

Sobre este libro

Esta obra nace de la intención de ofrecer una **guía práctica, clara y completa** sobre **Proxmox VE 8.x**, orientada a profesionales de IT, administradores de sistemas y entusiastas de la virtualización. Aquí encontrarás desde los conceptos básicos hasta implementaciones avanzadas, explicadas paso a paso, con ejemplos y buenas prácticas aplicadas en entornos reales.

El propósito es compartir el conocimiento de manera abierta y accesible, para que más personas puedan crear y gestionar infraestructuras virtualizadas robustas y eficientes.

Agradecimientos

Quiero expresar mi profundo agradecimiento a mi mujer **Beatriz**, por su apoyo incondicional y su voluntad para luchar.

También dedico este trabajo a mi abuela **María**, ejemplo de fortaleza y sabiduría, que a sus **110 años de edad** continúa inspirándonos cada día con su vitalidad y generosidad.

Autor

Óscar de la Cuesta Campillo

 palentino.es

 [@oscardelacuesta](https://twitter.com/oscardelacuesta)

Licencia de uso

Este libro se distribuye bajo la siguiente licencia:

Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0)

Qué puedes hacer con esta obra

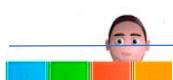
- ✓ **Compartir** — copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato.
- ✓ **Adaptar** — remezclar, transformar y construir a partir del contenido, incluso para fines comerciales.

Condiciones

- Debes dar **crédito** al autor original (Óscar de la Cuesta Campillo).
- Incluir un enlace a la licencia.
- Indicar si realizaste cambios.

Ejemplo de atribución:

“Basado en la guía de Proxmox VE 8.x de Óscar de la Cuesta Campillo - palentino.es - [@oscardelacuesta](https://twitter.com/oscardelacuesta)”



Agradecimiento a la comunidad

También quiero agradecer a la **comunidad de Proxmox**, por el desarrollo continuo de una plataforma abierta y potente, que permite a profesionales y empresas construir infraestructuras de virtualización de alta calidad sin depender de soluciones privativas.

Licencia Creative Commons

- ✓ **Atribución** — Debes dar el crédito adecuado, proporcionar un enlace a la licencia e indicar si se han realizado cambios. Puedes hacerlo de cualquier manera razonable, pero no de una forma que sugiera que el licenciatario te respalda a ti o a tu uso.
- ✓ **CompartirIgual** — Si remezclas, transformas o creas a partir del material, debes distribuir tus contribuciones bajo la misma licencia que el original.

Para más información, visita: <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>

Autor: Oscar de la Cuesta Campillo

@oscardelacuesta





Índice General - Guía Completa de Proxmox VE 8.x



Prólogo



Introducción

Capítulo 1: Introducción a Proxmox VE

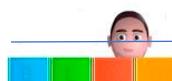
- 1.1 ¿Qué es Proxmox VE?
 - 1.2 Características principales
 - 1.3 Requisitos del sistema
 - 1.4 Arquitectura básica: Proxmox, KVM, LXC, Ceph
 - 1.5 Casos de uso habituales
 - 1.6 Novedades en Proxmox VE 8.x
-

Capítulo 2: Instalación de Proxmox VE

- 2.1 Descarga y preparación del medio de instalación
 - 2.2 Instalación paso a paso
 - 2.3 Configuración de red básica
 - 2.4 Primer acceso a la interfaz web
 - 2.5 Actualización de repositorios y licencias
-

Capítulo 3: Creación y Gestión de Máquinas Virtuales (KVM)

- 3.1 Qué es KVM en Proxmox VE
 - 3.2 Requisitos previos
 - 3.3 Crear una máquina virtual paso a paso
 - 3.4 Opciones de hardware y BIOS
 - 3.5 Snapshots, backups y clones
 - 3.6 Migración de VMs
 - 3.7 Buenas prácticas en la gestión de VMs
-



Capítulo 4: Creación y Gestión de Contenedores LXC

- 4.1 Qué es LXC y sus ventajas
 - 4.2 Descargar plantillas
 - 4.3 Crear un contenedor paso a paso
 - 4.4 Gestión avanzada de LXC
 - 4.5 Backup y restauración de contenedores
 - 4.6 Buenas prácticas con LXC
-

Capítulo 5: Redes en Proxmox VE

- 5.1 Estructura de red de Proxmox
 - 5.2 Configuración de bridges
 - 5.3 VLAN y redes avanzadas
 - 5.4 SDN en Proxmox VE 8.x
 - 5.5 Configuración de NAT
 - 5.6 Firewall de Proxmox
 - 5.7 Buenas prácticas de redes
-

Capítulo 6: Almacenamiento en Proxmox VE

- 6.1 Tipos de almacenamiento
 - 6.2 LVM, LVM-thin y Directory
 - 6.3 ZFS: configuración y gestión
 - 6.4 Almacenamiento compartido: NFS, iSCSI
 - 6.5 Introducción a Ceph
 - 6.6 Proxmox Backup Server (PBS)
 - 6.7 Buenas prácticas de almacenamiento
-

Capítulo 7: Clustering y Alta Disponibilidad (HA)

- 7.1 Qué es un clúster en Proxmox VE
- 7.2 Crear y unir nodos al clúster
- 7.3 Gestión del quorum y corosync
- 7.4 Configuración de HA y grupos
- 7.5 Migración en caliente y balanceo
- 7.6 Buenas prácticas en HA



Capítulo 8: Proxmox Backup Server y Backups

- 8.1 Introducción a PBS
- 8.2 Instalación y configuración de PBS
- 8.3 Crear datastores y programar backups
- 8.4 Restauración y verificación de backups
- 8.5 Políticas de retención y pruning
- 8.6 Cifrado y seguridad en PBS
- 8.7 Buenas prácticas de respaldo

Capítulo 9: Almacenamiento Distribuido con Ceph

- 9.1 Qué es Ceph y arquitectura básica
- 9.2 Instalación de Ceph en Proxmox VE
- 9.3 Crear MON, MGR y OSD
- 9.4 Crear pools y RBD
- 9.5 CephFS y uso avanzado
- 9.6 Monitorización y mantenimiento de Ceph
- 9.7 Buenas prácticas con Ceph

Capítulo 10: Seguridad y Buenas Prácticas en Proxmox VE

- 10.1 Principales amenazas
- 10.2 Gestión de usuarios y roles RBAC
- 10.3 Autenticación en dos pasos (2FA)
- 10.4 Configuración de certificados SSL
- 10.5 Firewall integrado
- 10.6 Seguridad en Ceph y PBS
- 10.7 Auditoría y monitoreo de seguridad



Capítulo 11: Mantenimiento, Monitorización y Resolución de Problemas

- 11.1 Mantenimiento preventivo
- 11.2 Actualización y parches
- 11.3 Limpieza de almacenamiento y backups
- 11.4 Monitorización nativa y avanzada
- 11.5 Logs y auditoría
- 11.6 Troubleshooting básico
- 11.7 Plan de mantenimiento periódico

Capítulo 12: Casos Prácticos Avanzados en Proxmox VE

- 12.1 Migraciones físicas a virtuales (P2V)
- 12.2 Balanceo de carga manual
- 12.3 Automatización vía CLI y API
- 12.4 Integración con Prometheus y Grafana
- 12.5 Backup y DRP
- 12.6 Uso de plantillas y clones
- 12.7 Alta disponibilidad avanzada

Capítulo 13: Monitorización y Reportes Avanzados

- 13.1 Prometheus y Grafana
- 13.2 Alertas vía email, Telegram y Slack
- 13.3 Reportes de rendimiento
- 13.4 Monitorización de Ceph y PBS
- 13.5 Buenas prácticas de observabilidad



Capítulo 14: Resolución de Problemas Comunes y Casos de Estudio

- 14.1 Fallos de red, quorum y almacenamiento
- 14.2 Problemas de HA y backups
- 14.3 Casos reales de troubleshooting
- 14.4 Herramientas para diagnóstico
- 14.5 Recursos de soporte y comunidad

Capítulo 15: Optimización de Rendimiento y Escalabilidad

- 15.1 Principios de optimización
- 15.2 CPU, RAM, disco y red
- 15.3 Balanceo y migraciones
- 15.4 Escalabilidad horizontal
- 15.5 Optimización de Ceph y ZFS
- 15.6 Planificación del crecimiento

Capítulo 16: Buenas Prácticas y Recomendaciones Finales

- 16.1 Diseño inicial y planificación
- 16.2 Seguridad y gestión de usuarios
- 16.3 Backups y DRP
- 16.4 Escalabilidad y mantenimiento
- 16.5 Documentación y automatización
- 16.6 Comunidad y soporte
- 16.7 Cierre del libro

Apéndice

- Cheatsheets de comandos rápidos
- Checklist de revisión semanal/mensual
- Recursos oficiales y comunidad
- Enlaces de interés (Prometheus, Grafana, PBS, Ceph)



Prólogo

Vivimos en una era donde la virtualización ya no es solo una herramienta de grandes corporaciones. Hoy en día, cualquier organización, pequeña o grande, puede beneficiarse de un entorno virtualizado para reducir costes, mejorar la flexibilidad y aumentar la eficiencia de su infraestructura de TI. En este contexto, Proxmox VE se ha consolidado como una solución de código abierto, potente y accesible, que permite a los administradores de sistemas construir y gestionar entornos virtualizados de manera sencilla y profesional.

Desde su primera versión, Proxmox VE ha evolucionado de ser una alternativa para laboratorios y entornos de pruebas a convertirse en un referente sólido en entornos de producción. Con la llegada de Proxmox VE 8.x, se introducen nuevas funcionalidades, mejoras de rendimiento y una experiencia de usuario más robusta, confirmando su compromiso con la comunidad y los profesionales de TI.

Este libro nace de la necesidad de proporcionar una guía práctica y accesible para todos aquellos que deseen adentrarse en el mundo de la virtualización con Proxmox VE. Ya seas un entusiasta de la tecnología, un administrador de sistemas o un consultor de infraestructura, encontrarás en estas páginas un recorrido detallado que te llevará desde la instalación básica hasta la configuración avanzada de clústeres y alta disponibilidad.

A lo largo del libro, hemos tratado de explicar los conceptos técnicos de forma sencilla, complementándolos con ejemplos claros y recomendaciones prácticas, todo basado en la última versión disponible al momento de escribir esta obra. Nuestra misión es que, al cerrar el libro, te sientas confiado para desplegar y gestionar tu propio entorno Proxmox VE, conociendo tanto sus fortalezas como sus mejores prácticas.

Bienvenido a este viaje hacia el dominio de Proxmox VE 8.x. ¡Tu camino hacia la virtualización comienza aquí!



Capítulo 1: Conceptos Básicos de Virtualización

Antes de sumergirnos en la instalación y administración de **Proxmox VE**, es importante comprender los fundamentos de la virtualización. Entender estos conceptos te permitirá aprovechar al máximo la plataforma y tomar decisiones informadas a la hora de diseñar tu infraestructura.

1.1 ¿Qué es la Virtualización?

La virtualización es la creación de una versión virtual (y no física) de un recurso, como un servidor, un sistema operativo, un dispositivo de almacenamiento o recursos de red. Gracias a ella, múltiples sistemas operativos pueden ejecutarse de forma aislada en el mismo hardware físico, compartiendo recursos sin interferirse.

En el contexto de servidores, la virtualización permite ejecutar **máquinas virtuales (VMs)** o **contenedores**, cada uno con su propio sistema operativo y aplicaciones, sobre un solo servidor físico.

1.2 Ventajas de la Virtualización

- **Ahorro de costes:** Reducción de hardware físico.
- **Mejor utilización de recursos:** El hardware no permanece ocioso.
- **Aislamiento:** Los entornos virtuales no se afectan entre sí.
- **Escalabilidad y flexibilidad:** Desplegar nuevas máquinas es rápido y sencillo.
- **Alta disponibilidad y recuperación ante desastres:** Facilita la creación de sistemas redundantes.
- **Pruebas y desarrollo:** Permite entornos de pruebas sin arriesgar el entorno productivo.



1.3 Tipos de Virtualización en Proxmox VE

Proxmox VE ofrece dos tecnologías principales de virtualización:

1.3.1 Virtualización Completa (KVM)

- KVM convierte a Linux en un hipervisor tipo 1.
- Permite ejecutar sistemas operativos completos (Windows, Linux, BSD) como máquinas virtuales.
- Ventaja: Máxima compatibilidad y aislamiento.
- Desventaja: Mayor consumo de recursos en comparación con los contenedores.

1.3.2 Contenerización (LXC)

- Virtualiza a nivel de sistema operativo (ligero).
- Ideal para sistemas Linux que comparten el mismo kernel.
- Ventaja: Eficiencia y menor uso de recursos.
- Desventaja: Menor aislamiento, no apto para ejecutar kernels distintos.

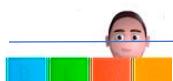
1.4 Hipervisores: Tipo 1 vs Tipo 2

- **Tipo 1** (Bare-metal): Funcionan directamente sobre el hardware. Ejemplos: Proxmox VE, VMware ESXi, Xen.
- **Tipo 2**: Requieren un sistema operativo anfitrión. Ejemplos: VirtualBox, VMware Workstation.

Proxmox VE es un hipervisor tipo 1, lo que ofrece un mejor rendimiento y acceso directo al hardware.

1.5 Componentes Clave en Proxmox VE

- **Proxmox VE (PVE)**: Entorno principal que gestiona VMs y contenedores.
- **Proxmox Backup Server (PBS)**: Solución integrada para backups y restauración.
- **Ceph**: Almacenamiento distribuido y altamente disponible.
- **SDN**: Redes definidas por software para facilitar la gestión de redes virtuales complejas.
- **Web GUI y CLI/API**: Herramientas de administración accesibles y potentes.



