Proxmox VE 工作負載的業務連續性

NetApp virtualization solutions

NetApp
October 28, 2026

This PDF was generated from https://docs.netapp.com/zh-tw/netapp-solutions-virtualization/proxmox/proxmox-business-continuity.html on October 28, 2026. Always check docs.netapp.com for the latest.

目錄

Proxmox VE 工作負載的業務連續性 1
- 了解 Proxmox VE 搭配 SnapMirror 作用中同步的業務連續性 1
  - 客戶挑戰 1
  - 解決方案概述 2
  - 解決方案如何應對故障 5
  - 在 SnapMirror 作用中同步與 MetroCluster 之間進行選擇 7
  - Proxmox VE 擴展叢集的 Corosync 注意事項 10
  - 與 Storage Manager for Proxmox 整合 10
  - 適用於 NAS 的 NFS 共享儲存設備，支援 SnapMirror 作用中同步 11
  - 相關資訊 15
- 設定 Proxmox VE 業務連續性與 NAS 儲存設備 15
  - 步驟 1：設定中介器 16
  - 步驟 2：使用 SnapMirror 作用中同步保護 NFS SVM 17
  - 步驟 3：為第 3 階層網路設定具備 BGP 的 VIP LIF 18
  - 步驟 4：使用 QDevice 建立 Proxmox VE Stretch 叢集 20
  - 步驟 5：資源配置受保護的 NFS 共享儲存設備 21
  - 步驟 6：設定 HA 和 VM 備份 22
  - 步驟 7：測試計畫性容錯移轉 23
  - 相關資訊 24
- 設定並使用 Storage Manager for Proxmox 24
  - 瞭解 Storage Manager for Proxmox 24
  - 安裝並設定 Storage Manager for Proxmox 26
  - 設定 Proxmox 的 Storage Manager 28
  - 配置儲存設備 32
  - 保護虛擬機器 43
  - 還原虛擬機器或資料存放區 48
  - 複製虛擬機器 51
  - 監控作業 54
  - 總結 55

Proxmox VE 工作負載的業務連續性

了解 Proxmox VE 搭配 SnapMirror 作用中同步的業務連續性

在 Proxmox 虛擬環境（VE）上執行業務關鍵型虛擬機器（VM）的企業，以及在 Proxmox VE 上託管客戶 VM 的服務供應商，都需要這些 VM 在儲存系統或整個資料中心離線時保持運作。ONTAP SnapMirror 作用中同步可同步複寫跨兩個站台的 Proxmox VE 叢集的共享儲存設備，並自動將儲存設備容錯移轉到存活的站台。您可以獲得零恢復點目標（RPO）、無需指令碼或 Runbook 的自動恢復，以及在兩個站台相同的共享儲存設備，因此 Proxmox VE 高可用度（HA）可以在無需任何儲存設備重新組態的情況下重新啟動 VM。對於 NFS 共享儲存設備，此解決方案使用適用於 NAS 的 SnapMirror 作用中同步。

客戶挑戰

僅使用原生工具為 Proxmox VE 建立儲存設備和站台彈性是困難的：

- *站台故障後資料遺失。*Proxmox VE 儲存設備複寫和 Proxmox Backup Server 是非同步的。主站台發生故障時，自上次複寫或備份以來所做的變更將會遺失。
- *手冊、緩慢的恢復。*在次要站台恢復通常意味著提升複本、在不同的位址掛載儲存設備、更新 `/etc/pve/storage.cfg`，以及重新啟動 VM。每個手冊步驟都會增加停機與停電期間發生錯誤的風險。
- *與虛擬機器爭奪主機資源的延伸儲存設備。*超融合延伸儲存設備（例如延伸模式下的 Ceph）在 Proxmox VE 節點上執行，並在每個站台保留每個物件的兩個複本。複寫、恢復和重新平衡流量會使用執行虛擬機器的相同節點上的 CPU、記憶體容量和網路資源。
- *兩個必須達成一致的法定人數決定。*任何雙站台設計都需要在第三個故障網域中設立見證，分別用於 Proxmox VE 叢集和儲存設備。如果在站台間連結故障後，叢集和儲存設備選擇了不同的存活站台，虛擬機器將在無法連線至作用中儲存設備的節點上重新啟動。
- *必須在兩個站台都能正常運作的儲存設備位址。*儲存設備容錯移轉後，Proxmox VE 節點必須能夠存取相同位址的共享儲存設備。該位址必須在兩個站台都能連線，這通常代表在兩個站台之間延伸的第 2 階層 VLAN。

服務供應商面臨的挑戰

在 Proxmox VE 上建置雲端服務的服務供應商面臨同樣的挑戰，此外還要遵守租戶服務層級協定（SLA）：

- *儲存系統是共享的故障點。*Proxmox VE HA 可保護租戶虛擬機器免受主機故障的影響，但無法保護其免受託管其磁碟的儲存系統故障的影響。一次儲存設備停電會影響該系統上的每個租戶。
- *無法銷售更高的可用度。*如果沒有同步複寫和自動儲存設備容錯移轉，供應商就無法提供具備零資料遺失和更強大正常運作時間承諾的高級可用度分層。
- *恢復期間的租戶隔離。*恢復、維護和災難恢復測試必須只影響相關的租戶，而不能影響整個平台。

企業挑戰

將關鍵業務工作負載從其他虛擬機器管理程式遷移到 Proxmox VE 的企業期望獲得與先前相同的站台彈性，例如資料庫和業務線應用程式零資料遺失，以及無需手冊 runbook 的恢復。僅使用 Proxmox VE 原生工具來滿足該期望需要大量的設計、指令碼編寫和維運工作。

解決方案概述

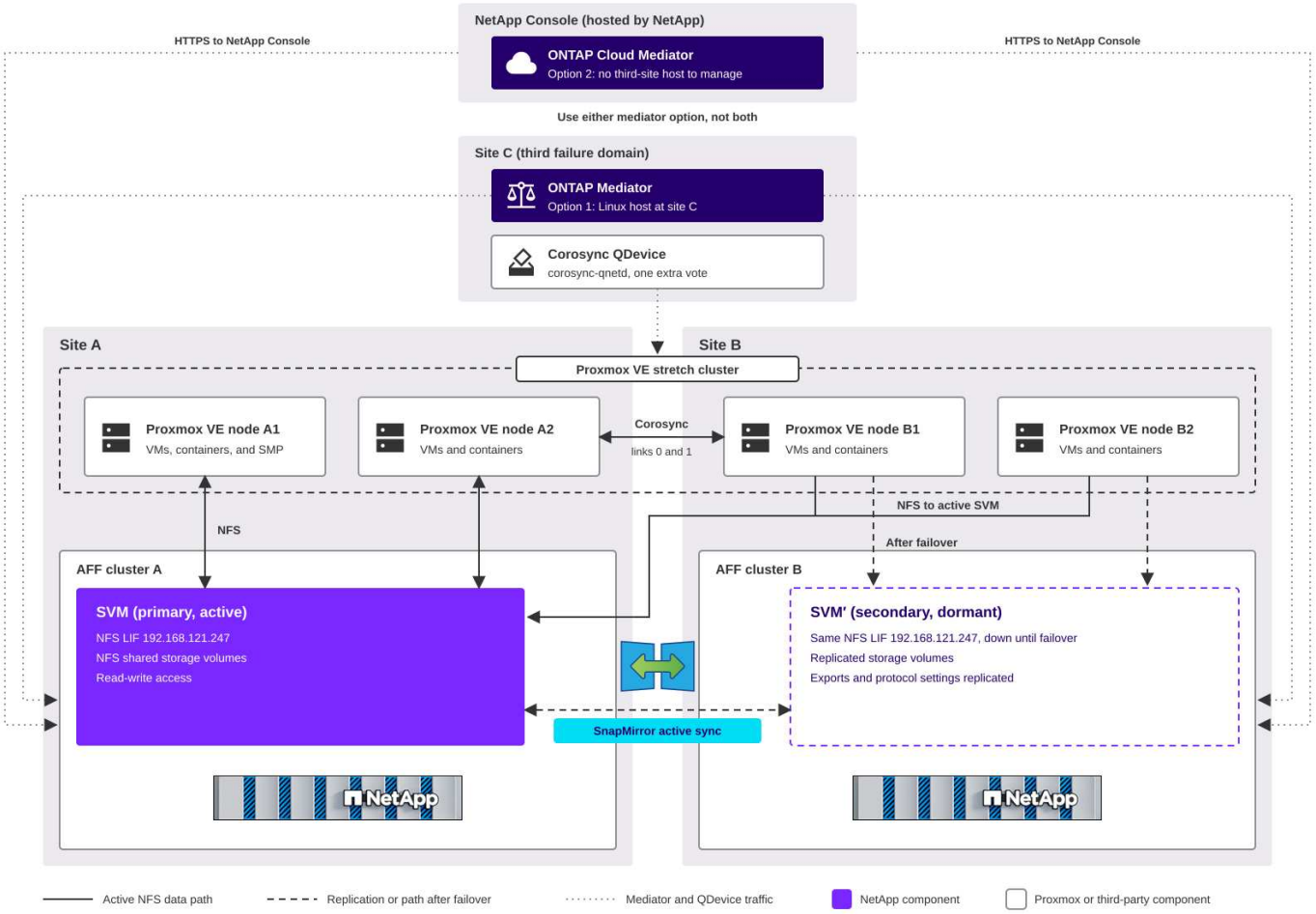
此解決方案將 Proxmox VE 延伸叢集與兩個站台上 NetApp AFF 系統上的 SnapMirror 主動同步相結合：

- *零 RPO。*ONTAP 會將每次對共享儲存設備的寫入，從站台 A 的主要叢集同步複寫到站台 B 的次要叢集。
- *兩個站台使用相同的共享儲存設備。*容錯移轉後，次要叢集向 Proxmox VE 提供相同的儲存設備，因此 `/etc/pve/storage.cfg`中的儲存設備定義仍然有效。
- *自動容錯移轉。*Mediator 在兩個站台之外作為見證。您可以將 ONTAP Mediator 安裝在第三個站台，或使用 ONTAP Cloud Mediator ，這是一項託管在 NetApp Console 中的服務。當主儲存設備或站台發生故障時， ONTAP 會容錯移轉至站台 B ，無需手冊干預。
- *精細控制。*您可以選擇要保護的工作負載，並且可以單獨容錯移轉工作負載，例如，為了進行站台維護而移動一個租戶或應用程式。
- *輔助複本的使用。*您可以 Clone 輔助複本以進行開發、測試或災難恢復測試，而不會影響複寫。

解決方案如何應對挑戰

挑戰	該解決方案如何提供協助	您仍需規劃的事項
資料遺失及手冊恢復	同步複寫可提供零 RPO。ONTAP 會自動容錯移轉，且次要 SVM 會提供相同的 NFS 位址，因此 `/etc/pve/storage.cfg`保持有效。	Proxmox VE HA 仍然會從故障站台重新啟動虛擬機器。
主機上的延伸儲存設備	複寫在 AFF 控制器上執行，而不是在 Proxmox VE 節點上執行，因此主機 CPU、記憶體容量和網路可繼續供虛擬機器使用。ONTAP 在每個站台保留一份複本，且儲存效率適用於這兩份複本。	與任何同步複寫一樣，此解決方案需要在站台 B 保留完整的第二份複本，並且複寫會為兩個 AFF 叢集都增加負載。請根據複寫工作負載調整兩個叢集的容量。
兩項法定人數決定	ONTAP Mediator，或 NetApp Console 中以服務形式提供的 ONTAP Cloud Mediator，是資料路徑之外的輕量級見證。此解決方案顯示如何讓 corosync QDevice 與主叢集遵守，以便兩者選擇同一站台。	QDevice 仍然需要第三個位置。ONTAP Mediator 也需要它，但 ONTAP Cloud Mediator 則不需要。請參閱 [中介選項]。
兩個站台的儲存設備位址	輔助 SVM 接管相同的 NFS LIF 位址，因此無需重新掛載或重新配置儲存設備。	NFS 子網路必須在兩個站台均可連線，通常使用延伸的階層 2 VLAN。有關 VIP LIF 的資格判斷狀態，請參閱 具有 VIP LIF 和 BGP 的第 3 階層網路。

下圖顯示採用 NFS 共享儲存設備的解決方案架構。



站台 **A** 和站台 **B**

每個站台都配備一個 AFF 雙節點叢集和一半的 Proxmox VE 節點。站台 A 的主叢集為所有 Proxmox VE 節點提供共享儲存設備。站台 B 的節點透過站台間網路存取主叢集。使用 NFS 儲存設備時，站台 B 的輔助 SVM 在發生容錯移轉之前保持休眠狀態。

站台 **C**

第三個故障網域託管 corosync QDevice 系統程式 (`corosync-qnetd`) ，如果您選擇選項 1，則也託管 ONTAP Mediator。QDevice 提供額外的投票權，以便在一個站台故障時，Proxmox VE 叢集仍能保持仲裁。

NetApp Console

如果選擇選項 2，ONTAP Cloud Mediator 將以服務形式在 NetApp Console 中執行，由 NetApp 託管和管理。兩個 AFF 叢集都透過 HTTPS 連接到它，因此您無需安裝或維護中介器主機。

中介程式

ONTAP Mediator 或 ONTAP Cloud Mediator 協助 ONTAP 決定哪個叢集負責資料服務。請僅使用其中一個，不要同時使用兩個。如需比較，請參閱 [中介選項]。

Proxmox VE 延伸叢集

所有 Proxmox VE 節點都屬於同一個叢集，並共享相同的儲存設備定義。Proxmox VE HA 會在存活的節點上重新啟動來自故障站台的虛擬機器。Storage Manager for Proxmox（SMP）在叢集上作為 HA 虛擬機器執行，以資源配置共享儲存設備，並備份、還原和 Clone 虛擬機器。

中介選項

SnapMirror 作用中同步使用中介伺服器作為被動見證。在網路分割或單一叢集故障期間，ONTAP 會使用中介伺服器來決定由哪個複本繼續提供 I/O 服務。中介伺服器不在資料路徑中，也不會自行啟動容錯移轉。您可以使用下列其中一個選項，但不能同時使用兩者。

考慮	選項 **1**：**ONTAP** 中介	選項 **2**：**ONTAP Cloud** 中介
執行位置	在第三個故障域（例如站台 C）中安裝和管理的 Linux 主機，具有獨立的電源和網路基礎架構。	NetApp Console 中的雲端服務。NetApp 負責託管與管理，因此您不需要第三個站台的中介主機。
ONTAP 版本	ONTAP 9.19.1 或更新版本，用於 NAS 的 SnapMirror 作用中同步。	ONTAP Cloud Mediator 從 ONTAP 9.17.1 開始提供。NAS 的 SnapMirror 作用中同步需要 ONTAP 9.19.1 或更新版本。
叢集連線	兩個叢集都連接到中介主機。預設服務連接埠為 31784。	兩個叢集都直接或透過 HTTP Proxy，透過 HTTPS 傳出連線至 NetApp Console。建議至 NetApp Console 的 ping 延遲低於 200 毫秒。
設定	在 Linux 主機上安裝該套件，然後使用主機位址和中介使用者將其新增至叢集。	建立具有 **ONTAP** 中介器設定角色 的 NetApp Console 服務帳戶，然後使用組織 ID、用戶端 ID 和用戶端密碼將中介器新增至叢集。
營運	您對主機進行修補和升級，並保持其可用狀態。	沒有主機可供修補或升級。您需要依賴兩個站台的網際網路存取以及 NetApp Console 服務的可用度。
最佳匹配	具有第三個站台，或不允許儲存設備叢集存取網際網路的環境。	沒有第三個站台可供調解器使用，或想要避免營運調解器的環境。

選擇時請記住以下幾點：

- *QDevice 仍然需要第三個位置。*ONTAP Cloud Mediator 移除的是中介主機，而不是 corosync QDevice 主機。QDevice 需要一台所有 Proxmox VE 節點都可以透過 TCP 連接埠 5403 存取的小型 Linux 主機，而且它沒有像 corosync 那樣的低延遲要求。
- *兩個叢集都需要存取 NetApp Console。*如果叢集使用 Proxy，請在兩個叢集上安裝 Proxy 的根目錄 CA 憑證。NetApp 建議每個叢集使用不同的 Proxy 伺服器。
- *無論選擇哪一種選項，都應規劃相同的故障行為。*當中介器無法使用時，複寫會繼續進行且無資料遺失，但在中介器再次可用之前，無法進行自動和計畫性的容錯移轉。使用 ONTAP Cloud Mediator 時，這包括從叢集到 NetApp Console 的連線遺失。

本節中的中介器選項適用於 SnapMirror 作用中同步。對於 MetroCluster，此解決方案使用 ONTAP 中介器或 MetroCluster Tiebreaker。部署前，請確認您的 ONTAP 版本、中介器選項和 Proxmox VE 版本是否一起列在 "NetApp 互作業性矩陣工具（IMT）" 中。

服務提供者的效益

- *超越主機 HA 的虛擬機器可用度。*當裝載其磁碟的儲存系統發生故障時，租戶虛擬機器仍可繼續運作。ONTAP 容錯移轉至第二個 AFF 叢集，且虛擬機器無需重新啟動即可在同一個共享儲存設備上恢復 I/O。

- *進階可用度分層。*您可以在同一個叢集中，將零 RPO、具備儲存彈性的 VM 服務作為附加服務，與未受保護儲存設備上的標準分層一起提供。
- *按租戶保護與容錯移轉。*透過為每個租戶或服務分層提供分隔的受保護儲存設備，您可以獨立保護、容錯移轉及測試每個租戶的災難恢復，而不會影響其他租戶。
- *更好地利用兩個站台。*您可以將某些工作負載主要放在站台 A，而將其他工作負載主要放在站台 B，這樣兩個資料中心都可以服務作用中的工作負載。

企業效益

- 在儲存設備或站台故障期間，業務關鍵型 **VMs** 零資料遺失。
- 自動恢復，無需腳本、儲存設備重新掛載或變更 `/etc/pve/storage.cfg`。
- 內建於 **ONTAP** 中，Proxmox VE 節點上無需額外的軟體階層。
- *透過單一介面進行日常操作。*Storage Manager for Proxmox 配置受保護的共享儲存設備，並使用 ONTAP 快照與 FlexClone 技術來備份、還原及複製虛擬機器。

解決方案如何應對故障

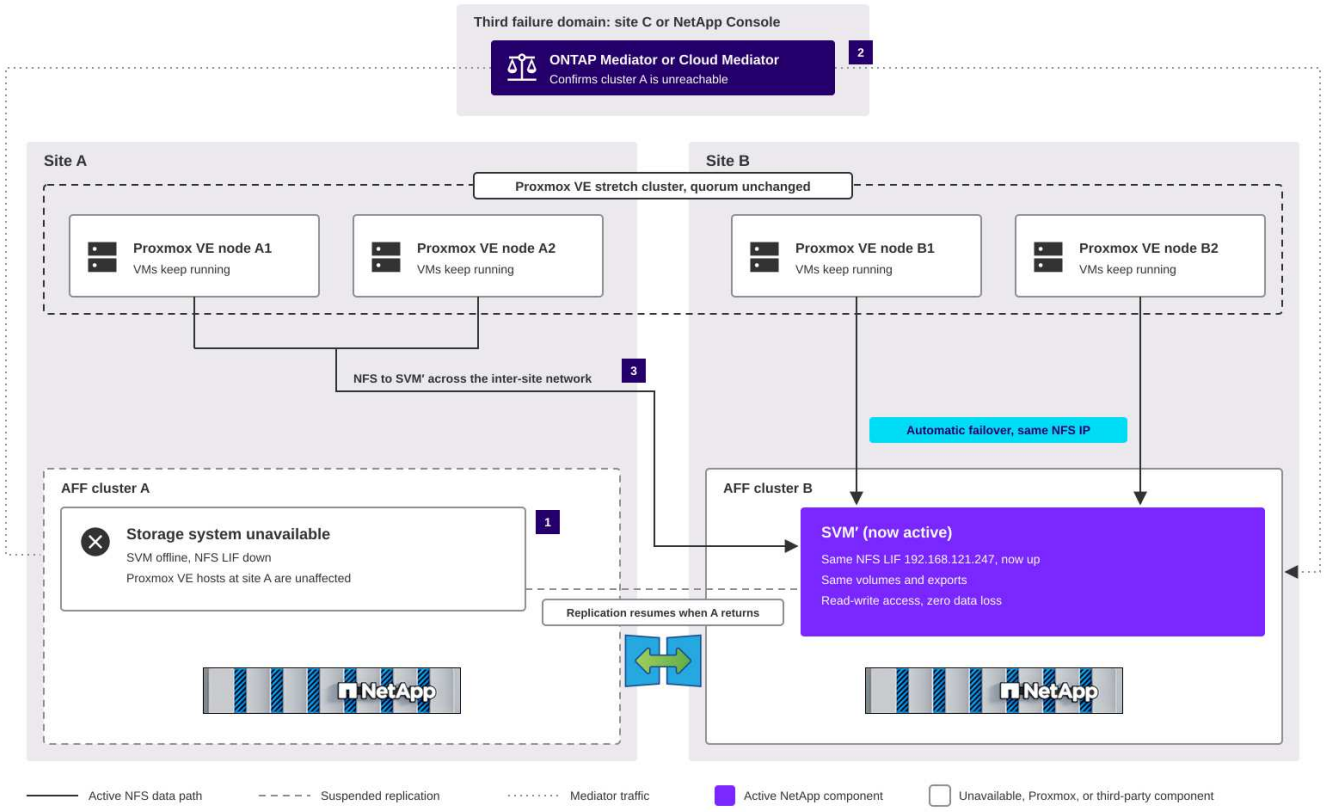
ONTAP 和 Proxmox VE 各自獨立做出法定人數決定。該設計使它們保持一致，以便兩者都選擇同一個存活站台。

事件	**ONTAP** 行為	**Proxmox VE** 行為
站台 A 故障	中介器確認故障後，ONTAP 會自動將共享儲存設備容錯移轉至叢集 B。	站台 B 節點和 QDevice 保持仲裁。HA 隔離站台 A 節點，並在站台 B 節點上重新啟動其虛擬機器。儲存設備容錯移轉後，已在站台 B 上的虛擬機器恢復 I/O。
AFF 叢集 A 發生故障，站台 A 上的 Proxmox VE 節點繼續運作	中介器確認叢集 A 無法連線，ONTAP 會自動將共享儲存設備容錯移轉至叢集 B。	無需更改仲裁，也無需重新啟動虛擬機器。儲存設備容錯移轉後，所有節點上的虛擬機器都在同一共享儲存設備上恢復 I/O，而站台 A 的節點透過站台間網路連接到叢集 B。
A 站台的一台 AFF 控制器發生故障	合作夥伴控制器在本地 HA 接管中接管。不會發生 SnapMirror 作用中同步容錯移轉。	無影響。虛擬機器在接管期間會短暫暫停 I/O。
站台 B 故障	叢集 A 繼續提供資料。當站台 B 恢復運作時，複寫將恢復。	站台 A 的節點和 QDevice 保持仲裁。HA 在站台 A 的節點上重新啟動站台 B 的虛擬機器。
站台間連結故障	叢集 A 繼續提供資料。未發生容錯移轉。	當決勝斷路器與主要叢集一致時，QDevice 會將其選票投給站台 A 分割區。站台 B 節點失去仲裁並自我隔離，HA 會在站台 A 上重新啟動其虛擬機器。
站台 C 故障，或叢集失去對 NetApp Console 的存取	複寫持續進行且零資料遺失，但在中介器可用之前，無法進行自動和計畫性的容錯移轉。使用 ONTAP Cloud 中介器時，站台 C 故障只會影響 QDevice。	叢集透過四個節點的投票維持法定人數。沒有虛擬機器受到影響。

事件	**ONTAP** 行為	**Proxmox VE** 行為
一個 Proxmox VE 節點發生故障	無影響。	HA 會在其他節點上重新啟動該節點的虛擬機，優先選擇同一站台的節點。

儲存系統故障

儲存系統故障是僅靠主機層級 HA 無法應對的情況，也是 SnapMirror 作用中同步能為服務提供者帶來最大價值的情況。下圖展示了 AFF 叢集 A 故障後的狀態，此時所有 Proxmox VE 節點仍保持線上，並使用 NFS 共享儲存設備。



