



Rapporti Tecnici INAF INAF Technical Reports

Number	350
Publication Year	2025
Acceptance in OA@INAF	2025-11-25T13:36:18Z
Title	Gestione VM e Container nel CED IAPS con ProxMox
Authors	SCALISE, Emanuele, DI PERSIO, GIUSEPPE
Affiliation of first author	IAPS Roma
Publisher's version (DOI)	https://doi.org/10.20371/INAF/TechRep/350
Handle	http://hdl.handle.net/20.500.12386/45368

Gestione di VM e Container nel CED IAPS con “ Proxmox”

Author: Emanuele Scalise

Author: Giuseppe Di Persio

Doc ID: INAF-IAPS-SID NT 2025 - 01

Roma, 26/05/2025

Abstract

La gestione di un numero considerevole di VM e Container pone seri problemi di sicurezza, prestazioni, affidabilità e management che devo essere risolti per avere un sistema efficiente. In questa relazione verrà illustrato come il problema è stato gestito in IAPS analizzando il problema, confrontando le possibili soluzioni e scegliendo infine quello tra i vari tools disponibili che meglio si adattava alle nostre necessità.

Keywords: Hypervisor, Proxmox, Container, Virtual machines.

Indice:

1. Il problema.....pag. 4
 - 1- Perché Proxmox?
 - 2- Panoramica dei FS Supportati

2. Vantaggi nell'Utilizzo di Proxmox VE.....pag. 7
 - 1- Introduzione alla Piattaforma Proxmox
 - 2- Architettura Tecnica di Proxmox VE
 - 3- Gestione delle risorse
 - 4- Alta Disponibilità (HA) e Failover
 - 5- Supporto per Backup e Snapshot
 - 6- Virtualizzazione e integrazione Cloud
 - 7- Sicurezza e Controllo Accessi
 - 8- Interfaccia Web e API
 - 9- Vantaggi economici e licenze

3. Introduzione a Ceph in Proxmox VE.....pag. 13
 - 1- Architettura di Ceph
 - 2- Integrazione di Ceph in Proxmox VE
 - 3- Vantaggi nell'Utilizzo di Ceph con Proxmox VE
 - 4- Considerazioni per l'Implementazione di Ceph in Proxmox VE
 - 5- Conclusioni

4. Proxmox Backup Server (PBS).....pag. 18
 - 1- Introduzione a PBS
 - 2- Architettura di PBS
 - 3- Caratteristiche Principali di PBS
 - 4- Funzionalità Avanzate di PBS

5. Proxmox in pratica.....pag. 23
 - 1- Schermata iniziale e principali funzioni
 - 2- Creare una VM o un Container
 - 3- Rete e accesso alle VM e ai Container

1. Il problema

Oggi sempre più attività e servizi informatici sono svolti da VM e Containers. I vantaggi sono evidenti a tutti: indipendenza dall'hardware, portabilità, resilienza. Slegare un servizio informatico dall'hardware in cui gira permette di seguire l'evoluzione tecnologica con maggiore tranquillità e di offrire una continuità del servizio maggiore, in quanto per esempio in caso di blocchi del server in cui gira un servizio se ne può sempre far partire una sua copia aggiornata in un altro server, a patto chiaramente di avere a disposizione e di aver organizzato un efficiente servizio di backup.

Per gestirli esistono diversi molti software specializzati (HyperVisor) ognuno con caratteristiche particolari.

I più diffusi sono:

- QEMU: Licenza GPL, gratuito, uno dei primi disponibili, abbastanza diffuso ma un pò datato nella concezione e dalle prestazioni limitate.
- VirtualBox: Licenza GPL, gratuito, disponibile dal 2007, semplice da usare ma non adatto a gestire elevati volumi di VM/CT
- VMWare / Vsphere: VSphere si basa su una versione reingegnerizzata di VMWare per creare nodi composti da uno o più host fisici su cui è installato VMWare ESXi, il sistema operativo di VMWare che fa da Hypervisor. E' un prodotto potente, affidabile e con molte funzionalità. Il costo dipende da numerosi fattori ma è comunque elevato.
- Proxmox VE è una piattaforma di virtualizzazione open source, dotato di un'interfaccia di tipo web per gestire tecnologie di virtualizzazione KVM per le macchine virtuali e LXC per i *container*. Il software sorgente è aperto, basato su GNU AGPL v3, ed è fruibile gratuitamente. Aggiornamenti e assistenza si pagano a parte e il costo, in ogni caso non molto elevato, dipende da diversi parametri come il numero delle CPU sui sistemi in cui viene installato
- OpenShift Red Hat: Sviluppato da Red Hat e simile, per funzionalità e prestazioni, a VSphere, in origine era disponibile con licenza GNU. In seguito le cose sono cambiate e ora ci sono Openshift free gratuito (ultima release del 2022) e OpenShift Enterprise, una piattaforma PaaS per applicazioni cloud che facilita e in alcuni casi automatizza l'hosting, la configurazione, l'implementazione e l'amministrazione di VM e CT. Questa versione offre molte funzionalità ma è a pagamento dal costo non indifferente.

Obiettivo:

In IAPS la richiesta di servizi che potevano essere svolti da VM/Container è andata crescendo negli ultimi anni. Dopo una prima fase in cui era diffuso l'uso di VirtualBox o VMWare, adatti a gestire solo un piccolo numero di VM/Container, si è sentita la necessità di passare a sistemi semplici da usare e gestire, ma capaci di gestire un numero più elevato di VM/Container.

1.1 Perché Proxmox?

Dopo una attenta valutazione delle caratteristiche di ognuno dei sistemi presentati si è deciso di usare Proxmox scartando Vsphere e OpenShift, gli unici sistemi di gestione comparabili.

I fattori che più hanno influito nella sua scelta sono stati:

- I fattori economici (a parità di hardware, essenzialmente CPU, Proxmox ha un costo di gestione nettamente inferiore ai suoi principali concorrenti. Inoltre, al momento il codice sorgente di Proxmox Virtual Environment è pubblicato sotto la licenza di software libero GNU AGPL, v3 e quindi è liberamente disponibile per il download, l'uso e la condivisione ed è quindi possibile installare versioni complete del software in modo gratuito, permettendo tra l'altro attente valutazioni del prodotto senza i limiti di tempo spesso imposti dagli altri sistemi.
- Proxmox VE permette di utilizzare tutte le funzionalità gratuitamente senza licenze. Sono tuttavia disponibili delle sottoscrizioni di supporto annuali che aggiungono la possibilità di accedere alle repository enterprise più recenti e ad un supporto online.
- La potenza e la flessibilità del sistema permettono di gestire facilmente e con un unico prodotto praticamente tutti gli aspetti di un sistema di virtualizzazione compresi quelli legati alla sicurezza e al backup.
- La potenza e la flessibilità sono legati ad un sistema di gestione potente ma dall'aspetto semplice, logico e pulito, dove tutte le possibili configurazioni sono "a portata di click".
- E' inoltre disponibile Proxmox Backup Server, una soluzione di backup progettata specificamente per ambienti virtualizzati che consente di effettuare backup e ripristini efficienti e sicuri delle macchine virtuali (VM), dei container e dei dati associati. È una piattaforma dedicata che funziona in sinergia con Proxmox VE, consentendo agli utenti di eseguire e gestire in modo centralizzato le politiche di backup e automatizzare il processo di protezione dei dati.