1.6 Casos de Uso de Proxmox VE

- **Laboratorios y pruebas.**
- **Infraestructuras de virtualización empresarial.**
- **Hosting de aplicaciones y servicios.**
- **Clusters de alta disponibilidad.**
- **Virtualización de escritorios (VDI).**
- **Entornos híbridos y de nube privada.**

En el siguiente capítulo comenzaremos con la **instalación de Proxmox VE**, donde te guiaré paso a paso desde el montaje del entorno hasta la configuración inicial.



Capítulo 2: Instalación de Proxmox VE 8.x

En este capítulo aprenderás cómo instalar **Proxmox VE 8.x** desde cero. Revisaremos los requisitos de hardware, descargaremos la ISO oficial y te guiaré en el proceso de instalación y configuración inicial para tener tu servidor listo en pocos minutos.

2.1 Requisitos de Hardware

Proxmox VE puede instalarse en servidores físicos o máquinas virtuales para pruebas. Estos son los requisitos mínimos recomendados para un entorno productivo:

Recurso	Requisito mínimo	Recomendado
CPU	Procesador 64-bit con soporte VT-x/AMD-V	CPU moderna (Intel Xeon, AMD EPYC)
Memoria RAM	2 GB	8 GB (mínimo) para producción
Almacenamiento	32 GB disco	SSD o NVMe, almacenamiento redundante
Red	1 NIC Gigabit	2+ NICs para red de gestión, almacenamiento, etc.

2.2 Descargar Proxmox VE 8.x

Descarga la última ISO oficial desde el sitio web de Proxmox:

<https://www.proxmox.com/en/downloads>

Archivo sugerido:
`proxmox-ve_8.x.iso`

2.3 Preparar el Medio de Instalación

Graba la ISO en un pendrive con `balenaEtcher` (Windows/Linux/macOS) o crea un dispositivo booteable desde la terminal (Linux):

```
sudo dd if=proxmox-ve_8.x.iso of=/dev/sdX bs=4M status=progress
```

⚠ Reemplaza `/dev/sdX` con la ruta correcta del pendrive.



2.4 Proceso de Instalación Paso a Paso

1. **Arranca desde el pendrive o CD con la ISO de Proxmox.**
2. Selecciona la opción:
Install Proxmox VE (Graphical)
3. Acepta el acuerdo de licencia.
4. Elige el disco de instalación.
Puedes usar ZFS si quieres redundancia (RAID 1/10/ZFS pool).
5. Define:
 - País, zona horaria y distribución de teclado.
6. Configura la contraseña del usuario `root` y el correo de notificaciones.
7. Asigna la dirección IP estática, máscara, gateway y DNS.
Ejemplo:
 - IP: 192.168.1.100
 - Máscara: 255.255.255.0
 - Gateway: 192.168.1.1
 - DNS: 8.8.8.8
8. Finaliza la instalación y reinicia el servidor.

2.5 Acceder al Panel de Administración Web

Una vez reiniciado, accede a la interfaz web desde otro equipo de la red.
URL de acceso:

`https://<tu-ip>:8006`

Ejemplo:

`https://192.168.1.100:8006`

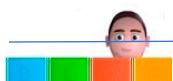
⚠ El navegador puede advertirte sobre el certificado autofirmado. Acepta la excepción para continuar.

2.6 Primer Acceso y Login

Usuario: `root`

Contraseña: La que definiste en la instalación.

Realm: `pam` (por defecto)



2.7 Actualización Inicial del Sistema

Abre una terminal SSH o usa el Shell del panel web y ejecuta:

```
apt update && apt full-upgrade -y
```

Actualiza los repositorios para usar el repositorio **no suscrito (sin licencia)**:

```
nano /etc/apt/sources.list.d/pve-enterprise.list
```

Comenta la línea existente:

```
# deb https://enterprise.proxmox.com/debian/pve bookworm pve-enterprise
```

Agrega el repositorio gratuito:

```
echo "deb http://download.proxmox.com/debian/pve bookworm pve-no-subscription" > /etc/apt/sources.list.d/pve-no-subscription.list
```

Actualiza el sistema nuevamente:

```
apt update && apt dist-upgrade -y
```

Reinicia si hay actualizaciones importantes:

```
reboot
```

2.8 Licencia No Suscrita (Mensaje en la Web UI)

Si no tienes una suscripción de soporte, puedes quitar el aviso del panel (opcional). Desde el shell, ejecuta:

```
sed -i.bak "s/data.status !== 'Active'/'false/g" /usr/share/javascript/proxmox-widget-toolkit/proxmoxlib.js
```

Reinicia el servicio:

```
systemctl restart pveproxy
```



2.9 Comprobación del Estado del Nodo

Verifica el estado de tu servidor:

```
pvecm status
```

O bien, revisa los recursos desde el panel web en **Datacenter > Node > Summary**.

2.10 Resumen

Ya tienes **Proxmox VE 8.x** instalado y actualizado.

En el próximo capítulo veremos cómo **crear y gestionar máquinas virtuales (KVM)** y **contenedores LXC**.



Capítulo 3: Creación y Gestión de Máquinas Virtuales (KVM)

En este capítulo aprenderás a crear, configurar y gestionar máquinas virtuales (VMs) usando la tecnología KVM en **Proxmox VE**. Veremos desde la creación básica hasta configuraciones avanzadas como snapshots y migraciones.

3.1 ¿Qué es KVM en Proxmox VE?

KVM (Kernel-based Virtual Machine) permite ejecutar máquinas virtuales completas que emulan hardware, utilizando los recursos del servidor físico (CPU, RAM, almacenamiento). Cada VM es independiente y puede ejecutar su propio sistema operativo (Linux, Windows, BSD, etc.).

3.2 Requisitos para Crear una VM

Antes de crear una VM, asegúrate de:

- Haber subido una **ISO de instalación** al almacenamiento.
- Tener suficiente espacio y recursos libres (CPU/RAM).

Para subir una ISO desde el panel web:

1. Ve a **Datacenter > Node > Local (Storage)**.
2. Haz clic en **Content > Upload**.
3. Selecciona el tipo **ISO Image** y sube el archivo.

3.3 Crear una Máquina Virtual desde el Panel Web

1. Accede al nodo y haz clic en **Create VM** (arriba a la derecha).
2. Completa los pasos del asistente:



Paso 1: General

- **Node:** El nodo donde se creará la VM.
- **VM ID:** Se asigna automáticamente, o elige uno.
- **Name:** Nombre de la VM.

Paso 2: OS

- **ISO Image:** Selecciona la ISO que subiste.
- **Guest OS:** Selecciona el tipo de sistema (Linux, Windows...).

Paso 3: System

- **BIOS:** OVMF (UEFI) o SeaBIOS.
(Para Windows 11, usa UEFI + TPM).
- **Machine:** q35 o i440fx.
(q35 es más moderno).
- **TPM:** Opcional. Requerido para Windows 11.

Paso 4: Disks

- **Bus/Device:** VirtIO (mejor rendimiento).
- **Disk size:** Define el tamaño en GB.
- **Storage:** Elige el almacenamiento (local-lvm, Ceph, etc.).
- **Cache:** Write back (rápido) o Direct sync (seguro).

Paso 5: CPU

- **Sockets y cores:** Define cuántos vCPUs asignarás.
- **Type:** Host o kvm64.
(Host para máximo rendimiento).

Paso 6: Memory

- **RAM:** Por ejemplo, 2048 MB (2 GB).
- **Ballooning:** Activado si quieres memoria dinámica.

Paso 7: Network

- **Bridge:** vmbr0 (por defecto).
- **Model:** VirtIO (paravirtualizado).



3.4 Iniciar la VM y Acceder a la Consola

1. Una vez creada la VM, selecciónala.
2. Haz clic en **Start**.
3. Accede a **Console** para realizar la instalación del SO (como si fuera un equipo físico).

3.5 Instalación de Drivers VirtIO (para Windows VMs)

Si instalas Windows, deberás montar el ISO de drivers **VirtIO** para:

- Disco (VirtIO SCSI).
- Red (VirtIO Net).

Pasos:

1. Subir el ISO `virtio-win.iso`.
2. Montarlo como **CD/DVD Drive 2**.
3. Durante la instalación de Windows, cargar drivers desde ese CD.

3.6 Snapshots de la VM

Proxmox permite hacer snapshots mientras la VM está apagada o encendida (con precauciones).

Para crear un snapshot:

```
qm snapshot <VMID> <snapshot-name> --description "Comentario"
```

Ejemplo:

```
qm snapshot 100 pre-update --description "Antes de actualizar el sistema"
```

Para revertir:

```
qm rollback <VMID> <snapshot-name>
```



3.7 Clonar Máquinas Virtuales

Puedes clonar una VM para hacer un despliegue rápido de otra instancia.

Desde la CLI:

```
qm clone <VMID_ORIGINAL> <VMID_CLONADO> --name NUEVO_NOMBRE
```

Ejemplo:

```
qm clone 100 101 --name windows-clon
```

3.8 Backup y Restauración de VMs

Backup manual:

```
vzdump <VMID> --storage local --mode snapshot
```

Ejemplo:

```
vzdump 100 --storage local --mode snapshot
```

Restaurar VM desde backup:

```
qmrestore /ruta/al/backup.vma.zst <VMID_NUEVO>
```

3.9 Migración de VMs en Cluster

Si tienes un cluster, puedes migrar en caliente la VM a otro nodo:

```
qm migrate <VMID> <NODO_DESTINO> --online
```

Ejemplo:

```
qm migrate 100 pve-node2 --online
```



3.10 Monitorización de la VM

Desde el panel web:

- **Summary:** CPU, RAM, tráfico de red.
- **Resource Usage:** Gráficas en tiempo real.

Desde CLI:

```
qm status <VMID>
```

3.11 Apagar, Reiniciar o Eliminar la VM

Apagar:

```
qm shutdown <VMID>
```

Forzar apagado:

```
qm stop <VMID>
```

Reiniciar:

```
qm reset <VMID>
```

Eliminar:

```
qm destroy <VMID>
```

3.12 Buenas Prácticas al Crear VMs

- Usa VirtIO siempre que sea posible para mejorar el rendimiento.
- Asigna CPU/RAM según el uso real, evitando el sobreaprovisionamiento.
- Mantén snapshots solo cuando sean necesarios.
- Implementa backups programados (lo veremos en detalle en otro capítulo).
- Si usas Windows VMs, instala siempre los drivers **qemu-guest-agent**.



3.13 Resumen

Has aprendido a:

- Crear y gestionar máquinas virtuales con Proxmox VE y KVM.
- Usar snapshots, backups y clonar máquinas.
- Migrar VMs entre nodos si tienes un cluster.

En el siguiente capítulo abordaremos **contenedores LXC**, para cuando necesites un entorno ligero y rápido sin la sobrecarga de una VM completa.

Capítulo 4: Creación y Gestión de Contenedores LXC

Los **Contenedores LXC (Linux Containers)** son una alternativa ligera a las máquinas virtuales tradicionales. Son ideales cuando necesitas eficiencia, velocidad de despliegue y bajo consumo de recursos.

4.1 ¿Qué es LXC en Proxmox VE?

- **LXC (Linux Containers)** es una tecnología de virtualización a nivel de sistema operativo.
- Comparte el kernel del host, por lo que es más eficiente que las VMs.
- Ideal para ejecutar entornos Linux ligeros y escalables.

Ventajas

- Menor uso de recursos (RAM y CPU).
- Arranque casi instantáneo.
- Fácil de clonar y replicar.

Limitaciones

- Solo soporta sistemas Linux.
- Aislamiento menor que una VM (aunque seguro si se configura bien).
- No puede usar kernels distintos al del host.

4.2 Descargar Plantillas de Contenedores

Proxmox usa plantillas preconstruidas para crear contenedores.

1. Ve a **Datacenter > Node > local (storage) > CT Templates**.
2. Haz clic en **Templates**.
3. Elige la plantilla que deseas (Debian, Ubuntu, Alpine, CentOS, etc.).
4. Descárgala.

Desde CLI:

```
pveam available
pveam download local debian-12-standard_12.0-1_amd64.tar.zst
```



4.3 Crear un Contenedor LXC desde el Panel Web

1. Haz clic en **Create CT**.
2. Completa los pasos del asistente:

Paso 1: General

- **Node:** El nodo donde crearás el contenedor.
- **CT ID:** Se asigna automáticamente o elige uno.
- **Hostname:** Nombre del contenedor.
- **Password:** Para acceso root.
- **Unprivileged container:** Activado por seguridad.

Paso 2: Template

- **Storage:** Donde está guardada la plantilla.
- **Template:** Selecciona la que descargaste.

Paso 3: Root Disk

- **Storage:** Elige almacenamiento.
- **Disk size:** Por ejemplo, 8 GB.
- **Mount point:** Normalmente /.

Paso 4: CPU

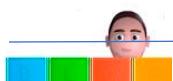
- Asigna **cores** (por ejemplo, 2).

Paso 5: Memory

- Asigna **RAM** (por ejemplo, 1024 MB).
- Puedes habilitar swap.

Paso 6: Network

- **Bridge:** vmbr0.
- **IPv4/IPv6:** Configuración DHCP o estática.
- Ejemplo de IP estática:
 - **IPv4:** Static
 - **Address:** 192.168.1.101/24
 - **Gateway:** 192.168.1.1



Paso 7: DNS

- Usa las DNS predeterminadas o personalizadas (ej. 8.8.8.8).

Paso 8: Confirm

- Revisa el resumen y haz clic en **Finish**.

4.4 Iniciar y Acceder al Contenedor

1. Selecciona el contenedor en el árbol de la izquierda.
 2. Haz clic en **Start**.
 3. Accede vía **Console** (web).
 4. O por SSH desde otra terminal:
 5. `ssh root@192.168.1.101`
-

4.5 Comandos Básicos de Gestión de Contenedores (CLI)

Listar contenedores

```
pct list
```

Iniciar / detener

```
pct start <CTID>
pct stop <CTID>
```

Reiniciar

```
pct reboot <CTID>
```

Ver estado

```
pct status <CTID>
```

Acceder al shell

```
pct enter <CTID>
```

Eliminar contenedor

```
pct destroy <CTID>
```



4.6 Snapshots en Contenedores

Proxmox permite snapshots rápidos si el almacenamiento lo soporta (ZFS, Ceph, etc.).