1. AFF 叢集 A 無法使用。站台 A 上的 Proxmox VE 節點繼續運作，因此叢集不會失去仲裁，HA 也不會隔離任何節點。
2. 中介軟體（位於站台 C 的 ONTAP Mediator 或 NetApp Console 中的 ONTAP Cloud Mediator）確認叢集 A 無法連線，然後 ONTAP 會啟動叢集 B 上的次要 SVM，其具有相同的 NFS LIF 位址、磁碟區與匯出原則。
3. 所有 Proxmox VE 節點在同一共享儲存設備上恢復 I/O。站台 B 的節點在本地存取叢集 B，站台 A 的節點透過站台間網路存取叢集 B。虛擬機器在容錯移轉期間暫停 I/O，無需重新啟動即可繼續運作。

當叢集 A 恢復後，複寫將繼續進行。請規劃在維護所需時間內容錯回復至叢集 A，以便站台 A 的虛擬機器能夠再次存取本機儲存設備。

站台故障

在站台故障期間，該站台的儲存系統和 Proxmox VE 節點都會離線。ONTAP 會將共享儲存設備容錯移轉至存活的叢集，而 Proxmox VE HA 會在存活的節點上重新啟動來自故障站台的 VM，如表中所述。

在 **SnapMirror** 作用中同步與 **MetroCluster** 之間進行選擇

NetApp MetroCluster 組態也能為 Proxmox VE 延伸叢集交付零 RPO 和自動恢復。這兩種解決方案的差異在於它們所保護的對象：

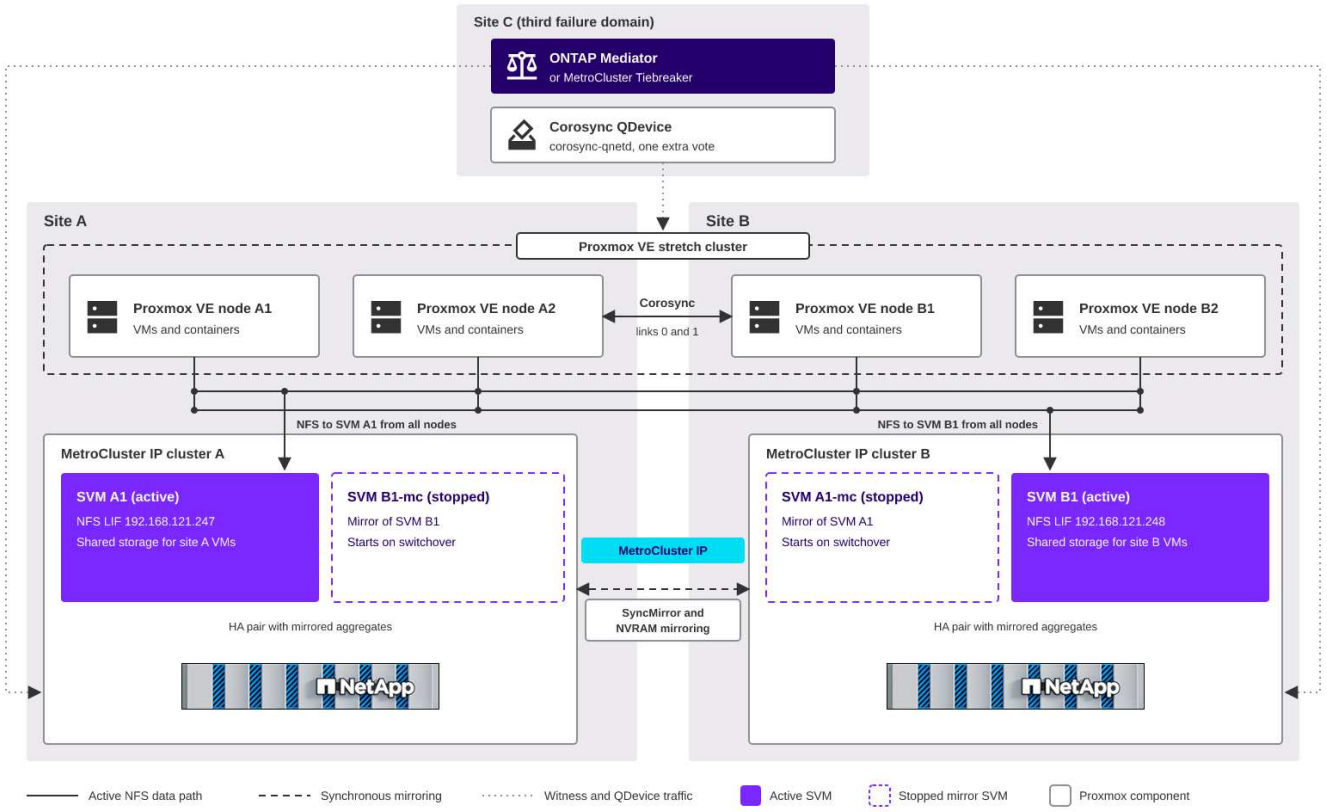
- *MetroCluster 保護所有工作負載。*MetroCluster 結合了陣列型叢集與同步複寫。它會將每個鏡射 Aggregate 中的資料、非揮發性記憶體容量（NVRAM）以及每個 SVM 的組態鏡射到合作夥伴站台，因此叢集上的所有共享儲存設備都會受到保護，而無需針對每個工作負載進行設定。
- *SnapMirror 作用中同步保護部分工作負載。*您可以選擇要保護的 SVM 或磁碟區，並且可以獨立對每個項目進行容錯移轉。未受保護的工作負載可以共享相同的叢集。

兩種方案都在每個站台保留受保護資料的完整複本，都需要在第三個故障域中設定見證，並且都會增加儲存設備控制器的複寫負載。它們的區別在於保護範圍、容錯移轉精細度和叢集設計。

在部署任一解決方案之前，請確認您的 ONTAP 版本、MetroCluster 或 SnapMirror 作用中同步組態，以及 Proxmox VE 版本是否一起列在 "NetApp 互作業性矩陣工具（IMT）" 中。

MetroCluster 搭配 **Proxmox VE** 的架構

下圖顯示具有四節點 MetroCluster IP 組態和 NFS 共享儲存設備的 Proxmox VE stretch 叢集。



MetroCluster IP 叢集

每個站台都有一個具備鏡射 Aggregate 的 HA 配對。MetroCluster IP 後端網路會將資料（SyncMirror）和 NVRAM 同步鏡射到合作夥伴站台。

兩個站台的 **SVM**

每個站台都可以運行自己的 SVM。對於每個 SVM，MetroCluster 會在合作夥伴站台保留一個帶有 `-mc` 後綴的已停止鏡射 SVM，並具有相同的組態和 LIF 位址。

來自所有節點的 **NFS** 存取

每個 Proxmox VE 節點都會掛載兩個作用中 SVM（SVM A1 和 SVM B1）的共享儲存設備，以便 HA 可以重新啟動任何節點上的任何 VM。站台 B 的節點可透過站台間網路存取 SVM A1，站台 A 的節點可透過站台間網路存取 SVM B1。這與 SnapMirror 主動同步的存取模型相同。

切換

如果站台發生故障，站台 C 的 ONTAP Mediator 或 MetroCluster Tiebreaker 會啟用自動切換。倖存站台上的鏡射 SVM 會啟動，並使用相同的 NFS 位址為所有共享儲存設備提供服務，而 Proxmox VE HA 會從故障站台重新啟動 VM。單一控制器故障會由本機 HA 接管來處理，無需進行切換。修理故障站台後，您需要修復 Aggregate 並切換回來。

MetroCluster 如何應對故障

下表顯示 MetroCluster IP 組態和 Proxmox VE 延伸叢集如何回應與 [解決方案如何應對故障] 中相同的故障。在本例中，SVM A1 在站台 A 處於作用中，SVM B1 在站台 B 處於作用中。

事件	**ONTAP** 行為	**Proxmox VE** 行為
站台 A 故障	ONTAP 調解器或 MetroCluster 決勝器確認故障，且 ONTAP 切換站台 A。SVM A1-mc 在站台 B 啟動，並使用相同的 NFS LIF 位址。SVM B1 繼續提供資料。	站台 B 節點和 QDevice 保持仲裁。HA 隔離站台 A 節點，並在站台 B 節點上重新啟動其 VM。已在站台 B 節點上執行的 VM 繼續執行，而 SVM A1 上的 VM 在切換後恢復 I/O。
MetroCluster IP 叢集 A 發生故障，站台 A 上的 Proxmox VE 節點繼續運作	ONTAP Mediator 或 MetroCluster Tiebreaker 確認叢集 A 無法連線，且 ONTAP 切換站台 A。SVM A1-mc 在站台 B 啟動，並使用相同的 NFS LIF 位址。	無需更改仲裁，也無需重新啟動虛擬機器。切換後，SVM A1 上的虛擬機器恢復 I/O，站台 A 的節點透過站台間網路連線至站台 B。
A 站台的一個控制器發生故障	A 站台的 HA 合作夥伴在本地 HA 接管中接管。不會發生切換。	無影響。虛擬機器在接管期間會短暫暫停 I/O。
站台 B 故障	ONTAP 切換站台 B。SVM B1-mc 在站台 A 啟動，並使用相同的 NFS LIF 位址。SVM A1 繼續提供資料。	站台 A 節點和 QDevice 保持仲裁。HA 在站台 A 節點上重新啟動站台 B 的 VM，它們在該處存取站台 A 的 SVM B1。
站台間連結故障	由於兩個叢集仍在運行，因此不會發生切換。每個站台繼續運行各自的 SVM，與合作夥伴站台的鏡射將暫停，直到連結恢復。	當決勝斷路器與站台 A 一致時，QDevice 會將其選票投給站台 A 分割區。站台 B 節點會失去仲裁並自我隔離。HA 會在站台 A 節點上的 SVM A1 上重新啟動虛擬機器。由於站台 A 節點無法連線至 SVM B1，因此 SVM B1 上的虛擬機器必須等到連結恢復後才能重新啟動。
站台 C 故障	鏡射會繼續進行，且零資料遺失，但在見證可用之前，無法進行自動切換。您仍然可以手動切換。	叢集透過四個節點的投票維持法定人數。沒有虛擬機器受到影響。

事件	**ONTAP** 行為	**Proxmox VE** 行為
一個 Proxmox VE 節點發生故障	無影響。	HA 會在其他節點上重新啟動該節點的虛擬機，優先選擇同一站台的節點。

站台間連結故障是與單一主要站台設計的主要差異。每當兩個站台都裝載作用中 SVM 時（無論是使用 MetroCluster，還是使用兩個方向相反的 SnapMirror 作用中同步 SVM），corosync 判定斷路器只能偏好一個站台。其作用中 SVM 位於另一個站台的虛擬機器將保持停機狀態，直到連結恢復為止。為了限制影響，請在分隔的實體路徑上使用備援的站台間連結，並將最關鍵的虛擬機器放置在判定斷路器偏好之站台的 SVM 上。

功能比較

考慮	適用於 **NAS** 的 **SnapMirror active sync**	**MetroCluster IP**
保護範圍	選定的 SVM 和磁碟區	組態中的所有鏡射 Aggregate 和所有 SVM
容錯移轉精細度	每個 SVM 獨立	整個站台，透過切換
未受保護的工作負載	在同一叢集中未受保護的 SVM 上執行	可以使用未鏡射的 Aggregate，這些 Aggregate 在切換後會離線，直到您將其設為線上
叢集設計	兩個獨立的叢集，透過 IP 網路對等連接	兩個合作夥伴叢集的一種組態，具有專用的 MetroCluster IP 後端網路
站台 C 的見證	ONTAP Mediator 或 ONTAP Cloud Mediator	ONTAP Mediator 或 MetroCluster Tiebreaker
受保護資料的複本	每個站台一台	每個站台一個，位於鏡射的 Aggregate 中
複寫路徑	SnapMirror 透過叢集間 LIF 同步	SyncMirror 以及透過 MetroCluster IP 後端網路進行的 NVRAM 鏡射
兩個站台的 NFS 位址	擴展的第 2 階層 VLAN。搭配 BGP 的 VIP LIF 待定資格判斷	擴展的階層 2 VLAN，或搭配 BGP 的 VIP LIF
站台故障後的恢復	容錯回復每個 SVM	修復集合體，然後切換回復站台

選擇指南

- 當儲存設備上的所有或幾乎所有工作負載都需要零 RPO 時，請選擇 MetroCluster，例如當企業僅在叢集上執行任務關鍵型 VM，或服務供應商為每個租戶提供相同的可用度分層時。您將獲得一個保護網域，無需進行每個工作負載的組態。
- 當只有一部分工作負載需要零 RPO 時（例如某些租戶的高階分層），或者當您需要一次對一個租戶或應用程式進行容錯移轉或測試災難恢復時，請選擇 SnapMirror 作用中同步。
- SnapMirror 適用於 NAS 的作用中同步不支援於 MetroCluster 組態。請為每對叢集使用一種解決方案。
- 本解決方案中的 corosync、QDevice 和 HA 指南同樣適用於這兩種情況。使用 MetroCluster 時，遵守將 QDevice 斷路器與在站台間連結故障時仍持續提供資料的站台保持一致，並使用 HA 節點親和性規則將虛擬機器與其作用中 SVM 保持在同一站台。
- MetroCluster IP 也支援搭配 BGP 的 VIP LIF，用於站台之間的第 3 階層網路。

Proxmox VE 擴展叢集的 Corosync 注意事項

Proxmox VE 使用 corosync 進行叢集成員管理和仲裁。Corosync 對站台間網路的敏感度高於 SnapMirror 作用中同步，因此請先規劃叢集網路。

延遲和網路設計

- SnapMirror 作用中同步要求叢集間往返時間（RTT）小於 10 毫秒。Proxmox 建議所有節點之間的 corosync 延遲小於 5 毫秒，因此 corosync 要求設定了解決方案的距離限制。
- Corosync 需要的是低且一致的延遲，而不是高頻寬。請使用專用網路運行 Corosync，將其與儲存設備和即時移轉流量分隔，以避免儲存設備突發流量導致 Corosync 逾時。
- 在站台之間的分隔實體路徑上設定至少兩個 corosync 連結（例如，連結 0 和連結 1）。如果一條路徑發生故障，Corosync 會使用 Kronosnet 自動切換連結。

在第三個站台使用 **QDevice** 進行仲裁

將 Proxmox VE 節點平均分配到站台 A 和站台 B，並在站台 C 新增 QDevice。有了四個節點和一個 QDevice，叢集就有五票，而法定人數需要三票，因此任何一個站台發生故障都不會失去法定人數。QDevice 透過 TCP 連接埠 5403 連接到叢集，並且沒有 corosync 的低延遲要求，因此它可以與 ONTAP Mediator 共享站台 C。如果您使用 ONTAP Cloud Mediator，則仍需要第三個位置來放置 QDevice，但它可以是未同時託管 Mediator 的小型 Linux 主機。

與主叢集的斷路器對齊

當站台間連結發生故障，但兩個站台仍可連線至站台 C 時，ONTAP 會讓站台 A 的主要叢集繼續提供資料。QDevice 必須將其選票投給同一個站台。預設情況下，QDevice 會選擇包含最低節點 ID 的分割區。

最佳實務： 在站台 A 的節點上建立 Proxmox VE 叢集，並在參加站台 B 的節點之前，先將站台 A 的其他節點參加叢集，以確保站台 A 擁有最低的節點 ID。如果主儲存設備長時間移轉至站台 B，請將 QDevice `tie_breaker` 設定更新為站台 B 的節點 ID。

如果 QDevice 改為偏好站台 B，則站台 A 節點將會自我隔離，而 HA 將會在無法存取站台 A 作用中儲存設備的站台 B 節點上重新啟動虛擬機器。

HA 行為和虛擬機器放置

- Proxmox VE HA 通常會在大約兩分鐘內偵測到故障節點並恢復其虛擬機器，其中包括 60 秒的看門狗隔離逾時。在站台故障期間，SnapMirror 作用中同步容錯移轉和 Proxmox VE HA 恢復並行運作。
- 使用具有節點優先權的 HA 節點親和性規則，將虛擬機器放置在與其主儲存設備位於相同站台的節點上，並允許它們容錯移轉到另一個站台。
- 站台容錯移轉後，請將受影響 VM 的 HA `failback` 屬性設為 `0`，直到您將儲存設備容錯回復為止。否則，HA 會在站台 A 節點恢復後，立即將 VM 移轉回該節點，而作用中儲存設備仍位於站台 B。
- 確保客體作業系統磁碟逾時時間長於預期的容錯移轉時間，以便客體在儲存設備容錯移轉期間不會報告 I/O 錯誤。

與 Storage Manager for Proxmox 整合

Storage Manager for Proxmox（SMP）為 Proxmox VE 管理員提供單一介面，以資源配置 ONTAP 共享儲存設備，並透過使用 ONTAP 快照與 FlexClone 技術來備份、還原及 Clone 虛擬機器。SMP 透過其 API 連線至

Proxmox VE 叢集與 ONTAP，因此在 Proxmox VE 節點上不需要代理程式。

SMP 和 SnapMirror 作用中同步可防範不同類型的故障。SnapMirror 作用中同步可在儲存設備或站台故障期間保持 VM 運作，但它會同步複寫每次寫入，包括意外刪除、客體更新失敗或被勒索軟體加密的資料。SMP 快照提供時間點複本，以便從這些邏輯故障中恢復。兩者結合使用，可從相同的 ONTAP 儲存設備提供持續可用度和快速的作業恢復。

保護階層	保護免受	恢復點	管理工具
SnapMirror主動同步	儲存系統故障和站台故障	零資料遺失	ONTAP
SMP 備份（ONTAP 快照）	意外刪除、資料毀損、更新失敗和勒索軟體	上次排程或隨需備份	SMP
SnapMirror 非同步連出或 Proxmox Backup Server	兩個站台遺失以及長期保留	上次複寫或備份	ONTAP 或 Proxmox Backup Server

備份與還原

SMP 隨需或依原則建立儲存設備 Volume 的損毀狀況一致或檔案一致備份（做為 ONTAP 快照），並還原個別 VM、儲存設備或資源群組：

- 使用資源群組和備份原則，將相同的排程與保留套用至租戶或應用程式的虛擬機器。
- 對於執行 QEMU 客體代理程式的虛擬機器，請使用檔案一致的備份，以便在 ONTAP 建立快照之前使客體檔案系統處於靜止狀態。
- SMP 管理作用中的儲存設備。在 SnapMirror 作用中同步容錯移轉之後，請在 SMP 中執行探索，以便將儲存設備對應到叢集 B，然後再執行備份或還原作業。
- 如需兩個站台之外的第三個複本，或需要更長時間的保留，請從受保護的 Volume 新增 SnapMirror 非同步連出關係，或使用 Proxmox Backup Server。
- SnapMirror 作用中同步不支援防篡改快照，因此請勿在 SMP 中為受保護的 Volume 啟用快照鎖定。

虛擬機器 **Clone**

SMP 使用 ONTAP FlexClone 技術建立極具空間效率的 VM Clone，用於開發、測試和快速資源配置。在受保護儲存設備中建立的 Clone 會使用兩個站台的複寫頻寬和容量。請將不需要業務連續性的 Clone 和測試儲存設備從 SnapMirror 作用中同步保護中排除。

SMP 放置

- 將 SMP VM 作為 HA 資源執行於受 SnapMirror 作用中同步保護的共享儲存設備上，以便 SMP 在儲存設備或站台故障後仍然可用。
- 在 SMP 中註冊 Proxmox VE 叢集和兩個 ONTAP 叢集，以便 SMP 可以存取任一站台的作用中儲存設備。

適用於 **NAS** 的 **NFS** 共享儲存設備，支援 **SnapMirror** 作用中同步

從 ONTAP 9.19.1 開始，SnapMirror 作用中同步可保護 NAS 工作負載。下列注意事項僅適用於 NFS 共享儲存設備。若要使用 NFS 儲存設備部署解決方案，請遵循 "NAS 組態工作流程"。

SVM 層級保護與網路身分

- NAS 的 SnapMirror 作用中同步可保護整個儲存設備虛擬機器（SVM）。您可以保護 SVM 中的所有 Volume，也可以排除選取的 Volume。僅支援 FlexVol Volume，且 SVM 不能包含 LUN。
- 次要 SVM 會保持休眠狀態，其 LIF 處於關閉狀態，直到發生容錯移轉為止。ONTAP 會複寫 SVM 組態，包括 LIF IP 位址、匯出原則和 NFS 設定，因此次要 SVM 在容錯移轉後會提供相同的 NFS 端點。
- 對於 NFSv3 及更高版本，容錯移轉不會造成中斷。
- NAS 的 SnapMirror 作用中同步為作用中/被動，因此站台 B 節點上的虛擬機器會透過站台間網路對主 SVM 進行讀取與寫入。對於兩個站台上的作用中工作負載，請使用兩個複寫方向相反的 SVM，每個站台各一個主 SVM，並讓每個虛擬機器的節點親和性規則遵守其主 SVM 所在的站台。
- AFF A 系列和 C 系列雙節點叢集支援 NAS 的 SnapMirror 作用中同步。

NFS 用戶端設定

NFS 儲存設備請使用 NFSv3 或 NFSv4.1。保持預設的硬裝載行為，不要新增 `soft` 裝載選項，以便在容錯移轉期間 NFS I/O 會重試而不是失敗。

為了提高效能和容錯能力，請使用多個 TCP 連線連接到儲存設備。請使用 nConnect 或工作階段中繼，不要同時使用兩者：

- *nConnect。*對單一 NFS LIF 位址開啟多個 TCP 連線，例如 `nconnect=4`。nConnect 可與 NFSv3 和 NFSv4.1 以及單一 VIP LIF 位址搭配使用，因此是適用於 NAS 的 SnapMirror 主動式同步的建議選項，包括第 3 階層網路。
- *工作階段中繼。*將多個資料 LIF 群組為一個 NFSv4.1 工作階段，例如 `vers=4.1,trunkdiscovery,max_connect=16`。工作階段中繼需要 NFSv4.1 或更新版本。僅當受保護的 SVM 具有多個用戶端可在兩個站台存取的資料 LIF 時才使用，例如在延伸的第 2 層網路中。如需詳細資訊，請參閱 "NFS 中繼"。

有關裝載選項命令和驗證步驟，請參閱"為 Proxmox VE 配置 NFS 存儲"。

使用 **SMP** 進行 **NFS** 儲存資源配置

SMP 會資源配置 ONTAP Volume，建立或選擇匯出原則，並將該 Volume 作為 NFS 共享儲存設備裝載到您選擇的 Proxmox VE 節點上。對於受保護的 SVM 中的儲存設備：

- 在主 SVM 中資源配置 Volume，並選擇 NFS LIF 或第 3 階層網路中的 VIP LIF 作為偏好的 LIF。容錯移轉後，次要 SVM 會使用相同的位址，因此儲存設備定義仍然有效。
- 在兩個站台的所有 Proxmox VE 節點上裝載儲存設備，以便 HA 可以在任何節點上重新啟動虛擬機器。
- 請確保匯出原則允許兩個站台上的 Proxmox VE 節點。ONTAP 會將匯出原則複寫至次要 SVM。
- 資源配置完成後，驗證該 Volume 是否包含在 SnapMirror 作用中同步保護中。