- Download e installazione: Il download di Proxmox VE è disponibile in due modi, scaricando la ISO dal sito del produttore attraverso questo link: <https://Proxmox.com/en/downloads/category/iso-images-pve> oppure, nel caso dell'installazione su una Debian esistente, è disponibile tramite alcuni repository, come indicato in questa breve guida:

https://pve.Proxmox.com/wiki/Install_Proxmox_VE_on_Debian_Buster

1.2 Panoramica dei FS Supportati

Proxmox supporta i principali FileSystem, da Ext4 a ZFS, ognuno ha caratteristiche particolari ma la grande varietà di FS supportati permette di usare quello più indicato per il proprio lavoro. In IAPS abbiamo deciso di usare **ZFS** con una configurazione particolare per migliorare l'affidabilità e la capacità di effettuare backup delle VM e dei CT a caldo.

2. Vantaggi nell'Utilizzo di Proxmox VE

2.1- Introduzione alla Piattaforma Proxmox

Proxmox Virtual Environment (Proxmox VE) è una piattaforma di virtualizzazione open-source che consente di gestire virtualizzazioni di macchine virtuali (VM) e container in un unico ambiente. L'architettura è basata su tecnologie consolidate come **KVM** (Kernel-based Virtual Machine) per la virtualizzazione completa e **LXC** (Linux Containers) per la virtualizzazione a livello di sistema operativo. Proxmox è progettato per offrire una gestione centralizzata tramite un'interfaccia web, riducendo la complessità di gestione in ambienti di virtualizzazione eterogenei. Questo permette alle organizzazioni di gestire facilmente le risorse hardware, ottimizzare i costi e garantire la continuità operativa.

La piattaforma è costruita su **Debian**, un sistema operativo robusto e altamente affidabile, che garantisce prestazioni stabili e sicurezza. L'infrastruttura di Proxmox si adatta facilmente a diversi scenari, dalla piccola azienda alla grande impresa, permettendo la creazione di ambienti altamente scalabili ed efficienti.

2.2 Architettura Tecnica di Proxmox VE

L'architettura di Proxmox VE è progettata per fornire una gestione unificata di diverse tecnologie di virtualizzazione. Le principali tecnologie integrate in Proxmox includono **KVM** e **LXC**, nonché una serie di strumenti per gestire lo storage, la rete, e la configurazione dei cluster.

- **KVM (Kernel-based Virtual Machine):** KVM è la base della virtualizzazione completa in Proxmox. Supporta la virtualizzazione basata su hardware, sfruttando estensioni di virtualizzazione dei processori Intel (Intel VT-x) e AMD (AMD-V). Ogni VM ha una propria visibilità sul sistema, potendo eseguire diversi sistemi operativi guest, tra cui Linux, Windows e altri. La gestione delle risorse in KVM consente l'assegnazione dinamica delle risorse come CPU, RAM, e storage, e supporta funzionalità come **live migration**, **suspend and resume** e **snapshot**. Inoltre, KVM è compatibile con diversi tipi di dispositivi, come dischi virtuali, schede di rete virtuali, e controller USB.
- **LXC (Linux Containers):** LXC è una tecnologia di virtualizzazione leggera che consente di eseguire più ambienti isolati all'interno dello stesso kernel. A differenza di KVM, che crea macchine virtuali completamente separate, LXC condivide il kernel host, il che porta a una minore overhead e a un avvio molto più rapido. I container LXC sono ideali per applicazioni che necessitano di isolamento a livello di sistema operativo, come microservizi o ambienti di sviluppo e testing. LXC offre prestazioni superiori rispetto alle VM, in quanto non richiede la virtualizzazione dell'intero sistema operativo, ma solo l'isolamento delle risorse.
- **Cluster di Proxmox:** La piattaforma consente di creare cluster di nodi che possono essere gestiti come un'unica entità. Ogni nodo del cluster esegue una copia identica di Proxmox VE, e i nodi possono essere aggiunti o rimossi facilmente in base alle esigenze. I cluster sono gestiti tramite il software di **Corosync** per la comunicazione tra i nodi e **Pacemaker** per gestire il failover automatico in caso di guasto di un nodo.

2.3 - Gestione delle Risorse

La gestione delle risorse in Proxmox VE è altamente flessibile, offrendo un controllo granulare su CPU, memoria, storage e rete per ogni macchina virtuale o container. Questo consente una gestione ottimizzata delle risorse fisiche e una maggiore efficienza.

- **CPU:** Proxmox permette di configurare le risorse CPU per ogni VM in modo preciso. Le risorse possono essere definite in termini di numero di core, frequenza di clock e capacità di elaborazione. È possibile applicare **CPU pinning**, che consente di dedicare un core fisico specifico a una determinata VM. Ciò è utile per scenari di carico elevato, in cui è necessaria una gestione precisa della CPU. In aggiunta, Proxmox offre funzionalità di **overcommit**, che permettono di assegnare più risorse CPU di quelle effettivamente disponibili, in modo da ottimizzare l'uso delle risorse in scenari con carichi di lavoro non costanti.
- **Memoria:** L'allocazione dinamica della memoria è una delle caratteristiche più potenti di Proxmox. Grazie alla funzionalità di **memory ballooning**, la memoria di una VM può essere ridotta o aumentata in base alle necessità, senza compromettere la stabilità del sistema. In caso di esaurimento delle risorse di memoria, è possibile configurare lo **swap** per spostare temporaneamente i dati dalla RAM al disco, anche se l'uso del swap riduce le prestazioni.
- **Storage:** Proxmox VE supporta diverse soluzioni di storage, che possono essere utilizzate per archiviare le VM e i dati. La piattaforma integra tecnologie come **LVM** e **ZFS**, ma supporta anche soluzioni di storage condiviso come **NFS**, **iSCSI** e **Ceph**. **ZFS**, ad esempio, è una scelta ideale per ambienti con esigenze avanzate di gestione dei dati, grazie a funzionalità come **deduplicazione**, **compressione** e **snapshot**. Inoltre, il supporto per **Ceph** consente la creazione di un sistema di storage distribuito altamente scalabile e tollerante ai guasti.
- **Rete:** La configurazione di rete in Proxmox VE è altamente personalizzabile. Supporta **bridging** di rete, che consente alle VM di accedere alla rete fisica come se fossero dispositivi fisici separati. Inoltre, la gestione delle interfacce di

rete consente l'utilizzo di **bonding**, che combina più interfacce di rete per migliorare la disponibilità e la larghezza di banda, e **VLAN**, per segmentare il traffico di rete a livello di software.