Crear snapshot

```
pct snapshot <CTID> nombre-snapshot
```

Revertir snapshot

```
pct rollback <CTID> nombre-snapshot
```

Listar snapshots

```
pct listsnapshot <CTID>
```

4.7 Clonar un Contenedor LXC

Clonar (modo "linked" o "full"):

```
pct clone <CTID_ORIGINAL> <CTID_CLON> --hostname nuevo-host
```

Ejemplo:

```
pct clone 101 102 --hostname clon-debian
```

4.8 Backup y Restauración de Contenedores

Backup

```
vzdump <CTID> --storage local --mode snapshot
```

Ejemplo:

```
vzdump 101 --storage local --mode snapshot
```

Restaurar

```
pct restore <CTID_NUEVO> /ruta/al/backup.tar.zst
```



4.9 Recursos Dinámicos y Limitaciones

Puedes ajustar los recursos dinámicamente:

```
pct set <CTID> -memory 2048  
pct set <CTID> -cores 2
```

Limitar I/O de disco:

```
pct set <CTID> -mp0 /mnt/data,mp=/mnt,quota=1
```

4.10 Montar Carpetas del Host en un Contenedor

Ejemplo de bind mount:

```
pct set <CTID> -mp0 /host/folder,mp=/container/folder
```

4.11 Buenas Prácticas en LXC

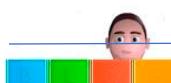
- Usa **Unprivileged Containers** siempre que sea posible.
- Controla el uso de recursos (CPU/RAM).
- Realiza backups programados.
- Limita el acceso al sistema de archivos del host.
- Usa almacenamiento compatible con snapshots para agilizar la administración.

4.12 Resumen

En este capítulo has aprendido a:

- Crear contenedores LXC desde Proxmox VE.
- Gestionarlos con comandos simples y rápidos.
- Hacer snapshots, backups y clones.
- Aplicar buenas prácticas de seguridad y rendimiento.

En el próximo capítulo, veremos **redes en Proxmox VE**, cómo configurar bridges, VLANs y las nuevas funciones SDN (Software Defined Networking).



Capítulo 5: Redes en Proxmox VE

La correcta configuración de la red en Proxmox es fundamental para garantizar el rendimiento, la seguridad y la conectividad de tus máquinas virtuales y contenedores. En este capítulo aprenderás cómo funcionan los bridges, cómo crear VLANs y cómo empezar a utilizar el **SDN (Software Defined Networking)** de Proxmox.

5.1 Introducción a las Redes en Proxmox VE

En Proxmox VE, el modelo de red está basado en **bridges** (puentes). Esto permite que tanto máquinas virtuales (KVM) como contenedores (LXC) se conecten a la red física o virtual de forma transparente.

Por defecto, al instalar Proxmox, se crea el bridge **vmbr0**, que actúa como el switch virtual principal.

5.2 Tipos de Configuraciones de Red

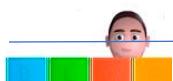
- **Bridge Networking (vmbrX):** Emula un switch virtual. Las VMs y LXC se conectan como si estuvieran en la red física.
- **Routed Networking:** La VM/LXC obtiene una IP de una red interna, y el nodo actúa como router.
- **NAT Networking (masquerading):** Las máquinas acceden a internet, pero desde fuera no se puede acceder directamente.

Para la mayoría de los casos, el **Bridge Networking (vmbr0)** es el más utilizado.

5.3 Estructura del Archivo de Red

Las configuraciones de red se almacenan en el archivo:

/etc/network/interfaces



Ejemplo de configuración típica:

```
auto lo
iface lo inet loopback

auto enp3s0
iface enp3s0 inet manual

auto vmbr0
iface vmbr0 inet static
    address 192.168.1.100/24
    gateway 192.168.1.1
    bridge-ports enp3s0
    bridge-stp off
    bridge-fd 0
```

- **bridge-ports**: indica la interfaz física (ej. enp3s0).
- **bridge-stp**: desactiva el Protocolo Spanning Tree (STP).
- **bridge-fd**: tiempo de retardo para el STP (0 significa sin retardo).

5.4 Crear un Bridge Adicional (**vmbr1**)

Si quieres aislar redes o usar VLANs, puedes crear bridges adicionales.

1. Edita el archivo de interfaces:

```
nano /etc/network/interfaces
```

2. Agrega:

```
auto vmbr1
iface vmbr1 inet manual
    bridge-ports none
    bridge-stp off
    bridge-fd 0
```

3. Guarda y reinicia la red:

```
systemctl restart networking
```

Ahora tendrás **vmbr1**, útil para redes internas o VLAN tagging.



5.5 Configuración de VLANs

Las VLANs permiten segmentar la red física en redes lógicas.

Activar VLAN en el Bridge

En el bridge:

```
auto vmbr0
iface vmbr0 inet static
    address 192.168.1.100/24
    gateway 192.168.1.1
    bridge-ports enp3s0
    bridge-stp off
    bridge-fd 0
    bridge-vlan-aware yes
```

Asignar VLAN a una VM

En la configuración de red de la VM (en el panel web):

- **Tag:** Ingresa el número de VLAN, por ejemplo 10.

Desde CLI:

```
qm set <VMID> -net0 virtio,bridge=vmbr0,tag=10
```

5.6 SDN (Software Defined Networking) en Proxmox 8.x

Proxmox VE 8.x ofrece una gestión avanzada de redes con **SDN**, permitiendo configurar redes complejas con VXLAN, BGP, etc.

Habilitar SDN

1. En el panel web: **Datacenter > SDN**.
2. Activa el controlador SDN:
 3. `systemctl enable pvesdn`
 4. `systemctl start pvesdn`

Crear una Zona SDN

1. Datacenter > SDN > Zones > Add.
2. Elige el tipo: **Simple** o **EVPN** (para VXLAN).
3. Crea el puente asociado.



Añadir un VNet

1. Datacenter > SDN > VNets > Add.
2. Asocia el VNet a la zona y especifica el bridge.

Este método permite gestionar redes overlay en clústeres Proxmox.

5.7 Configurar Bonding (Agregación de Enlaces)

Combina varias NICs para mejorar la redundancia y el ancho de banda.

Ejemplo con modo balance-rr (round-robin):

```
auto bond0
iface bond0 inet manual
    bond-slaves enp3s0 enp4s0
    bond-miimon 100
    bond-mode balance-rr

auto vmbr0
iface vmbr0 inet static
    address 192.168.1.100/24
    gateway 192.168.1.1
    bridge-ports bond0
    bridge-stp off
    bridge-fd 0
```

5.8 Configuración de NAT (Acceso a Internet desde Contenedores)

Para que un contenedor sin IP pública acceda a internet:

1. Edita /etc/network/interfaces para agregar una red NAT:

```
auto vmbr1
iface vmbr1 inet static
    address 10.10.10.1/24
    bridge-ports none
    bridge-stp off
    bridge-fd 0
```



2. Habilita IP forwarding:

```
echo 1 > /proc/sys/net/ipv4/ip_forward
```

3. Agrega una regla de NAT con iptables:

```
iptables -t nat -A POSTROUTING -s 10.10.10.0/24 -o enp3s0 -j MASQUERADE
```

4. Guarda las reglas de iptables (opcional, depende de tu distribución).

5.9 Firewall Integrado de Proxmox VE

Proxmox incluye un firewall potente y granular.

Habilitar Firewall

1. **Datacenter > Firewall**: Activa el firewall.
2. En **Node > Firewall** o en la VM/LXC: Define reglas.

Ejemplo de reglas

Permitir SSH solo desde la red interna:

```
Action: Accept
Direction: in
Source: 192.168.1.0/24
Dest. port: 22
```

Bloquear todo lo demás:

```
Action: Drop
Direction: in
```

Desde CLI:

```
pve-firewall restart
```



5.10 Buenas Prácticas de Redes en Proxmox VE

- Usa bridges **vlan-aware** para entornos multi-VLAN.
- Separa tráfico de gestión, almacenamiento y producción.
- Implementa **bonding** para redundancia y rendimiento.
- Si usas Ceph, asegúrate de que la red de Ceph esté aislada.
- Activa el firewall de Proxmox para proteger el clúster.
- Documenta siempre tu esquema de redes.

5.11 Resumen

En este capítulo aprendiste a:

- Configurar bridges en Proxmox.
- Implementar VLANs y SDN.
- Configurar bonding y NAT.
- Usar el firewall de Proxmox.

En el siguiente capítulo, vamos a explorar el **almacenamiento en Proxmox VE**, incluyendo la configuración de discos, almacenamiento compartido y Ceph.



Capítulo 6: Almacenamiento en Proxmox VE

El almacenamiento es un componente esencial en cualquier infraestructura de virtualización. **Proxmox VE** ofrece soporte para múltiples tecnologías de almacenamiento, desde discos locales hasta soluciones distribuidas como **Ceph**.

En este capítulo aprenderás a configurar y gestionar los diferentes tipos de almacenamiento disponibles en **Proxmox VE 8.x**.

6.1 Tipos de Almacenamiento en Proxmox VE

Proxmox soporta varios backends de almacenamiento, tanto locales como compartidos.

Almacenamiento Local

- **Directory (dir)**: Sistema de archivos tradicional montado en el nodo (ext4, xfs, etc.).
- **LVM (Logical Volume Manager)**: Manejo de volúmenes lógicos sobre discos físicos.
- **LVM-Thin**: Permite aprovisionamiento dinámico (thin provisioning).
- **ZFS**: Sistema de archivos con características avanzadas (RAID-Z, snapshots, compresión).

Almacenamiento Compartido

- **NFS (Network File System)**: Acceso remoto a directorios compartidos.
- **iSCSI**: Protocolo para acceder a bloques de almacenamiento remoto.
- **Ceph**: Almacenamiento distribuido altamente disponible y escalable.
- **GlusterFS**: Sistema de archivos distribuido.

6.2 Gestión del Almacenamiento Local

Proxmox crea automáticamente un almacenamiento **local** y un **local-lvm** en la instalación.

Ver Almacenamientos Disponibles

```
pvesm status
```



Crear un Almacenamiento Directory

1. Crea el directorio en el nodo:

```
mkdir /mnt/disco2
```

2. Agrega el almacenamiento en la configuración:

```
pvesm add dir disco2 --path /mnt/disco2 --content images,iso,backup
```

Verificar:

```
pvesm list disco2
```

6.3 Crear un Almacenamiento LVM-Thin

Crear el volumen físico (PV) y el grupo de volúmenes (VG)

```
pvcreate /dev/sdb
vgcreate vgdata /dev/sdb
```

Crear el pool LVM-Thin

```
lvcreate -L 100G -T vgdata/poolthin
```

Agregar el almacenamiento a Proxmox

```
pvesm add lvmthin lvm-thin-pool --vgnname vgdata --thinpool poolthin --content
images,rootdir
```

6.4 Configuración de ZFS (Local o Pool RAID)

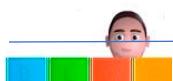
ZFS proporciona redundancia, integridad de datos y snapshots.

Crear un Pool ZFS

```
zpool create zfspool mirror /dev/sdb /dev/sdc
```

Agregar el Pool a Proxmox

```
pvesm add zfspool zfspool --pool zfspool --content images,rootdir
```



Verificar el Pool

```
zpool status
```

Snapshots en ZFS

```
zfs snapshot zfspool/vm-100-disk-0@snapshot1
```

Rollback de Snapshot

```
zfs rollback zfspool/vm-100-disk-0@snapshot1
```

6.5 Almacenamiento Compartido NFS

Ideal para backups y almacenamiento de ISOs.

Exportar NFS desde el servidor

En el servidor NFS (Linux):

```
mkdir /export/proxmox
chmod 777 /export/proxmox
echo "/export/proxmox 192.168.1.0/24(rw,no_root_squash,sync)" >> /etc/exports
exportfs -a
systemctl restart nfs-server
```

Agregar NFS a Proxmox

```
pvesm add nfs nfs-share --server 192.168.1.200 --export /export/proxmox --
content backup,iso
```

Verificar:

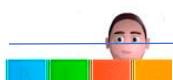
```
pvesm status
```

6.6 Almacenamiento Compartido iSCSI

Proporciona bloques de almacenamiento que puedes montar como discos.

Agregar iSCSI Target

```
pvesm add iscsi iscsi-storage --portal 192.168.1.200 --target iqn.2023-
10.com.servidor:storage
```



Para usarlo, deberás configurarlo junto con LVM:

```
pvesm add lvm lvm-iscsi --vgname vgiscsi --base iscsi-storage
```

6.7 Configuración de Ceph en Proxmox VE (Intro)

Ceph es ideal para almacenamiento distribuido, redundante y de alto rendimiento.

Instalar Ceph en el nodo

```
pveceph install
```

Crear el Cluster Ceph

```
pveceph init --network 192.168.100.0/24
```

Agregar Monitores (MON)

```
pveceph mon create
```

Agregar OSDs (discos de almacenamiento)

```
pveceph osd create /dev/sdb
```

Crear un Pool Ceph

```
ceph osd pool create cephpool 64
```

Agregar el Pool a Proxmox

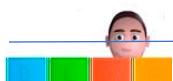
```
pvesm add rbd ceph-store --pool cephpool --content images,rootdir
```

6.8 Proxmox Backup Server (PBS)

Una solución eficiente para respaldar VMs, CTs y datos.

Agregar un PBS como almacenamiento

```
pvesm add pbs pbs-backup --server 192.168.1.250 --datastore datastore1 --fingerprint <huella-cert> --username root@pam
```



Programar Backups

En el panel web:

- Datacenter > Backup > Add.
- Define el nodo, el almacenamiento, el horario y las VMs/CTs a respaldar.

