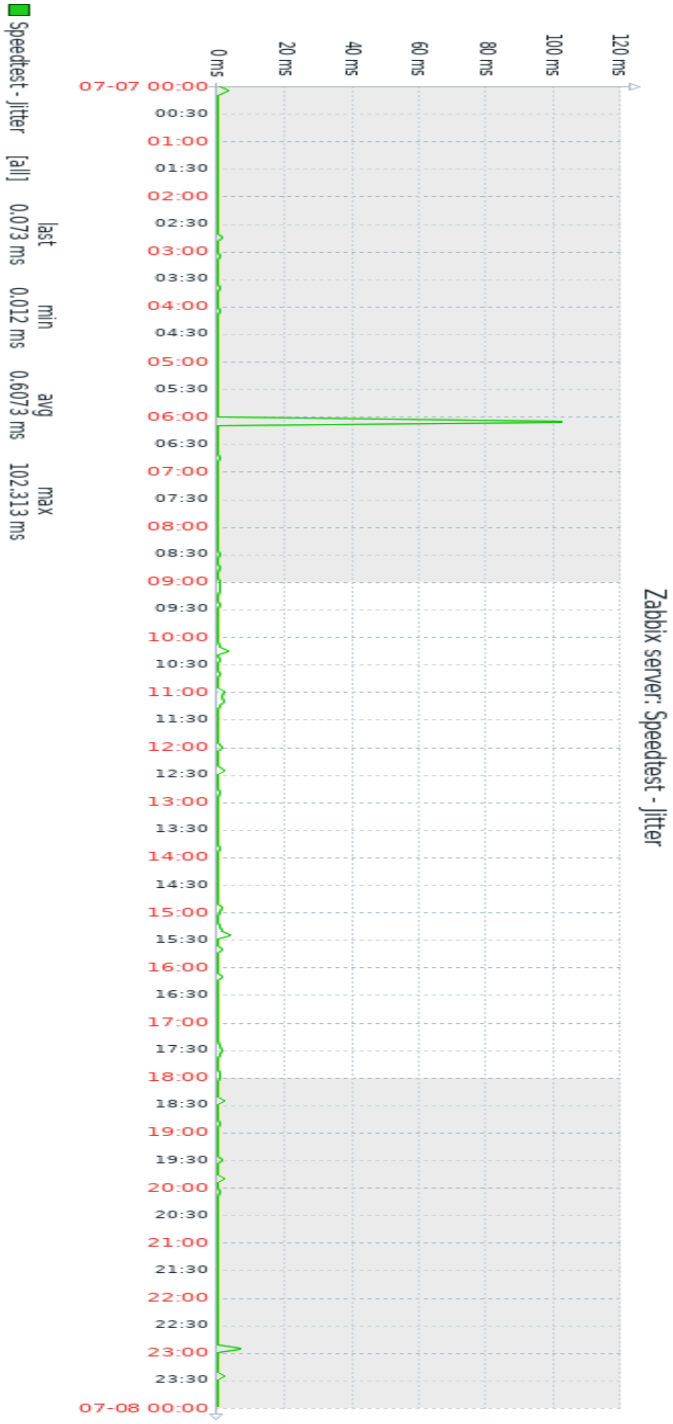

Figura 18: Zabbix Speedtest: Jitter

Conclusioni

Con lo sviluppo di una tecnologia sempre più performante e accessibile, le *Smart City* e *Smart Community* stanno diventando sempre più una realtà. La realizzazione di piattaforme pronte ad accogliere queste tecnologie, come nel caso del framework *SHELL*, sono a pieno titolo orientate e abilitanti per le città del prossimo futuro.
Il lavoro ha introdotti i concetti base ai testi e alle verifiche, della loro importanza sia in fase di deploy dei servizi che a regime. È stato descritto lo strumento utilizzato, le caratteristiche salienti e come è stato installato e attivato per rilevare le misurazioni. Sono state mostrati risultati dei test e verifiche che risultano in piena linea con quanto aspettato e soddisfano i requisiti necessari al corretto funzionamento del sistema per le interazioni del nodo casa con le strutture gerarchicamente superiori.

Riferimenti

[1] Stallings, W. Prentice Hall, 2006• James Kurose & Keith Ross, *Computer Networking*, Addison-Wesley, 2009, Larry Peterson & Bruce Davie, Computer Networks: a Systems Approach, Morgan-Kaufmann, 2007

[2] Kassim, N. M., Yeap, J. A. L., Nathan, S., Hashim, N. H., & Ramayah, T. (2019). *A Conceptual Paper of the Smart City and Smart Community*. In Eurasian Economic Perspectives (pp. 39-47). Springer, Cham.

[3] Housing e Hosting per il cloud aziendale | TIM Business, [online], https://www.timbusiness.it/cloud-computing/data-center-e-housing/tim-self-data-center

[4] Talebian, H., Gani, A., Sookhak, M., Abdelatif, A. A., Yousafzai, A., Vasilakos, A. V., & Yu, F. R. (2019). *Optimizing virtual machine placement in IaaS data centers: taxonomy, review and open issues*. Cluster Computing, 1-42.