具有 **VIP LIF** 和 **BGP** 的第 **3** 階層網路

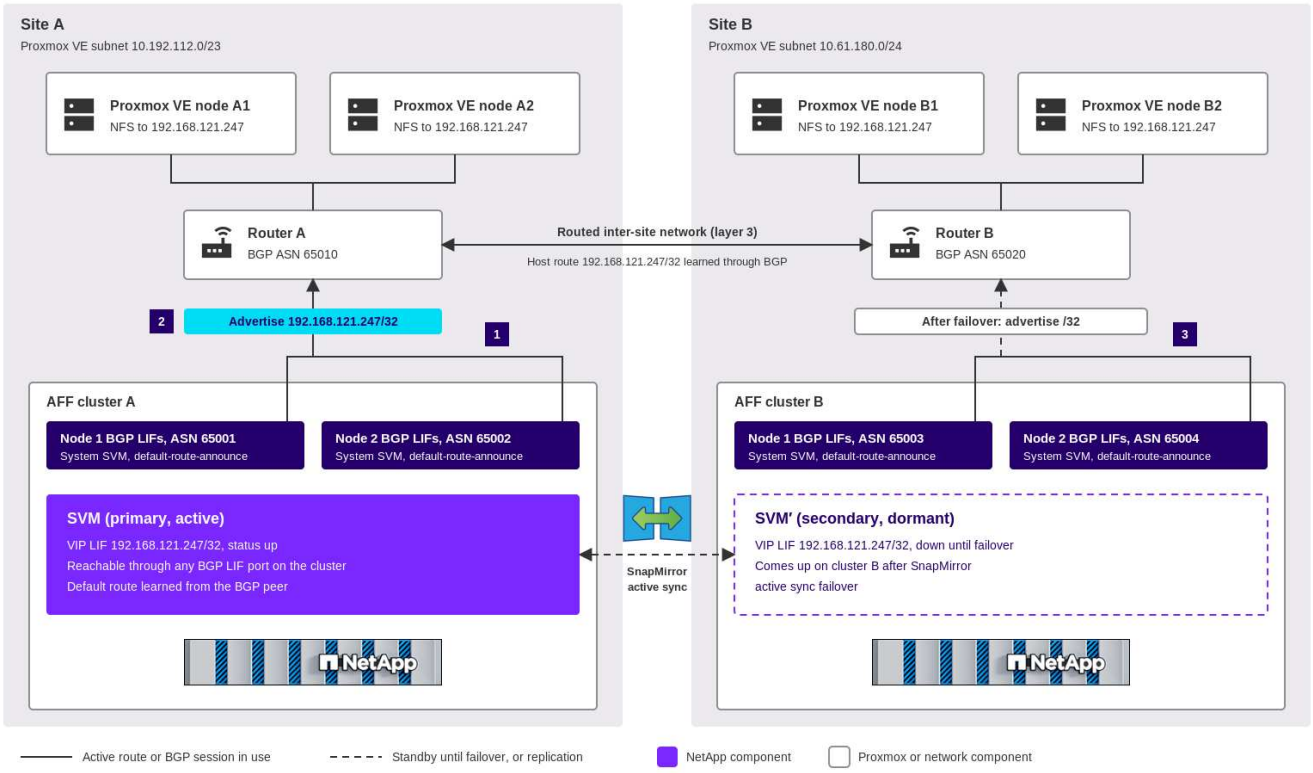
SnapMirror NAS 的作用中同步要求主要和次要 SVM 具有相同的 IP 位址。當 NFS VLAN 跨站台擴展時，LIF IP 位址會隨 SVM 一起移動。當站台透過路由的階層 3 網路連接時，站台 A LIF 的子網路在站台 B 中不存在。



在發行之時，NetApp 尚未記錄將搭配 BGP 的 VIP LIF 作為 NAS 的 SnapMirror 作用中同步的合格組態。在規劃第 3 層設計之前，請向 NetApp 確認目前的支援情況。否則，請在站台之間延伸

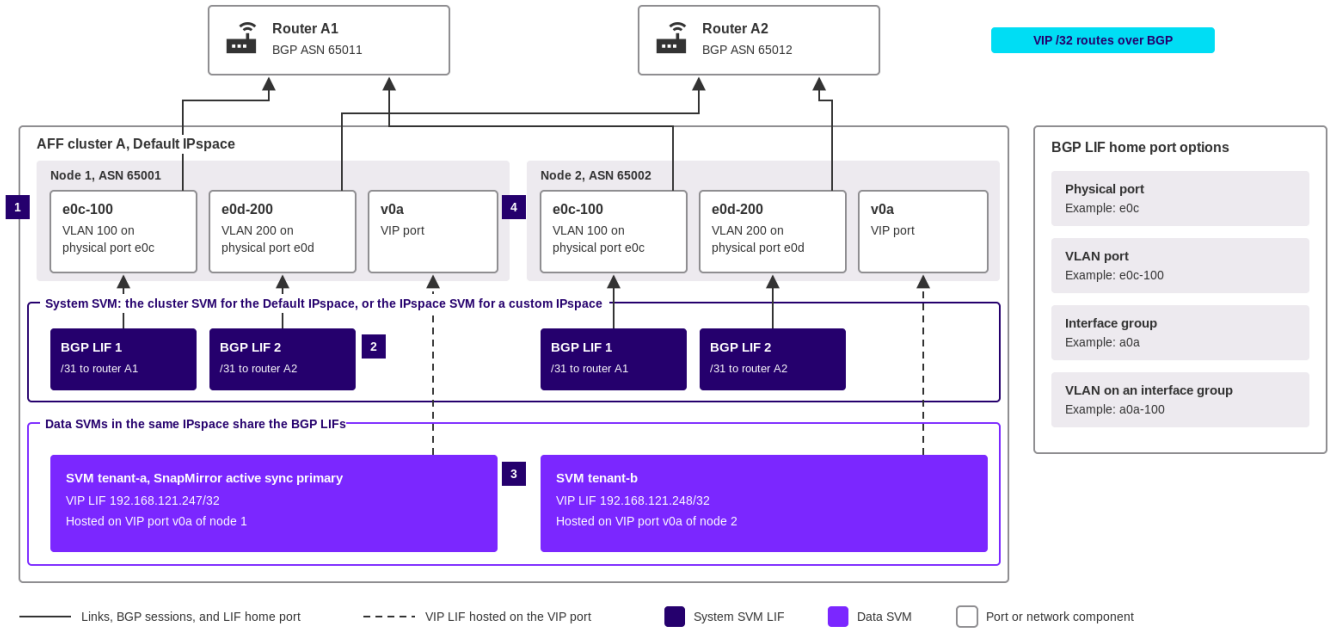
NFS VLAN。MetroCluster IP 組態支援搭配 BGP 的 VIP LIF。

ONTAP 虛擬 IP（VIP）LIF 解決了這個問題。VIP LIF 不屬於任何子網路。ONTAP 使用邊界閘道協定（BGP）將 VIP 位址作為 /32 主機路由通告給對等路由器，因此該位址可以在站台之間移動而無需擴展 VLAN。



1. 兩個站台上的每個節點在系統 SVM 中都有 BGP LIF，這些 LIF 與其站台的路由器建立對等連線。BGP LIF 是節點特定的且不會進行複寫，因此您需要在兩個叢集上設定它們。
2. 主 SVM 託管 NFS VIP LIF。叢集 A 通告 /32 主機路由，兩個站台的 Proxmox VE 節點透過路由網路存取儲存設備。
3. 在 SnapMirror 作用中同步容錯移轉之後，VIP LIF 在次要 SVM 上啟動，叢集 B 通告主機路由，路由器在站台 B 上收斂。

首次在 ONTAP 中規劃 BGP 時，了解每個 LIF 所屬的 SVM 會有所幫助。BGP LIF 屬於 IPspace 的系統 SVM，而非資料 SVM。每個叢集上的一組 BGP LIF 可服務該 IPspace 中每個資料 SVM 的 VIP LIF，因此您不需要為每個租戶建立 BGP LIF。下圖顯示一個叢集上的 LIF 與連接埠配置，其中 BGP LIF 位於 VLAN 連接埠上。



1. 每個節點都有兩個用於 BGP 的連接埠，在本例中為 VLAN 連接埠 `e0c-100` 和 `e0d-200`。每個連接埠直接連接到不同的路由器。
2. 每個節點在系統 SVM 中都有兩個 BGP LIF，分別位於每個連接埠上，使用 /31 子網路並與一部路由器建立 BGP 對等群組。對於預設 IPspace，系統 SVM 即為叢集 SVM。對於自訂 IPspace，它是與 IPspace 同名的 SVM。
3. 同一 IPspace 中的資料 SVM 代管 VIP LIF，且不需要自己的 BGP LIF。BGP 對等群組會通告 IPspace 中所有 SVM 的 VIP 路由。
4. 當您建立第一個 BGP 對等群組時， ONTAP 會在每個節點上建立一個 VIP 連接埠，例如 `v0a`。VIP LIF 託管在 VIP 連接埠上，並且可透過在 IPspace 中託管 BGP LIF 的節點上的每個連接埠來存取。

BGP LIF 的主連接埠可以是實體連接埠、VLAN 連接埠、介面群組或介面群組上的 VLAN。介面群組並非必需。NetApp 技術報告 TR-4949 建議每個 IPspace 使用兩個 BGP LIF，分別位於兩個分隔的連接埠上，每個 LIF 直接連接到不同的第一跳路由器。

請牢記以下準則：

- BGP LIF 不會容錯移轉。備援機制來自每個節點的兩個 BGP LIF，每個 LIF 分別與不同的路由器建立對等關係。如果某個節點遺失了所有與某個 SVM 相關的 BGP 工作階段，ONTAP 會將該 VIP LIF 移至另一個與該 SVM 具有作用中 BGP 工作階段的節點。
- 使用外部 BGP （eBGP），為每個 ONTAP 節點和每個路由器指派唯一的私有自治系統編號 （ASN）。
- 每個 BGP LIF 及其路由器使用 /31 子網路（子網路遮罩 255.255.255.254）。將奇數位址指派給 BGP LIF，將偶數位址指派給路由器。
- ONTAP 不處理來自路由器的路由。請設定路由器，使其接受來自 ONTAP 的 /32 主機路由，並且不要向叢集發送路由更新。
- Proxmox VE 節點不得與 VIP 位址共享子網路。節點與儲存設備之間的路徑上必須有備援的階層 3 路由器，例如支援 VRRP 或 HSRP 的路由器。
- 設定 BGP 對等群組 `-use-peer-as-next-hop true`，以便每個叢集都能從其本機路由器學習到預設路由。容錯移轉後，指向站台 A 閘道的路由在站台 B 將失效。

- 啟用多重路徑路由，使出站 VIP 流量使用所有可用的 BGP LIF 連接埠。
- 將 BGP 保持時間從預設的 180 秒降低。TR-4949 建議保持時間為 3 秒。路由器僅在保持定時器逾時時才會從故障叢集中撤迴路由，並且在儲存系統故障期間，站台 A 的路由器將保持線上。

相關資訊

- "ONTAP SnapMirror 作用中同步架構"
- "ONTAP SnapMirror 作用中同步的先決條件"
- "準備設定 ONTAP Cloud 中介器"
- "設定 ONTAP Cloud 中介器以進行 SnapMirror 作用中同步"
- "ONTAP MetroCluster 對虛擬 IP 和 BGP 的注意事項"
- "MetroCluster 資料保護和災難恢復"
- "設定並使用 Storage Manager for Proxmox"
- "TR-4949：資料中心內搭配 ONTAP 的 BGP/VIP"
- "Proxmox VE 叢集管理程式"
- "Proxmox VE 高可用度"

設定 Proxmox VE 業務連續性與 NAS 儲存設備

透過將適用於 NAS 的 ONTAP SnapMirror 作用中同步與 Proxmox VE 延伸叢集結合，保護 Proxmox 虛擬環境（VE）虛擬機器免受站台故障影響。您在 NetApp Console 中設定中介器（ONTAP Mediator 或 ONTAP Cloud Mediator），保護 NFS 儲存設備虛擬機器（SVM），選擇性地使用虛擬 IP（VIP）LIF 和邊界閘道協定（BGP）使其 NFS 位址在路由網路中具備可攜性，使用 QDevice 建立延伸叢集，然後使用 Storage Manager for Proxmox 資源配置共享儲存設備，並設定高可用度（HA）與虛擬機器備份。結果是零資料遺失，並在倖存站台自動恢復虛擬機器。

關於此工作流程

開始之前，請審查 "解決方案架構、故障行為與 corosync 設計考量"。將尖括號中的值（例如 `<primary_svm>`）替換為您環境中的值。

開始之前

- 兩個 AFF A 系列或 C 系列雙節點叢集必須執行 ONTAP 9.19.1 或更新版本，一個位於站台 A，一個位於站台 B。
- SnapMirror 和 SnapMirror 同步授權（包含在 ONTAP One 中）必須安裝在兩個叢集上。
- 叢集必須在預設 IPspace 中進行對等連接，叢集間往返時間（RTT）小於 10 毫秒。
- 您必須選擇一個調解器選項。如需比較，請參閱 "中介選項"。
  - 對於 ONTAP Mediator，必須在站台 C 或另一個第三故障網域安裝 Linux 主機，且該主機必須可從兩個叢集的叢集和節點管理 LIF 存取。
  - 對於 ONTAP Cloud Mediator ，兩個叢集都必須直接或透過 Proxy 對 NetApp Console 進行傳出 HTTPS 存取，且 ping 延遲低於 200 毫秒。您還需要 NetApp Console 組織和建立服務帳戶的權限。

- 站台 A 的 SVM 必須為 Proxmox VE 節點提供 NFS 服務。此 SVM 只能包含 NAS 的 FlexVol Volume，不能包含 LUN，且其匯出原則必須允許所有 Proxmox VE 節點。
- 必須安裝偶數個 Proxmox VE 9.0 或更新版本的節點，在站台 A 和站台 B 之間平均分割，且所有節點之間的 corosync 延遲低於 5 毫秒。
- 站台 C 或其他第三個位置的 Linux 主機必須可供 corosync QDevice 守護程式使用，並且必須能夠從所有 Proxmox VE 節點透過 TCP 連接埠 5403 存取。無論使用哪種中介器選項，都需要此主機。
- NFS VLAN 必須在站台 A 和站台 B 之間延伸。對於路由的階層 3 網路，每個站台都必須提供支援 BGP 的路由器，而且您必須向 NetApp 確認，NAS 的 SnapMirror 作用中同步是否支援具備 BGP 的 VIP LIF。
- 您的 ONTAP 和 Proxmox VE 版本必須一起列在 "NetApp 互作業性矩陣工具（IMT）" 中。
- 若要資源配置共享儲存設備和備份虛擬機，必須安裝適用於 Proxmox 的 Storage Manager，並使其能夠透過網路存取 Proxmox VE 節點和兩個 ONTAP 叢集。

步驟 1：設定中介器

在初始化 SnapMirror 作用中同步關係之前，請將中介器新增至叢集對等關係。ONTAP 需要中介器來執行計畫性與自動容錯移轉。您可以從任一叢集新增中介器，ONTAP 會自動將其新增至另一個叢集。請使用一種中介器選項，不要同時使用兩者。

請選擇以下選項之一。

ONTAP Mediator

如果您在站台 C 的 Linux 主機上安裝中介器，請使用此選項。有關安裝，請參閱 "安裝或升級 ONTAP Mediator"。

步驟

1. 在任一叢集上，新增中介器：

```
snapmirror mediator add -peer-cluster <peer_cluster> -type on-prem
-mediator-address <mediator_ip> -username <mediator_user>
```

出現提示時，請輸入 Mediator 密碼。

2. 確認調解方已連線且法定人數狀態為 `true`：

```
snapmirror mediator show
```

ONTAP Cloud Mediator

使用此選項將中介器以服務形式託管在 NetApp Console 中，這樣您就不需要在第三個站台使用中介器主機。

開始之前

- 兩個站台的防火牆必須允許來自兩個叢集的 HTTPS 流量存取 NetApp Console API 端點。如需目前的端點主機名稱，請參閱 "準備設定 ONTAP Cloud 中介器"。
- 如果叢集使用 Proxy 伺服器，請準備 Proxy 的 IP 位址、連接埠和認證。每個叢集應使用不同的 Proxy

伺服器。Proxy 的根目錄 CA 憑證必須安裝在 ONTAP 中。

- ONTAP 包含常用的根目錄 CA 憑證，因此通常無需安裝 NetApp Console 憑證。若要檢查，請執行 `security certificate show -common-name Sectigo*|USERTrust*|AAA*`。

步驟

1. 在 NetApp Console 中，複製您的組織 ID。
2. 在 NetApp Console 中，建立成員服務帳戶：
   a. 將組織設定為您使用 ONTAP Cloud Mediator 的組織。
   b. 將類別設定為 應用程式。
   c. 將角色設定為 **ONTAP Mediator Setup Role**。
   d. 建立帳戶時，請儲存用戶端 ID 和用戶端金鑰。
3. 在任一叢集上，新增中介器：

```
snapmirror mediator add -peer-cluster <peer_cluster> -type cloud
-org-id <console_org_id> -service-account-client-id <client_id> -use
-http-proxy-local <true|false> -use-http-proxy-remote <true|false>
```

   出現提示時，請輸入用戶端金鑰。

   您也可以使用 System Manager。選擇 保護 > 概覽 > 中介器 > 新增，選擇 雲端 作為中介器類型，然後輸入組織 ID、用戶端 ID 和用戶端機密。

4. 驗證中介器類型為 `cloud`、連線狀態為 `connected`，以及仲裁狀態為 `true`：

```
snapmirror mediator show
```

步驟 2：使用 SnapMirror 作用中同步保護 NFS SVM

在站台 B 叢集上建立休眠的目的地 SVM，並將站台 A 的 SVM 複寫到該 SVM。ONTAP 同步複寫資料，並複寫 SVM 組態，包括 NFS LIF 位址和匯出原則。您也可以在 System Manager 中完成此步驟，方法是為 SVM 選擇保護，並選擇 `AutomatedFailOver`原則。

步驟

1. 在站台 B 叢集上，建立目的地 SVM：

```
vserver create -vserver <secondary_svm> -sub-type dp-destination
```

2. 在站台 B 叢集上，與主 SVM 建立 SVM 對等關係：

```
vserver peer create -vserver <secondary_svm> -peer-vserver <primary_svm>
```

```
-peer-cluster <site_a_cluster> -applications snapmirror
```

3. 在站台 A 叢集上，接受 SVM 對等請求：

```
vserver peer accept -vserver <primary_svm> -peer-vserver <secondary_svm>
```

4. 在站台 B 叢集上，建立 SnapMirror 作用中同步關係：

```
snapmirror create -source-path <primary_svm>: -destination-path
<secondary_svm>: -policy AutomatedFailOver
```

5. 初始化關係：

```
snapmirror initialize -destination-path <secondary_svm>:
```

6. 驗證關係是否同步：

```
snapmirror show -destination-path <secondary_svm>:
```

`Mirror State` 是 `Snapmirrored`，而 `Relationship Status` 是 `InSync`。

7. 視需要，排除不需要保護的 Volume，例如暫存或測試 Volume：

```
volume modify -vserver <primary_svm> -volume <volume_name> -smas
-protection unprotected
```

步驟 3：為第 3 階層網路設定具備 BGP 的 VIP LIF

截至發行時，NetApp 尚未將搭配 BGP 的 VIP LIF 記錄為 NAS 的 SnapMirror active sync 合格組態。在完成此步驟之前，請向 NetApp 確認目前的支援情況。否則，請在站台之間延伸 NFS VLAN 並跳過此步驟。

如果 NFS VLAN 跨越站台 A 和站台 B，則跳過此步驟。如果站台之間透過路由網路連接，請在兩個叢集的每個節點上建立 BGP LIF，然後將 NFS 位址代管在主 SVM 的 VIP LIF 上。VIP 位址不得屬於 Proxmox VE 節點的子網路。

開始之前

- 每個路由器都必須設定為接受來自其站台 BGP LIF 的 BGP 工作階段，接受 /32 主機路由，並且不向 ONTAP 發送路由更新。

- 每個 ONTAP 節點和每個路由器都必須具有唯一的私人 ASN，每個 BGP LIF 和路由器對必須具有 /31 子網路。

步驟

1. 在每個叢集上，切換至進階權限層級：

```
set -privilege advanced
```

2. 在兩個叢集的每個節點上，建立一個 BGP 組態，該節點具有唯一的 ONTAP ASN，保持時間為 3 秒，並將節點管理 IP 位址作為路由器 ID：

```
network bgp config create -node <node_name> -asn <node_asn> -holdtime 3
-routerid <node_mgmt_ip>
```

3. （可選）在兩個叢集的每個節點上，在連接到路由器的兩個連接埠上分別建立一個 VLAN 連接埠：

```
network port vlan create -node <node_name> -vlan-name <port_name>-
<vlan_id>
```

您也可以使用實體連接埠、介面群組或介面群組上的 VLAN 作為 BGP LIF 歸屬連接埠。這些連接埠必須屬於 IPspace 中的廣播網域。

4. 在兩個叢集的每個節點上，在系統 SVM 中建立兩個 BGP LIF，每個連接埠一個，並配置指向該連接埠路由器的 /31 子網路：

```
network interface create -vserver <system_svm> -lif <bgp_lif_name>
-service-policy default-route-announce -home-node <node_name> -home-port
<vlan_or_port> -address <bgp_lif_ip> -netmask-length 31
```

對於預設 IPspace，`<system_svm>` 是叢集名稱。對於自訂 IPspace，它是 IPspace 名稱。您需要為每個節點建立一次 BGP LIF，它們為該 IPspace 中所有資料 SVM 的 VIP LIF 提供服務。

5. 對於每個 BGP LIF，與其路由器建立一個 BGP 對等群組，並從該路由器學習預設路由：

```
network bgp peer-group create -peer-group <peer_group_name> -ipspace
<ipspace> -bgp-lif <bgp_lif_name> -peer-address <router_ip> -peer-asn
<router_asn> -use-peer-as-next-hop true
```

6. 確認每個對等組都已啟動：

```
network bgp peer-group show -ipspace <ipspace>
```

7. 在每個叢集上啟用多重路徑路由：

```
network options multipath-routing modify -is-enabled true
```

8. 在站台 A 叢集上，在主 SVM 中建立 NFS VIP LIF：

```
network interface create -vserver <primary_svm> -lif <vip_lif_name>
-role data -data-protocol nfs -home-node <node_name> -address
<vip_address> -is-vip true -failover-policy broadcast-domain-wide
```

9. 在站台 A 叢集上，驗證每個節點上主要 SVM 的 BGP 狀態是否為 `up`：

```
network bgp vserver-status show
```

10. 在兩台路由器上，驗證是否從叢集 A 學習到 VIP 位址的 /32 路由。

步驟 4：使用 QDevice 建立 Proxmox VE Stretch 叢集

從站台 A 的節點建立叢集，使站台 A 的節點獲得最小的節點 ID，並在站台 C 新增一個 QDevice。當站台間連結發生故障時，QDevice 會將投票權賦予站台 A，這與 ONTAP 保持作用中的 SVM 相符。

步驟

1. 在第一個站台 A 節點上，建立在分隔網路上具有兩個 corosync 連結的叢集：

```
pvecm create <cluster_name> --link0 <node_link0_ip> --link1
<node_link1_ip>
```

2. 在每個剩餘的站台 A 節點上，然後在每個站台 B 節點上，參加叢集：

```
pvecm add <first_node_ip> --link0 <node_link0_ip> --link1
<node_link1_ip>
```

3. 確認站台 A 的節點具有最低的節點 ID：

```
pvecm nodes
```

4. 在站台 C 或其他第三個位置的 QDevice 主機上，安裝 QDevice 常駐程式：

```
apt install corosync-qnetd
```

5. 在每個 Proxmox VE 節點上安裝 QDevice 用戶端：

```
apt install corosync-qdevice
```

6. 在一個 Proxmox VE 節點上，將 QDevice 新增到叢集：

```
pvecm qdevice setup <qdevice_ip>
```

7. 使用 QDevice 投票驗證叢集是否達到法定人數：

```
pvecm status
```

對於四節點叢集， `Expected votes` 是 `5` ， `Quorum` 是 `3` ，並且 `Flags` 包括 `Quorate Qdevice` 。

步驟 5：資源配置受保護的 NFS 共享儲存設備

在主要 SVM 中資源配置 NFS 儲存設備，並使用兩個 SVM 共享的 NFS LIF 或 VIP 位址，將其裝載到兩個站台的所有 Proxmox VE 節點上。Storage Manager for Proxmox（SMP）可在一個工作流程中建立 ONTAP Volume、匯出原則和 Proxmox VE 儲存設備定義。如果您不使用 SMP，請在 ONTAP 中建立 Volume，然後使用 Proxmox VE CLI 將其新增為 NFS 儲存設備。

請選擇以下方法之一來資源配置儲存設備。

Proxmox 儲存設備管理器

使用 SMP 資源配置儲存設備。必須安裝 SMP，並將 Proxmox VE 叢集和兩個 ONTAP 叢集新增為計畫。如需詳細資訊，請參閱 "設定並使用 Storage Manager for Proxmox"。

1. 在 SMP 中，選擇 資源配置 > 新增 **Volume**，然後選擇 **NFS**。
2. 在 **ONTAP** 詳細資料 中，選擇主要 SVM，輸入 Volume 名稱和大小，然後選擇 NFS LIF 或 VIP LIF 作為偏好的 LIF。
3. 選擇允許兩個站台上的 Proxmox VE 節點的匯出原則，或建立一個。
4. 在 **Proxmox** 詳細資料 中，選擇叢集和兩個站台上的所有節點，選擇 NFS v3 或 NFS v4.1，然後選擇內容類型。
5. 確保選取 裝載資料儲存，然後選取 資源配置。
6. 在站台 A 叢集上，驗證 Volume 是否包含在 SnapMirror 作用中同步保護中：

```
volume show -vserver <primary_svm> -volume <volume_name> -fields
smas-protection
```