Desde CLI:

```
vzdump 100 --storage pbs-backup --mode snapshot
```

6.9 Buenas Prácticas de Almacenamiento en Proxmox VE

- Separa los discos de **SO, datos y backups**.
- Usa **ZFS** para tener redundancia local.
- Implementa **Ceph** para clusters de alta disponibilidad.
- Siempre usa almacenamiento **redundante** (RAID, Ceph, ZFS mirror).
- Programa **backups automáticos** en PBS.
- Revisa el rendimiento de discos con:
 - `iostat -x 1`
 - `zpool iostat 1`

6.10 Comandos Útiles de Almacenamiento

Verificar Espacio Disponible

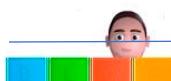
```
df -h
```

Verificar LVM

```
lvs  
vgs  
pvs
```

Verificar ZFS

```
zpool status  
zfs list
```



Listar Almacenamientos en Proxmox

```
pvesm status
```

6.11 Resumen

En este capítulo aprendiste a:

- Gestionar almacenamiento local (Directory, LVM, ZFS).
 - Configurar almacenamiento compartido (NFS, iSCSI).
 - Iniciar un cluster de Ceph.
 - Hacer backups con Proxmox Backup Server.
-

En el próximo capítulo vamos a configurar **Clusters y Alta Disponibilidad (HA)** en Proxmox VE para entornos más robustos.



Capítulo 7: Clustering y Alta Disponibilidad (HA) en Proxmox VE

Un **Cluster** en Proxmox VE permite administrar múltiples nodos desde una única interfaz, facilitando la gestión de recursos, migraciones y habilitando funciones avanzadas como **Alta Disponibilidad (HA)**.

7.1 ¿Qué es un Cluster en Proxmox VE?

Un **cluster** es un grupo de servidores (nodos) que trabajan juntos y se gestionan desde un punto central. Proxmox VE permite:

- Migración en caliente (Live Migration) de máquinas virtuales y contenedores.
- Gestión centralizada de almacenamiento y redes.
- Alta Disponibilidad (HA): reinicio automático de VMs/CTs en otros nodos si uno falla.

7.2 Requisitos del Cluster

- **Mínimo 3 nodos** (para HA es recomendable 3 o más).
- Red de **gestión dedicada**, preferiblemente 1 GbE mínimo (10 GbE recomendado).
- Sincronización de hora (NTP configurado en todos los nodos).
- Misma versión de Proxmox VE en todos los nodos.

7.3 Preparar los Nodos para el Cluster

1. **Configura el nombre del host** en cada nodo:

```
hostnamectl set-hostname nodo1
```

2. **Edita /etc/hosts** en cada nodo:

```
192.168.1.10 nodo1
192.168.1.11 nodo2
192.168.1.12 nodo3
```



3. Sincroniza la hora (NTP):

```
apt install ntp  
systemctl enable --now ntp
```

7.4 Crear el Cluster en el Nodo Principal

En el primer nodo (nodo1):

```
pvecm create nombre-cluster
```

Ejemplo:

```
pvecm create cluster-pve
```

Verifica el estado:

```
pvecm status
```

7.5 Unir Nodos al Cluster

En los otros nodos (nodo2, nodo3):

1. Únete al cluster desde el nodo nuevo:

```
pvecm add 192.168.1.10
```

(La IP es la del **nodo maestro**).

2. Verifica:

```
pvecm status
```

3. Revisa la lista de nodos:

```
pvecm nodes
```



7.6 Cluster Web UI

Después de agregar los nodos, desde cualquier nodo accede al **Datacenter** y verás todos los nodos listados.

7.7 Migración en Caliente de VMs/CTs

Para migrar una VM en vivo:

```
qm migrate <VMID> <NODO_DESTINO> --online
```

Ejemplo:

```
qm migrate 100 nodo2 --online
```

Para contenedores LXC:

```
pct migrate <CTID> <NODO_DESTINO> --online
```

7.8 Alta Disponibilidad (HA) en Proxmox VE

HA garantiza que, si un nodo falla, sus VMs o CTs se reinician automáticamente en otros nodos disponibles.

Requisitos

- Un cluster **con quorum** (mínimo 3 nodos es lo ideal).
- Un almacenamiento **compartido** (NFS, Ceph, iSCSI, etc.).
- Activar el gestor de HA (`ha-manager`).

7.9 Activar el Gestor de HA

Verifica y activa:

```
systemctl status pve-ha-lrm
systemctl status pve-ha-crm
```



Si están inactivos:

```
systemctl enable --now pve-ha-lrm  
systemctl enable --now pve-ha-crm
```

7.10 Añadir Recursos a HA

Desde el panel web:

1. Ir a **Datacenter > HA**.
2. Haz clic en **Add** y selecciona el recurso (VM o CT).

Desde CLI:

```
ha-manager add vm:100
```

Verifica el estado:

```
ha-manager status
```

7.11 Simular un Fallo y Probar HA

1. **Parar el nodo** donde corre la VM/CT (por ejemplo, nodo1):

```
poweroff
```

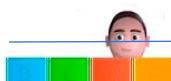
2. La VM/CT debe reiniciarse automáticamente en otro nodo.
Verifica en **Datacenter > HA** o:

```
ha-manager status
```

7.12 Políticas de HA en Proxmox

Al agregar un recurso a HA puedes definir:

- **Group:** Un grupo de nodos preferidos.
- **Max Restart:** Número máximo de reinicios antes de marcar el recurso como fallido.
- **Max Relocate:** Máximo de veces que se puede mover a otro nodo.



Ejemplo con CLI:

```
ha-manager add vm:100 --group grupol --max-restart 3 --max-relocate 1
```

7.13 Grupos de Nodos en HA

1. Crear un grupo de nodos:

```
ha-manager group add grupol --nodes nodo1,nodo2,nodo3 --nofailback 1
```

2. Asociar la VM/CT al grupo:

```
ha-manager add vm:100 --group grupol
```

7.14 Quorum y Corosync

El **quorum** es necesario para tomar decisiones en el cluster.

- Necesitas **más de la mitad** de los nodos activos para mantener el quorum.
Ver estado:

```
pvecm status
```

Corosync Config

Corosync es el servicio de comunicación del cluster.

Verifica el archivo:

```
cat /etc/pve/corosync.conf
```

Reiniciar corosync (con cuidado):

```
systemctl restart corosync
```



7.15 Buenas Prácticas en Cluster y HA

- Siempre **3 o más nodos** para evitar perder quorum.
- Separa las **redes de gestión y de almacenamiento**.
- Usa **Ceph** o **NFS** para almacenamiento compartido.
- Configura **STP (Spanning Tree Protocol)** si hay múltiples switches.
- Mantén **Corosync** en una red dedicada y rápida.
- Supervisa **latencias de red** en el cluster:

```
ping <IP-NODO>
```

7.16 Comandos Útiles de Cluster y HA

Ver el estado del cluster

```
pvecm status
```

Ver la lista de nodos

```
pvecm nodes
```

Eliminar un nodo del cluster

(Primero asegúrate de que el nodo esté offline o retirado):

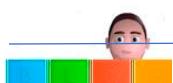
```
pvecm delnode <NODO>
```

7.17 Resumen

En este capítulo aprendiste a:

- Crear y gestionar un cluster de Proxmox VE.
- Unir nodos y administrar el quorum.
- Configurar Alta Disponibilidad (HA).
- Migrar VMs y CTs entre nodos.
- Aplicar buenas prácticas en un entorno de alta disponibilidad.

En el **Capítulo 8** te enseñaré a trabajar con **Proxmox Backup Server (PBS)** para asegurar la integridad y recuperación de tus máquinas virtuales y contenedores.



Capítulo 8: Proxmox Backup Server (PBS) y Backups en Proxmox VE

El **Proxmox Backup Server (PBS)** es una solución robusta y eficiente para realizar copias de seguridad de máquinas virtuales (KVM), contenedores (LXC) y datos. Ofrece deduplicación, compresión, cifrado y verificación de integridad.

En este capítulo aprenderás cómo instalar, configurar y gestionar backups y restauraciones utilizando PBS y Proxmox VE.

8.1 ¿Qué es Proxmox Backup Server?

- **PBS** es un servidor de backup diseñado para integrarse de manera nativa con Proxmox VE.
- Soporta copias de seguridad incrementales con deduplicación y verificación de datos.
- Realiza backups rápidos y restauraciones eficientes.
- Incluye gestión desde web GUI, CLI y API.

8.2 Requisitos del Servidor PBS

- CPU de 64 bits (x86_64).
- Al menos 4 GB de RAM (8 GB o más recomendados).
- Almacenamiento dedicado para el **Datastore** (ZFS recomendado por integridad).
- Conectividad con los nodos de Proxmox VE.

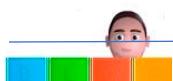
8.3 Instalación de Proxmox Backup Server (PBS)

Descarga la ISO oficial desde:

<https://www.proxmox.com/en/downloads>

1. Instala PBS desde la ISO como cualquier otro sistema Proxmox.
2. Asigna IP, hostname y credenciales durante la instalación.
3. Accede a la interfaz web de PBS:

<https://<ip-del-servidor-pbs>:8007>



8.4 Crear un Datastore en PBS

Un **Datastore** es el lugar donde se almacenan los backups.

1. Ve a **Datastore > Create**.
2. Elige la carpeta o disco de almacenamiento.
Ejemplo:
3. /mnt/datastore
4. El Datastore aparecerá en la interfaz de PBS.

Desde CLI en PBS:

```
proxmox-backup-manager datastore create datastore1 /mnt/datastore
```

8.5 Agregar Proxmox Backup Server a Proxmox VE

Desde la interfaz de Proxmox VE:

1. Ve a **Datacenter > Storage > Add > Proxmox Backup Server**.
2. Completa:
 - o **ID**: pbs-backup
 - o **Server**: IP del PBS (ej: 192.168.1.250)
 - o **Datastore**: datastore1
 - o **Fingerprint**: Copia desde la interfaz PBS (Configuración > Access > Certificates).
 - o **Username**: root@pam (o usuario que definas).
 - o **Password**: la contraseña.

Desde CLI en Proxmox VE:

```
pvesm add pbs pbs-backup --server 192.168.1.250 --datastore datastore1 --  
fingerprint <fingerprint> --username root@pam
```

Verifica:

```
pvesm status
```



8.6 Realizar un Backup Manual en Proxmox VE

Desde la interfaz web:

1. Selecciona una VM o CT.
2. Ve a **Backup > Backup now**.
3. Elige el almacenamiento **pbs-backup**, el modo (`snapshot` recomendado), y la compresión (`zstd` por defecto).

Desde CLI:

```
vzdump 100 --storage pbs-backup --mode snapshot
```

Opciones comunes:

- `--compress zstd`
- `--remove 0` (para no borrar backups antiguos)
- `--maxfiles 3` (máximo de backups)

8.7 Programar Backups Automáticos

1. Ve a **Datacenter > Backup > Add**.
2. Configura:
 - **Nodes**: El nodo a respaldar.
 - **Storage**: pbs-backup.
 - **Mode**: snapshot.
 - **Schedule**: por ejemplo, `daily at 01:00`.
 - **Retention**: mantener 7 diarios, 4 semanales, 12 mensuales, etc.

Desde CLI:

```
echo "schedule daily at 01:00" > /etc/pve/jobs.cfg
```

(Se recomienda usar la GUI para simplificarlo).



8.8 Restaurar un Backup desde PBS

Desde la interfaz web de Proxmox VE:

1. Ve a **Datacenter > Storage > pbs-backup > Content**.
2. Selecciona el backup de la VM/CT que deseas restaurar.
3. Haz clic en **Restore**.
4. Define el nuevo ID de la VM/CT si deseas hacer una restauración paralela.

Desde CLI:

```
qmrestore pbs-backup:backup/vm/100/2024-03-20T01:00:00Z 101
```

Para LXC:

```
pct restore 102 pbs-backup:backup/ct/102/2024-03-20T01:00:00Z
```

8.9 Verificación de Backups en PBS

PBS permite verificar la integridad de los backups.

Desde la interfaz web:

- Ve a **Datastore > datastore1 > Verify**.
- Selecciona el grupo o todo el datastore.

Desde CLI en PBS:

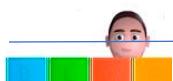
```
proxmox-backup-manager datastore verify datastore1
```

8.10 Retención y Pruning de Backups

PBS gestiona la limpieza automática de backups según reglas de retención.

Ejemplo de política de retención:

- Mantener los últimos 7 diarios.
- 4 semanales.
- 12 mensuales.



Desde la interfaz web en PBS:

1. Ve a **Datastore > datastore1 > Prune & GC > Add.**
2. Define la política y programa.

Desde CLI:

```
proxmox-backup-manager prune datastore1 --keep-last 7 --keep-weekly 4 --keep-monthly 12
```

Ejecutar Garbage Collection (GC) para liberar espacio:

```
proxmox-backup-manager datastore gc datastore1
```

8.11 Cifrado de Backups en PBS

PBS permite cifrado nativo de los backups con claves protegidas por contraseña.

Durante la creación del Datastore o configuración de clientes, define una **Encryption Key**.

Ver claves:

```
proxmox-backup-manager key list
```

8.12 Buenas Prácticas en PBS y Backups

- Usa **ZFS** para el Datastore por integridad y rendimiento.
- Realiza verificaciones regulares de los backups.
- Mantén un esquema de retención y pruning adecuados.
- Replica los backups fuera del Datacenter si es posible (DRP).
- Protege los backups con cifrado si son críticos.