2.4 - Alta Disponibilità (HA) e Failover

Uno dei principali punti di forza di Proxmox VE è il supporto per l'alta disponibilità (HA) delle risorse virtualizzate. Proxmox garantisce che, in caso di guasto di un nodo, le VM siano automaticamente migrate su altri nodi del cluster, minimizzando il downtime e garantendo la continuità del servizio.

- **HA Cluster:** Il clustering di Proxmox VE utilizza **Corosync** per la comunicazione tra i nodi del cluster e **Pacemaker** per il monitoraggio dello stato dei nodi e delle risorse. Se un nodo del cluster fallisce, Pacemaker rileva il guasto e avvia la migrazione automatica delle VM e dei container verso i nodi attivi. Questa gestione del failover permette una resilienza dei servizi virtualizzati, fondamentale in ambienti di produzione dove la disponibilità continua è cruciale.
- **Live Migration:** La **live migration** di Proxmox permette di spostare una VM da un nodo all'altro senza interruzione del servizio. Questa funzionalità è essenziale per la manutenzione dell'infrastruttura hardware e per il bilanciamento del carico. Le VM vengono spostate senza downtime, con il minimo impatto sulle prestazioni.

2.5. Supporto per Backup e Snapshot

Proxmox VE offre potenti strumenti per il backup e il ripristino dei dati delle VM e dei container. Le funzionalità di backup sono fondamentali per garantire la sicurezza dei dati e la protezione contro la perdita di informazioni.

- **Snapshot:** Il sistema di snapshot in Proxmox consente di salvare lo stato di una VM o di un container in un dato momento. Gli snapshot sono istantanei e leggeri, e possono essere utilizzati per creare punti di ripristino rapidi in caso di necessità. La funzionalità di **snapshot incrementale** riduce l'utilizzo dello spazio di archiviazione, poiché vengono memorizzate solo le modifiche rispetto all'istantanea precedente.
- **Backup:** Proxmox supporta diversi metodi di backup, inclusi **backup completo, incrementale e differenziale**. I backup possono essere pianificati e

archiviati su una varietà di destinazioni, come **NFS**, **Ceph**, **iSCSI** o **storage locale**. Questo consente di implementare strategie di backup altamente personalizzabili, che ottimizzano sia lo spazio che il tempo di recupero.

- E importante sottolineare che Snapshot e Backup possono essere effettuati “a caldo” con le VM/CT in esecuzione.

2.6 Virtualizzazione e Integrazione Cloud

Proxmox VE può essere integrato facilmente con soluzioni di cloud privato, come **OpenStack**, per la creazione di infrastrutture cloud scalabili e gestibili centralmente. L'integrazione di Proxmox con **Proxmox Backup Server** offre una soluzione completa per la protezione dei dati in ambienti cloud.

Inoltre, Proxmox supporta la gestione centralizzata delle risorse tramite la **REST API**, che consente l'automazione e la gestione remota delle risorse. Strumenti di automazione come **Ansible** e **Terraform** possono essere utilizzati per configurare e distribuire risorse su larga scala in modo programmatico.

2.7. Sicurezza e Controllo Accessi

Proxmox VE include robuste funzionalità di sicurezza per garantire l'integrità e la protezione delle risorse virtualizzate. Le funzionalità di sicurezza sono cruciali, soprattutto in ambienti condivisi o sensibili.

- **Autenticazione:** Proxmox supporta vari metodi di autenticazione, tra cui **LDAP**, **Active Directory** e **autenticazione a due fattori (2FA)**. Queste opzioni migliorano la sicurezza dei sistemi, proteggendo l'accesso alle risorse contro accessi non autorizzati.
- **Controllo degli Accessi:** Il sistema di **Access Control Lists (ACL)** consente di gestire i permessi di accesso a livello di singola VM o di container. Gli amministratori possono definire chi ha accesso a quale risorsa e quali operazioni possono essere eseguite.
- **Encryption:** Il supporto per la **cifratura dei dischi** e **cifratura a livello di filesystem (ZFS)** assicura che i dati siano protetti anche in caso di furto fisico del dispositivo di storage.

2.8. Interfaccia Web e API

L'interfaccia utente web di Proxmox è costruita utilizzando **Vue.js** e **JavaScript**, offrendo una gestione intuitiva e altamente reattiva. L'interfaccia consente agli amministratori di monitorare lo stato delle risorse, configurare le VM, gestire il networking e lo storage e pianificare i backup.

Proxmox fornisce anche una **REST API** che permette di interagire programmaticamente con la piattaforma. La API è utile per l'integrazione con altri strumenti di automazione e per l'implementazione di soluzioni customizzate di gestione delle risorse.

2.9. Vantaggi Economici e Licenze

Proxmox VE è completamente gratuito e open-source, con una licenza **GPLv3** che consente a chiunque di scaricare, modificare e distribuire la piattaforma senza costi aggiuntivi.

Proxmox offre anche supporto a pagamento che offre assistenza e consulenza tecnica avanzata, accesso a repository di aggiornamenti aziendali e possibilità di effettuare upgrade delle versioni installate. La possibilità di utilizzare Proxmox senza licenze onerose lo rende una scelta molto conveniente, soprattutto per piccole e medie imprese.

Conclusioni

Proxmox VE è una piattaforma di virtualizzazione robusta, scalabile e sicura, ideale per ambienti IT che richiedono flessibilità e affidabilità. La gestione centralizzata delle risorse, il supporto per l'alta disponibilità, e l'ampia integrazione con soluzioni di storage, networking e cloud rendono Proxmox VE una delle scelte più vantaggiose per la virtualizzazione moderna, senza i costi elevati delle soluzioni commerciali.

3. Introduzione a Ceph in Proxmox VE

Ceph è una soluzione di storage distribuito altamente scalabile e resiliente, ampiamente utilizzata per fornire archiviazione distribuita ad alte prestazioni per ambienti virtualizzati. In Proxmox VE, Ceph è integrato come sistema di storage per offrire funzionalità avanzate di alta disponibilità (HA), scalabilità orizzontale e tolleranza ai guasti. Ceph gestisce in modo autonomo i dati su un insieme di nodi (cluster Ceph), riducendo al minimo il rischio di downtime e garantendo l'affidabilità dell'infrastruttura.

Proxmox VE supporta Ceph in modo nativo, consentendo agli amministratori di implementare e gestire un cluster Ceph per la memorizzazione dei dati delle VM, dei container e dei backup. Ceph viene generalmente utilizzato con Proxmox VE per implementare storage a livello di blocco (RBD - **Rados Block Devices**) e storage a livello di file (CephFS).