CLI

使用 Proxmox VE CLI 將主 SVM 中已存在的 Volume 新增為 NFS 儲存設備。

1. 在一個 Proxmox VE 節點上，新增 NFS 儲存設備：

```
pvesm add nfs <storage_id> --server <nfs_lif_or_vip_address>
--export <export_path> --content images,rootdir --options
vers=<nfs_version>,nconnect=4
```

將 `3`或 `4.1`用於 `<nfs_version>`。請勿新增 `soft`裝載選項。

2. 確認每個節點上的儲存設備都處於作用中：

```
pvesm status --storage <storage_id>
```

設定 **NFS** 裝載選項

使用 nConnect 開啟多個 TCP 連線至 NFS LIF 或 VIP 位址，以獲得更好的效能與容錯能力。如果受保護的 SVM 具有多個資料 LIF，且用戶端在兩個站台均可存取，則您可以改用 NFSv4.1 工作階段中繼。請使用 nConnect 或工作階段中繼，請勿同時使用兩者。如需詳細資訊，請參閱 "為 Proxmox VE 配置 NFS 存儲"。

步驟

1. 如果您使用 SMP 或不使用 nConnect 來資源配置儲存設備，請在一個 Proxmox VE 節點上設定裝載選項：

```
pvesm set <storage_id> --options vers=<nfs_version>,nconnect=4
```

若要改用工作階段中繼，請設定：

```
pvesm set <storage_id> --options vers=4.1,trunkdiscovery,max_connect=16
```

Proxmox VE 會在下次裝載儲存設備時套用新的裝載選項。在將虛擬機器從該節點移轉出去後，請在維護所需時間期間重新裝載每個節點上的儲存設備。

2. 驗證 `/etc/pve/storage.cfg` 中的選項。
3. 在每個 Proxmox VE 節點上，驗證是否有連至 NFS 伺服器位址的多個連線：

```
ss -an | grep :2049
```

步驟 **6**：設定 **HA** 和 **VM** 備份

將虛擬機器新增至高可用度（HA），並設定偏好站台 A（主 SVM 提供資料服務的所在位置）的節點親和性規則。然後，使用 SMP 備份原則保護虛擬機器免受邏輯故障（例如意外刪除或勒索軟體）的影響。SnapMirror 作用中同步會同步複寫這些故障，因此不會取代時間點備份。

步驟

1. 將每個受保護的虛擬機器新增至 HA：

```
ha-manager add vm:<vm_id> --state started
```

2. 建立節點親和性規則，優先使用站台 A 的節點，並允許容錯移轉到站台 B 的節點：

```
ha-manager rules add node-affinity <rule_name> --resources
vm:<vm_id>,vm:<vm_id> --nodes
"<site_a_node1>:2,<site_a_node2>:2,<site_b_node1>:1,<site_b_node2>:1"
```

3. （可選）增加每個客體作業系統中的磁碟逾時，使其長於預期的儲存設備容錯移轉時間。
4. 在 SMP 中，選擇 保護 > 備份 > 資源群組，並為每個租戶或應用程式的虛擬機器或儲存設備建立資源群組。
5. 選取 保護 > 備份 > 原則 > 新增，並為資源群組建立具有備份頻率與保留的原則。

   在執行 QEMU 客體代理程式的虛擬機器的 進階選項 中選擇 虛擬機器一致性。

6. 執行隨選備份，然後從中還原測試 VM 以驗證原則。

步驟 7：測試計畫性容錯移轉

在將生產虛擬機器部署到共享儲存設備之前，請先驗證設計。計畫性容錯移轉會將作用中 SVM 移至站台 B 且不會發生資料遺失，因此您可以在維護所需時間內進行測試，並在之後容錯回復。

步驟

1. 將測試虛擬機器即時遷移到站台 B 節點。
2. 在容錯移轉之前，防止 HA 將 VM 移回站台 A 節點：

```
ha-manager set vm:<vm_id> --failback 0
```

3. 在站台 B 叢集上，啟動計畫性容錯移轉：

```
snapmirror failover start -destination-path <secondary_svm>:
```

4. 監控容錯移轉直到完成：

```
snapmirror failover show
```

5. 確認虛擬機器 I/O 持續運行，並且所有 Proxmox VE 節點上的儲存設備保持作用中。
6. 如果使用 VIP LIF，請驗證兩個路由器是否都能從叢集 B 學習到 /32 路由。
7. 在 SMP 中，執行 ONTAP 計畫的探索，然後執行隨選備份，以驗證 SMP 是否能保護站台 B 的 SVM 中的虛擬機器。

8. 測試完成後，容錯回復到站台 A，然後針對測試虛擬機器將 `failback`設回 `1`。

結果

當作用中 SVM 在站台之間移動時，Proxmox VE VM 會繼續在同一個 NFS 共享儲存設備上運作，且叢集會從計畫外的站台故障中自動恢復。

相關資訊

- "使用適用於 NAS 的 ONTAP SnapMirror 主動同步進行保護"
- "設定 ONTAP VIP LIF"
- "準備安裝 ONTAP Mediator"
- "準備設定 ONTAP Cloud 中介器"
- "設定 ONTAP Cloud 中介器以進行 SnapMirror 作用中同步"
- "snapmirror mediator add"
- "為 Proxmox VE 配置 NFS 存儲"
- "Proxmox VE corosync 外部投票支援"

設定並使用 Storage Manager for Proxmox

適用於 Proxmox 的儲存管理器 (SMP) 為使用 NetApp ONTAP 儲存系統的 Proxmox 環境中的虛擬機器提供全面的儲存資源配置和生命週期管理。SMP 使管理員能夠直接管理儲存設備,並透過自動化資源配置、備份、還原和複製功能簡化操作。

瞭解 Storage Manager for Proxmox

適用於 Proxmox 的儲存管理器（SMP）為使用 NetApp 儲存系統的 Proxmox 環境中的虛擬機器提供端對端的儲存管理。透過允許管理員直接管理儲存，SMP 簡化了 Proxmox 環境中的儲存和資料管理任務。

主要功能

- 端對端儲存管理：SMP 為虛擬機器提供完整的生命週期管理，從儲存資源配置到備份和還原。
- 直接儲存管理：Proxmox 管理員可以直接管理儲存設備，簡化操作並降低複雜性。
- 獨立安裝程式：SMP 以獨立安裝程式的形式提供，可透過 API 無縫連接到 Proxmox 節點。

功能

SMP 的每個元件都旨在提高儲存管理效率：

- 儲存資源配置：輕鬆為 Proxmox 主機和關聯的虛擬機器分配和管理儲存資源。
  - **NFS** 儲存資源配置：設定和配置 ONTAP NFS 儲存設備，以便與您的 Proxmox 環境一起使用。
  - **iSCSI** 儲存資源配置：實作具有多路徑的厚 LVM，以實現強大且高效的 iSCSI 儲存管理。
- 備份與還原：執行可靠的備份與快速還原，以確保資料完整性與可用性。
  - 當機一致性備份和檔案一致性備份：透過設定當機一致性備份和檔案一致性備份機制來確保資料完整

性。

- **VM** 還原作業：執行虛擬機器還原程序以復原資料並維持系統可用性。

- 儲存效率：ONTAP 提供一套全面的儲存效率技術，旨在最大限度地減少資料所需的儲存空間。這些技術不僅可以降低儲存消耗，還可以提升系統效能，具體體現在：
  - 快速 **VM** 配置：簡化虛擬機器的配置流程，實現更快部署。
  - 更快的資料集複本:加快資料集的複製速度,以實現高效率的資料管理。

先決條件

在繼續之前，請確保您已完成以下步驟：

- 運行 Proxmox Virtual Environment（PVE）9.x 或更高版本的叢集。
- ONTAP All Flash FAS (AFF) 儲存設備，在 SVM 層級啟用 NFS 和 iSCSI 通訊協定。如需相關指示，請參閱 "使用 ONTAP 設定 NFS 資料存放區" 和 "使用 ONTAP 儲存設備為 Proxmox VE 9.x 設定 iSCSI"。

對於 iSCSI LUN 組態，應啟用下列功能：

在所有 **Proxmox** 主機上安裝多重路徑和 **iSCSI** ：

```
apt update
apt install open-iscsi multipath-tools -y
systemctl enable --now iscsid multipathd
```

設定 **iSCSI** 啟動器並透過 **iSCSI** 連線（在 **Proxmox** 主機上）：

建立或更新 `/etc/multipath.conf`：

```
touch /etc/multipath.conf
```

或使用：

```
cat << 'EOF' > /etc/multipath.conf
defaults {
   user_friendly_names yes
   find_multipaths yes
}
blacklist {
   devnode "^sd[a]$"
}
EOF
```

- Proxmox 主機和 ONTAP 儲存可透過網路從 SMP 主機存取。

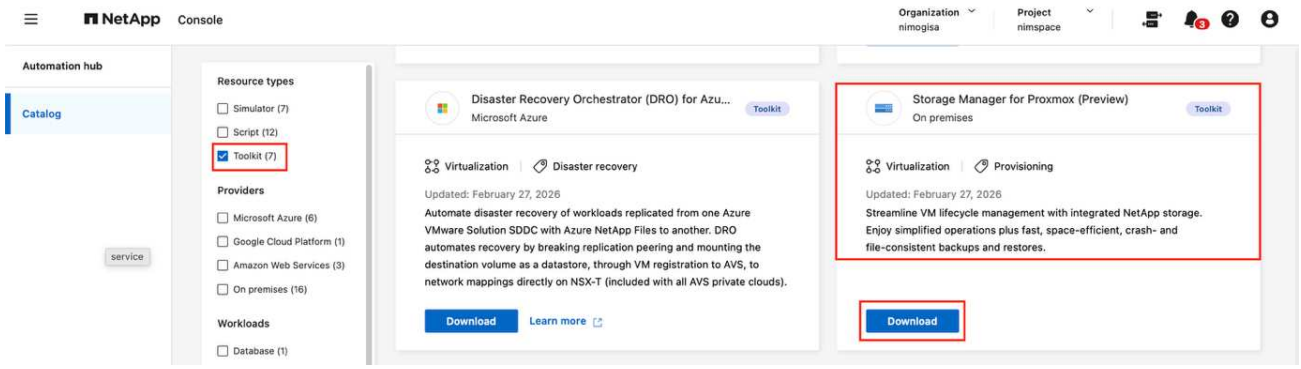
安裝並設定 Storage Manager for Proxmox

若要開始使用 SMP，請在指定的虛擬機器上使用 Windows 作業系統。SMP 可以在 Windows Server 2019、2022 和 2025 上運作。

步驟

1. 從 "NetApp Console 自動化中樞"下載 SMP 套件（約 17MB）。

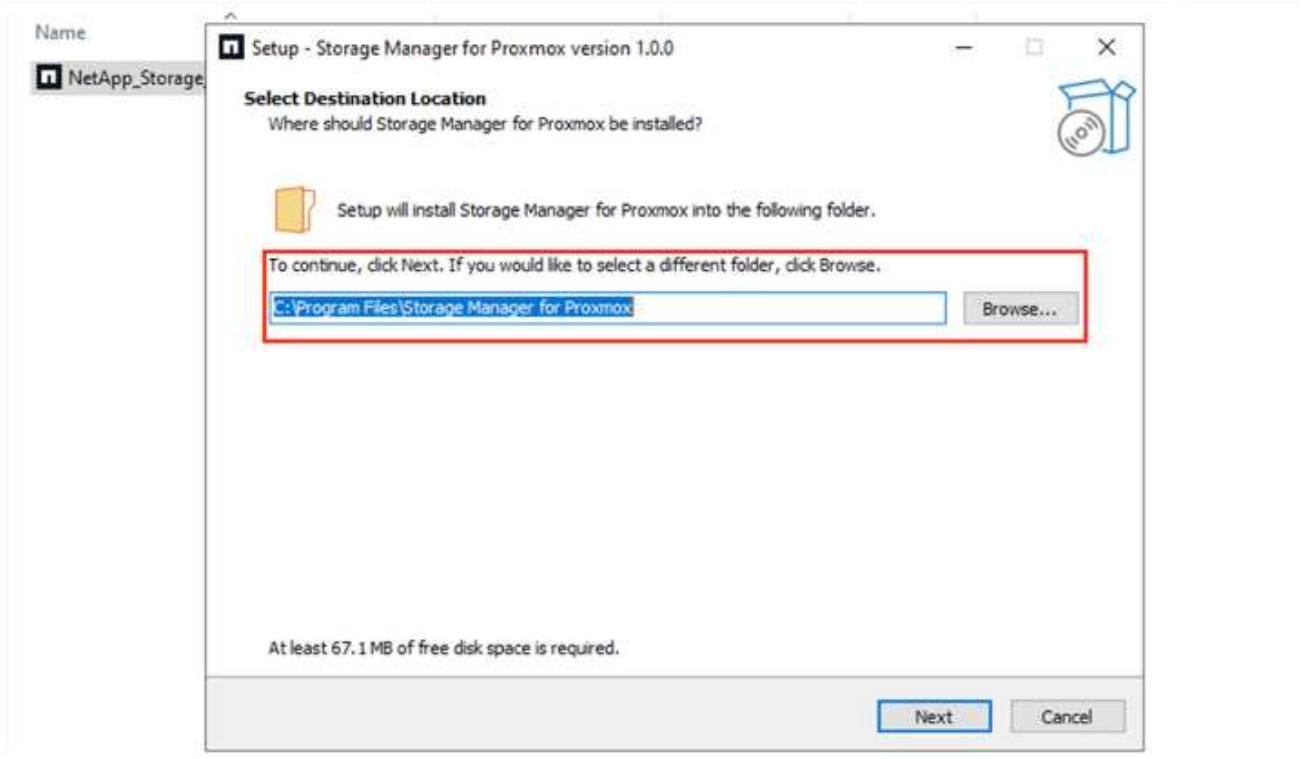
▼ 檢視 **SMP** 下載頁面



2. 解壓縮套件。
3. 執行可執行檔案以安裝並啟動服務。

> 由於 SMP 利用現有的 API 來協調資源配置和資料保護工作流程，因此不需要額外的套件相依性。

▼ 檢視 **SMP** 安裝精靈



使用 **Shift** 工具包的替代安裝方法

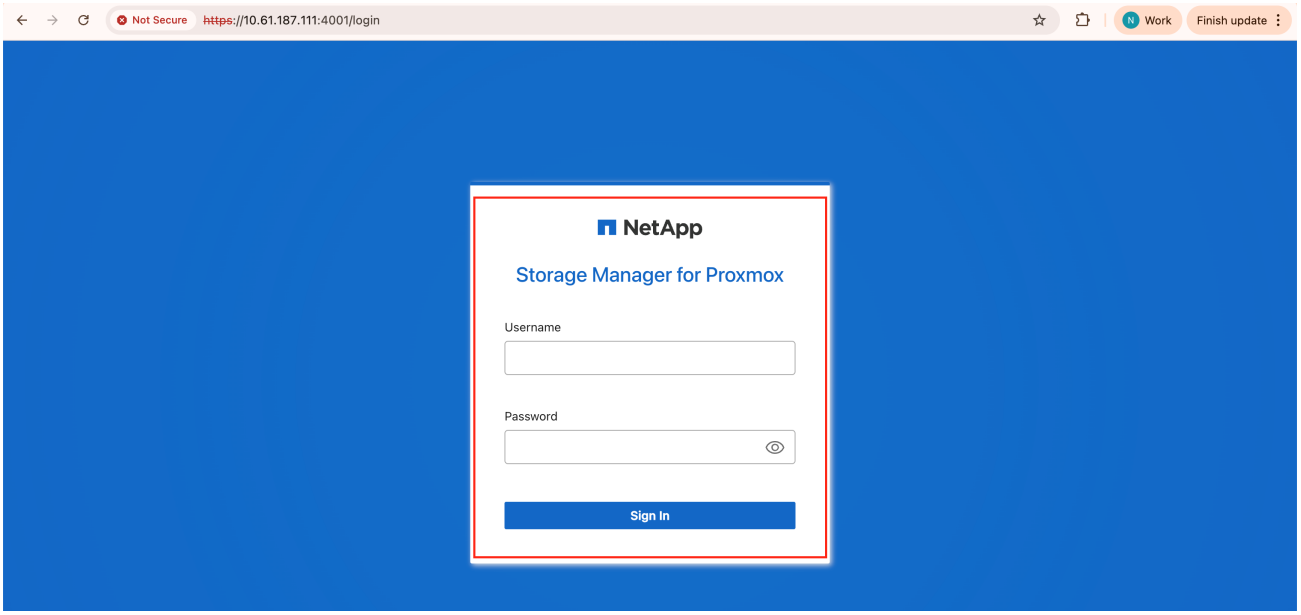
除了獨立安裝程式之外，您還可以使用 Shift 工具包安裝 Proxmox VE Storage Manager：

- Open Shift Toolkit。
- 瀏覽至 **Settings** > **Advanced** > **Storage Manager** 。
- 使用切換開關啟用 Proxmox VE。
- 等待系統自動安裝必要的元件。
- 安裝完成後，點選 **View** 或開啟網頁瀏覽器至 `https://<Shift_server_IP>:4001`以存取 Storage Manager

  例如： `https://10.61.187.117:4001`

4. 開啟網頁瀏覽器，輸入以下指令存取 SMP 使用者介面 `https://<IP address specified during installation>:4001`

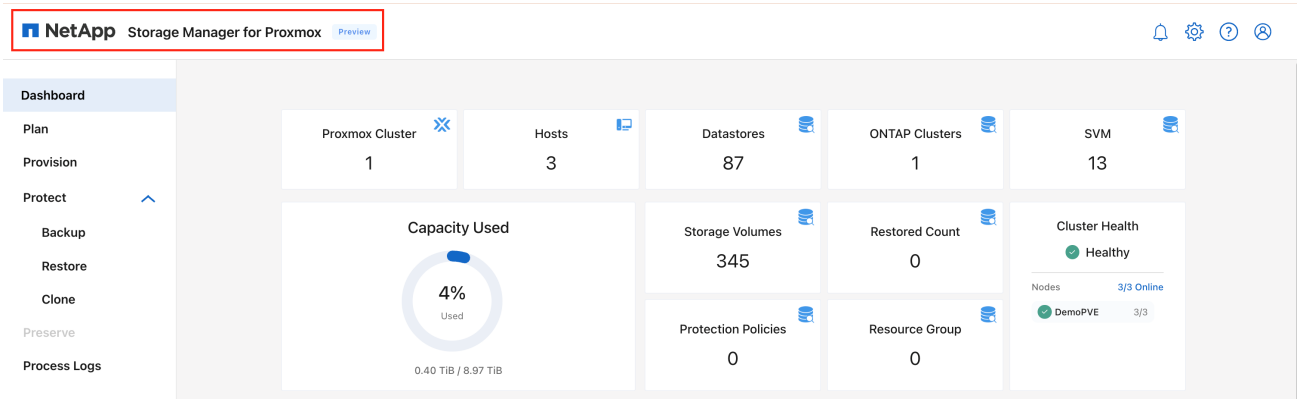
▼ 檢視 **SMP** 登入畫面



5. 使用預設使用者名稱 `admin`和密碼 `admin`登入 SMP。

出現提示時，請變更預設密碼。使用 Shift 工具套件安裝 SMP 時，也適用相同的預設憑證。

▼ 檢視 **SMP** 主畫面



設定 **Proxmox** 的 **Storage Manager**

當儲存設備和與儲存設備節點以及 Proxmox 節點的連線都已正確配置後，設定 SMP 以利用 ONTAP Snapshot 和 FlexClone 功能自動配置和保護虛擬機器。

第一步是探索並新增 ONTAP 儲存端點，然後將目標 Proxmox 節點新增至 SMP。

開始之前

確保滿足以下先決條件：

- 已安裝 SMP
- SMP 執行個體與 Proxmox 節點和儲存系統具有連線能力
- ONTAP 叢集提供 NFS 或 iSCSI 儲存池
- 使用 DNS 名稱時會自動進行 DNS 解析。否則，請使用 IP 位址進行探索。
- 此環境支援多種版本的 Proxmox Virtual Environment 伺服器