[5] Processore Intel® Xeon® E5-4627 v3 (25 MB di cache, 2,60 GHz) Specifiche dei prodotti, [online], https://ark.intel.com/content/www/it/it/ark/products/85759/intel-xeon-processor-e5-4627-v3-25m-cache-2-60-ghz.html

[6] Rilasci/PointRelease – Ubuntu it, [online], https://wiki.ubuntu-it.org/Rilasci/PointRelease

[7] Vacche, A. D., & Lee, S. K. (2015). Zabbix network monitoring essentials.

[8] Raggi, E., Thomas, K., & Van Vugt, S. (2011). *Beginning Ubuntu Linux*. Apress.

[9] West, A. W., & Prettyman, S. (2018). *Practical PHP 7, MySQL 8, and MariaDB Website Databases*.

[10] Obe, R. O., & Hsu, L. S. (2017). *PostgreSQL: Up and Running: a Practical Guide to the Advanced Open Source Database*. " O'Reilly Media, Inc.".

[11] *Speedtest by* Ookla- The Global Broadband Speed Test, [online], http://www.speedtest.net/

[12] GitHub - pschmitt/zabbix-template-speedtest : Speedtest template for zabbix, [online], https://github.com/pschmitt/zabbix-template-speedtest

[13] About Philipp Schmitt, [online], https://pschmitt.dev

Appendice

Listato zbx-speedtest-debian.sh

```
#!/usr/bin/env bash

# Autogenerated by generate-debian-files.sh. DO NOT EDIT MANUALLY. DO NOT INCLUDE IN PR.
set -e
DATA_FILE=/tmp/speedtest.json

usage() {
  echo "Usage: \"$(basename "$0")\" OPTION"
  echo
  echo "-u: Display last measured upload speed"
  echo "-d: Display last measured download speed"
  echo "-j: Display last measured jitter"
  echo "-p: Display last measured ping latency"
  echo "-t: Display last measurement timestamp"
  echo "-s: Display last server used for measurements"
  echo "-m X: Fail/don't display data if it is older than X seconds"
  echo
  echo "-r|--run: Run speedtest"
}

bytes_to_mbit() {
  echo "scale=2; $1 / 125000" | bc -l
}

get_data_timestamp() {
  jq -r '.timestamp | fromdate' "$DATA_FILE"
}

get_last_ping_time() {
  jq -r '.ping.latency' "$DATA_FILE"
}

get_last_jitter_time() {
  jq -r '.ping.jitter' "$DATA_FILE"
}

show_last_download_speed() {
  bytes_to_mbit "$(jq -r '.download.bandwidth' "$DATA_FILE")"
}

show_last_upload_speed() {
  bytes_to_mbit "$(jq -r '.upload.bandwidth' "$DATA_FILE")"
}
```

```
show_server_info() {
  data="$(jq -r '.server' "$DATA_FILE")"
  id="$(echo "$data" | jq -r '.id')"
  name="$(echo "$data" | jq -r '.name')"
  location="$(echo "$data" | jq -r '.location')"
  country="$(echo "$data" | jq -r '.country')"
  echo "$id: $name @$location ($country)"
}

data_is_outdated() {
  local data_ts
  local now

  data_ts=$(get_data_timestamp)
  now=$(date '+%s')

  [[ "$(( now - data_ts ))" -gt "$MAX_AGE" ]]
}

case "$1" in
  -f|--data-file)
    DATA_FILE="$2"
    shift 2
  ;;
esac

# Default values
ACTION=run
MAX_AGE=3600

while test "$#" -gt 0
do
  case "$1" in
    -h|--help|help)
      usage
      exit 0
    ;;
    -m|--max-age)
      MAX_AGE="$2"
      shift 2
    ;;
    -d|--download)
      ACTION=show_dl
      shift
    ;;
    -u|--upload)
```

```
    ACTION=show_ul
    shift
  ;;
  -j|--jitter)
    ACTION=show_jitter
    shift
  ;;
  -p|--ping)
    ACTION=show_ping
    shift
  ;;

  -s|--server)
    ACTION=show_server
    shift
  ;;

  -t|--timestamp)
    ACTION=show_timestamp
    shift
  ;;

  -r|--run)
    ACTION=run
    shift
  ;;

  --)
    # end argument parsing
    shift
    break
  ;;

  --*=|-*) # unsupported flags
    echo "Error: Unsupported flag $1" >&2
    usage
    exit 1
  ;;

  *)
    # preserve positional arguments
    PARAMS="$PARAMS $1"
    shift
  ;;

esac
```

```
done

# set positional arguments in their proper place

eval set -- "$PARAMS"

if [[ "$ACTION" != "run" ]]
then
  if [[ "$MAX_AGE" -gt 0 ]] && data_is_outdated
  then
    echo "Data is outdated. MAX_AGE is set to ${MAX_AGE} seconds. Please update with --run." >&2
    exit 5
  fi
fi


case "$ACTION" in
  show_dl)
    show_last_download_speed
  ;;

  show_ul)
    show_last_upload_speed
  ;;

  show_jitter)
    get_last_jitter_time
  ;;

  show_ping)
    get_last_ping_time
  ;;

  show_server)
    show_server_info
  ;;

  show_timestamp)
    get_data_timestamp
  ;;

  run)
    if speedtest --accept-license --accept-gdpr -f json > "${DATA_FILE}.new"
    then
      mv "${DATA_FILE}.new" "$DATA_FILE"
```

```
    fi
  ;;

  *)
    usage
    exit 2

esac
```