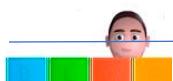
8.13 Comandos Útiles de PBS

Listar Datastores

```
proxmox-backup-manager datastore list
```

Ver Backups en un Datastore

```
proxmox-backup-client list datastore1
```



Hacer un backup manual (desde el cliente)

```
proxmox-backup-client backup root.pxar:/etc --repository  
root@pam@192.168.1.250:datastore1
```

8.14 Resumen

En este capítulo has aprendido a:

- Instalar y configurar Proxmox Backup Server.
- Crear un Datastore y agregarlo a Proxmox VE.
- Realizar backups manuales y programados.
- Restaurar máquinas y contenedores desde PBS.
- Verificar la integridad de los backups.
- Aplicar retenciones y pruning automáticos.

En el **Capítulo 9** aprenderás a desplegar **Ceph** en Proxmox VE, una solución de almacenamiento distribuido ideal para clusters de alta disponibilidad.



Capítulo 9: Almacenamiento Distribuido con Ceph en Proxmox VE

Ceph es una plataforma de almacenamiento distribuido de alto rendimiento, tolerante a fallos y altamente escalable. Proxmox VE incluye una integración nativa que facilita su configuración y gestión, sin necesidad de recurrir a herramientas externas.

9.1 ¿Qué es Ceph?

Ceph es un sistema de almacenamiento distribuido que proporciona:

- **RBD (RADOS Block Device)**: Almacenamiento en bloque para máquinas virtuales.
- **CephFS**: Sistema de archivos distribuido.
- **Object Storage (S3 compatible)**.

En Proxmox VE, Ceph es utilizado principalmente para ofrecer almacenamiento de bloques distribuido y replicado, ideal para clusters con Alta Disponibilidad (HA).

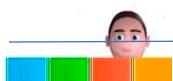
9.2 Ventajas de Ceph en Proxmox VE

- **Alta disponibilidad** sin puntos únicos de fallo.
- **Escalabilidad horizontal**, añadiendo nodos y discos según sea necesario.
- **Autorecuperación** de fallos.
- **Integridad de datos** mediante chequeo continuo.
- **Integración nativa** en Proxmox VE (GUI y CLI).

9.3 Requisitos de Ceph en Proxmox VE

Hardware

- **3 o más nodos** dedicados o mixtos (mínimo 3 para tolerancia de fallos).
- Red **10 GbE** para tráfico de almacenamiento (recomendado).
- Discos separados para:
 - Sistema operativo.
 - **OSD** (Object Storage Daemon).
 - Journal/WAL (opcionalmente en SSD/NVMe para mejorar el rendimiento).



Redes

- Una red **dedicada** para Ceph, diferente de la red de gestión.
 - Idealmente:
 - Red pública (192.168.100.0/24)
 - Red cluster (192.168.200.0/24)
-

9.4 Instalación de Ceph en Proxmox VE

Paso 1: Instalar los paquetes de Ceph en cada nodo

Desde Proxmox GUI:

- **Datacenter > Ceph > Install Ceph**

O desde CLI en cada nodo:

```
pveceph install
```

Verifica la versión instalada:

```
ceph -v
```

Proxmox VE 8.x usa **Ceph Quincy (17.x)** o **Reef (18.x)** según tu elección.

9.5 Inicialización del Cluster Ceph

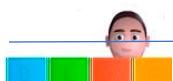
En el nodo maestro (nodo1):

```
pveceph init --network 192.168.100.0/24
```

Esto genera los archivos de configuración inicial (`ceph.conf`) y distribuye las claves.

Verifica el estado:

```
ceph -s
```



9.6 Crear los Monitores (MON)

Los **Monitores (MON)** mantienen la autoridad del clúster.

En cada nodo, crea un MON:

```
pveceph mon create
```

Verifica:

```
ceph mon stat
```

9.7 Crear los Managers (MGR)

Los **Managers (MGR)** recopilan métricas y permiten la GUI del dashboard.

En cada nodo:

```
pveceph mgr create
```

Accede al **Dashboard Ceph** (opcional):

```
https://<IP-NODO>:8443
```

9.8 Crear los OSD (Object Storage Daemons)

Los **OSD** son los demonios que controlan los discos.

1. Verifica los discos disponibles:

```
lsblk
```

2. Crea un OSD por disco:

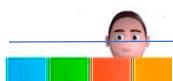
```
pveceph osd create /dev/sdX
```

Ejemplo:

```
pveceph osd create /dev/sdb
```

Verifica:

```
ceph osd status
```



9.9 Crear un Pool de Almacenamiento Ceph

Un **Pool** es el espacio lógico donde se almacenan los datos.

```
pveceph pool create cephpool --size 3 --min_size 2 --pg_num 128
```

Parámetros importantes:

- **--size 3**: Número de copias de datos (replicación).
- **--min_size 2**: Número mínimo de copias para operaciones I/O.
- **--pg_num 128**: Cantidad de Placement Groups (basado en el número de OSDs).

Ver pools:

```
ceph osd pool ls
```

9.10 Añadir el Pool Ceph como Almacenamiento en Proxmox VE

Desde la GUI:

- **Datacenter > Storage > Add > RBD**

Completa:

- **ID**: ceph-rbd
- **Pool**: cephpool
- **Monitor host**: IPs de los nodos con MON.

Desde CLI:

```
pvesm add rbd ceph-rbd --pool cephpool --monhost  
192.168.100.10,192.168.100.11,192.168.100.12 --content images,rootdir
```

Verificar:

```
pvesm status
```

9.11 Prueba de Almacenamiento Ceph

Crea una VM o LXC y usa **ceph-rbd** como almacenamiento del disco.

Migra la VM entre nodos para probar el acceso al almacenamiento distribuido.



9.12 Configuración Avanzada de Ceph

Cambiar la Política de Replicación

Modificar la réplica del pool:

```
ceph osd pool set cephpool size 2
```

Habilitar CephFS (File System Distribuido)

1. Crear Metadata Server (MDS):

```
pveceph mds create
```

2. Crear CephFS:

```
ceph fs volume create cephfs
```

Montar CephFS:

```
mount -t ceph 192.168.100.10:6789:/ /mnt/cephfs -o  
name=admin,secretfile=/etc/ceph/ceph.client.admin.keyring
```

9.13 Monitorización de Ceph

Ver estado general:

```
ceph -s
```

Listar OSDs:

```
ceph osd tree
```

Ver el uso de los pools:

```
ceph df
```

Ver el estado de los MON:

```
ceph mon stat
```

Ver errores y eventos:

```
ceph health detail
```



9.14 Mantenimiento en Ceph

Reemplazar un Disco OSD

1. Marcar OSD fuera de servicio:

```
ceph osd out <OSD_ID>
```

2. Eliminar el OSD:

```
pveceph osd destroy <OSD_ID> --zap-disk
```

3. Crear el nuevo OSD en el disco reemplazado:

```
pveceph osd create /dev/sdX
```

Añadir un Nodo Nuevo

1. Instala Ceph en el nodo:

```
pveceph install
```

2. Crea MON, MGR, OSD según el procedimiento.

9.15 Buenas Prácticas en Ceph

- **Red dedicada Ceph** de al menos 10 GbE.
- Mantén **al menos 3 MON y 3 MGR**.
- Utiliza discos **SSD/NVMe** para Journal/WAL.
- Realiza **scrubbing** periódico:

```
ceph osd scrub <ID OSD>
```

- Monitorea la **salud del cluster** constantemente.
- Haz backups independientes, **Ceph no es backup**.



9.16 Comandos Útiles de Ceph en Proxmox

Ver el estado del cluster

```
ceph -s
```

Ver el árbol de OSDs

```
ceph osd tree
```

Ver estadísticas detalladas

```
ceph df detail
```

9.17 Resumen

En este capítulo aprendiste a:

- Instalar y configurar Ceph en Proxmox VE.
- Crear MON, MGR y OSD para el almacenamiento distribuido.
- Crear Pools y añadir almacenamiento RBD al clúster.
- Administrar y monitorizar el estado del cluster Ceph.

En el próximo **Capítulo 10**, veremos **Seguridad en Proxmox VE**, incluyendo firewall, usuarios, autenticación en dos pasos y cifrado.



Capítulo 10: Seguridad en Proxmox VE

La seguridad es esencial en cualquier entorno de virtualización. **Proxmox VE 8.x** incluye herramientas integradas para proteger tus máquinas virtuales, contenedores y la gestión del clúster.

En este capítulo aprenderás a configurar el **firewall integrado**, manejar **usuarios y permisos**, habilitar **autenticación de doble factor**, y proteger la **comunicación y acceso al servidor**.

10.1 Principales Amenazas y Vectores de Riesgo

- Acceso no autorizado a la interfaz de administración.
- Robo o filtración de credenciales.
- Ataques de red (brute force, DDoS, spoofing).
- VMs o CTs comprometidos accediendo a la red.
- Almacenamiento y tráfico de datos sin cifrado.

10.2 Buenas Prácticas Iniciales

- **Acceso solo por HTTPS**, nunca HTTP.
- Cambia las contraseñas por defecto, incluyendo `root`.
- Define redes de **gestión separadas** del tráfico de datos/almacenamiento.
- **Actualiza** Proxmox VE y todos los nodos regularmente:
- `apt update && apt dist-upgrade -y`

10.3 Gestión de Usuarios en Proxmox VE

Tipos de Usuarios y Realms

- **root@pam**: usuario administrador por defecto.
- **Usuarios adicionales** con permisos específicos.



Crear un Usuario Nuevo

Desde la interfaz web:

1. Ve a **Datacenter > Permissions > Users > Add.**
2. Define:
 - o ID: admin01
 - o Realm: pam o pve
 - o Password: contraseña fuerte.

Desde CLI:

```
pveum user add admin01@pve --password tu-contraseña
```

Crear un Grupo

```
pveum group add admins
```

Asignar Usuario a un Grupo

```
pveum user modify admin01@pve -group admins
```

10.4 Roles y Control de Acceso (RBAC)

Los **roles** definen los permisos en el clúster.

Asignar un Rol Existente a un Usuario

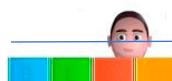
```
pveum aclmod / -user admin01@pve -role PVEAdmin
```

Ejemplo: acceso de administrador solo a un nodo:

```
pveum aclmod /nodes/nodo1 -user admin01@pve -role PVEAdmin
```

Crear un Rol Personalizado

```
pveum role add SoloBackup -privs "Datastore.AllocateSpace Datastore.Audit VM.Backup"
```



10.5 Autenticación de Doble Factor (TFA/2FA)

Habilitar 2FA en el Usuario root

1. Ve a **Datacenter > Permissions > Users**.
2. Edita `root@pam`.
3. Activa **TOTP** y escanea el código QR en una app como **Google Authenticator** o **FreeOTP**.

Desde CLI:

```
pveum user token add root@pam --totp
```

Opcional: aplicar políticas de bloqueo por intentos fallidos.

```
pveum realm modify pam --password-policy "lock_fail=3"
```

10.6 Certificados SSL y HTTPS Seguro

Proxmox usa certificados autofirmados por defecto. Es recomendable instalar certificados válidos.

Usar Let's Encrypt en Proxmox VE 8.x

1. Instala ACME:

```
apt install certbot
```

2. Ve a **Datacenter > ACME > Account**.
3. Agrega un dominio y configura el DNS o HTTP challenge.

Genera el certificado:

```
pvecm updatecerts -f  
systemctl restart pveproxy
```

Verifica acceso:

```
https://tu-dominio:8006
```



10.7 Configurar el Firewall de Proxmox VE

El firewall funciona a nivel de:

- **Datacenter** (global).
- **Node** (servidor físico).
- **VM/LXC** (máquinas virtuales y contenedores).

Habilitar el Firewall

1. Ve a **Datacenter > Firewall** y actívalo.
2. Activa el firewall en cada nodo y VM/CT.

Agregar Reglas Básicas

Ejemplo: permitir solo SSH desde una red específica.

```
Direction: in
Action: ACCEPT
Source: 192.168.1.0/24
Dest. Port: 22
```

Ejemplo CLI:

```
pve-firewall local add in ACCEPT -s 192.168.1.0/24 -p tcp --dport 22
```

Regla Global para Cortar Todo Tráfico por Defecto

```
Direction: in
Action: DROP
```

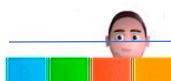
Ver el estado:

```
pve-firewall status
```

10.8 Seguridad en Máquinas Virtuales y Contenedores

Usar Unprivileged Containers

Siempre que uses LXC, crea contenedores **unprivileged** para aislar mejor el acceso al host.



Instalar QEMU Guest Agent

En las VMs (especialmente Linux y Windows), instala:

```
apt install qemu-guest-agent
```

o en Windows, descarga e instala el paquete correspondiente.

Esto mejora el control y apaga seguro las máquinas.

10.9 Monitorización y Auditoría de Seguridad

Revisa los logs:

```
journalctl -u pveproxy  
journalctl -u pvedaemon
```

Auditoría de acceso:

```
less /var/log/auth.log
```

Habilitar **Fail2Ban** para proteger SSH:

```
apt install fail2ban  
systemctl enable --now fail2ban
```

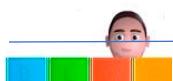
10.10 Seguridad en Ceph y Proxmox Backup Server

Ceph

- Limita accesos en `ceph.conf` y usa redes privadas.
- Crea **usuarios Ceph** específicos con permisos mínimos.

Proxmox Backup Server

- Cifra los backups (usando claves de encriptación).
- Limita accesos por usuario.
- Controla IPs que pueden conectarse al PBS.



10.11 Buenas Prácticas de Seguridad en Proxmox VE

- Mantén el **sistema actualizado**:
- `apt update && apt dist-upgrade -y`
- Minimiza el uso de `root`. Usa **usuarios RBAC**.
- Habilita **2FA** siempre que sea posible.
- Separa el tráfico de **gestión, almacenamiento y producción**.
- Implementa **backups regulares y verificados**.
- Revisa logs y monitorea accesos constantemente.