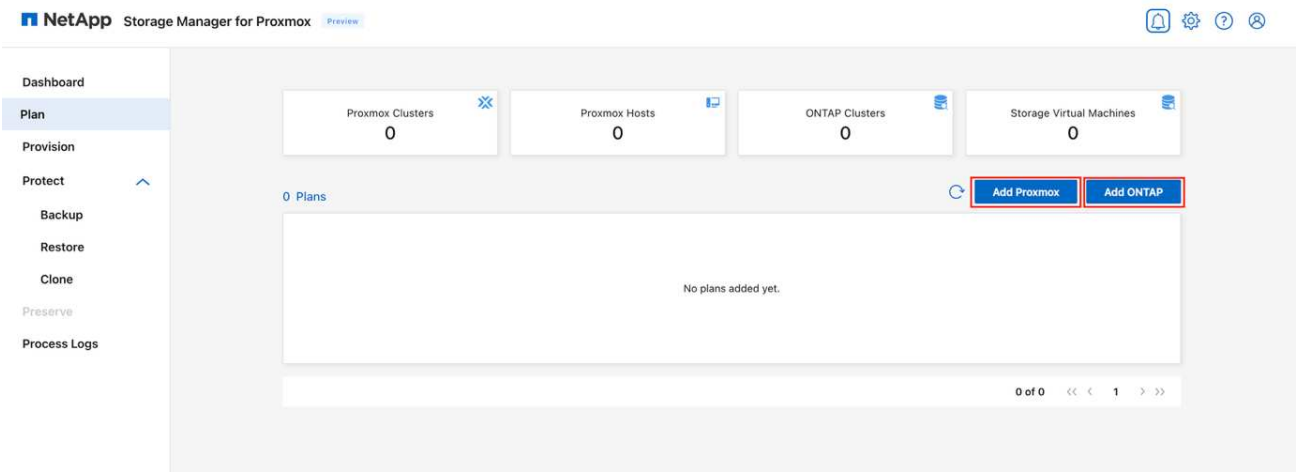
關於此任務

在 Hypervisor 與儲存設備之間建立連線後，組態設定只需點擊幾下，大約 2 分鐘即可完成。

步驟

1. 登入 SMP。
2. 從 SMP 左側導覽列中選擇 **Plan**。
3. 點選 **Add Plan** 。

▼ 檢視新增計畫



4. 點選 **Add ONTAP** 以新增 ONTAP 儲存系統的認證資料。

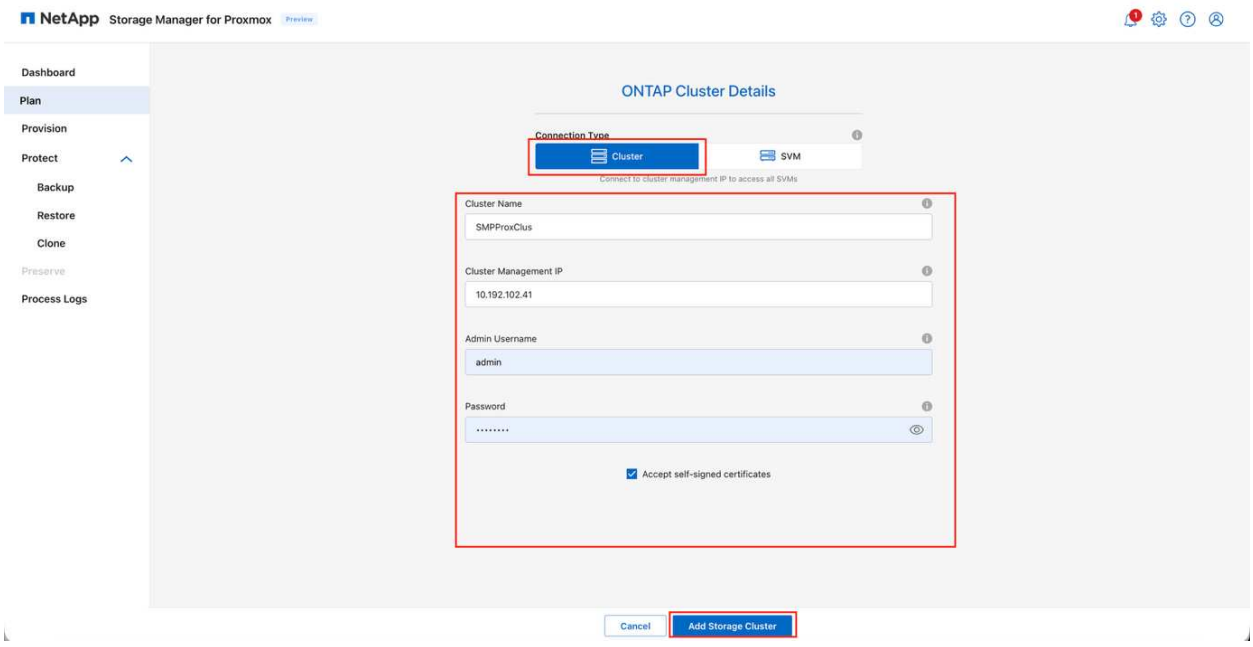
   您可以使用叢集端點或 SVM 管理 LIF 新增 ONTAP 。

5. 若要使用叢集端點新增，請提供以下詳細資訊：
   a. 叢集 IP 位址或 FQDN
   b. 用於存取 ONTAP 叢集的使用者名稱

c. 存取 ONTAP 叢集的密碼

d. 選擇 **Accept self-signed certificate**，然後按一下 **Add Storage Cluster**

▼ 檢視新增 **ONTAP**：叢集端點



6. 若要使用 SVM 管理 LIF 新增，請提供以下詳細資訊：

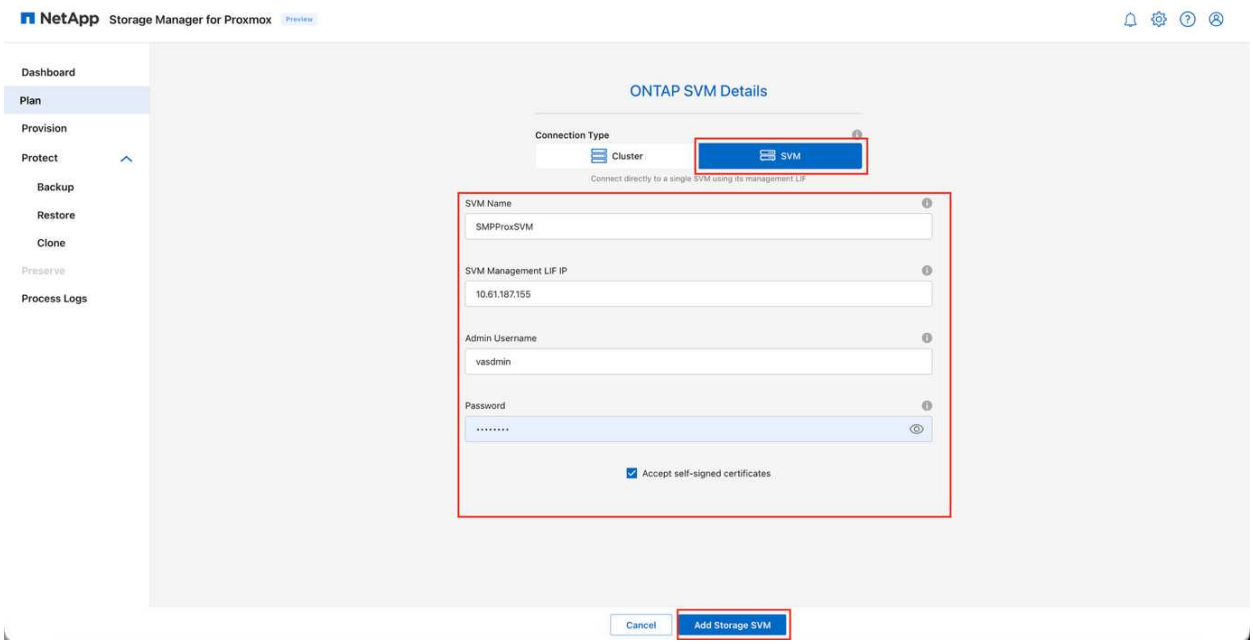
a. SVM 管理 LIF 或 FQDN

b. 用於存取 SVM 的使用者名稱

c. 存取 SVM 的密碼

d. 選擇 **Accept self-signed certificate**，然後按一下 **Add Storage Cluster**

▼ 檢視新增 **ONTAP**：**SVM** 管理 **LIF**



7. 點擊 **Add Proxmox** 以新增要註冊到 SMP 的 Proxmox 節點的憑證。

   若要新增 Proxmox 節點，請指定現有 Proxmox 節點之一的 IP 位址。探索作業會自動查詢叢集以收集所有必要的組態詳細資料。

8. 請提供以下詳細資訊：

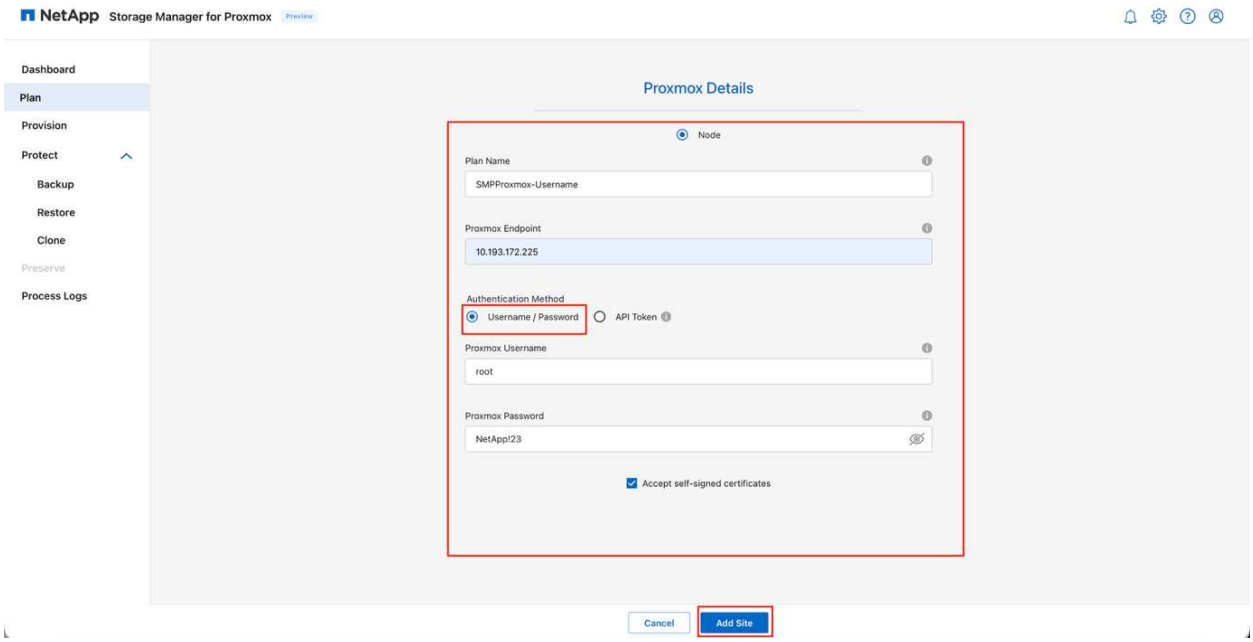
   a. Proxmox 獨立 IP 位址或 FQDN

   b. 用於存取 Proxmox 的使用者名稱

   c. 用於存取 Proxmox 主機以執行資源清點的密碼

   d. 選擇 **Accept self-signed certificate**，然後按一下 **Continue**

▼ 檢視新增 **Proxmox**：節點認證資料

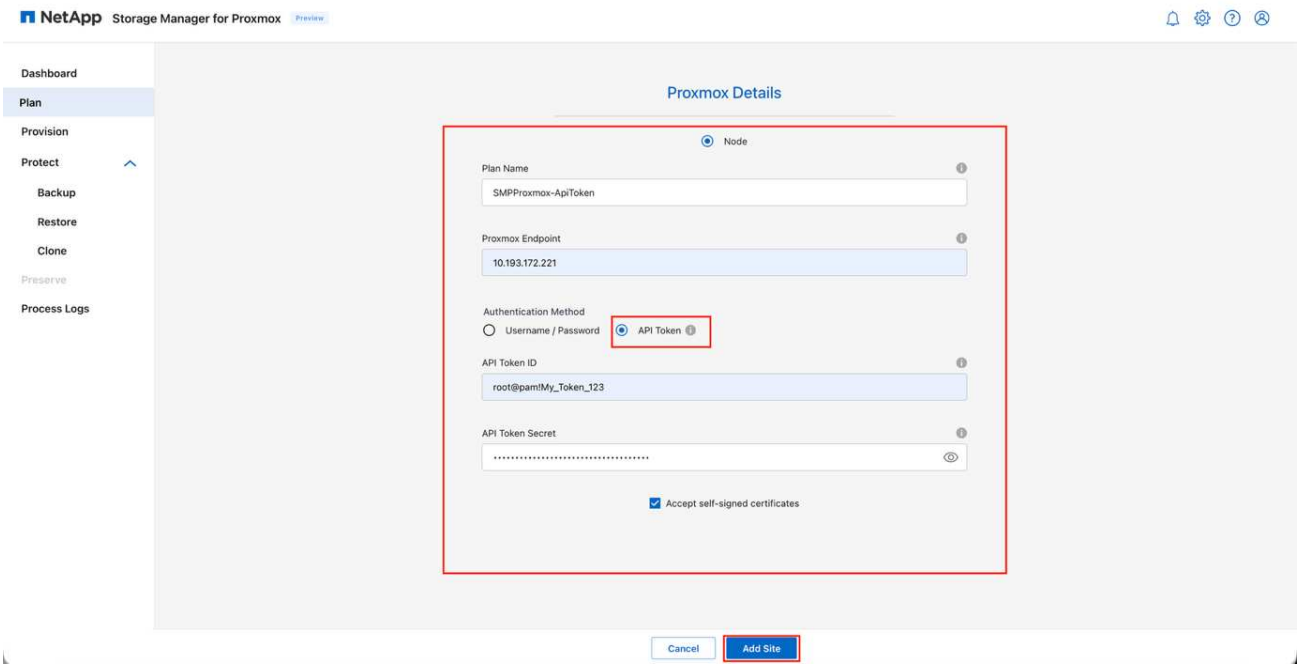


或者，您也可以使用 API 權杖存取 API，方法是提供以下資訊：

- API 權杖 ID
- API 權杖密碼

> ⓘ 在此版本中，API 權杖僅允許用於 NFS 作業。

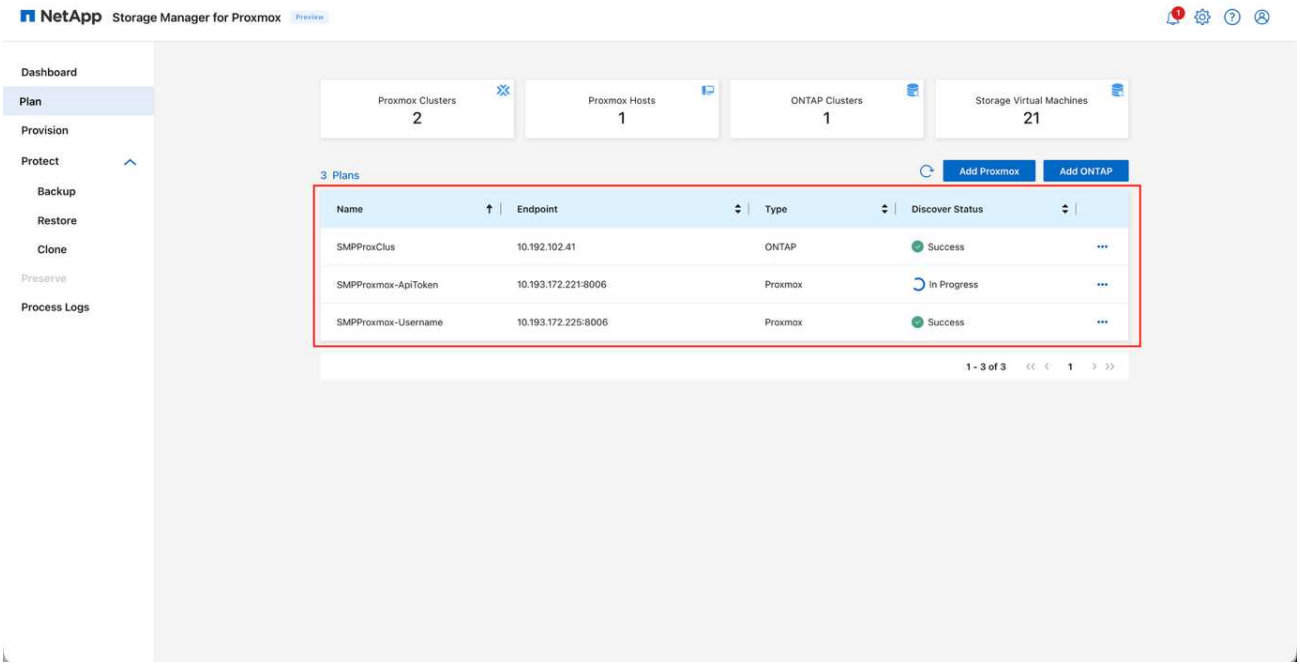
▼ 檢視新增 **Proxmox**：**API** 權杖



9. 確認探索工作成功，且每個計畫的狀態都標記為 **Success**。

   新增完成後，SMP 會自動執行探索掃描，並顯示 VM 及其相關的中繼資料。任何現有的儲存磁碟區或對應的 LUN 也會被偵測到。

   ▼ 檢視 **Plan** 探索結果

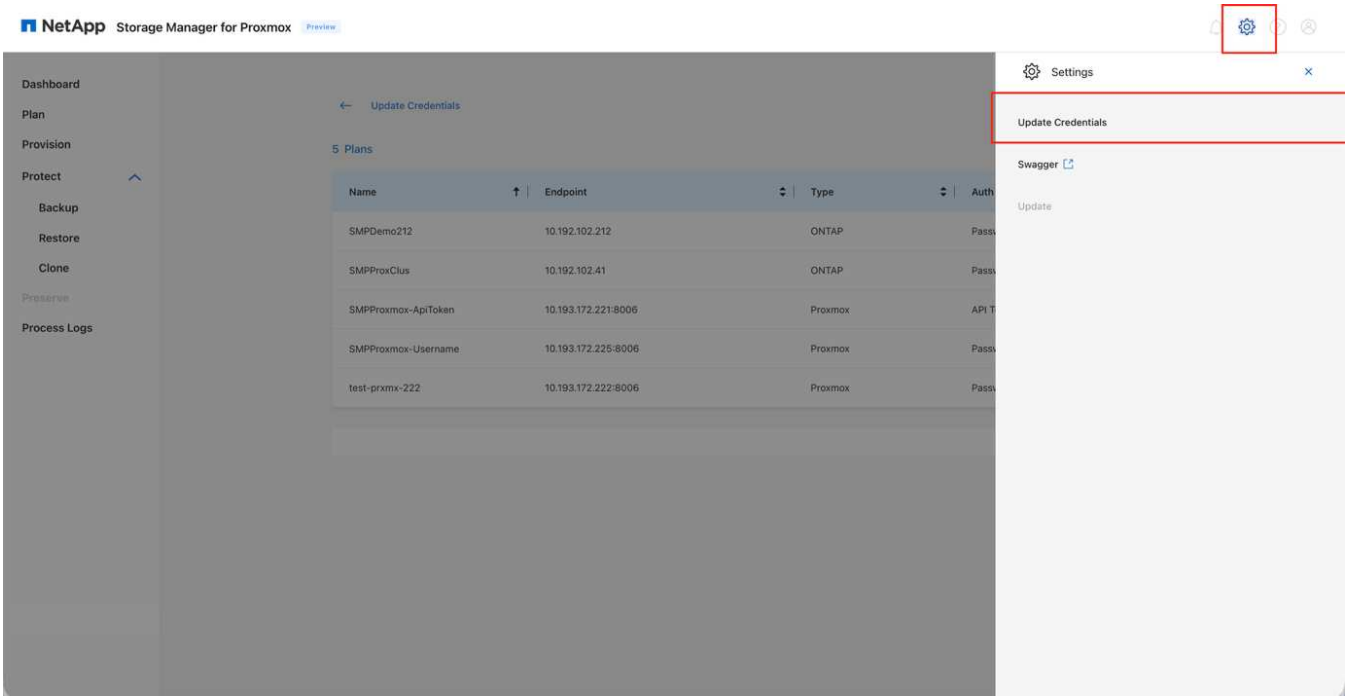


完成後

- 如果對 Proxmox 節點或儲存進行了任何修改，請執行探索以擷取最新資訊。按一下計畫名稱旁邊的三個點，然後按一下 **Discover**。
- 請確保先新增 ONTAP 儲存系統，以便探索工作能夠正確地對應現有資源。如果先新增了 Proxmox，請針對 ONTAP 執行探索工作。

- 如果憑證或 API 令牌以後需要更新，請導覽至 **Settings** 並選擇 **Update Credentials** 選項。

▼ 檢視更新認證資料



配置儲存設備

將磁碟區配置為儲存池（通常稱為資料儲存區）會為虛擬機器及其虛擬磁碟（QCOW2 或 RAW）建立一個邏輯容器。SMP 支援配置資料儲存區，然後將其附加到單一主機或叢集中的所有主機。

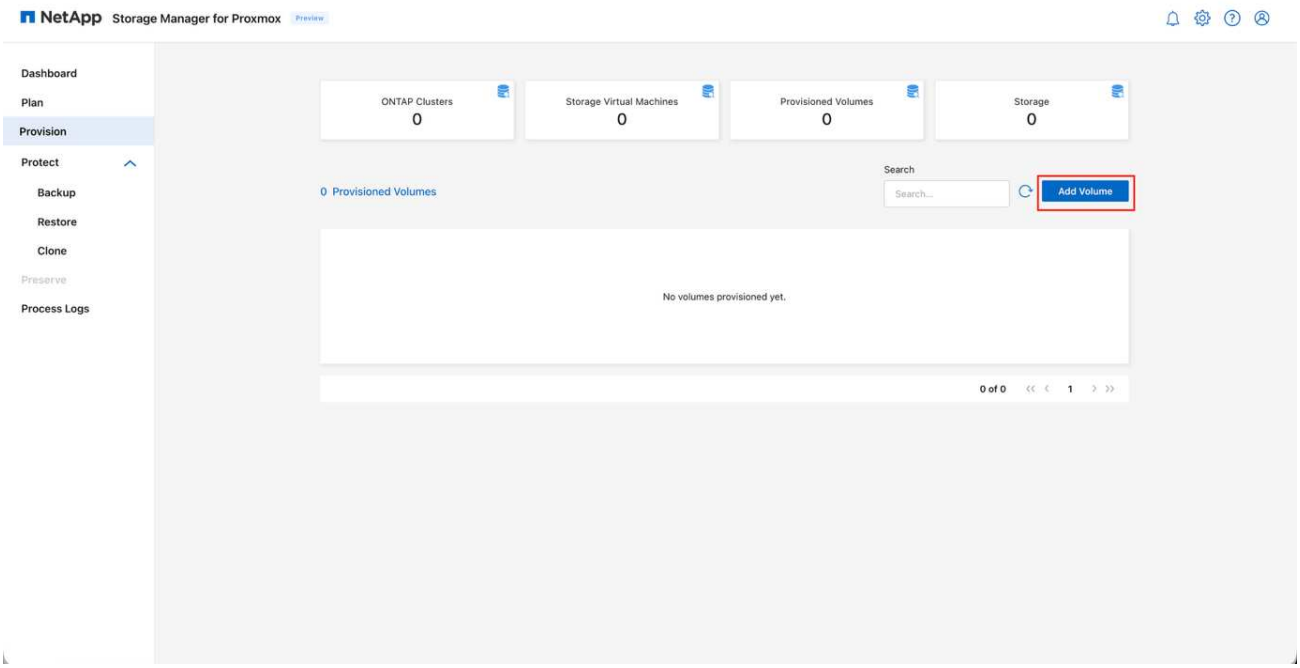
配置 **NFS** 儲存設備

使用 SMP 將 ONTAP 磁碟區配置並掛載為 NFS 資料存放區。

步驟

1. 在 SMP GUI 中，前往 **Provision** 標籤。
2. 導覽至 **Add Volume** 。

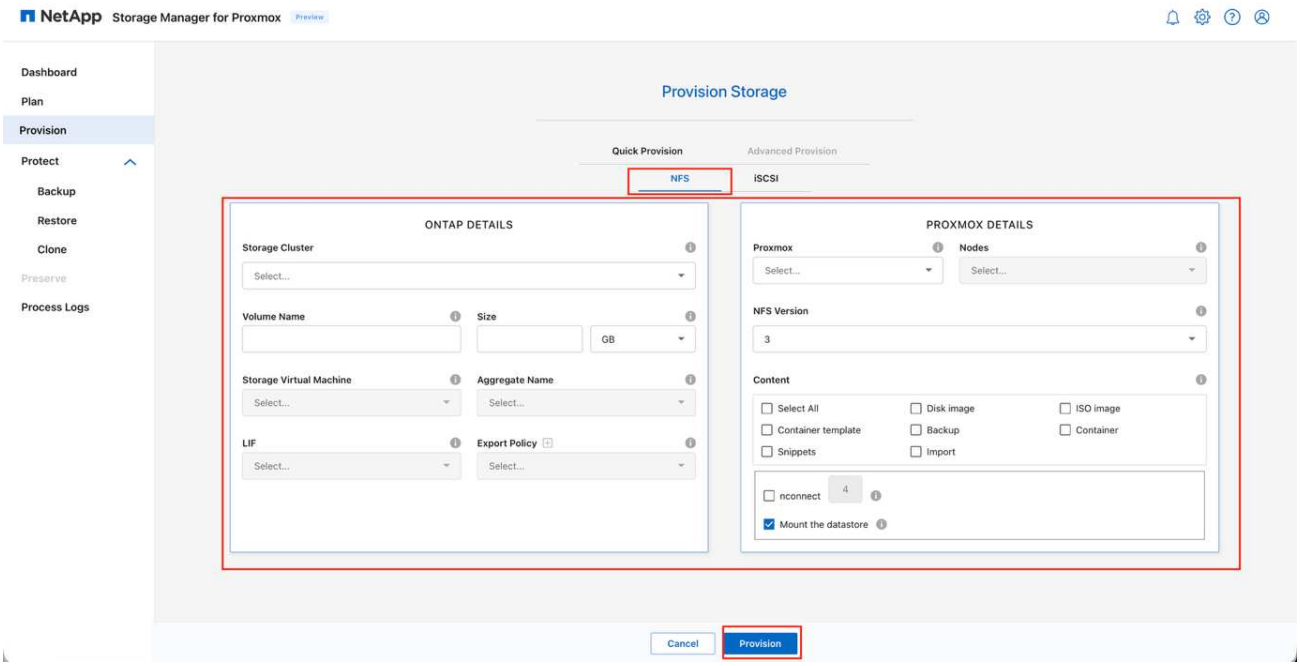
▼ 檢視 **Provision** 標籤：新增 **Volume**



3. 在「新磁碟區」精靈的「快速配置」步驟中，選取 **NFS**。

> 預設選擇 NFS。快速配置使用標準部署的預設設定，提供更快速的設定。進階配置提供 HA 和 BCDR 功能的擴充選項，這些功能將在未來版本中推出。

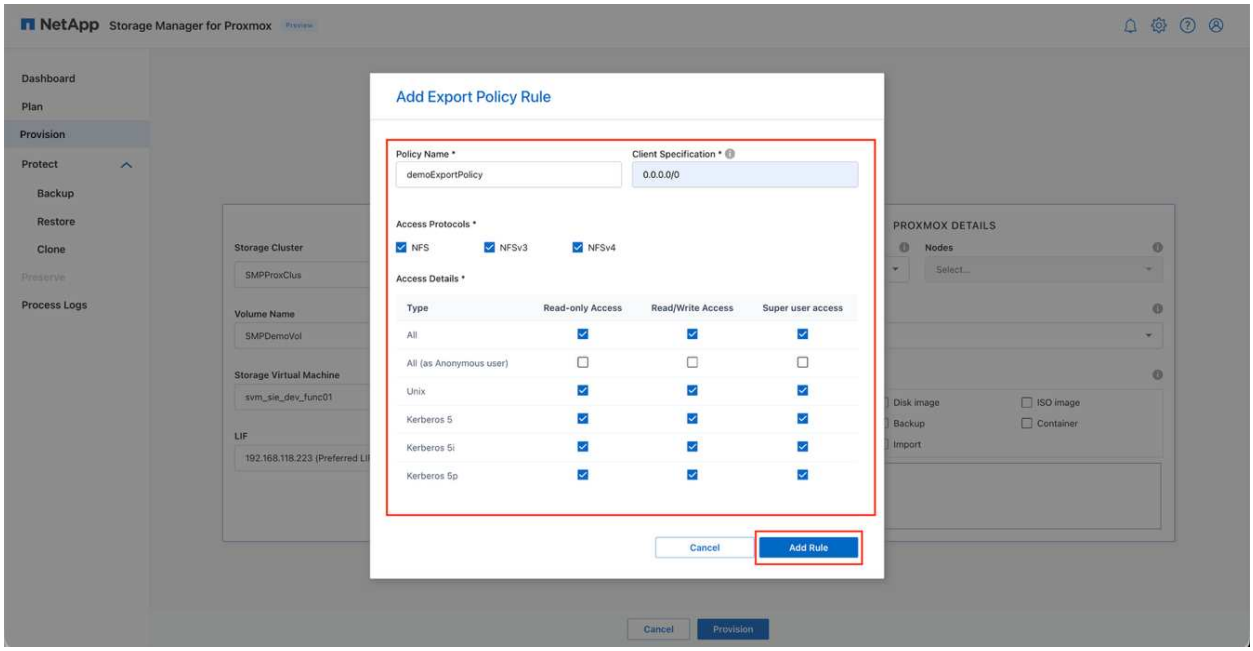
▼ 檢視新磁碟區精靈：**NFS**



4. 在 **ONTAP** 詳細資料 部分中，提供下列資訊：
   a. 從 **Storage Cluster** 下拉式清單中選取 ONTAP 叢集或指定的 Storage Virtual Machine （SVM）
   b. 在 **Volume Name** 欄位中提供唯一值
   c. 請在 **Size** 欄位中輸入資料存放區磁碟區所需的容量