3.1. Architettura di Ceph

Ceph è un sistema di storage distribuito che utilizza un'architettura a oggetti, progettata per gestire anche petabyte di dati su molti nodi. La sua architettura si basa su diversi componenti principali:

- **Monitors (MON):** I monitor sono componenti fondamentali che gestiscono lo stato del cluster Ceph e coordinano l'accesso e la distribuzione dei dati tra i nodi. Sono responsabili della gestione del metadato del cluster e per garantire la coerenza delle operazioni tra i nodi. Un cluster Ceph deve avere almeno tre monitor per garantire un quorum.
- **OSDs (Object Storage Daemons):** Gli OSD sono i demoni che gestiscono i dischi fisici. Ogni OSD è responsabile dell'archiviazione effettiva dei dati, della replica e della gestione del recupero dei dati in caso di guasti. Ogni disco nel cluster Ceph è associato a un OSD.
- **MDS (Metadata Servers):** CephFS, il sistema di file distribuito di Ceph, utilizza **MDS** per gestire i metadati relativi ai file e alle directory. Gli MDS sono fondamentali quando si utilizzano soluzioni di storage distribuito a livello di file.

- **RADOS (Reliable Autonomic Distributed Object Store):** RADOS è il sistema sottostante che gestisce i dati a livello di oggetti. RADOS consente di eseguire operazioni distribuite di lettura e scrittura in modo che i dati siano archiviati in modo sicuro e accessibile attraverso il cluster. RADOS è ciò che fornisce la resilienza e la distribuzione dei dati su più nodi.
- **Ceph Monitors e OSDs in Proxmox VE:** I nodi Ceph che eseguono i **MON** e gli **OSD** sono generalmente distribuiti attraverso più server fisici. In Proxmox, questi nodi possono essere configurati facilmente tramite l'interfaccia web, e Ceph diventa parte integrante della gestione dello storage.

3.2. Integrazione di Ceph in Proxmox VE

L'integrazione di Ceph in Proxmox VE consente di sfruttare le capacità di storage distribuito per migliorare l'affidabilità e le performance delle macchine virtuali e dei container. Proxmox VE offre due principali tipi di storage basati su Ceph: **Rados Block Device (RBD)** e **CephFS**.

- **Rados Block Device (RBD):** RBD è un tipo di dispositivo di blocco che consente di creare volumi virtuali di storage distribuito per essere utilizzati come dischi rigidi virtuali per le VM di Proxmox. Utilizzando RBD, le VM possono beneficiare della scalabilità, della resilienza e delle funzionalità di replica e snapshot fornite da Ceph. I dischi RBD sono gestiti come volumi di storage tradizionali da Proxmox, ma con il vantaggio che i dati vengono archiviati in modo distribuito su più nodi del cluster Ceph.
 - **Scalabilità Orizzontale:** La principale caratteristica di Ceph è la sua capacità di scalare orizzontalmente, ovvero aggiungendo semplicemente nuovi nodi al cluster senza compromettere le prestazioni. RBD sfrutta questa scalabilità, consentendo a Proxmox VE di aumentare la capacità di archiviazione senza interruzioni del servizio.
 - **Alta Disponibilità e Replica:** Ceph supporta la replica dei dati su più nodi per garantire l'affidabilità. Se un nodo OSD fallisce, Ceph replica automaticamente i dati su altri nodi per evitare la perdita di informazioni. Questo è cruciale per gli ambienti virtualizzati in cui la disponibilità dei dati è fondamentale.

- **Snapshot e Clonazione:** Ceph supporta la creazione di **snapshot** e **clonazione** dei volumi RBD, che consente di creare rapidamente backup delle VM o di duplicare dischi virtuali per test e sviluppo. Gli snapshot sono incrementali, riducendo lo spazio necessario per i backup e migliorando l'efficienza.
- **CephFS (Ceph File System):** CephFS è il sistema di file distribuito che consente di utilizzare Ceph come file system condiviso. Sebbene RBD sia generalmente usato per le VM, CephFS può essere utilizzato per archiviare file e dati condivisi tra più host o applicazioni. Questo sistema è utile per applicazioni che richiedono un file system distribuito con alte prestazioni e scalabilità.
 - **Alta Scalabilità e Performance:** CephFS consente l'accesso simultaneo a più client e può essere scalato orizzontalmente per soddisfare le esigenze di carico delle applicazioni enterprise. La capacità di gestire grandi volumi di dati con bassa latenza è un vantaggio significativo per gli ambienti virtualizzati.
 - **Resilienza:** Come per RBD, CephFS è progettato per gestire il guasto di nodi senza compromettere la disponibilità dei dati. CephFS replica automaticamente i metadati e i dati su più nodi per garantire l'integrità e la disponibilità continua del file system.

3.3. Vantaggi nell'Utilizzo di Ceph con Proxmox VE

- **Scalabilità e Flessibilità:** L'integrazione di Ceph in Proxmox VE offre un'elevata scalabilità, consentendo alle organizzazioni di aggiungere nuovi nodi al cluster per aumentare la capacità di storage senza downtime o interruzioni dei servizi. Ciò è particolarmente vantaggioso per le infrastrutture che crescono nel tempo e necessitano di una soluzione di storage che possa adattarsi facilmente alle loro esigenze.
- **Alta Disponibilità e Tolleranza ai Guasti:** Ceph garantisce la continuità operativa attraverso la replica automatica dei dati e la gestione del failover in caso di guasti hardware. La distribuzione dei dati su più nodi riduce notevolmente il rischio di interruzioni del servizio, garantendo una resilienza superiore rispetto a soluzioni di storage centralizzate.

- **Prestazioni Elevate:** Ceph è progettato per fornire prestazioni elevate in ambienti distribuiti. La capacità di eseguire operazioni parallele e la gestione intelligente del carico tra i nodi consente a Proxmox di ottenere alte prestazioni, sia per le VM che per i container. Inoltre, la latenza di accesso ai dati viene ridotta grazie alla distribuzione intelligente dei dati tra i nodi.
- **Gestione Centralizzata e Semplice:** Proxmox offre una gestione centralizzata di Ceph attraverso il proprio pannello di controllo web. Gli amministratori possono facilmente monitorare lo stato del cluster Ceph, gestire i volumi RBD e CephFS e configurare la replica, la resilienza e la distribuzione dei dati senza la necessità di interfacce complesse.
- **Integrazione con il Cluster di Proxmox:** Ceph si integra perfettamente con il sistema di clustering di Proxmox, permettendo la gestione del cluster e delle risorse di storage come una singola entità. Questo aiuta a semplificare la gestione delle VM, dei container e delle risorse di storage in un ambiente virtualizzato distribuito.

3.4. Considerazioni per l'Implementazione di Ceph in Proxmox VE

L'implementazione di Ceph richiede una pianificazione attenta, in particolare per quanto riguarda la gestione dei nodi e delle risorse hardware. È importante garantire che i nodi del cluster Ceph siano sufficientemente robusti e che siano presenti risorse hardware adeguate (come dischi SSD, networking ad alta velocità e una gestione appropriata della memoria).

