

## 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](mailto: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

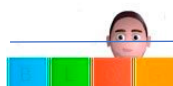
- ✓ **Compartir** — copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato.
- ✓ **Adaptar** — remezclar, transformar y construir a partir del contenido, incluso para fines comerciales.

## 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](mailto: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 licenciante 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

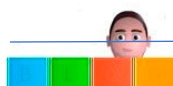
- 1.1 ¿Qué es Proxmox VE?
  - 1.2 Características principales
  - 1.3 Requisitos del sistema
  - 1.4 Arquitectura básica: Proxmox, KVM, LXC, Ceph
  - 1.5 Casos de uso habituales
  - 1.6 Novedades en Proxmox VE 8.x
- 

## 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

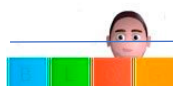
- 5.1 Estructura de red de Proxmox
  - 5.2 Configuración de bridges
  - 5.3 VLAN y redes avanzadas
  - 5.4 SDN en Proxmox VE 8.x
  - 5.5 Configuración de NAT
  - 5.6 Firewall de Proxmox
  - 5.7 Buenas prácticas de redes
- 

## 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`

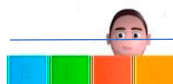
⚠ El navegador puede advertirte sobre el certificado autofirmado. Acepta la excepción para continuar.

## 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.

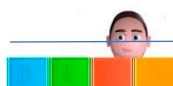
## 4.2 Descargar Plantillas de Contenedores

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 desees (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)

```
pvccreate /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 --vgname 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 reinicien 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 grupo1 --max-restart 3 --max-relocate 1
```

---

## 7.13 Grupos de Nodos en HA

1. Crear un grupo de nodos:

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

2. Asociar la VM/CT al grupo:

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

---

## 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.

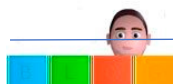
## 8.3 Instalación de Proxmox Backup Server (PBS)

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).

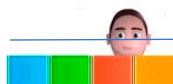
## 9.2 Ventajas de Ceph en Proxmox VE

- **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:

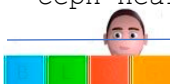
```
ceph df
```

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:
  - ID: admin01
  - Realm: pam o pve
  - 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:

```
pvesm 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 -aXv / --  
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 qcow2 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:
    - o 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:datastore1
```

### 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:
  - **Datacenter > Metric Server > Add > Prometheus**
2. Configura:
  - **Server:** IP de Prometheus.
  - **Port:** 9100 (por defecto).
  - 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:
  - o **Configuration > Data Sources > Add > Prometheus**
  - o URL: `http://localhost:9090`
2. Importa Dashboards:
  - o Ve a **Create > Import**.
  - o Usa el ID **11048** (Proxmox VE Dashboard).
  - o 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:
  - o **Condición** (Ejemplo: CPU > 80% por 5 minutos).
  - o **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:

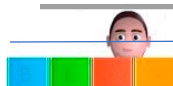
```
brctl show
```

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 or 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 0 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](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=vbr0,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 distribuir las:

```
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
```

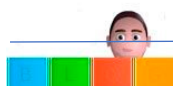
- Latencias Ceph:

```
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

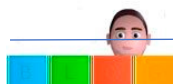
- **Define objetivos claros:** ¿Alta disponibilidad, balanceo, virtualización de escritorios, almacenamiento compartido?
- **Planifica el crecimiento:** hardware escalable, almacenamiento flexible y expansión de la red.
- **Elige hardware adecuado:** CPUs con soporte de virtualización, discos rápidos (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](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

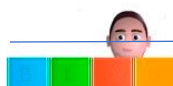
Acción	Comando CLI
Ver versión de Proxmox	<code>pveversion -v</code>
Estado del cluster	<code>pvecm status</code>
Listar nodos	<code>pvecm nodes</code>
Listar VMs	<code>qm list</code>
Estado de un nodo	<code>pveperf</code>
Ver tareas en ejecución	<code>pveproxy status</code>

## ✓ Gestión de VMs (KVM)

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

## ✓ Gestión de Contenedores (LXC)

Acción	Comando
Crear contenedor	<code>pct create &lt;CTID&gt; &lt;template&gt; --storage &lt;storage&gt;</code>
Iniciar contenedor	<code>pct start &lt;CTID&gt;</code>
Apagar contenedor	<code>pct shutdown &lt;CTID&gt;</code>



Acción	Comando
Clonar contenedor	<code>pct clone &lt;ID_ORIG&gt; &lt;ID_NUEVO&gt;</code>
Acceder al contenedor	<code>pct enter &lt;CTID&gt;</code>

## ✓ Gestión de Almacenamiento

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

## ✓ Gestión de Ceph

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

## ✓ Backup y Restore

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



## ✓ Firewall Básico

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

## ✓ Proxmox Backup Server (PBS)

Acción	Comando
Ver estado de datastore	<code>proxmox-backup-manager datastore status &lt;datastore&gt;</code>
Verificar backup	<code>proxmox-backup-manager datastore verify &lt;datastore&gt;</code>
Prune backups antiguos	<code>proxmox-backup-manager prune &lt;datastore&gt; --keep-last 7</code>
Sync datastore remoto	<code>proxmox-backup-client sync datastore1 root@pam@ip:datastore2</code>

## ✓ 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	<a href="https://pve.proxmox.com/wiki">https://pve.proxmox.com/wiki</a>
Foro Proxmox VE	<a href="https://forum.proxmox.com">https://forum.proxmox.com</a>
Documentación Proxmox Backup	<a href="https://pbs.proxmox.com/docs/">https://pbs.proxmox.com/docs/</a>
Proxmox Ceph Docs	<a href="https://pve.proxmox.com/wiki/Ceph_Server">https://pve.proxmox.com/wiki/Ceph_Server</a>





## 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.**