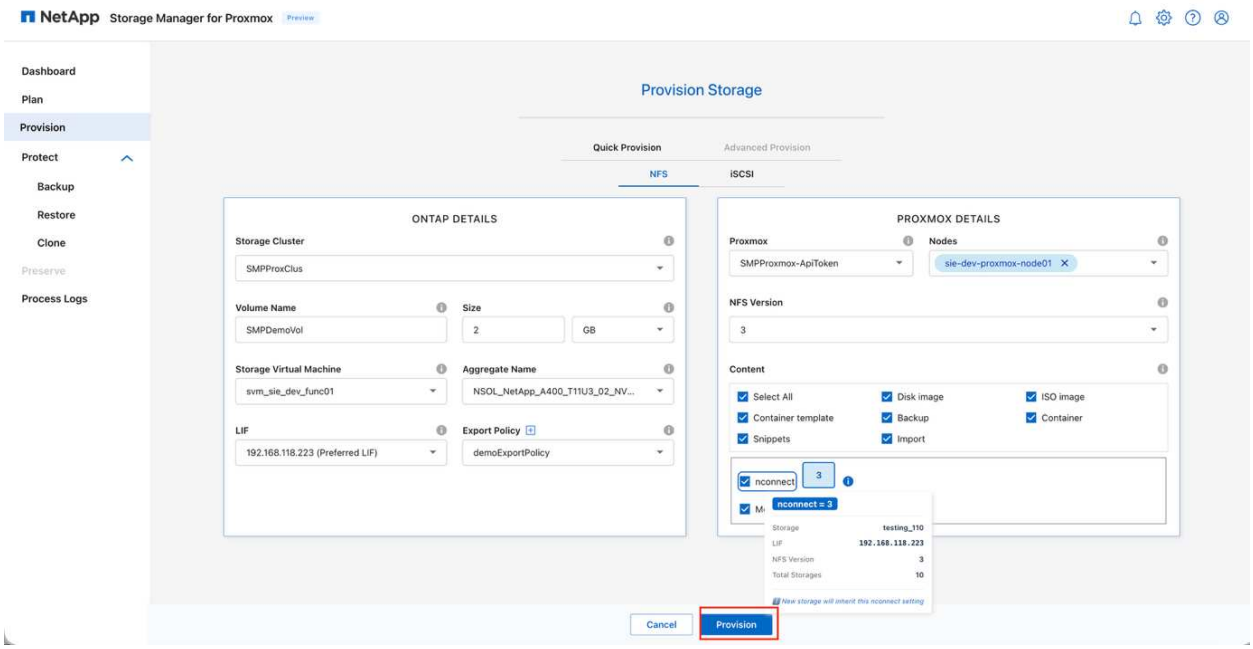
d. 選擇 ONTAP 儲存資源時，請選擇以下對應的選項：
   - Aggregate 名稱
   - 儲存虛擬機器（SVM）
   - 用於資料存放區存取的首選 LIF
e. 選擇現有的 **Export Policy** 或根據需要點擊 (+) 建立自訂策略

▼ 檢視 **ONTAP** 詳細資料：**NFS**



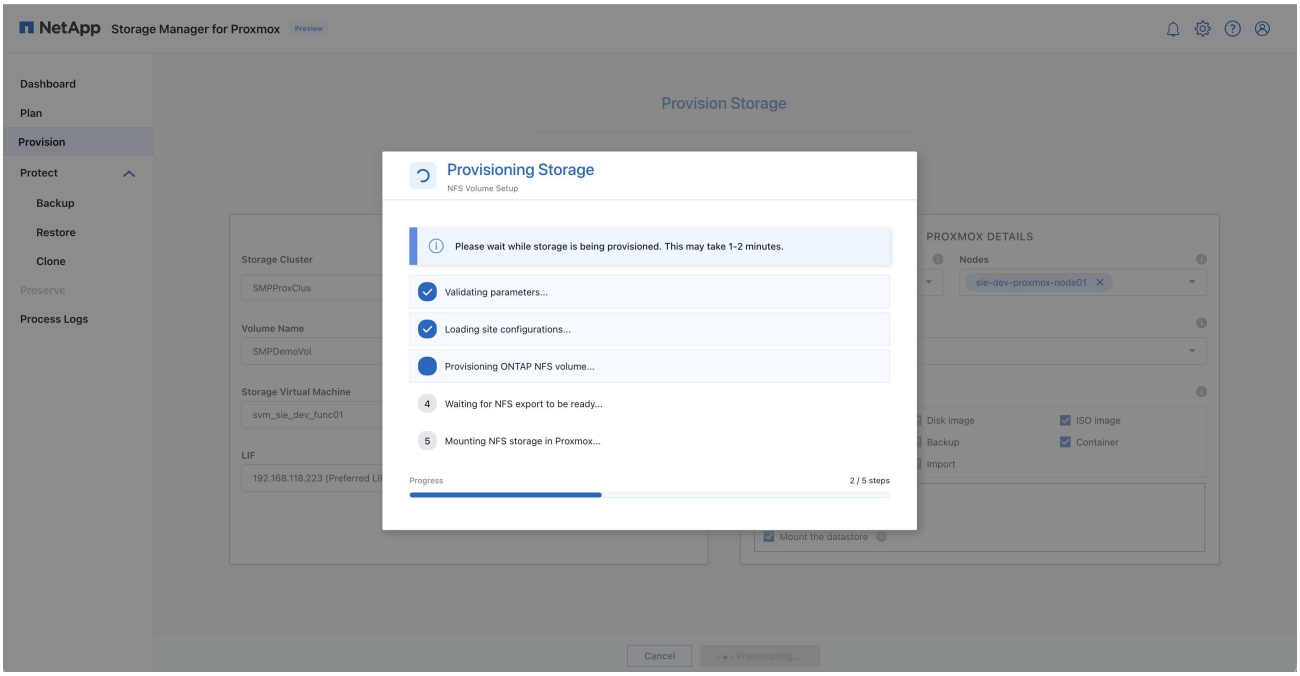
5. 在 **Proxmox** 詳細資料 部分中，提供下列資訊：
   a. 在 **Proxmox** 欄位中，選擇目標叢集，然後選取所有需要存取資料存放區的節點
   b. 在 **NFS Version** 欄位中、選取偏好的 NFS 傳輸協定（NFS v3 或 NFS v4.1）
   c. 在 **Content** 區段中、選取要為此資料存放區啟用的內容類型：
      - 磁碟映像
      - ISO 映像
      - 容器範本
      - 備份
      - 片段
      - 匯入
      - 或選擇 **All** 內容類型
   d. （選用）如果需要多個 TCP 連線，請啟動 **nconnect** 選項
   e. 確保已勾選 **Mount the datastore**，以便將資料儲存區掛載到選定的 Proxmox 節點上

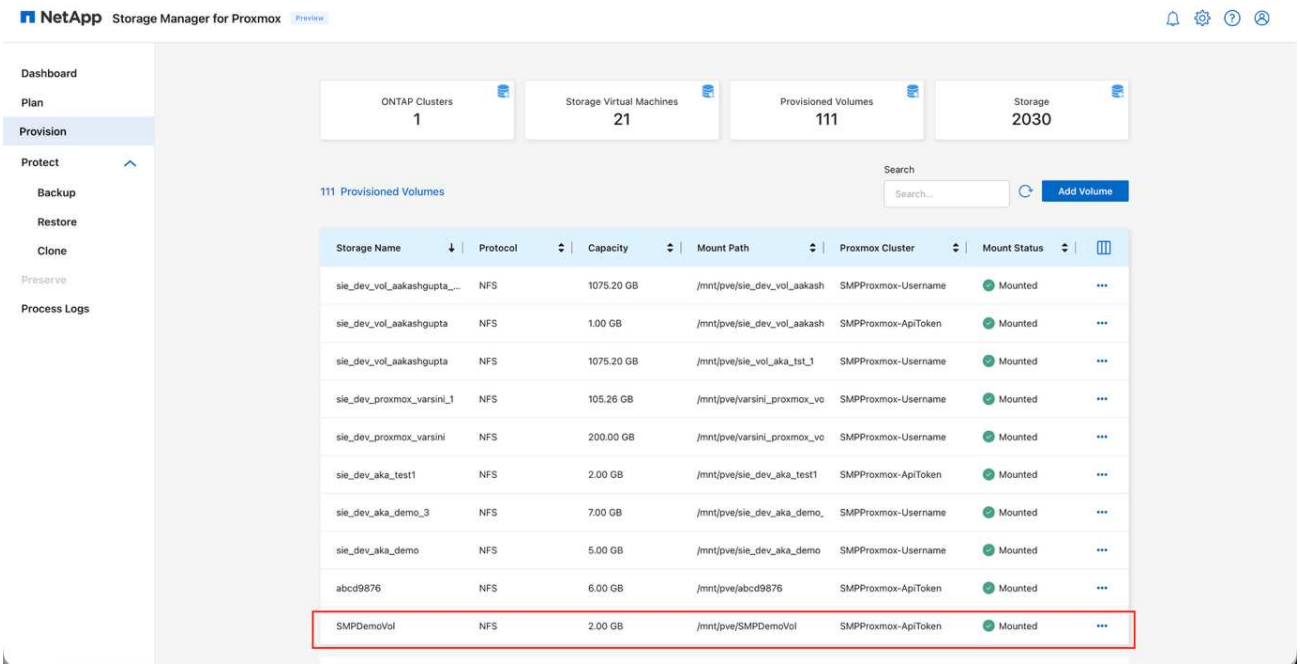
▼ 檢視 **Proxmox** 詳細資料：**NFS**



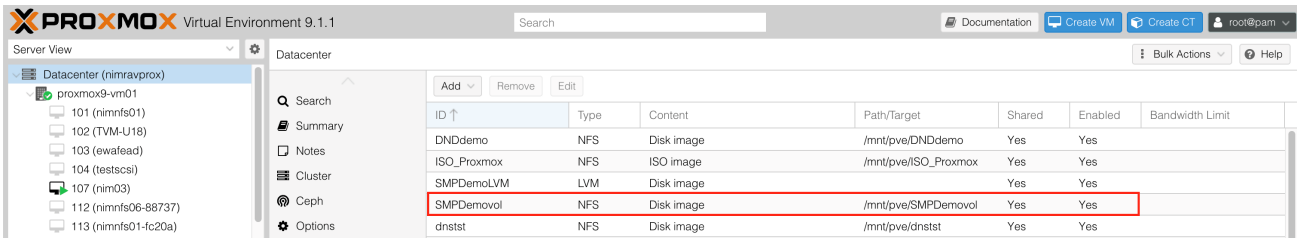
6. 按一下 **Provision** 以建立 ONTAP 磁碟區，並在選定的 Proxmox 叢集中註冊資料存放區（儲存資源池）。

▼ 檢視 **NFS** 資源配置結果





▼ 在 **Proxmox** 中檢視 **NFS** 資料存放區



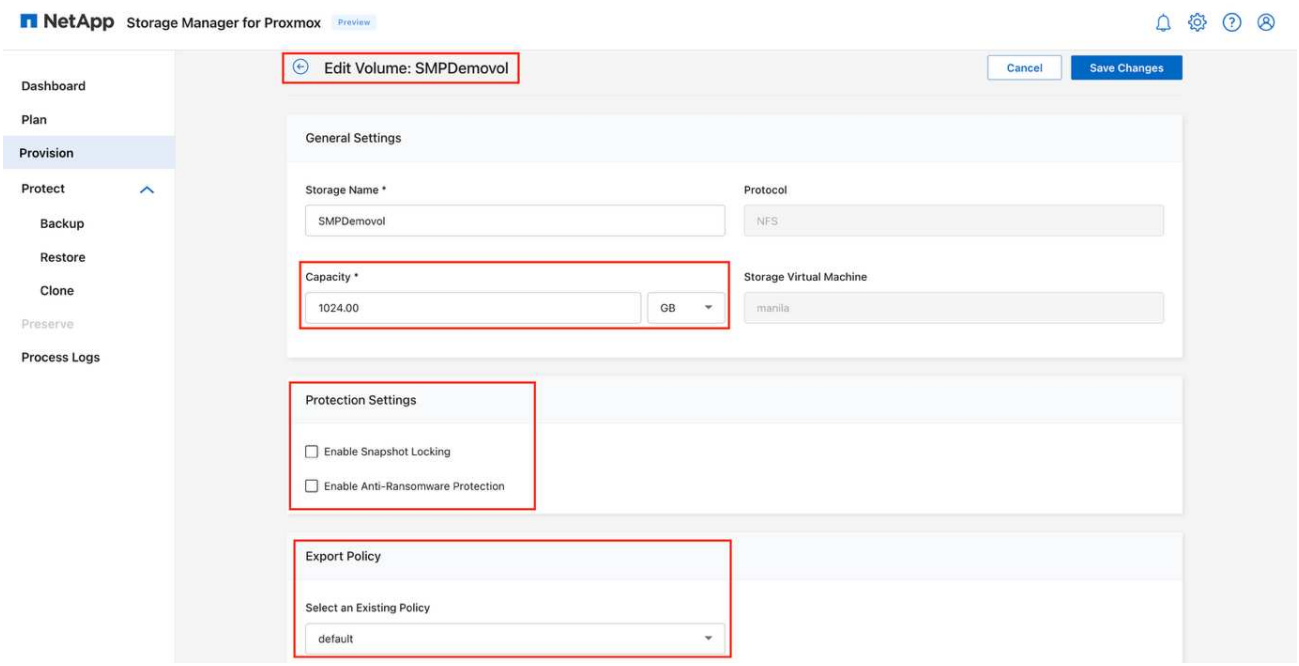
編輯已配置的磁碟區

使用 SMP 在資源配置後修改 Volume 設定。

步驟

1. 在 SMP GUI 中，在 **Provision** 標籤中找到該磁碟區。
2. 點選磁碟區旁的三個豎點（⋮）。
3. 從內容功能表中選取 **Edit** 以開啟磁碟區設定。

▼ 檢視編輯磁碟區對話方塊



4. 依需求修改磁碟區設定：
   - 調整磁碟區大小：調整磁碟區的儲存容量

     調整大小僅適用於 NFS 磁碟區。

   - **Snapshot** 鎖定：啟用此功能可防止快照刪除或變更

     這需要在叢集上安裝 SnapLock 授權，並且必須初始化叢集的合規時鐘。

   - 反勒索軟體保護：啟用此功能可主動偵測並提醒可能預示勒索軟體攻擊的異常活動
   - 匯出原則：更新或修改匯出原則
5. 按一下 **Save** 以套用變更。

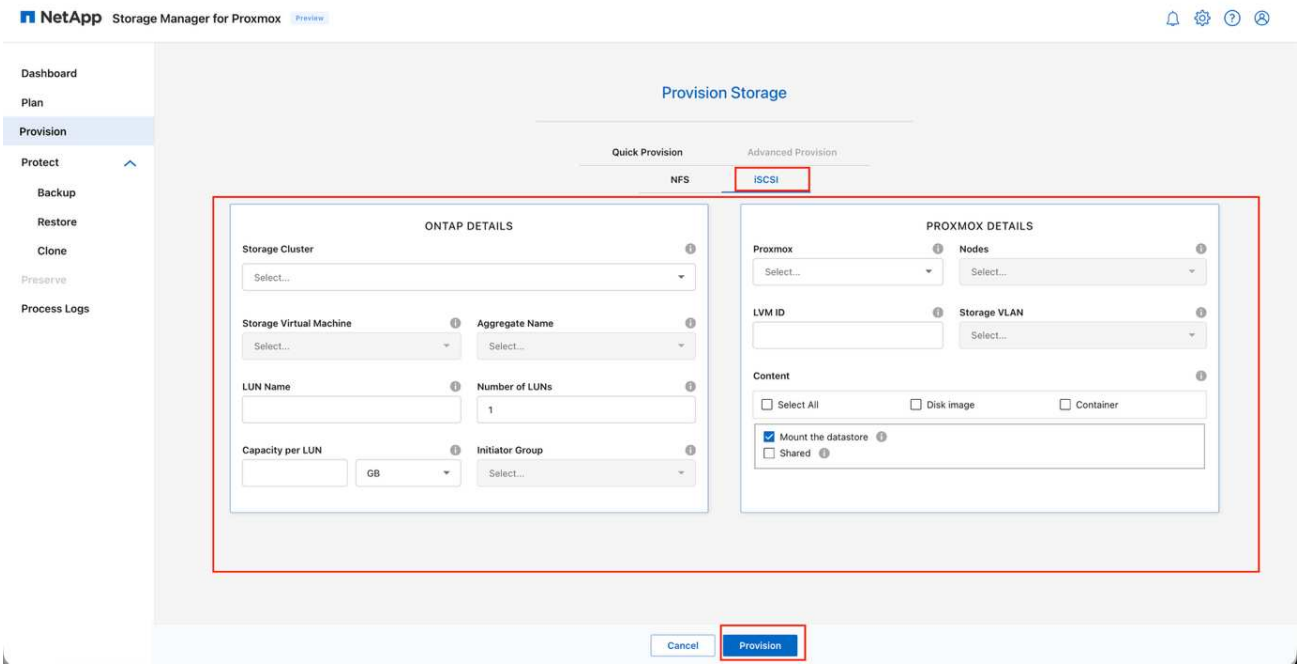
配置 iSCSI 儲存設備

使用 SMP 為虛擬機器設定 iSCSI 後端。

步驟

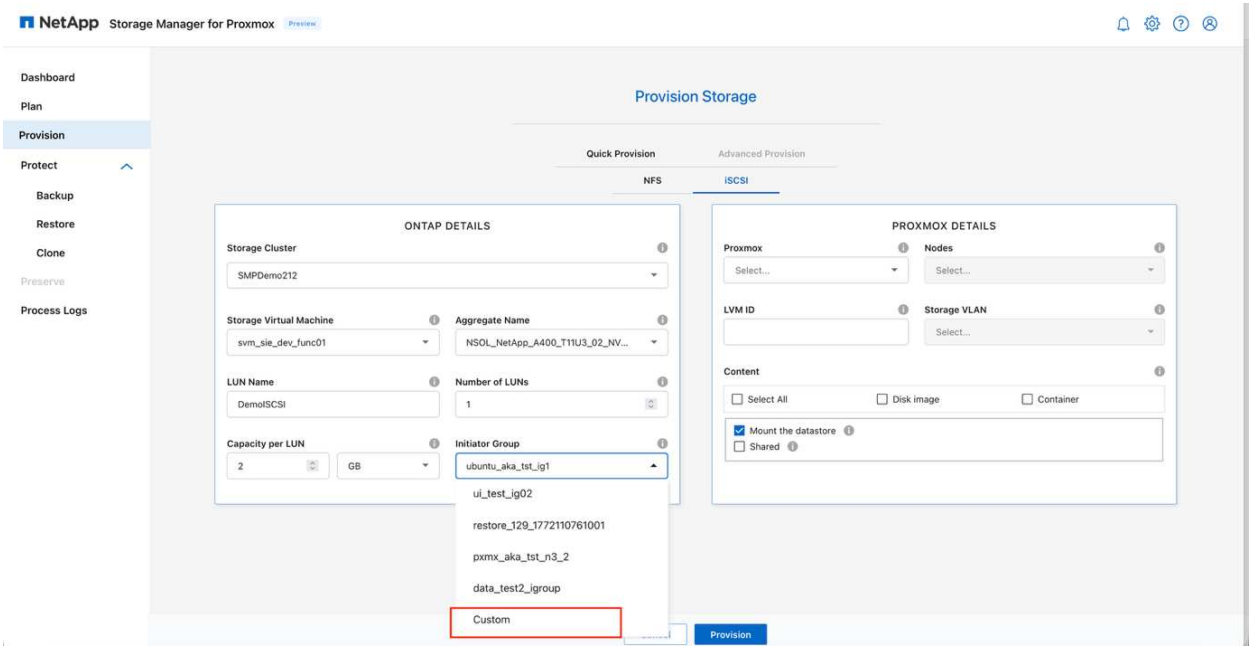
1. 在 SMP GUI 中，前往 **Provision** 標籤。
2. 導覽至 **Add Volume** 。
3. 在「新磁碟區」精靈的「快速配置」步驟中，選取 **iSCSI** 。

   ▼ 檢視新磁碟區精靈：**iSCSI**

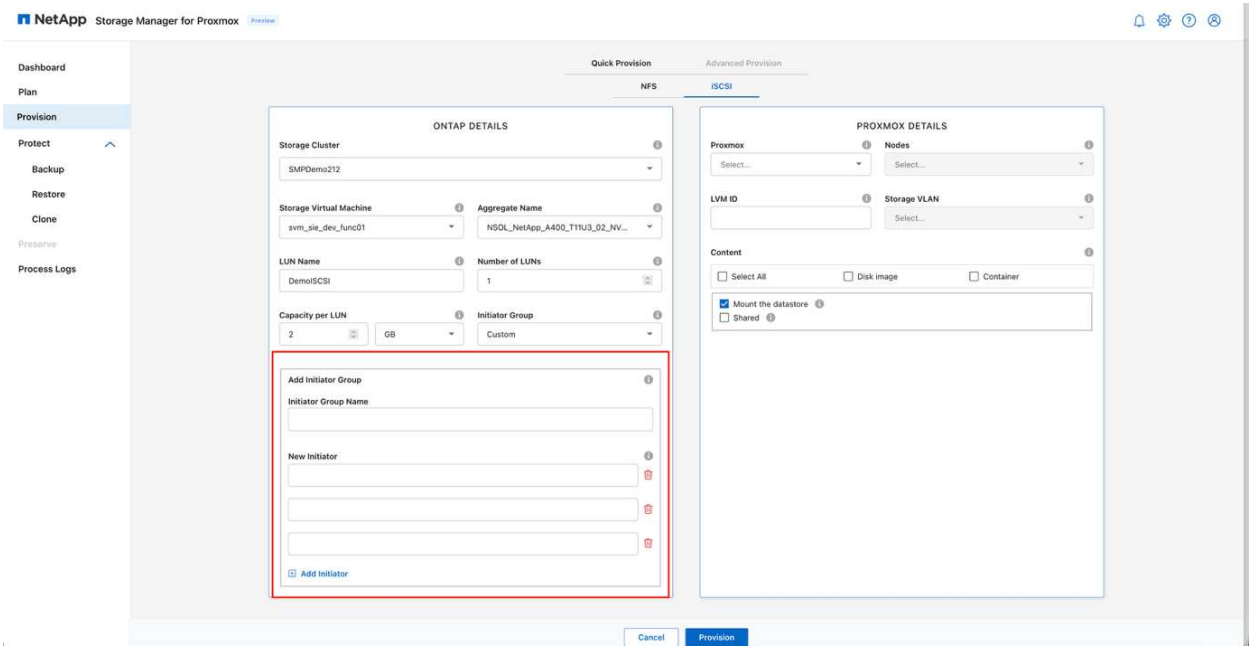


4. 在 iSCSI 協定下，在 **ONTAP** 詳細資料 部分中，提供下列資訊：
   a. 從 **Storage Cluster** 下拉式清單中選擇適當的 ONTAP 叢集或指定的 Storage Virtual Machine（SVM）
   b. 選取下列選項：
      - Aggregate 名稱
      - 儲存虛擬機器（SVM）
   c. 請在 **LUN Name** 欄位中輸入唯一值
   d. 在 **LUN** 數量 欄位中提供所需的 LUN 數量（預設值為 1；可並行建立相同大小的其他 LUN）
   e. 在 每個 **LUN** 的容量 欄位中輸入每個 LUN 所需的大小
   f. 為 iSCSI 存取控制選擇一個 **Initiator Group**（igroup）。可以選擇現有的 igroup，也可以建立一個新的 igroup。