Listato zabbix-speedtest.service

```
[Unit]
Description=Run a speedtest
After=network.target

[Service]
Type=simple
User=root
ExecStart=/etc/zabbix/bin/zbx-speedtest-debian.sh --run

[Install]
WantedBy=multi-user.target
```

Listato zabbix-speedtest.timer

```
[Unit]
Description=Run a speedtest every 5 minutes

[Timer]
OnCalendar=*:0/5
# RandomizedDelaySec=30

[Install]
WantedBy=timers.target
```

Listato speedtest.conf

```
UserParameter=speedtest.server,/etc/zabbix/bin/zbx-speedtest-debian.sh -s
UserParameter=speedtest.timestamp,/etc/zabbix/bin/zbx-speedtest-debian.sh -t
UserParameter=speedtest.ping,/etc/zabbix/bin/zbx-speedtest-debian.sh -p
UserParameter=speedtest.jitter,/etc/zabbix/bin/zbx-speedtest-debian.sh -j
UserParameter=speedtest.upload,/etc/zabbix/bin/zbx-speedtest-debian.sh -u
UserParameter=speedtest.download,/etc/zabbix/bin/zbx-speedtest-debian.sh -d
```

Listato template_speedtest.xml

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<zabbix_export>
    <version>4.4</version>
    <date>2020-02-26T11:27:32Z</date>
    <groups>
```

```
    <group>
        <name>Templates</name>
    </group>
</groups>
<templates>
    <template>
        <template>Speedtest</template>
        <name>Speedtest</name>
        <description>Check the ping status, up and download bandwidth</description>
        <groups>
            <group>
                <name>Templates</name>
            </group>
        </groups>
        <applications>
            <application>
                <name>Bandwidth</name>
            </application>
        </applications>
        <items>
            <item>
                <name>Speedtest - Download</name>
                <key>speedtest.download</key>
                <delay>5m</delay>
                <value_type>FLOAT</value_type>
                <units>Mbit/s</units>
                <applications>
                    <application>
                        <name>Bandwidth</name>
                    </application>
                </applications>
                <request_method>POST</request_method>
            </item>
            <item>
                <name>Speedtest - Jitter</name>
                <key>speedtest.jitter</key>
                <delay>5m</delay>
                <value_type>FLOAT</value_type>
                <units>ms</units>
                <applications>
                    <application>
                        <name>Bandwidth</name>
                    </application>
                </applications>
```

```
</item>
<item>
    <name>Speedtest - PING</name>
    <key>speedtest.ping</key>
    <delay>5m</delay>
    <value_type>FLOAT</value_type>
    <units>ms</units>
    <applications>
        <application>
            <name>Bandwidth</name>
        </application>
    </applications>
    <request_method>POST</request_method>
</item>
<item>
    <name>Speedtest - Server</name>
    <key>speedtest.server</key>
    <delay>5m</delay>
    <trends>0</trends>
    <value_type>TEXT</value_type>
    <applications>
        <application>
            <name>Bandwidth</name>
        </application>
    </applications>
</item>
<item>
    <name>Speedtest - Timestamp</name>
    <key>speedtest.timestamp</key>
    <delay>5m</delay>
    <applications>
        <application>
            <name>Bandwidth</name>
        </application>
    </applications>
</item>
<item>
    <name>Speedtest - Upload</name>
    <key>speedtest.upload</key>
    <delay>5m</delay>
    <value_type>FLOAT</value_type>
    <units>Mbit/s</units>
    <applications>
        <application>
```

```
                        <name>Bandwidth</name>
                    </application>
                </applications>
                <request_method>POST</request_method>
            </item>
        </items>
    </template>
</templates>
<graphs>
    <graph>
        <name>Speedtest - Bandwidth</name>
        <graph_items>
            <graph_item>
                <color>1A7C11</color>
                <item>
                    <host>Speedtest</host>
                    <key>speedtest.download</key>
                </item>
            </graph_item>
            <graph_item>
                <sortorder>1</sortorder>
                <color>2774A4</color>
                <item>
                    <host>Speedtest</host>
                    <key>speedtest.upload</key>
                </item>
            </graph_item>
            <graph_item>
                <sortorder>2</sortorder>
                <color>F63100</color>
                <item>
                    <host>Speedtest</host>
                    <key>speedtest.ping</key>
                </item>
            </graph_item>
            <graph_item>
                <sortorder>3</sortorder>
                <color>F7941D</color>
                <item>
                    <host>Speedtest</host>
                    <key>speedtest.jitter</key>
                </item>
            </graph_item>
        </graph_items>
```

```
        </graph>
    </graphs>
</zabbix_export>
```