Inoltre, la configurazione del cluster Ceph dovrebbe prevedere una distribuzione equilibrata tra i nodi MON (monitor) e OSD, con almeno tre nodi MON per garantire il quorum e una gestione efficace dello stato del cluster. Anche il bilanciamento del carico tra i nodi Ceph è essenziale per ottimizzare le prestazioni e la disponibilità.

3.5. Conclusioni

L'integrazione di Ceph con Proxmox VE porta notevoli vantaggi in termini di scalabilità, alta disponibilità e performance, offrendo un'infrastruttura di storage distribuito potente e flessibile. L'utilizzo di Ceph come sistema di storage per Proxmox consente di gestire grandi volumi di dati con alta resilienza e prestazioni, migliorando l'affidabilità e l'efficienza complessiva del sistema di virtualizzazione. Se

implementato correttamente, Ceph offre una soluzione altamente vantaggiosa per ambienti aziendali e data center, consentendo una gestione semplificata e costi ridotti nel lungo termine.

4 - Proxmox Backup Server

4.1. Introduzione a Proxmox Backup Server

Proxmox Backup Server è una soluzione di backup altamente integrata e progettata specificamente per ambienti virtualizzati, che consente di effettuare backup e ripristini efficienti e sicuri delle macchine virtuali (VM), dei container e dei dati associati. È una piattaforma dedicata che funziona in sinergia con Proxmox VE, consentendo agli utenti di eseguire backup centralizzati, gestire in modo centralizzato le politiche di backup, e automatizzare il processo di protezione dei dati. Proxmox Backup Server è ottimizzato per lavorare con Proxmox VE, ma può essere utilizzato anche con altri ambienti di virtualizzazione.

Proxmox Backup Server è una soluzione scalabile e ad alte prestazioni che supporta sia il backup completo che incrementale, riducendo l'overhead sulle risorse di storage e migliorando i tempi di backup. È una piattaforma open-source, il che la rende accessibile e personalizzabile, e supporta i più moderni meccanismi di protezione dei dati, tra cui la crittografia e la deduplicazione.

4.2. Architettura di Proxmox Backup Server

L'architettura di Proxmox Backup Server è progettata per supportare un backup efficiente e sicuro, ed è composta da più componenti chiave:

- **Proxmox Backup Server (PBS):** È il nodo centrale dove vengono archiviati i backup. Può essere configurato su uno o più server fisici, che offrono una capacità di archiviazione distribuita e ridondante.
- **Client di Proxmox Backup:** Il client di backup è un componente che deve essere installato su ogni nodo di Proxmox VE che desidera interagire con il Proxmox Backup Server. Esso è responsabile di inviare i dati da salvare al server, in base alle politiche di backup configurate.
- **Storage Backend:** Proxmox Backup Server è compatibile con vari tipi di backend di storage, come **NFS**, **Ceph**, e **iSCSI**, ma può anche utilizzare

storage locale o distribuito. Supporta sia la compressione che la deduplicazione dei dati per ottimizzare l'uso dello spazio.

- **Archiviazione Deduplicata e Incrementale:** Proxmox Backup Server utilizza una tecnologia avanzata di deduplicazione dei dati, che permette di ridurre significativamente lo spazio necessario per il backup, evitando di salvare più volte gli stessi dati. Questo è particolarmente utile quando si eseguono backup incrementali, che memorizzano solo le modifiche rispetto all'ultimo backup completo.
- **Crittografia dei Dati:** La crittografia AES-256 è supportata per proteggere i dati di backup durante il trasferimento e l'archiviazione. La crittografia è opzionale e può essere configurata per ogni archivio di backup, garantendo che i dati siano protetti anche in caso di accesso non autorizzato.

4.3. Caratteristiche Principali di Proxmox Backup Server

- **Backup Incrementale e Deduplicato:** Proxmox Backup Server esegue backup incrementali che copiano solo i dati che sono cambiati rispetto all'ultimo backup. In combinazione con la deduplicazione, questo riduce significativamente l'uso dello spazio di archiviazione, soprattutto in ambienti con molte VM e container che non cambiano frequentemente. La deduplicazione funziona a livello di blocco, garantendo che vengano memorizzati solo i blocchi di dati unici, riducendo la quantità di storage necessario.
- **Compressione e Ottimizzazione dello Storage:** Oltre alla deduplicazione, Proxmox Backup Server supporta anche la compressione dei backup. La compressione riduce ulteriormente lo spazio necessario per archiviare i dati di backup, migliorando l'efficienza complessiva. La combinazione di deduplicazione e compressione rende Proxmox Backup Server una soluzione particolarmente efficiente per ambienti con risorse di archiviazione limitate.

- **Supporto per Backup Completi e Differenziali:** Oltre ai backup incrementali, Proxmox Backup Server supporta anche backup completi e differenziali. I backup completi sono una copia esatta dello stato di una VM o di un container, mentre i backup differenziali memorizzano solo le modifiche rispetto all'ultimo backup completo. Questo fornisce flessibilità nella pianificazione dei backup, permettendo di bilanciare spazio di archiviazione e tempi di recupero.
- **Interfaccia Web per la Gestione dei Backup:** Proxmox Backup Server offre un'interfaccia web intuitiva che permette agli amministratori di gestire facilmente i backup, visualizzare lo stato di esecuzione e configurare politiche di backup. L'interfaccia consente di configurare i backup giornalieri, settimanali, o personalizzati, e di visualizzare i report di stato. Gli amministratori possono anche monitorare l'uso dello spazio e la salute complessiva del sistema.
- **Integrazione con Proxmox VE:** L'integrazione di Proxmox Backup Server con Proxmox VE è fluida e semplice. Gli amministratori possono configurare e gestire i backup direttamente dall'interfaccia di Proxmox VE, che comunica con il Proxmox Backup Server. Il processo di backup è centralizzato e facile da eseguire, con la possibilità di eseguire backup a livello di singola VM o container.
- **Ripristino Veloce e Affidabile:** Proxmox Backup Server consente il ripristino rapido delle macchine virtuali e dei container, sia per intero che a livello di file. Il ripristino è altamente ottimizzato per ridurre i tempi di recupero e garantire che le applicazioni ripartano rapidamente in caso di emergenza.
- **Backup su Cloud:** Proxmox Backup Server offre anche la possibilità di archiviare i backup su storage cloud compatibile (ad esempio, **S3** o **Google Cloud Storage**), garantendo una protezione dei dati fuori sede. Questo è particolarmente utile in caso di disastri locali o guasti hardware, poiché i dati di backup sono al sicuro su un'infrastruttura remota e ridondante.