   ▼ 檢視 **ONTAP** 詳細資料：**iSCSI LUN** 組態



▼ 檢視 **iSCSI igroup** 選取項目

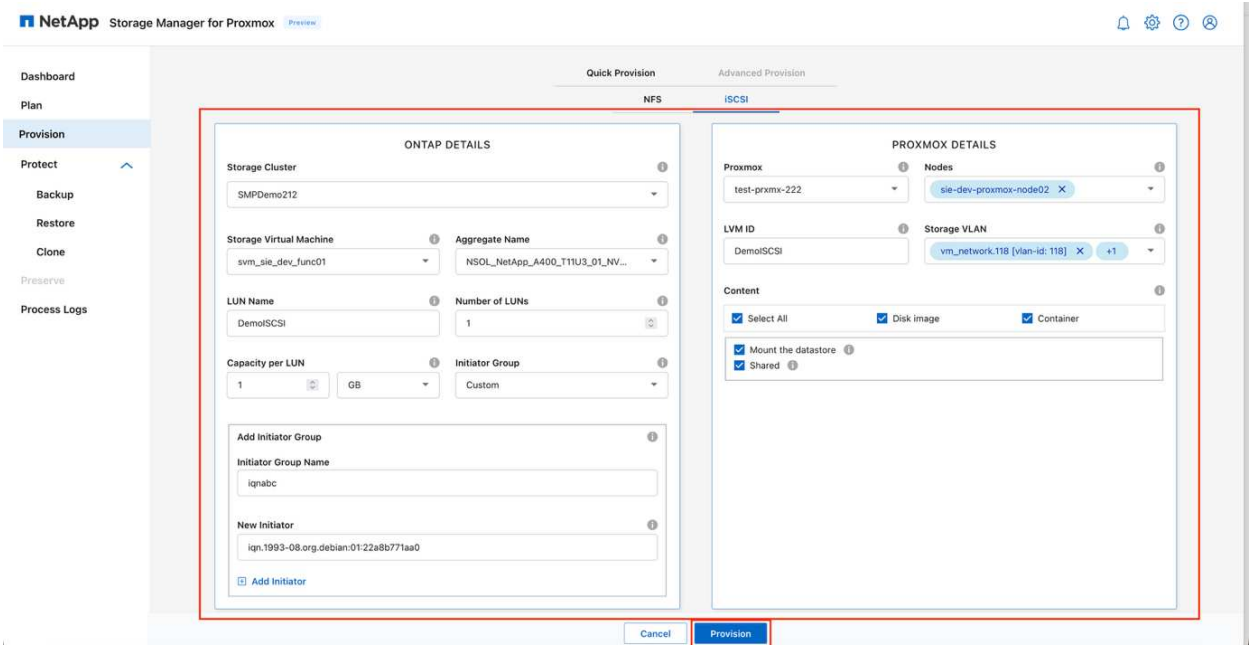


5. 在 **Proxmox** 詳細資料 部分中，提供下列資訊：
   a. 從 **Proxmox** 下拉式選單中，選擇目標叢集，然後選取所有需要存取儲存設備的節點
   b. 選擇適當的 **LVM ID**，它將代表 Proxmox 中基於 iSCSI 的儲存資源池
   c. 在 **Nodes** 欄位中，選擇所有需要存取所顯示的 iSCSI 目標的節點
   d. （選用）如果需要 VLAN 分段，請選擇所需的 **Storage VLAN**
   e. 在 **Content** 區段中，選取此資料存放區支援的內容類型：
      - 磁碟映像
      - 容器
      - 或選擇 **All** 內容類型

f. 請確保選取 **Mount the datastore** ，以便所選的 Proxmox 節點均可存取該儲存。

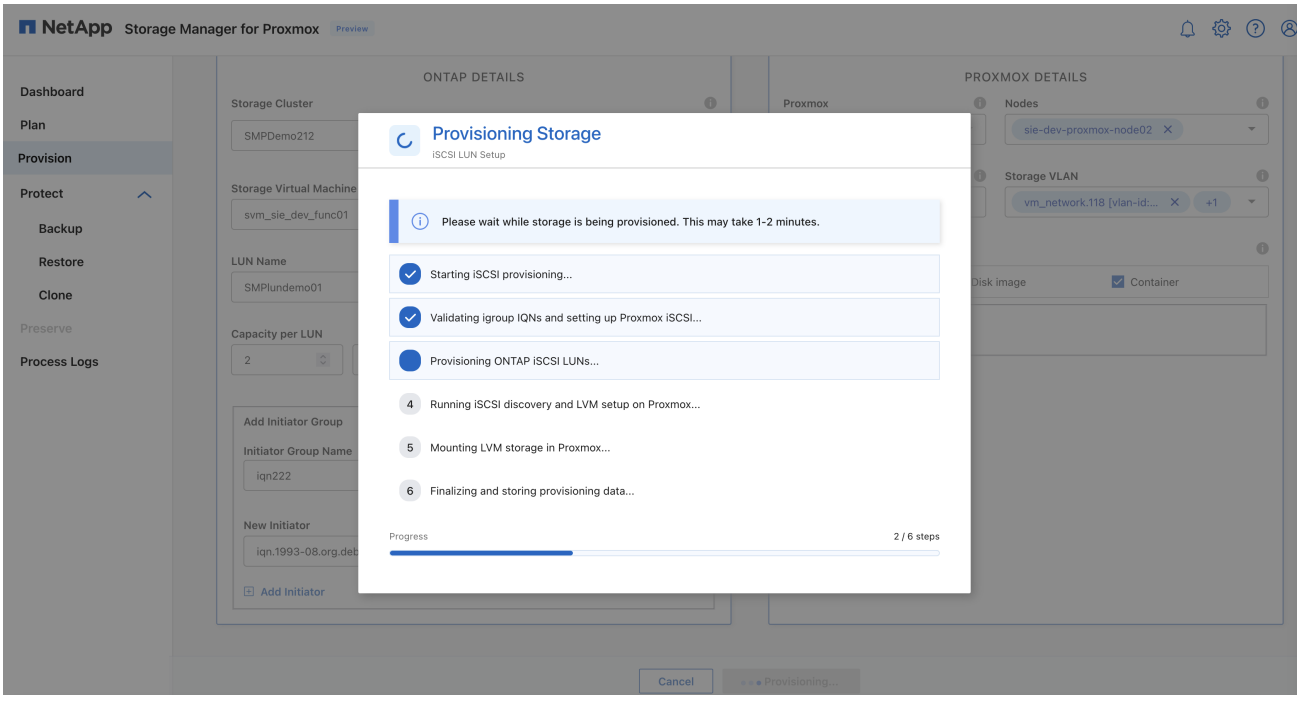
g. （選用）如果儲存資源池將由多個節點同時存取，請啟用 **Shared**

▼ 檢視 **Proxmox** 詳細資料：**iSCSI**

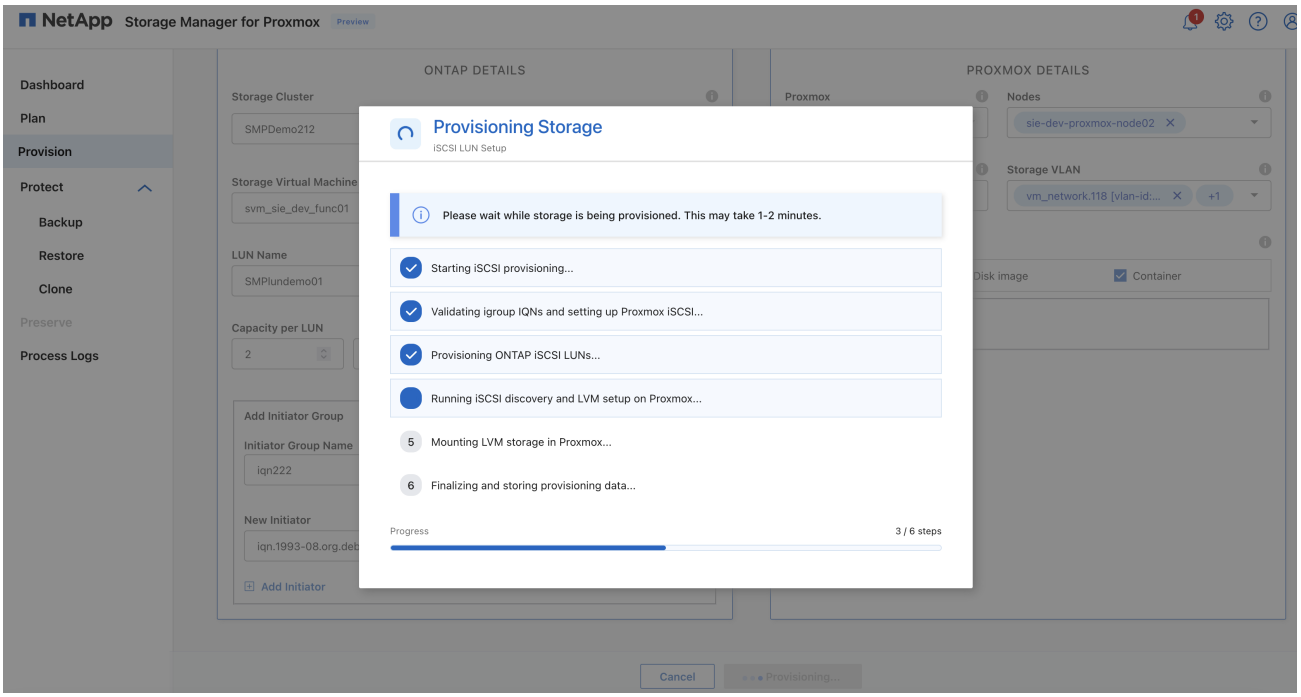


6. 按一下 **Provision** 以建立 ONTAP LUN 並在選定的 Proxmox 叢集中註冊資料存放區（儲存資源池）。

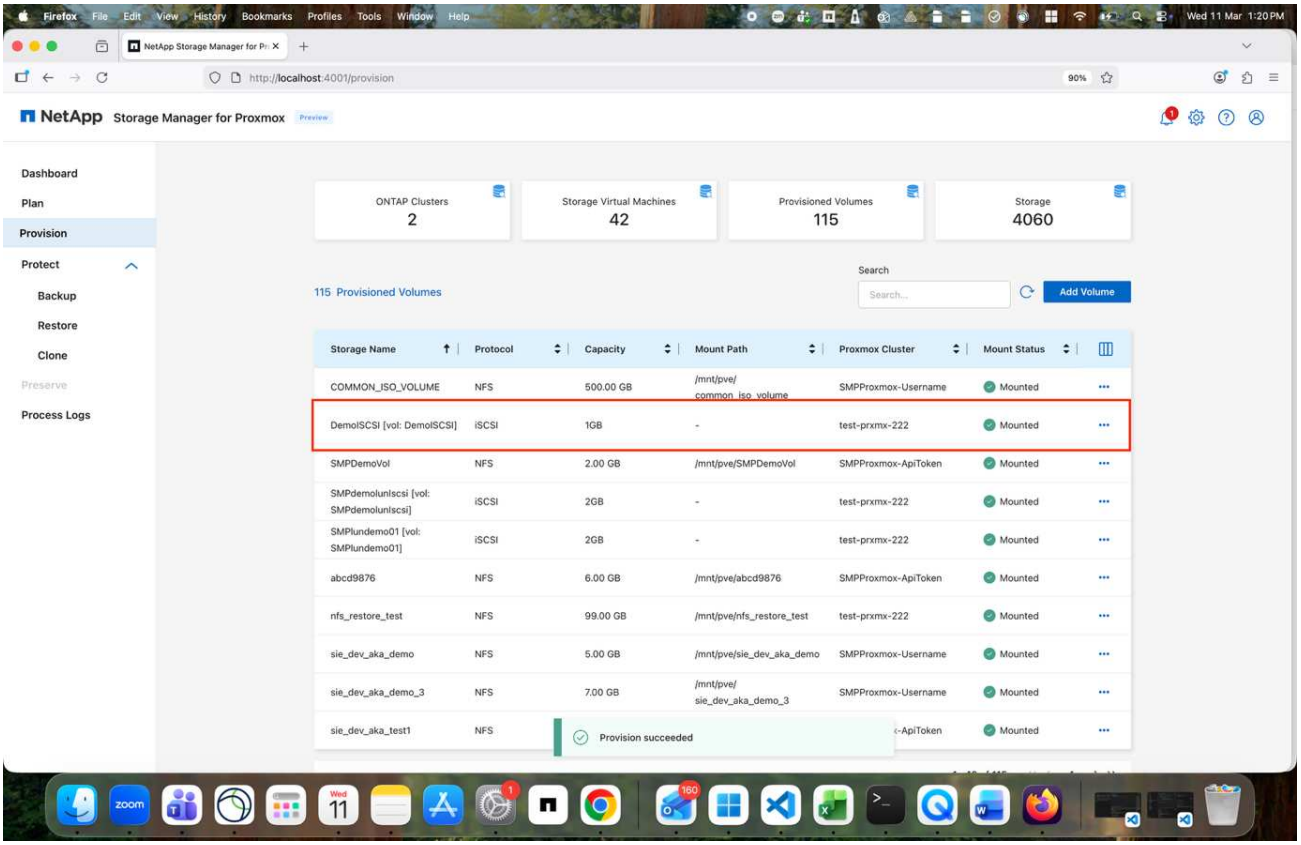
▼ 檢視 **iSCSI LUN** 資源配置



▼ 檢視 **iSCSI** 佈建完成



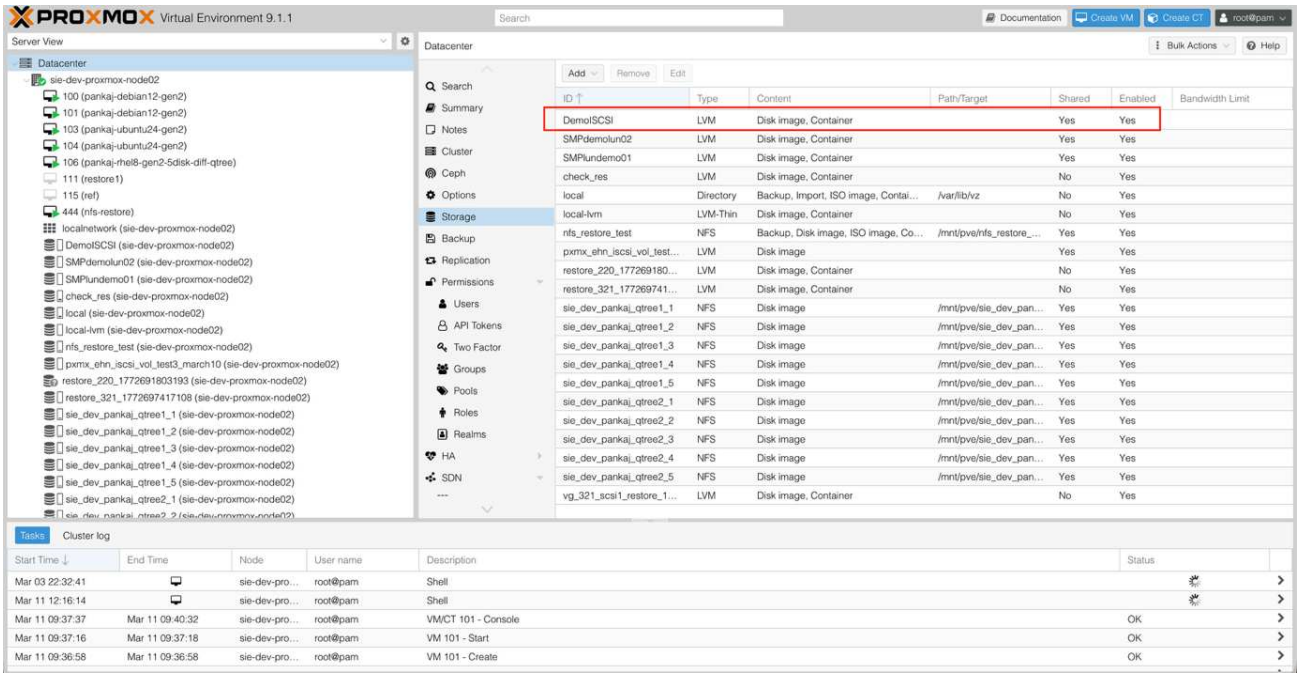
▼ 在 **Proxmox** 中檢視 **iSCSI** 資料存放區



7. 透過存取 Proxmox 端點來驗證 NFS 和 iSCSI LUN 是否已連線。

現在可以使用連接的儲存設備來配置虛擬機器。

▼ 檢視 **Proxmox** 儲存檢視



Volume 組態選項

當 SMP 配置新的 ONTAP FlexVol 磁碟區和 LUN 時，會自動套用幾個預設組態值：

ONTAP 設定	預設值
Snapshot 保留空間（-percent-snapshot-space）	0%
部分準備金 (-fractional-reserve)	0%
存取時間更新 (-atime-update)	已停用
最小預讀量 (-min-readahead)	已停用
排程快照	無
儲存效率	已啟用
Volume 保證	無（精簡配置）
Volume 自動調整大小	擴展_收縮
LUN 空間保留	已停用
LUN 空間分配	已啟用

NConnect 行為

在 Proxmox VE 中使用 NFS 儲存時，請注意 Linux NFS 用戶端（例如 Proxmox VE 的基礎作業系統 Debian 所使用的客戶端）的特定行為。Linux 核心可能會重複使用首次在節點上掛載 NFS 匯出時所使用的掛載參數。如果使用不同的掛載選項再次掛載同一個匯出，則這些新選項可能不會生效。

最佳實務做法是建立並掛載個別的匯出，並使用不同的 NFS 伺服器 IP 位址，例如不同的資料 LIF。SMP 會自動偵測現有連線及其相關的 nconnect 值，並將適當的 nconnect 值套用至任何新連線。

保護虛擬機器

當虛擬機器在 ONTAP 型 NFS 資料存放區上執行時，最簡化的保護方法是讓 Proxmox 建立檔案系統一致性，而 ONTAP 在儲存層擷取實際的備份點。ONTAP Snapshot 可提供資料存放區磁碟區的快速、節省空間的時間點複本，並可在稍後用於還原整個資料存放區、個別檔案或 VM 內容。

SMP 提供了一個簡單的協調器，用於實現崩潰一致性和虛擬機器一致性的資料保護和複製管理。該軟體透過建立可應用於多個作業的備份策略，簡化了備份、還原和複製的生命週期。這些策略可以定義排程、保留、複寫和其他功能。它們允許選擇性地使用檔案一致性快照；這種方法利用了 QEMU 在建立 ONTAP 快照之前暫停 I/O 的功能。

SMP 允許保護整個資料存放區，其中一個 ONTAP NFS 磁碟區包含多個 VM、可能跨多個資料存放區的 VM 群組，或單一 VM 層級。

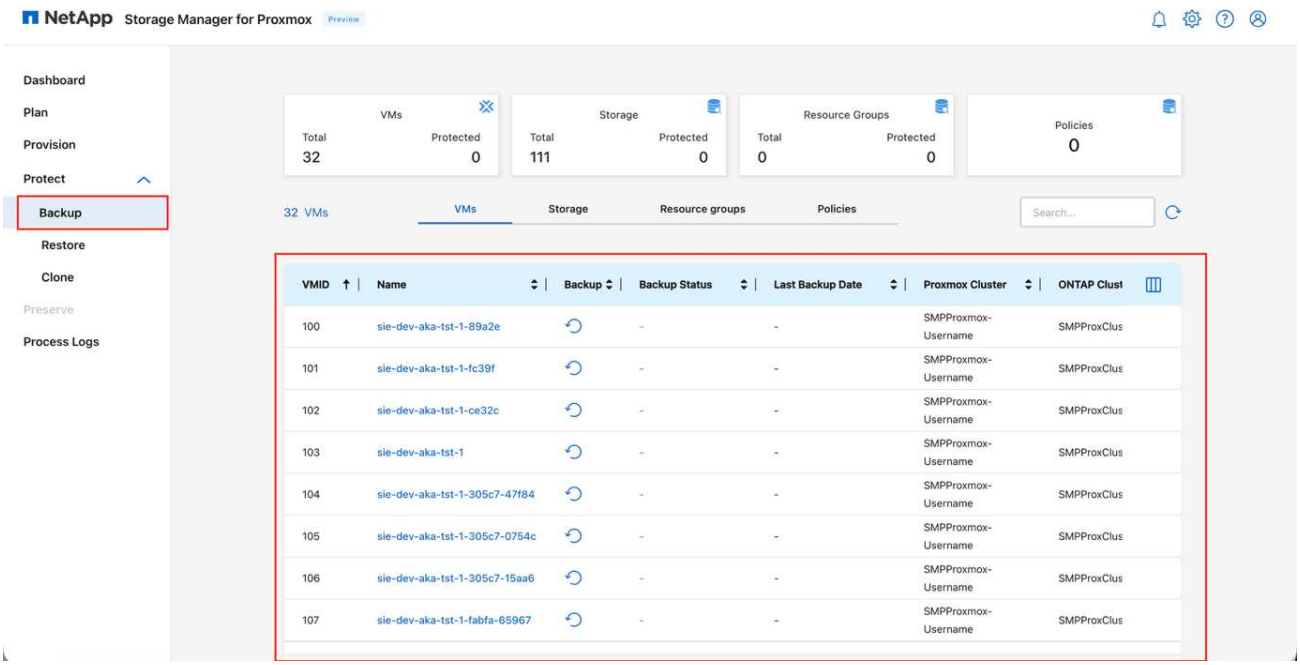
備份虛擬機器

ONTAP 磁碟區配置完成後，使用備份選項列出 Proxmox 叢集上執行的所有虛擬機器，並對虛擬機器執行損毀一致性備份或檔案一致性備份。

步驟

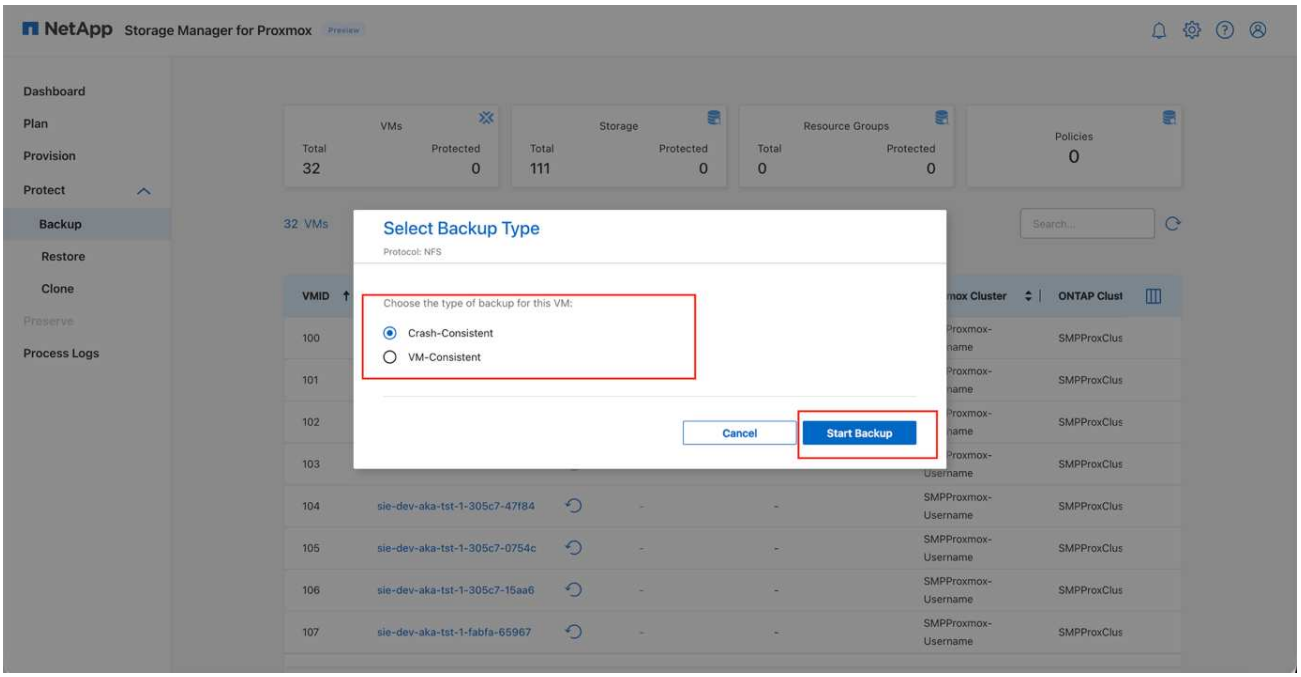
1. 從左側導覽窗格存取 **Protect** > **Backup**。

▼ 檢視 **Protect Backup** 頁面



2. 選擇要備份的虛擬機器，然後按一下 **Backup** 。

▼ 檢視備份對話方塊：**VM** 選擇



3. 備份工作流程允許在當機一致性保護和檔案一致性保護之間進行選擇。

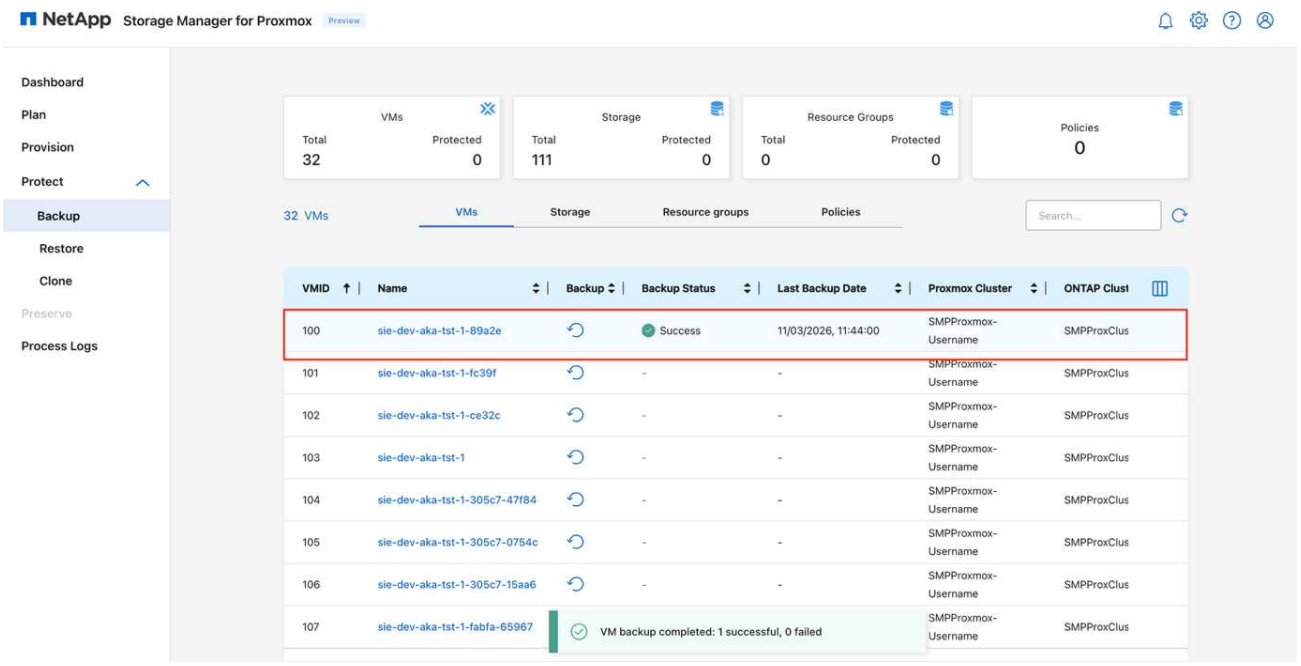
檔案一致性模式可以選擇使用 QEMU fsfreeze 來確保在建立快照之前虛擬機器內檔案系統處於靜止狀態。如果 fsfreeze 失敗，系統將回退到使用 Proxmox 快照。