10.12 Comandos Útiles de Seguridad

Ver usuarios creados

```
pveum user list
```

Ver ACLs asignadas

```
pveum acl list
```

Ver sesiones activas

```
pveproxy status
```

Ver estado del firewall

```
pve-firewall status
```



10.13 Resumen

En este capítulo aprendiste a:

- Crear y gestionar usuarios con permisos RBAC.
- Configurar autenticación de doble factor (2FA).
- Proteger Proxmox con firewall y certificados SSL.
- Asegurar tus VMs, contenedores y almacenamiento.
- Aplicar buenas prácticas para un entorno seguro.

En el **Capítulo 11**, nos adentraremos en el **Mantenimiento, Monitorización y Resolución de Problemas en Proxmox VE**, asegurando la estabilidad y el rendimiento continuo de tu infraestructura.



Capítulo 11: Mantenimiento, Monitorización y Resolución de Problemas en Proxmox VE

Un entorno de virtualización requiere un mantenimiento constante y una buena monitorización para asegurar su rendimiento y disponibilidad. En este capítulo aprenderás cómo supervisar el estado de los nodos, VMs y contenedores, y cómo identificar y resolver los problemas más comunes en **Proxmox VE 8.x**.

11.1 Mantenimiento Preventivo en Proxmox VE

Actualizaciones del Sistema y Proxmox VE

Mantén siempre el sistema actualizado para corregir errores y vulnerabilidades.

Actualizar los repositorios

```
apt update
```

Instalar actualizaciones

```
apt full-upgrade -y
```

Verificar la versión instalada

```
pveversion -v
```

Reiniciar el nodo si es necesario

```
reboot
```

⚠ Realiza actualizaciones fuera del horario productivo y en nodos que no estén ejecutando VMs críticas sin HA.



11.2 Limpieza de Almacenamiento y Espacio en Disco

Comprobar uso del disco

```
df -h
```

Eliminar ISOs no utilizadas

```
rm /var/lib/vz/template/iso/*.iso
```

Eliminar backups antiguos

```
vzdump --remove 1 --maxfiles 3
```

Prune en Proxmox Backup Server (PBS)

```
proxmox-backup-manager prune datastore1 --keep-last 7 --dry-run
```

11.3 Monitorización de Recursos en Proxmox VE

Desde la Interfaz Web

- **Datacenter > Summary:** Visión global.
- **Node > Summary:** Estado del nodo (CPU, RAM, disco).
- **VM/CT > Summary:** Uso de recursos individual.

Desde la CLI

- CPU y RAM:

```
top
```

- Información del nodo:

```
pveperf
```

- Estado del cluster:

```
pvecm status
```

- Uso de almacenamiento:

```
pvemsm status
```



11.4 Monitorización Avanzada con Prometheus y Grafana

Proxmox exporta métricas para Prometheus, y puedes visualizarlas en Grafana.

Habilitar la API de métricas

1. Accede a **Datacenter > Metric Server > Add > Prometheus**.
2. Define:
 - o Server: IP de Prometheus.
 - o Port: 9100 (por defecto).
 - o Enable.

En Prometheus:

```
- job_name: 'proxmox'  
  static_configs:  
    - targets: ['192.168.1.100:9100']
```

Grafana tiene **dashboards específicos para Proxmox VE**, que puedes importar desde:

<https://grafana.com/grafana/dashboards/11048>

11.5 Gestión de Logs y Auditoría

Logs del sistema

```
journalctl -xe
```

Logs de Proxmox VE

```
less /var/log/pve/tasks/index  
less /var/log/syslog  
less /var/log/daemon.log
```

Logs de HA

```
less /var/log/pve-ha-lrm.log
```

Logs de Ceph

```
ceph -s  
less /var/log/ceph/ceph.log
```



11.6 Verificación de Estado del Cluster

Revisar quorum

```
pvecm status
```

Ver nodos

```
pvecm nodes
```

Ver salud de Corosync

```
systemctl status corosync
```

11.7 Resolución de Problemas Comunes

Problemas de Red en VMs o Contenedores

- Revisa el bridge:

```
brctl show
```

- Reinicia la red:

```
systemctl restart networking
```

- Revisa VLAN y firewalls.

Fallo de Quorum

- Verifica conectividad entre nodos.
- Asegura que **corosync** esté en la red dedicada.
- Comprueba los tiempos NTP.



Fallo de Inicio de VMs

- Revisa almacenamiento:

```
pvesm status
```

- Comprueba el log de la VM:

```
qm showcmd <VMID>
less /var/log/syslog
```

Backup Falla o es Lento

- Verifica el datastore en PBS.
- Revisa los logs de vzdump:

```
less /var/log/vzdump/qm-100.log
```

- Habilita la compresión zstd para mejorar velocidad.

Ceph fuera de servicio

- Verifica OSDs:

```
ceph osd tree
```

- Reemplaza discos defectuosos.
- Verifica red Ceph:

```
ping 192.168.100.10
```



11.8 Plan de Mantenimiento Periódico

Tarea	Frecuencia
Actualización de Proxmox	Mensual
Verificación de Ceph	Semanal
Comprobación de Quorum	Diaria
Limpieza de ISOs y Backups	Mensual
Prune y GC en PBS	Semanal
Comprobación de Logs	Diaria

11.9 Reemplazo de Hardware en Cluster Proxmox

1. Apagar el nodo:

```
shutdown now
```

2. Remover el nodo del cluster:

```
pvecm delnode nodo3
```

3. Añadir el nuevo nodo:

```
pvecm add 192.168.1.10
```

4. Recrear MON/MGR/OSD en Ceph si es necesario.

11.10 Comandos de Mantenimiento Útiles

Reiniciar servicios principales

```
systemctl restart pvedaemon
systemctl restart pve-cluster
systemctl restart pveproxy
```

Reiniciar servicios Ceph

```
systemctl restart ceph-mon@<NODO>
systemctl restart ceph-mgr@<NODO>
systemctl restart ceph-osd@<OSDID>
```



11.11 Buenas Prácticas de Mantenimiento en Proxmox VE

- Mantén siempre un **backup probado** antes de actualizar.
- Documenta todos los cambios y configuraciones.
- Establece un sistema de alertas (email, Prometheus, etc.).
- Haz **pruebas de recuperación** periódicas de backups y HA.
- Realiza mantenimiento escalonado (nodo por nodo).

11.12 Resumen

En este capítulo aprendiste a:

- Realizar mantenimiento preventivo y actualizaciones.
- Monitorizar el estado de nodos, VMs y clústeres.
- Configurar alertas y visualización avanzada con Prometheus y Grafana.
- Resolver problemas comunes de red, almacenamiento y alta disponibilidad.
- Aplicar buenas prácticas de mantenimiento.

En el **Capítulo 12**, exploraremos **Casos Prácticos Avanzados**, como migración P2V, balanceo de carga y automatización mediante API y CLI.



Capítulo 12: Casos Prácticos Avanzados en Proxmox VE

En este capítulo veremos cómo resolver situaciones típicas en entornos productivos, desde migraciones físicas a virtuales (P2V), balanceo de carga, automatización mediante CLI/API, hasta la integración con soluciones de monitorización externas.

12.1 Migración de Servidores Físicos a Virtuales (P2V)

Migrar servidores físicos a Proxmox VE es una forma eficiente de reducir costos y mejorar la disponibilidad. El proceso varía según el sistema operativo.

12.1.1 Migración de un Servidor Linux (rsync y dd)

Opción 1: Usar rsync

1. Arranca una nueva VM en Proxmox con el mismo tamaño de disco o mayor.
2. En el servidor físico:

```
rsync -aAXv / --  
exclude={"/dev/*","/proc/*","/sys/*","/tmp/*","/run/*","/mnt/*","/media/*","/lost+found"} user@ip-vm:/mnt/backup
```

3. Corrige el **fstab** y el **grub** en la VM para que arranque correctamente.

Opción 2: Usar dd

1. Desde el físico:

```
dd if=/dev/sda | gzip -1 | ssh user@ip-vm "gzip -d | dd of=/dev/vda"
```

12.1.2 Migración de un Servidor Windows (Disk2VHD)

1. En el servidor físico, descarga **Disk2VHD**:

<https://docs.microsoft.com/en-us/sysinternals/downloads/disk2vhd>

2. Crea el VHD.
3. Sube el archivo al nodo Proxmox:

```
scp disk.vhd root@192.168.1.10:/var/lib/vz/images/100/
```



4. Convierte a QCOW2 o RAW:

```
qemu-img convert -f vpc -O qcows disk.vhd disk.qcow2
```

5. Crea una VM y usa el disco convertido como almacenamiento.

12.2 Balanceo de Carga Manual en Proxmox VE

Migrar VMs Manualmente

Ver recursos:

```
pvecm nodes
```

Migrar en caliente:

```
qm migrate 100 nodo2 --online
```

Planificación

- Evalúa **CPU load, uso de RAM y I/O de discos** antes de decidir.
- Programa migraciones en **horarios de baja actividad**.

12.3 Automatización con CLI y Scripting

Automatiza tareas repetitivas en Proxmox VE mediante scripts de shell.

12.3.1 Clonar VMs con Script

```
#!/bin/bash
TEMPLATE_ID=9000
NEW_ID=$1
NEW_NAME=$2

qm clone $TEMPLATE_ID $NEW_ID --name $NEW_NAME
qm set $NEW_ID --cores 2 --memory 4096 --net0 virtio,bridge=vmbr0
qm start $NEW_ID
```

Ejecutar:

```
./clonar-vm.sh 1001 vm-web
```



12.4 Uso de la API de Proxmox VE

La API RESTful permite integrarse con scripts y apps externas.

12.4.1 Obtener el Token de Acceso

1. Crea usuario API:

```
pveum user add apiuser@pve --password tuclave
```

2. Crea Token:

```
pveum user token add apiuser@pve token01 --privsep 0
```

3. Usa el token para autenticación:

```
Authorization: PVEAPIToken=apiuser@pve!token01=tu_token
```

12.4.2 Llamadas API con curl

Listar VMs:

```
curl -k -H "Authorization: PVEAPIToken=apiuser@pve!token01=tu_token" \  
https://192.168.1.10:8006/api2/json/nodes/nodo1/qemu
```

12.5 Monitorización Avanzada con Prometheus + Grafana (Resumen Práctico)

1. Instala Prometheus en un servidor externo.
2. Habilita el Metric Server en Proxmox:
 - Datacenter > Metric Server > Add > Prometheus.
3. Configura el job en Prometheus `prometheus.yml`.
4. Importa un Dashboard Proxmox en Grafana.



12.6 Configuración de Backup y Recuperación ante Desastres (DRP)

Backup Offsite (PBS)

1. Instala un segundo Proxmox Backup Server en otra ubicación.
2. Configura replicación:

```
proxmox-backup-client sync datastore1 root@pam@192.168.2.10:datasotre1
```

Recuperación

1. Restaurar VM desde PBS:

```
qmrestore pbs-backup:backup/vm/100/2024-03-21T01:00:00Z 110
```

12.7 Programar el Encendido/Apagado de VMs Automáticamente

Encender una VM al iniciar el Nodo

```
qm set 100 --onboot 1 --boot 1
```

Apagar VMs programadamente

Cron job para apagado:

```
0 23 * * * qm shutdown 100
```

12.8 Personalización de Plantillas de VMs y Contenedores

1. Crea una VM/CT con el SO y las configuraciones básicas.
2. Apaga la VM/CT:

```
qm shutdown 9000
```

3. Marca como plantilla:

```
qm template 9000
```

4. Clónala:



```
qm clone 9000 1001 --name clon01
```

12.9 Contenedores LXC Avanzados: Bind Mount y Storage Externo

Montar Carpetas desde el Host

```
pct set 101 -mp0 /mnt/datos,mp=/datos
```

LXC con Recursos Dinámicos

Limitar CPU y RAM:

```
pct set 101 --cpulimit 2 --memory 2048
```

12.10 Alta Disponibilidad (HA) y Failover Automático

- Asegúrate de tener **3 o más nodos**.
- Configura **grupos HA**:

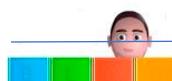
```
ha-manager group add grupo1 --nodes nodo1,nodo2,nodo3 --nofailback 1
```

- Añade VMs/CTs a HA:

```
ha-manager add vm:100 --group grupo1
```

12.11 Buenas Prácticas en Escenarios Avanzados

- Usar **Ceph** con monitores en nodos separados.
- Balancear el uso de recursos antes de escalar el cluster.
- Realizar **pruebas de failover y backups** regularmente.
- Documentar cada proceso de automatización y migración.
- Usar **APIs** y scripts para integrarse con sistemas de terceros (Ansible, Terraform, etc.).



12.12 Resumen

En este capítulo aprendiste a:

- Migrar servidores físicos a Proxmox VE.
- Automatizar tareas mediante CLI y scripts.
- Usar la API RESTful de Proxmox.
- Configurar un entorno de recuperación ante desastres (DRP).
- Gestionar plantillas, balanceo de carga y alta disponibilidad.

En el **Capítulo 13**, abordaremos **Monitorización y Reportes Avanzados**, integrando soluciones como **Prometheus**, **Grafana** y alertas vía **Email/Telegram/Slack**.

Capítulo 13: Monitorización y Reportes Avanzados en Proxmox VE

Supervisar un entorno de virtualización es clave para garantizar su rendimiento y disponibilidad. En este capítulo veremos cómo implementar una solución de monitorización avanzada y cómo configurar notificaciones para anticiparte a cualquier problema.

13.1 Monitorización Nativa en Proxmox VE

Monitorización Básica (Web UI)

- **Datacenter > Summary:** Recursos globales.
- **Node > Summary:** CPU, RAM, disco, red.
- **VM/CT > Summary:** Gráficas de rendimiento.

Logs del sistema

```
journalctl -f
```

Tareas de Proxmox

```
tail -f /var/log/syslog
less /var/log/pve/tasks/index
```

Limitación: Es útil para un solo nodo, pero no es suficiente para clústeres grandes o alertas automatizadas.

13.2 Monitorización con Prometheus y Grafana

13.2.1 ¿Qué es Prometheus y Grafana?