4.4. Funzionalità Avanzate di Proxmox Backup Server

- **Snapshot Consistent:** Proxmox Backup Server supporta la creazione di snapshot consistenti delle VM e dei container. In altre parole, i backup sono realizzati senza interrompere l'esecuzione delle applicazioni, e gli snapshot consentono di catturare una “fotografia” coerente dello stato del sistema, senza compromettere l'integrità dei dati.
- **Gestione della Larghezza di Banda:** Il sistema permette di configurare limiti alla larghezza di banda per i backup, riducendo l'impatto sulla rete aziendale durante le ore di punta. Gli amministratori possono pianificare i backup in orari non di picco, garantendo che i backup non interferiscano con altre operazioni di rete.
- **Ripristino a Livello di File:** Un'altra caratteristica utile di Proxmox Backup Server è la possibilità di eseguire il ripristino a livello di singolo file. Questo consente di recuperare specifici file o directory da un backup senza dover ripristinare l'intera macchina virtuale o container, risparmiando tempo e risorse.
- **Gestione Retention dei Backup:** Proxmox Backup Server permette di definire politiche di retention flessibili per i backup, determinando per quanto tempo i backup devono essere conservati. Le politiche di retention possono essere configurate in modo che i backup più vecchi vengano eliminati automaticamente per liberare spazio di archiviazione, mantenendo solo i backup recenti o quelli critici.
- **Controllo Accessi e Sicurezza:** La sicurezza dei backup è garantita tramite l'autenticazione e la crittografia, ma Proxmox Backup Server offre anche funzionalità avanzate di controllo accessi. Gli amministratori possono configurare utenti e gruppi con privilegi diversi per gestire i backup e i ripristini, assicurando che solo il personale autorizzato possa accedere ai dati sensibili.

4.5. Requisiti Hardware e Software

Proxmox Backup Server è progettato per essere altamente efficiente, ma richiede una configurazione hardware adeguata per garantire buone prestazioni, soprattutto in ambienti di grandi dimensioni:

- **CPU:** Un processore multicore (idealmente 64-bit) per gestire i carichi di lavoro dei backup e garantire prestazioni ottimali.
- **Memoria:** Almeno 8 GB di RAM, ma per ambienti con grandi volumi di dati o backup frequenti si raccomandano 16 GB o più.
- **Storage:** Spazio di archiviazione sufficiente per archiviare i backup, preferibilmente su dischi ad alta capacità e velocità (SSD o dischi rigidi configurati in RAID). Lo storage può essere configurato tramite NFS, Ceph o iSCSI, a seconda delle esigenze.
- **Sistema Operativo:** Proxmox Backup Server è compatibile con Debian e altre distribuzioni Linux, ed è progettato per essere facile da installare e configurare su hardware dedicato.

4.6. Conclusioni

Proxmox Backup Server rappresenta una soluzione completa e altamente integrata per la protezione dei dati in ambienti virtualizzati. Con funzionalità avanzate come la deduplicazione, la crittografia, il backup incrementale e il ripristino rapido, Proxmox Backup Server offre una gestione semplice, sicura ed efficiente dei backup per Proxmox VE. La scalabilità, la flessibilità e l'integrazione perfetta con l'infrastruttura Proxmox lo rendono un'opzione ideale per le organizzazioni che desiderano proteggere i loro dati virtualizzati in modo sicuro e affidabile.

5 - Proxmox in pratica

Attualmente il CED IAPS gestisce direttamente 5 VServer Proxmox VE basati su Server DELL con complessive 12 CPU XEON, oltre 2.5 TB di RAM, adeguato storage interno basato su SSD e NAS Synology esterni per il backup.

Tre VServer sono a disposizione dell'istituto mentre due sono dedicati a singoli progetti dove ogni utente lavora in un suo container personalizzato

Al momento non è stato implementato un servizio HA basato su CEPH ma è una delle attività oggetto di pianificazione in futuro.

In una macchina dedicata è stato installato Proxmox Backup Server collegato tramite fibra a 10 Gb/sec ad un NAS dove vengono effettuati i backup pianificati delle VM e dei Container nei vari VServer.

5.1 Schermata iniziale e principali funzioni

La schermata principale è mostrata nella pagina seguente e si presenta molto pulita ma completa. Tutte le principali funzionalità rimangono bene in vista e sono facilmente accessibili mentre cambia solo il contenuto delle finestre secondarie. In questo modo si possono facilmente raggiungere tutte le funzioni con pochissimi passaggi.

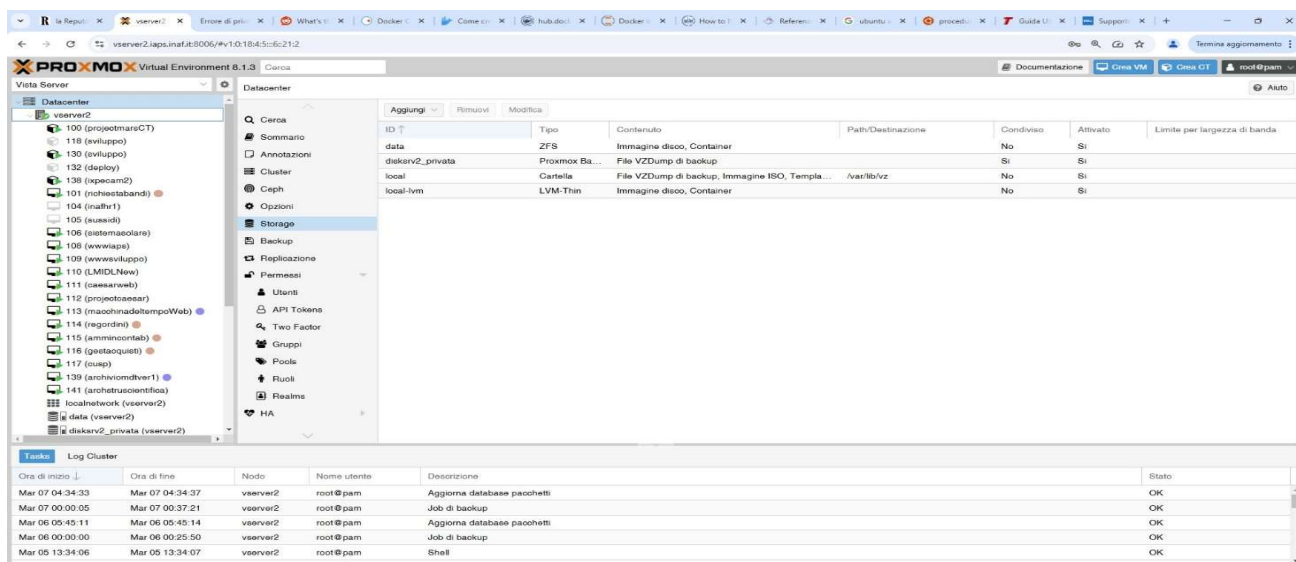


Figura 1 - Schermata Principale

5.2. Creare una VM o un Container

5.2.1 - La creazione di VM o di CT si effettua facilmente in passaggi successivi. Le macchine si possono creare a partire da immagini ISO oppure scaricare da repository con funzionalità predefinite. Una volta create possono essere usate come modello di base per famiglie di VM o Container

5.2.2- Rete e accesso alle VM e ai Container

Nelle VM create la rete si può configurare nelle classiche modalità BRIDGE con IP Pubblico, NAT con IP Privato che sfrutta la scheda di rete fisica e il re-indirizzamento delle porte per i servizi di rete. Entrambe queste modalità hanno vantaggi e svantaggi: in modalità Bridge ogni VM ha un suo IP pubblico, ma con l'aumentare dei servizi da offrire in rete questo porta ad un uso talvolta eccessivo di IP che vengono anche esposti in rete diminuendo la sicurezza del sistema.