- **Prometheus:** Almacena métricas de tiempo real.
- **Grafana:** Visualiza los datos de Prometheus con dashboards personalizables.



13.3 Instalación de Prometheus en Ubuntu/Debian

```
apt update && apt install prometheus -y
```

Verifica que el servicio esté funcionando:

```
systemctl status prometheus
```

13.4 Configurar Proxmox VE como Exporter para Prometheus

13.4.1 Habilitar Metric Server en Proxmox VE

1. En el panel de Proxmox:
 - o **Datacenter > Metric Server > Add > Prometheus**
2. Configura:
 - o **Server:** IP de Prometheus.
 - o **Port:** 9100 (por defecto).
 - o Activa el envío de métricas.

13.4.2 Agregar en `prometheus.yml`

```
scrape_configs:  
- job_name: 'proxmox'  
  static_configs:  
    - targets: ['192.168.1.10:9100', '192.168.1.11:9100']
```

Reinicia Prometheus:

```
systemctl restart prometheus
```

Verifica en:

```
http://<ip_prometheus>:9090/targets
```



13.5 Instalación de Grafana

1. Descarga e instala Grafana:

```
apt install -y software-properties-common  
add-apt-repository "deb https://packages.grafana.com/oss/deb stable main"  
apt update  
apt install grafana -y
```

2. Inicia y habilita Grafana:

```
systemctl enable --now grafana-server
```

Accede a Grafana:

<http://<ip>:3000>

Usuario y contraseña por defecto:

admin / admin

13.6 Configurar Grafana para Ver Proxmox VE

1. Agrega **Prometheus** como fuente de datos:

- **Configuration > Data Sources > Add > Prometheus**
- URL: <http://localhost:9090>

2. Importa Dashboards:

- Ve a **Create > Import**.
- Usa el ID **11048** (Proxmox VE Dashboard).
- Obtén la plantilla desde:

<https://grafana.com/grafana/dashboards/11048>

13.7 Crear Alertas en Grafana

1. Ve al **Panel del Dashboard**.
2. Haz clic en **Alert > Create Alert Rule**.
3. Define:
 - **Condición** (Ejemplo: CPU > 80% por 5 minutos).
 - **Notificación**: Email, Telegram, Slack, etc.



13.8 Envío de Notificaciones por Correo (SMTP)

13.8.1 Configurar Correo en Proxmox VE

Edita `/etc/postfix/main.cf` y configura el SMTP.

Prueba el envío:

```
echo "Test Proxmox Mail" | mail -s "Proxmox Test" admin@tudominio.com
```

En Grafana:

- **Alerting > Contact points > Add > Email.**
-

13.9 Notificaciones por Telegram

13.9.1 Crear un Bot de Telegram

1. Habla con **@BotFather** y crea un bot.
2. Guarda el **Token del Bot**.
3. Obtén tu **Chat ID** enviando un mensaje al bot y usando:

```
https://api.telegram.org/bot<TOKEN>/getUpdates
```

13.9.2 Configurar en Grafana

1. Ve a **Alerting > Contact points > Add > Telegram**.
 2. Ingresa el **Token** y el **Chat ID**.
-

13.10 Notificaciones en Slack

1. Crea un **Webhook** en Slack.
 2. Copia el **Webhook URL**.
 3. En Grafana:
 - **Alerting > Contact points > Add > Slack**.
 - Pega el Webhook.
-



13.11 Uso de Proxmox Backup Server para Auditoría de Backups

Verifica el estado de los backups en PBS:

```
proxmox-backup-manager datastore status datastore1
```

Programa verificación:

```
proxmox-backup-manager datastore verify datastore1
```

Alertas de PBS integradas en Grafana:

- Usar un **Exporter PBS** (third-party) o Prometheus pushgateway.

13.12 Buenas Prácticas en Monitorización y Reportes

- Mantén los **dashboards actualizados**.
- Establece **umbral de alertas** realistas (no sobrealertar).
- Crea **alertas específicas por nodo o VM crítica**.
- Prueba **rutas de notificación** periódicamente.
- Almacena las métricas al menos **90 días** para análisis de tendencias.

13.13 Comandos Útiles para Monitorización

Monitorizar en tiempo real desde la CLI

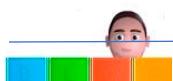
```
htop  
pveperf
```

Ver estado de nodos

```
pvecm status
```

Revisar el uso de almacenamiento

```
pvesm status
```



13.14 Resumen

En este capítulo aprendiste a:

- Instalar y configurar Prometheus y Grafana.
- Visualizar métricas de Proxmox VE en dashboards.
- Configurar alertas automáticas por correo, Telegram y Slack.
- Monitorizar el estado de PBS y Ceph.
- Aplicar buenas prácticas para la observabilidad.

En el **Capítulo 14**, entraremos en **Resolución de Problemas Comunes y Casos de Estudio**, para ver cómo afrontar los incidentes más frecuentes en Proxmox VE.



Capítulo 14: Resolución de Problemas Comunes y Casos de Estudio en Proxmox VE

Todo entorno virtualizado, por muy bien diseñado que esté, puede presentar incidentes. Lo importante es estar preparado para resolverlos con eficacia y rapidez. En este capítulo abordaremos los problemas más comunes en Proxmox VE, sus síntomas, causas probables y soluciones prácticas.

14.1 Problemas Comunes en Proxmox VE y Cómo Resolverlos

14.1.1 Problemas de Red en VMs y Contenedores

Síntomas

- Sin conectividad de red.
- Pérdida intermitente de paquetes.
- No responde a ping.

Causas Probables

- Configuración incorrecta del bridge.
- VLAN mal configurada.
- Interfaz de red desactivada en la VM/CT.

Solución

1. Verificar bridges:

```
brctl show
```

2. Revisar la configuración de red en /etc/network/interfaces.
3. Reiniciar red:

```
systemctl restart networking
```

4. Asegurar que la VM tenga la red correctamente asignada:

```
qm config <VMID>
```



14.1.2 Pérdida de Quorum en el Cluster

Síntomas

- Cluster no responde.
- No se pueden gestionar nodos ni mover VMs.
- `pvecm status` muestra "No quorum".

Causas Probables

- Fallo en la red de cluster.
- Nodo fuera de línea.
- Latencia alta en corosync.

Solución

1. Verifica conectividad:

```
ping <IP-NODO>
```

2. Reinicia corosync si es necesario:

```
systemctl restart corosync
```

3. Asegura NTP sincronizado en todos los nodos:

```
timedatectl status
```

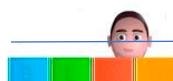
14.1.3 VM o LXC No Arranca

Síntomas

- Error al iniciar la VM/CT.
- Mensaje: `storage 'local-lvm' is not online` o `no bootable device`.

Causas Probables

- Almacenamiento inaccesible.
- Disco dañado o mal configurado.



Solución

1. Verifica el estado del almacenamiento:

```
pvesm status
```

2. Revisa el log de la VM:

```
less /var/log/syslog
```

3. Comprueba el arranque (boot order):

```
qm set <VMID> --boot order=scsi0
```

14.1.4 Backups Lentos o Fallidos

Síntomas

- Los backups tardan demasiado.
- Error timeout o connection refused con PBS.

Causas Probables

- Red saturada o lenta.
- Almacenamiento PBS con I/O elevado.
- Compresión inadecuada.

Solución

1. Revisar red:

```
iperf3 -c <ip-pbs>
```

2. Hacer pruebas de lectura en el datastore:

```
iostat -xm 1
```

3. Usar compresión zstd y modo snapshot:

```
vzdump 100 --storage pbs-backup --mode snapshot --compress zstd
```



14.1.5 Fallos de Ceph: OSD DOWN

Síntomas

- Ceph en estado `HEALTH_ERR`.
- OSD en estado `down` o `out`.

Causas Probables

- Disco dañado.
- Red Ceph caída.
- Nodo sin quorum.

Solución

1. Ver el estado de OSD:

```
ceph osd tree
```

2. Marcar OSD out:

```
ceph osd out <osd.id>
```

3. Eliminar y recrear el OSD:

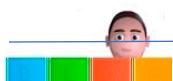
```
pveceph osd destroy <osd.id> --zap-disk  
pveceph osd create /dev/sdX
```

14.2 Casos de Estudio Reales

14.2.1 Caso 1: Nodo Caído y Migración Forzada de VMs

Escenario

- Nodo 2 se apaga inesperadamente.
- Necesitas mover las VMs que estaban en ese nodo.



Solución

1. Asegura el nodo está apagado:

```
pvecm nodes
```

2. Revisa las VMs del nodo:

```
qm list
```

3. Restaura los backups en otro nodo si hay almacenamiento compartido:

```
qmrestore /var/lib/vz/dump/vzdump-qemu-100.vma.zst 200
```

14.2.2 Caso 2: Almacenamiento Local-LVM Lleno

Escenario

- local-lvm sin espacio.
- No puedes crear nuevas VMs o snapshots.

Solución

1. Revisa el uso:

```
lvs
```

2. Mueve discos a otro almacenamiento:

```
qm move_disk 100 scsi0 ceph-rbd
```

3. Elimina snapshots no necesarios:

```
qm delsnapshot 100 snapshot1
```



14.2.3 Caso 3: Ceph Lento tras Añadir Nuevos OSD

Escenario

- Añades nuevos discos al clúster.
- Se ralentizan las operaciones.

Solución

1. Verifica el rebalancing:

```
ceph -s
```

2. Aumenta el número de threads si es necesario:

```
ceph tell osd.* injectargs '--osd-max-backfills 3'
```

3. Monitorea la latencia:

```
ceph pg dump pgs_brief
```

14.3 Herramientas de Resolución de Problemas

Herramientas Nativas

- pveperf → rendimiento de nodo.
- qm monitor <VMID> → control de máquina virtual.
- pve-firewall status → estado del firewall.
- ceph -s → estado del clúster Ceph.

Terceras Herramientas

- iperf3 → test de velocidad de red.
- nmap → escaneo de puertos.
- glances → monitorización de recursos.

14.4 Buenas Prácticas de Troubleshooting

- Documenta cada incidente: causas, síntomas y soluciones.
- Mantén siempre actualizado el firmware de hardware.
- Aplica parches críticos de Proxmox periódicamente.
- Implementa backups automáticos y pruebas de restauración.
- Usa redes dedicadas para tráfico de gestión y almacenamiento.

14.5 Recursos para Soporte y Comunidad

- **Foros de Proxmox:**
<https://forum.proxmox.com>
- **Documentación Oficial:**
https://pve.proxmox.com/wiki/Main_Page
- **IRC y Telegram:**
Canales de soporte en tiempo real.
- **Proxmox Support Subscriptions:**
Soporte técnico profesional para producción.

14.6 Resumen

En este capítulo aprendiste a:

- Identificar y resolver los problemas más comunes en Proxmox VE.
- Gestionar incidentes en Ceph y PBS.
- Aplicar estrategias de resolución rápidas y efectivas.
- Documentar y mantener controlados los procesos de troubleshooting.

En el **Capítulo 15**, te enseñaré a realizar **Optimización de Rendimiento y Escalabilidad** en Proxmox VE, ajustando recursos y mejorando el desempeño de tus nodos y máquinas virtuales.



Capítulo 15: Optimización de Rendimiento y Escalabilidad en Proxmox VE

Una infraestructura bien optimizada no solo mejora el rendimiento de los servicios, sino que también alarga la vida útil del hardware y reduce costos operativos. En este capítulo, aprenderás a afinar Proxmox VE para obtener el mejor desempeño posible y a escalar tu clúster de forma eficiente.

15.1 Principios de Optimización en Proxmox VE

- **Usar el hardware de manera eficiente** (CPU, RAM, almacenamiento, red).
- **Balancear la carga** entre los nodos.
- **Eliminar cuellos de botella** (I/O de disco, latencias de red).
- **Planificar la escalabilidad horizontal** (añadir más nodos o recursos).

15.2 Optimización del Hardware Host

15.2.1 CPU

- Activa **virtualización de hardware** en BIOS (Intel VT-x / AMD-V).
- Asigna "**host**" como tipo de CPU en las VMs:

```
qm set 100 --cpu host
```

- Habilita **NUMA** si el servidor tiene múltiples CPUs físicas:

```
qm set 100 --numa 1
```

15.2.2 Memoria RAM

- Activa **Ballooning** para gestión dinámica de RAM:

```
qm set 100 --balloon 4096
```

- Evita **overcommit** excesivo (asignar más RAM de la que el host tiene disponible).



15.2.3 Almacenamiento

- Usa **SSD o NVMe** para discos de VM de alta demanda.
- Habilita **Writeback Cache** en discos (si hay buena batería en el RAID/UPS):

```
qm set 100 --scsi0 local-lvm:vm-100-disk-0,cache=writeback
```

- Considera **ZFS con SSDs** como log devices.

15.2.4 Red

- Usa **NICs de 10GbE** o superiores para Ceph y migraciones.
- Habilita **Multiqueue** en interfaces virtuales:

```
qm set 100 --net0 virtio,bridge=vmbr0,queues=8
```

- Activa **VirtIO** para mejorar el rendimiento de la red virtual.

15.3 Optimización de Máquinas Virtuales y Contenedores

15.3.1 VMs KVM

- Instala **qemu-guest-agent** en las VMs para mejor integración:

```
apt install qemu-guest-agent
```

- Elige controladores **VirtIO** para discos y red.
- Usa **SCSI Controladora** con `virtio-scsi-single` para mejor desempeño de I/O:

```
qm set 100 --scsihw virtio-scsi-single
```

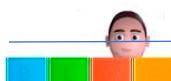
15.3.2 Contenedores LXC

- Prefiere contenedores **unprivileged** por seguridad y eficiencia.
- Limita CPU y memoria acorde al uso:

```
pct set 101 --cpulimit 2 --memory 4096
```

- Usa **Bind Mounts** para acceso directo a almacenamiento host:

```
pct set 101 -mp0 /mnt/almacenamiento,mp=/mnt
```



15.4 Escalabilidad Horizontal (Añadir Nodos)

15.4.1 Planificación del Crecimiento

- Añadir nodos según el uso de recursos:
 - CPU > 70%
 - RAM > 80%
 - I/O elevado o latencias en Ceph

15.4.2 Añadir un Nodo al Cluster

1. Instala Proxmox VE en el nuevo nodo.
2. Únete al cluster existente:

```
pvecm add <IP-NODO-MAESTRO>
```

3. Instala Ceph si es necesario:

```
pveceph install
```

15.5 Escalabilidad del Almacenamiento (Ceph y PBS)

15.5.1 Ceph

- Añade OSDs para incrementar capacidad y rendimiento:

```
pveceph osd create /dev/sdX
```

- Ajusta los parámetros de **backfill** para equilibrar:

```
ceph tell osd.* injectargs '--osd-max-backfills 3'
```

15.5.2 Proxmox Backup Server

- Replica datos a un segundo PBS:

```
proxmox-backup-client sync datastore1 root@pam@192.168.1.250:datastore2
```

- Planifica **retención y deduplicación** para escalar sin llenar el almacenamiento.



15.6 Optimización de Red de Cluster y Ceph

- Usa **Redes Dedicadas** para Corosync y Ceph.
- Configura **MTU 9000 (Jumbo Frames)** en redes de 10GbE:

```
ip link set dev enp3s0 mtu 9000
```

- Habilita **LACP/Bonding** para redundancia y mayor ancho de banda:

```
auto bond0
iface bond0 inet manual
    bond-slaves enp3s0 enp4s0
    bond-mode 802.3ad
```

15.7 Mecanismos de Balanceo de Carga

15.7.1 Migración Manual

- Evalúa el consumo y migra:

```
qm migrate 100 nodo2 --online
```

15.7.2 Grupos de HA

- Asigna VMs a grupos de HA para distribuirlas:

```
ha-manager group add produccion --nodes nodo1,nodo2,nodo3
```

15.8 Rendimiento de ZFS y Ceph

ZFS

- Habilita compresión:

```
zfs set compression=lz4 zfspool
```

- Mantén el ARC Cache controlado en servidores con mucha RAM:

```
echo "options zfs zfs_arc_max=8589934592" > /etc/modprobe.d/zfs.conf
```

(Reemplaza 8589934592 por el tamaño en bytes).



Ceph

- Verifica la distribución de PGs:

```
ceph pg dump pgs_brief
```

- Ajusta el tamaño de réplicas según rendimiento y tolerancia:

```
ceph osd pool set cephpool size 2
```

15.9 Monitorización y Detección Proactiva de Cuellos de Botella

Uso de Prometheus y Grafana

- Dashboard de CPU/RAM/IO.
- Alertas de latencia Ceph > 50ms.
- Consumo de almacenamiento PBS > 80%.

Comandos de Chequeo Rápido

- Estado del nodo:

```
pveperf
```

- Estado del cluster:

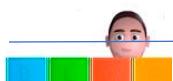
```
pvecm status
```

- Latencias Ceph:

```
ceph -s
```

15.10 Buenas Prácticas para Optimización y Escalabilidad

- Planifica **capacidad y crecimiento** cada 6 meses.
- Usa **hardware homogéneo** en clusters (mejora el balanceo).
- **Separar redes** de gestión, almacenamiento y producción.
- Aprovecha **SSD para logs/OSD WAL** en Ceph.
- Revisa **firmware** de tarjetas de red y controladoras RAID.



15.11 Comandos Útiles de Optimización

Ver rendimiento de disco

```
iostat -xm 1
```

Ver uso de red

```
iftop -i vmbr0
```

Ver estado ZFS

```
zpool iostat 1
```

15.12 Resumen

En este capítulo aprendiste a:

- Optimizar Proxmox VE a nivel de CPU, RAM, almacenamiento y red.
- Escalar nodos, almacenamiento y redes.
- Balancear carga manualmente o con HA.
- Monitorear y anticipar cuellos de botella en tu infraestructura.

En el **Capítulo 16** final, te enseñaré **Buenas Prácticas y Recomendaciones Finales**, cerrando el ciclo con consejos clave para mantener tu entorno Proxmox VE sólido y eficiente a largo plazo.



Capítulo 16: Buenas Prácticas y Recomendaciones Finales en Proxmox VE

Después de desplegar y optimizar tu infraestructura virtualizada, es fundamental establecer un conjunto de normas y prácticas que garanticen la estabilidad, el rendimiento y la seguridad a largo plazo. En este capítulo te comparto una guía de mejores prácticas probadas en entornos reales.

16.1 Diseño y Planificación Inicial

- **Define objetivos claros:** ¿Alta disponibilidad, balanceo, virtualización de escritorios, almacenamiento compartido?
- **Planifica el crecimiento:** hardware escalable, almacenamiento flexible y expansión de la red.
- **Elige hardware adecuado:** CPUs con soporte de virtualización, discos rápidos (SSD/NVMe), redes de al menos 1 GbE (ideal 10 GbE).

16.2 Instalación y Configuración Correcta

- **Redes separadas:**
 - Gestión (Proxmox VE WebUI, SSH).
 - Almacenamiento (Ceph, iSCSI, NFS).
 - Producción (VMs y servicios).
- **Sincronización de tiempo (NTP)** en todos los nodos.
- **Certificados SSL válidos** (Let's Encrypt o certificados CA).
- Configura **hosts** y **DNS** correctamente.

16.3 Seguridad en la Infraestructura

- **Acceso solo por HTTPS y SSH** desde redes seguras.
- Usa **autenticación de doble factor (2FA)** para usuarios administradores.
- Establece **roles RBAC** precisos: acceso limitado por nodo o VM.
- Activa y configura el **firewall de Proxmox VE** en todos los niveles (Datacenter, Node, VM/CT).
- Realiza **actualizaciones regulares** de paquetes y kernel:
- `apt update && apt full-upgrade -y`



16.4 Almacenamiento: Buenas Prácticas

- Mantén **almacenamiento redundante**:
 - ZFS con RAIDZ o Mirror.
 - Ceph con réplicas mínimas de 3.
- Usa **almacenamiento compartido** para entornos HA (Ceph, NFS, iSCSI).
- Asegura **diferentes ubicaciones** para el SO, discos de VM y backups.
- Programa **verificaciones de integridad** (scrub, GC en PBS, Ceph health).
- Planifica el **pruning y retención** de backups.

16.5 Redes: Buenas Prácticas

- Configura **MTU apropiado** (Jumbo Frames si la red lo soporta).
- Usa **Bonding/LACP** para enlaces redundantes.
- Aísla la red de **gestión y almacenamiento** de la red de producción.
- Habilita **STP (Spanning Tree Protocol)** en switches para prevenir loops.
- Mantén **firewalls externos e internos** activos.

16.6 Gestión de Clústeres y Alta Disponibilidad (HA)

- Mínimo **3 nodos** para un clúster HA estable.
- Evita que **todos los servicios críticos** estén en el mismo nodo.
- Implementa **grupos HA** y establece reglas de relocalización.
- Supervisa el **quorum de corosync** y la latencia entre nodos.

16.7 Monitorización y Alertas

- Implementa **Prometheus + Grafana** para una vista completa del rendimiento.
- Configura **alertas en Grafana** y notificaciones por correo, Telegram o Slack.
- Supervisa:
 - Latencia de Ceph.
 - Uso de CPU y RAM de nodos.
 - Estado del almacenamiento.
 - Eventos de HA y quorum.

16.8 Backups y Recuperación de Desastres

- Realiza **backups programados** de VMs y CTs (mínimo diarios).
- Verifica y **prueba restauraciones** periódicas.
- Almacena **backups offsite** o en un segundo PBS.
- Documenta un plan de **Recuperación ante Desastres (DRP)**.

16.9 Escalabilidad y Mantenimiento

- Evalúa **capacidad de cómputo y almacenamiento** cada 6 meses.
- Agrega nodos **idénticos o similares** para un clúster equilibrado.
- Ejecuta **pruebas de carga** antes de agregar más VMs/CTs.
- Documenta **configuración y cambios** en todos los sistemas.

16.10 Cultura DevOps y Automatización

- Automatiza tareas repetitivas con **CLI y API RESTful**.
- Usa herramientas como **Ansible o Terraform** para gestionar nodos y VMs.
- Despliega plantillas base para VMs y CTs con **cloud-init**.

16.11 Recursos y Comunidad

- Participa en el **foro oficial de Proxmox**: <https://forum.proxmox.com>
- Revisa las **últimas actualizaciones** y noticias: <https://proxmox.com/en/news>
- Consulta la **documentación oficial**: https://pve.proxmox.com/wiki/Main_Page

16.12 Resumen Final

Proxmox VE 8.x es una plataforma robusta y flexible para virtualización. Siguiendo las prácticas adecuadas, puedes:

- **Reducir riesgos** y aumentar la seguridad.
- **Garantizar alta disponibilidad** y recuperación ante fallos.
- **Optimizar el rendimiento** de la infraestructura.
- **Escalar de manera ordenada y predecible**.



Tu infraestructura virtual está tan preparada como el conocimiento y dedicación que inviertas en ella. Este libro pretende ser tu guía práctica, pero la experiencia y la mejora continua serán tus mejores aliados.

Cierre del Libro

Gracias por llegar hasta aquí. Espero que este recorrido por **Proxmox VE 8.x** te haya dado las herramientas necesarias para implementar, administrar y optimizar tu propia infraestructura de virtualización profesional.

¡Nos vemos en el próximo desafío tecnológico!



Apéndice: Cheatsheet, Comandos Rápidos y Recursos Útiles de Proxmox VE 8.x

✓ Comandos Esenciales de Proxmox VE

Acción	Comando CLI
Ver versión de Proxmox	pveversion -v
Estado del cluster	pvecm status
Listar nodos	pvecm nodes
Listar VMs	qm list
Estado de un nodo	pveperf
Ver tareas en ejecución	pveproxy status

✓ Gestión de VMs (KVM)

Acción	Comando
Crear VM	qm create <VMID> --name <nombre> --memory <MB>
Iniciar VM	qm start <VMID>
Apagar VM	qm shutdown <VMID>
Apagar forzado VM	qm stop <VMID>
Clonar VM	qm clone <ID_ORIG> <ID_NUEVO> --name <nombre>
Mover disco de VM	qm move_disk <VMID> scsi0 <storage>
Migrar VM	qm migrate <VMID> <nodo-destino> --online
Convertir a plantilla	qm template <VMID>

✓ Gestión de Contenedores (LXC)

Acción	Comando
Crear contenedor	pct create <CTID> <template> --storage <storage>
Iniciar contenedor	pct start <CTID>
Apagar contenedor	pct shutdown <CTID>



Acción	Comando
Clonar contenedor	pct clone <ID_ORIG> <ID_NUEVO>
Acceder al contenedor	pct enter <CTID>

✓ Gestión de Almacenamiento

Acción	Comando
Ver estado de almacenamiento	pvsm status
Agregar NFS	pvsm add nfs <ID> --server <IP> --export <ruta>
Agregar Ceph RBD	pvsm add rbd <ID> --pool <pool>
Ver espacio disponible	df -h
Listar snapshots ZFS	zfs list -t snapshot

✓ Gestión de Ceph

Acción	Comando
Ver estado Ceph	ceph -s
Listar OSDs	ceph osd tree
Crear OSD	pveceph osd create /dev/sdX
Crear pool	pveceph pool create <pool> --size 3
Estado del monitor	ceph mon stat

✓ Backup y Restore

Acción	Comando
Hacer backup VM	vzdump <VMID> --storage <storage> --mode snapshot
Restaurar VM	qmrestore <backup> <VMID>
Backup LXC	vzdump <CTID> --storage <storage> --mode snapshot
Restaurar LXC	pct restore <CTID> <backup>
Backup a PBS	vzdump 100 --storage pbs-backup --mode snapshot



Firewall Básico

Acción	Comando
Ver estado firewall	pve-firewall status
Agregar regla firewall (CLI)	pve-firewall local add in ACCEPT -s 192.168.1.0/24 -p tcp --dport 22
Reiniciar firewall	pve-firewall restart

Proxmox Backup Server (PBS)

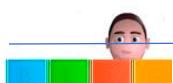
Acción	Comando
Ver estado de datastore	proxmox-backup-manager datastore status <datastore>
Verificar backup	proxmox-backup-manager datastore verify <datastore>
Prune backups antiguos	proxmox-backup-manager prune <datastore> --keep-last 7
Sync datastore remoto	proxmox-backup-client sync datastore1 root@pam@ip:datasotre2

Monitorización con Prometheus/Grafana

- **Prometheus Targets:**
`http://<ip_prometheus>:9090/targets`
- **Grafana Dashboards Proxmox:**
Dashboard ID: 11048
<https://grafana.com/grafana/dashboards/11048>

Recursos Útiles y Comunidad Proxmox

Recurso	Enlace
Proxmox Wiki	https://pve.proxmox.com/wiki
Foro Proxmox VE	https://forum.proxmox.com
Documentación Proxmox Backup	https://pbs.proxmox.com/docs/
Proxmox Ceph Docs	https://pve.proxmox.com/wiki/Ceph_Server





Checklist de Revisión Semanal / Mensual

Tarea	Frecuencia
Verificación de actualizaciones (apt)	Semanal
Revisión de salud de Ceph	Diaria
Backup de VMs y Contenedores	Diario
Pruebas de restauración de backups	Mensual
Verificación de espacio en discos	Semanal
Monitorización del Quorum del cluster	Diaria
Actualización de firmware/hardware	Trimestral



Cierre

Esta **Guía de Proxmox VE 8.x** no solo te acompañará en el proceso de instalación y administración, sino que también servirá como base para evolucionar tu entorno a nuevas arquitecturas: clústeres más grandes, despliegues híbridos, integración en la nube, y más.

Recuerda: **La clave está en documentar, automatizar y monitorear.**