Il NAT invece permette di inoltrare il traffico di rete di una VM da/verso l'esterno, ma diventa difficile da gestire in presenza di più VM. Di solito per poter creare una NAT Rule è necessario specificare quattro parametri:

- ExternalIPAddress: Specifica l'host a cui sarà indirizzato il traffico.
- ExternalPort: Specifica la porta che sarà esposta dall'host.
- Internal IP Address: Specifica l'IP della VM.
- InternalPort: Specifica la porta che espone il servizio che vogliamo raggiungere nella VM.

Il NAT, quindi, è complicato da usare e configurare soprattutto nel traffico in entrata in presenza di numerose VM/Container

In IAPS è stata implementata una soluzione che permette di assegnare alle VM indirizzi IP locali permettendo di avere in pratica le stesse funzionalità degli IP pubblici.

Il sistema si basa su un Container che gira nel VServer definito come il front-end verso la rete. Questa VM ha un IP pubblico mentre le altre VM/Container verso cui si interfaccia hanno tutte IP locali.

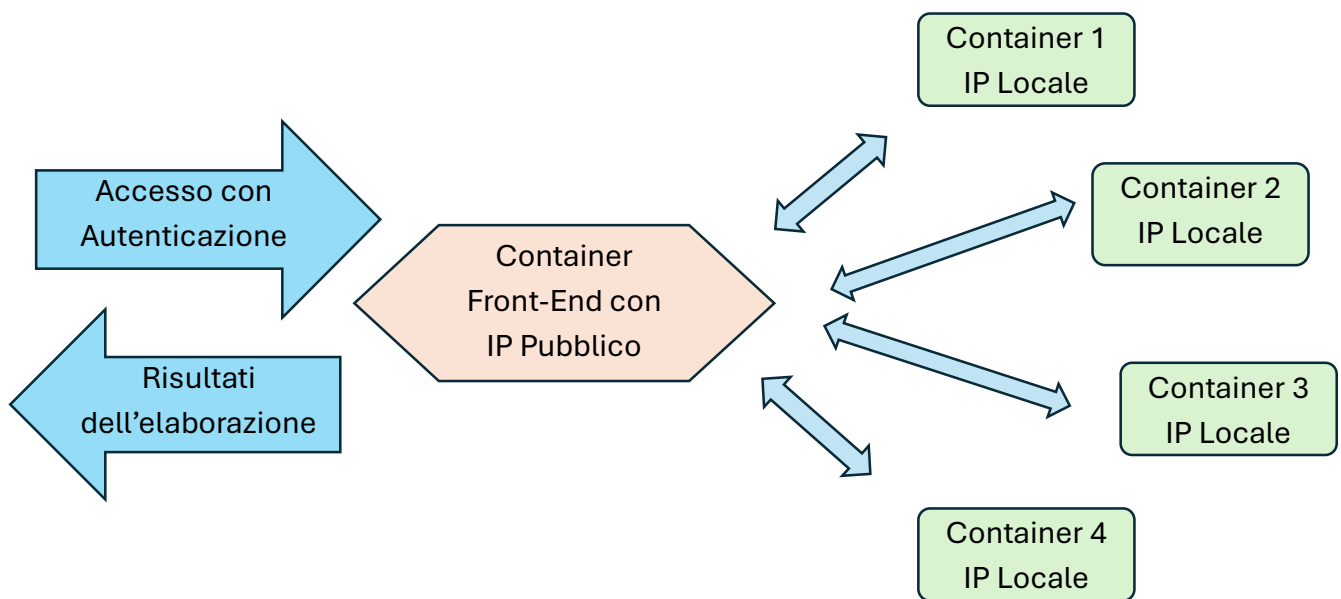


Figura 2 – Diagramma Attivazioni

Gli utenti si collegano al Container di front-end e una volta autenticati verranno automaticamente reindirizzati verso l'opportuna VM o Container secondo una tabella di reindirizzamento opportunamente predisposta. Se un utente deve poter accedere a più VM allora avrà più account del tipo ad es nome.cognome_vm1, nome.cognome_vm2 et al

Il reindirizzamento è di tipo SSH passwordless e il traffico di rete tra la VM front-end e la VM è automatico.

Il VM/Container di Front-End dovendo solo gestire e reindirizzare il traffico di rete che si svolge tutto all'interno dello stesso VServer non deve avere assegnate molte risorse per funzionare in maniera ottimale.

Questo sistema si traduce innanzitutto un aumento della sicurezza, perché in rete si presenta un solo IP e il traffico tra i vari Container è possibile solo tra porte predeterminate, si risparmia l'uso di IP pubblici e si deve migrare il sistema in un nuovo ambiente l'unica da cambiare, nel caso. è l'IP del Container di front-end in quanto tutti gli altri parametri legati a IP locali rimangono inalterati.

Nella pagina seguente sono mostrate alcune schermate con i dati dell'occupazione di CPU e RAM in uno dei VServer in presenza di numerose VM/Container in funzione.

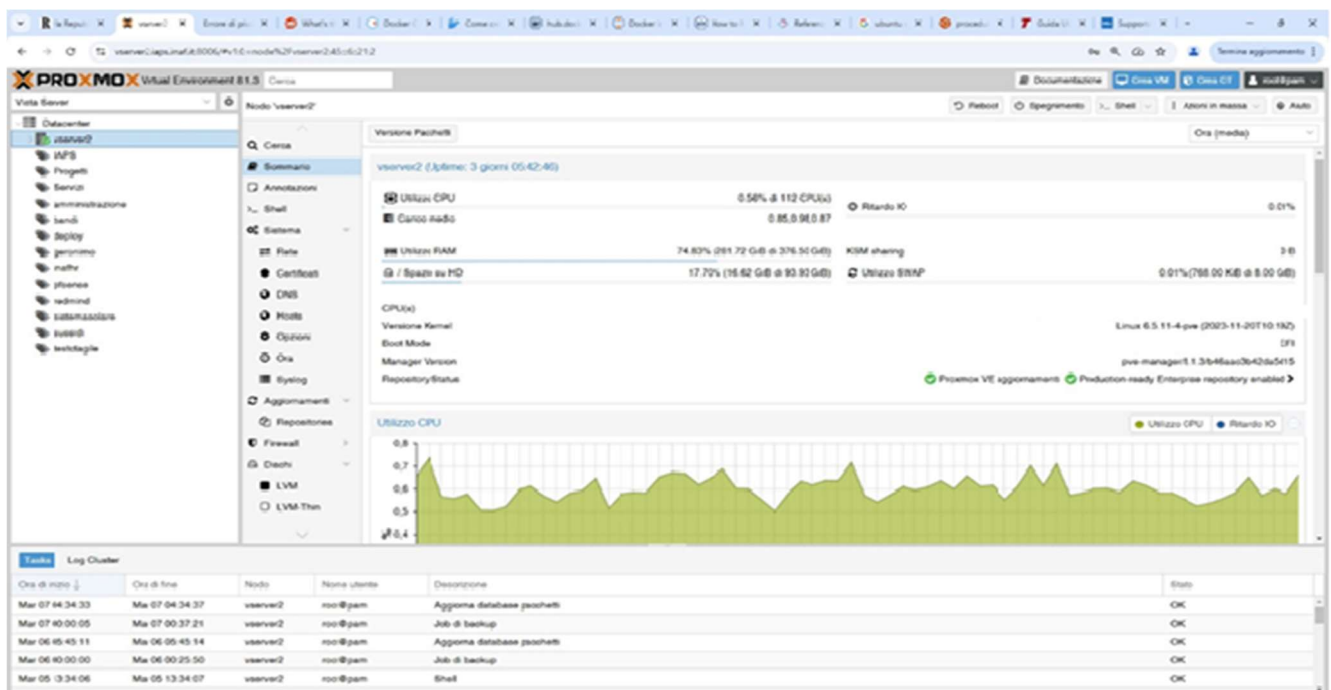


Figura 3. Vista carico lavoro Proxmox

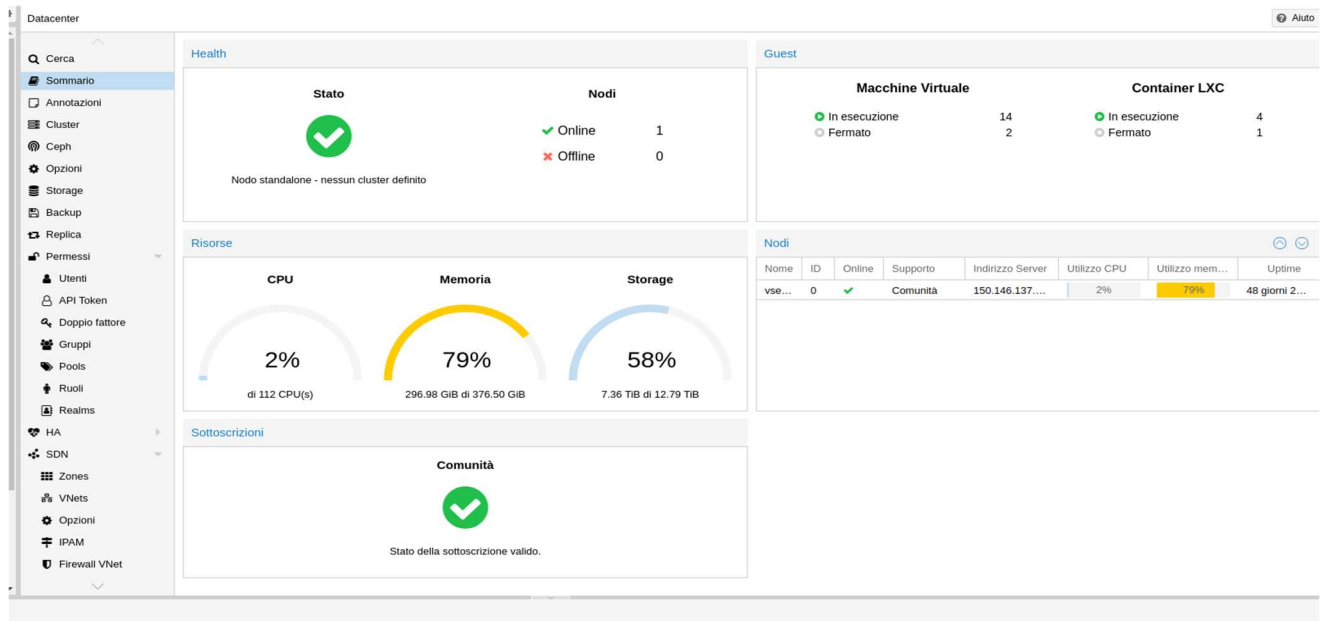


Figura 4 Health Machine Server

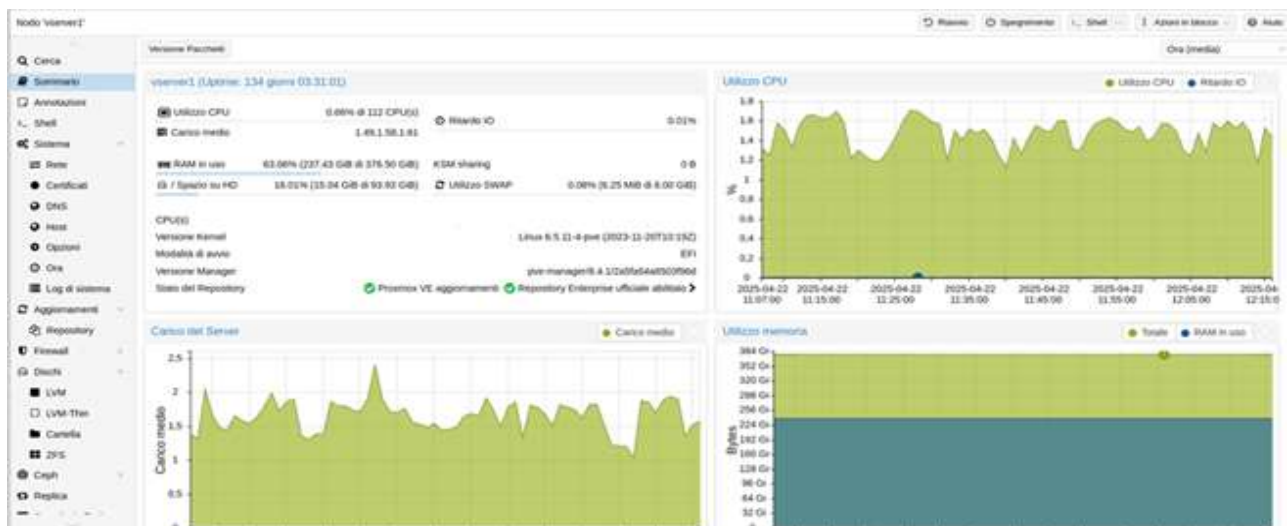


Figura 5 Sommario Carico Server