此備用機制僅適用於儲存在 NFS 磁碟區上的虛擬機器。

▼ 檢視備份對話方塊：一致性選項



▼ 檢視備份進度

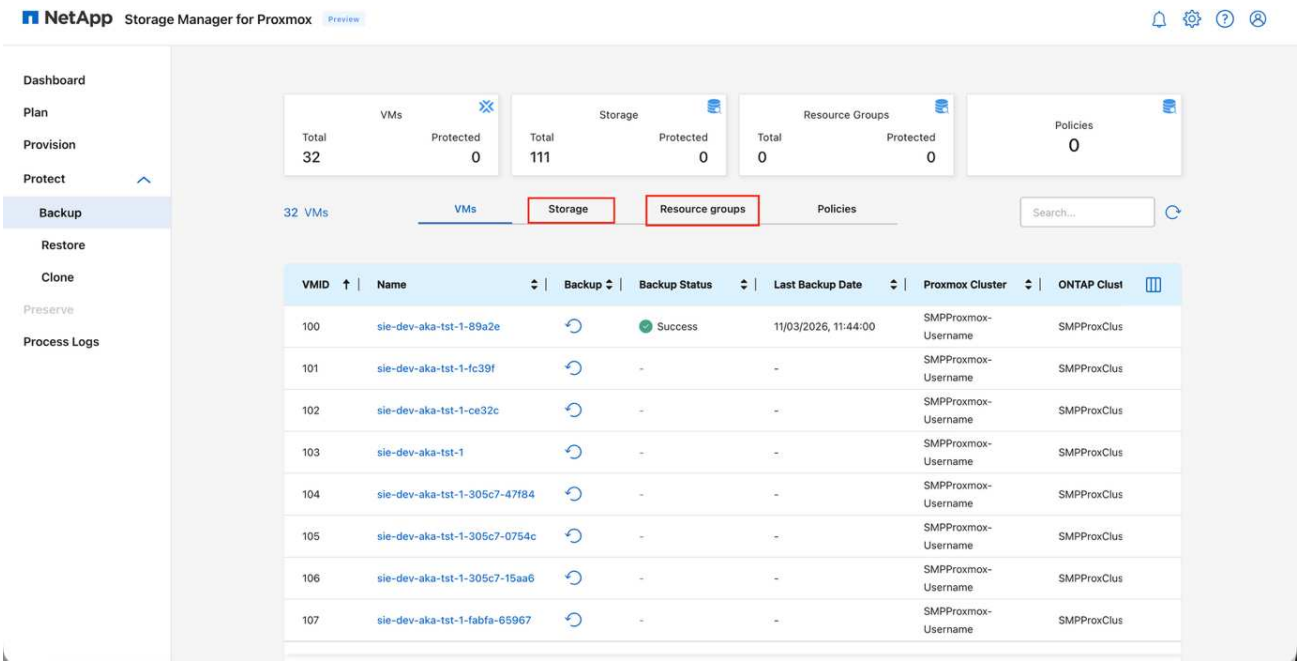


ONTAP 快照是在磁碟區層級建立的，它會將 NFS 資料儲存區中的所有 VM 磁碟和組態檔擷取到單一快照中。如果選擇了 VM 一致性保護，則 fsfreeze 僅針對選定的 VM 執行；磁碟區中的所有其他 VM 都將作為損毀一致性保護包含在同一個 ONTAP 快照中。

其他備份選項

- 若要備份單一資料存放區，請選取 **Storage** 索引標籤，然後選擇 **Backup** 選項。
- 若要將多個資料存放區作為一個單位進行備份，或保護跨越不同資料存放區的 VM 群組，請使用 **Resource Group** 選項。資源群組允許將資料存放區或 VM 組織成邏輯保護集。

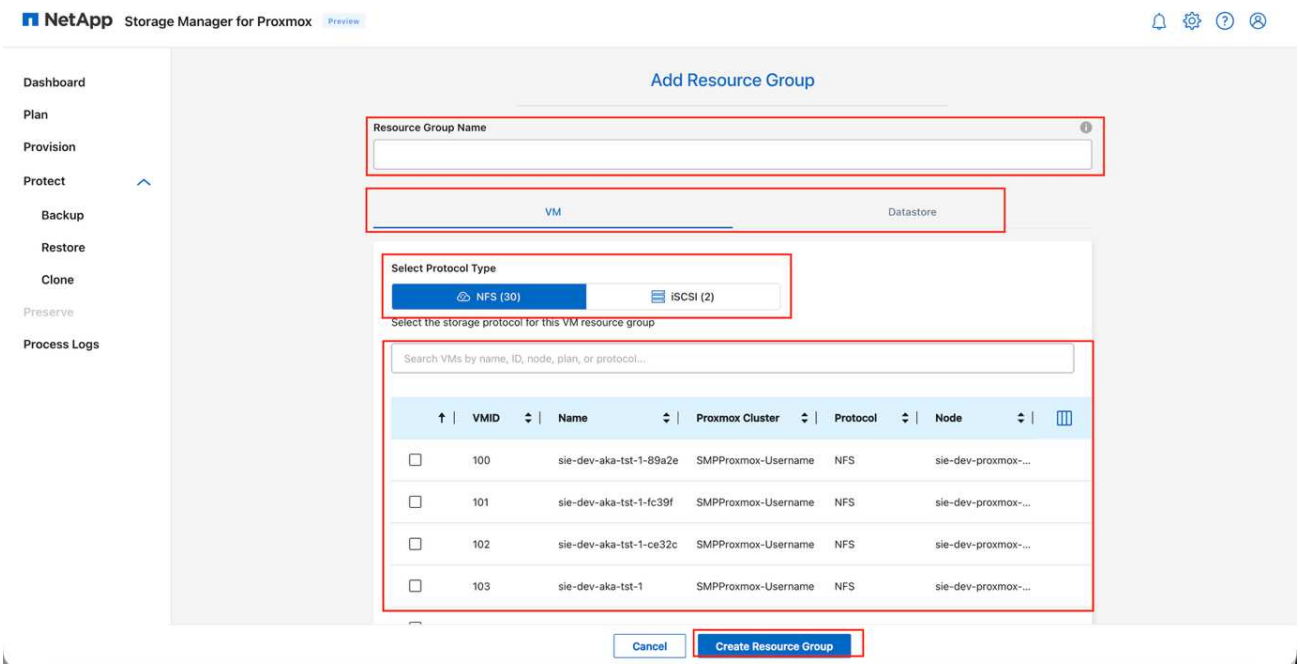
▼ 檢視資源群組索引標籤



建立資源群組

1. 開啟 **Resource Group** 索引標籤，然後選取 **Add**。
2. 輸入新資源群組的名稱。
3. 選擇資源類型：**VM** 或 **Datastore**。
4. 選擇適當的 **Protocol**。
5. 根據所選資源類型，選擇要包含的特定 VM 或資料存放區。
6. 按一下 **Create Resource Group** 以完成設定。

▼ 檢視「建立資源群組」對話方塊



在資料存放區（磁碟區）層級進行的備份始終具有當機一致性。資源群組只能包含一種資源類型：VM 或資料存放區。對於以 iSCSI 為基礎的儲存設備，備份始終具有當機一致性。

備份工作流程詳細資料

高階備份工作流程包括：

1. 定義保護範圍：選擇保護目標是資料存放區（ONTAP 磁碟區）、資源群組（多個磁碟區或 VM）還是個別 VM。
2. 確認一致性方法：選擇在 ONTAP 快照之前如何建立一致性：
   - QEMU 客體代理程式凍結/解凍，用於客體內檔案系統靜止和 Windows VSS 整合。
3. 傾印 **VM** 組態檔。
4. 建立 **ONTAP Snapshot**：當虛擬機器處於一致狀態時、擷取資料儲存區磁碟區的 ONTAP Snapshot。這將成為保留的備份複本。
5. 刪除臨時 **Proxmox** 快照：ONTAP 快照完成後，刪除 Proxmox 快照，以防止增量檔案成長。
6. 套用保留和複寫原則（使用原則）：套用設定的 ONTAP 保留原則，如果啟用了災難恢復複寫，則複寫快照集。

這種方法僅儲存已變更的資訊，從而最大限度地減少儲存空間和網路頻寬。使用 Snapshot 複本可以快速建立 VM 或資料存放區的複本，而不會影響效能，然後使用 NetApp SnapMirror 技術將其傳送到次要系統，以實現更長期的異地資料保護。

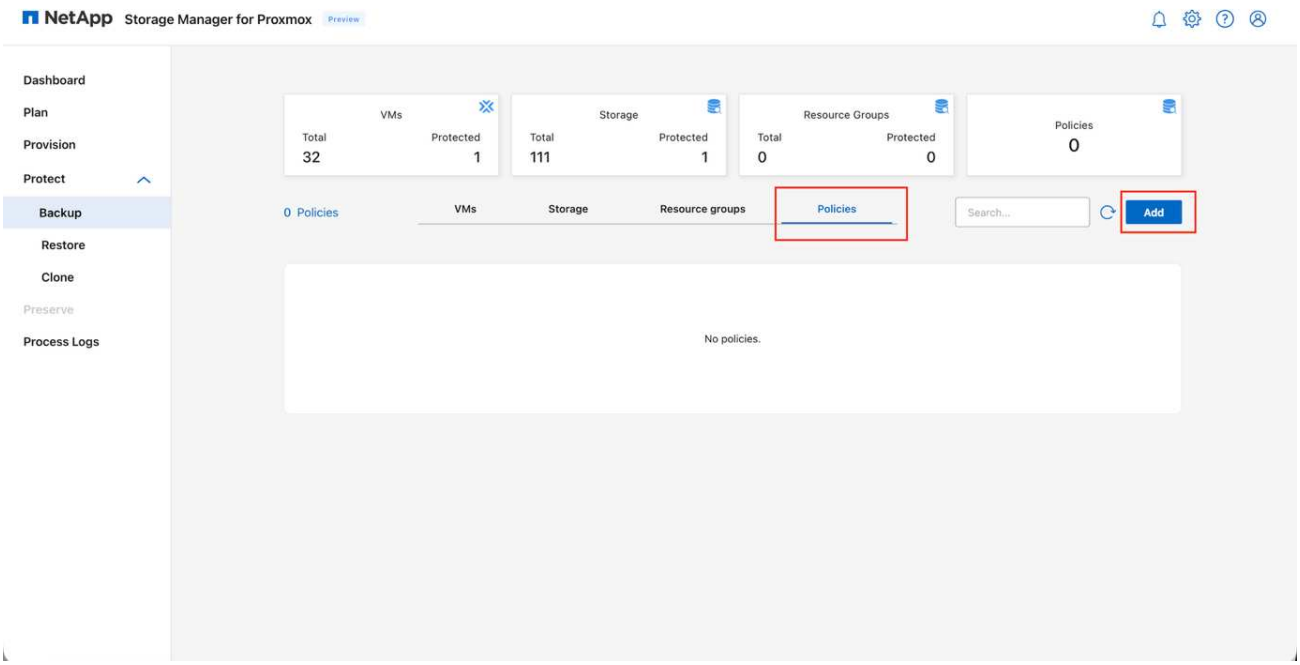
自動執行 **VM** 備份任務

透過設定排程來自動化 Proxmox VM 備份。建立定期備份對於資料保護和災難復原至關重要。

步驟

1. 前往 **Protect** > **Backup** > **Policies** 並按一下 **Add** 以新增備份原則和排程。

▼ 檢視備份原則頁面

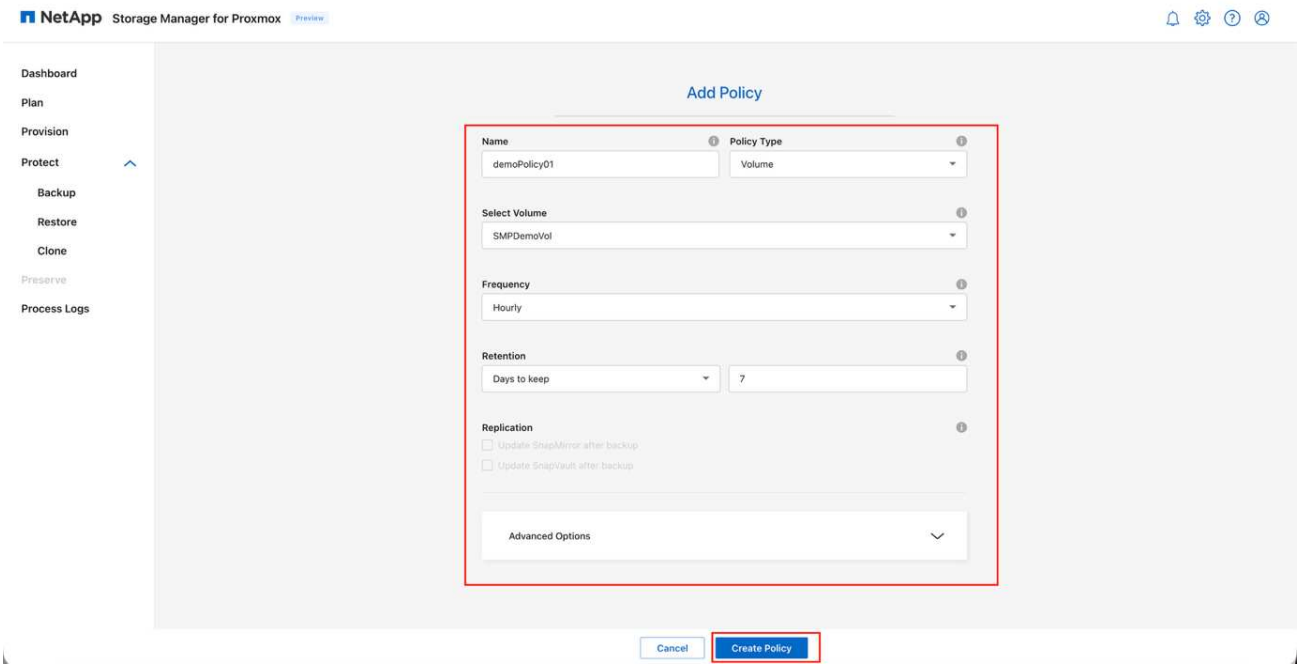


2. 設定一般設定：
   a. 輸入原則名稱
   b. 選擇 **Policy Type** （Volume 或 Resource Group）
   c. 根據所選類型選擇 **Target**
   d. 設定 **Backup Frequency** （每小時、每天、每週或每月）
   e. 設定 **Retention**，使用「Days to Keep」或「Number to Keep」（預設保留值為 7）
   f. 選擇 **Replication Mode** （目前版本中已停用）：
      - 備份後更新 SnapMirror
      - 備份後更新 SnapVault

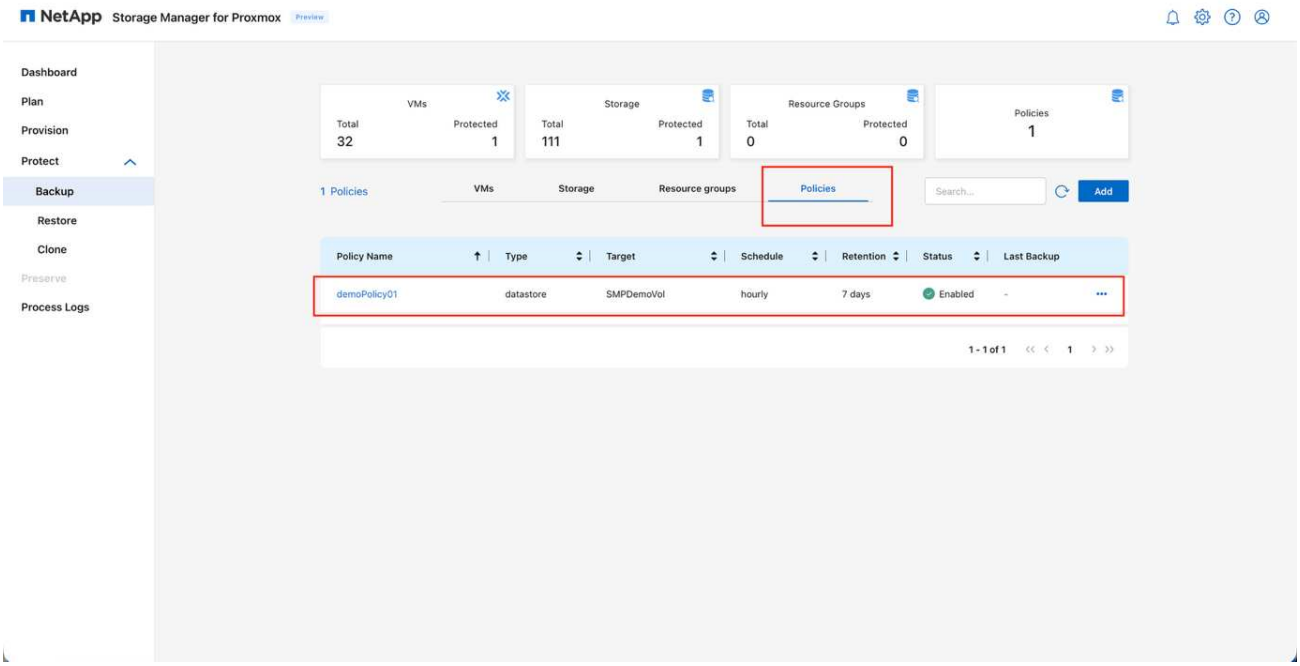
      SnapMirror 複寫必須在 ONTAP 中使用 CLI 或 System Manager 進行設定。

3. 在「進階選項」中，如果要在觸發 ONTAP 快照之前使用 Proxmox 快照或 fsfreeze，請啟用「虛擬機器一致性」。
4. 按一下 **Create Policy** 以儲存組態。

▼ 檢視備份原則：排程與保留



▼ 檢視備份原則：複寫和進階選項



也可以透過點選 **Backup** 立即觸發 VM 備份作業，而無需等待資源群組的排程執行時間。

還原虛擬機器或資料存放區

使用 SMP 從備份還原 Proxmox VM。

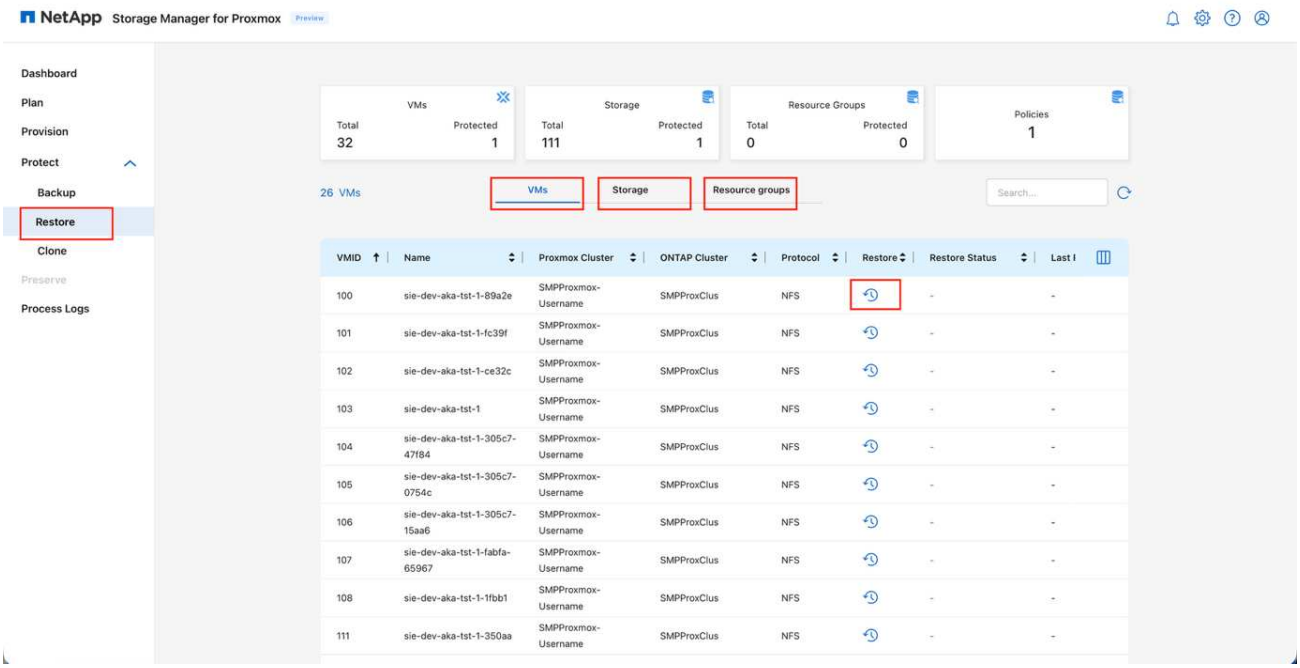
開始之前

執行還原作業之前，必須先關閉虛擬機器電源。

步驟

1. 從網頁介面左側的導覽窗格中選取 **Restore** 選項。
2. 選取需要還原的虛擬機器、儲存設備或資源群組。

▼ 檢視還原頁面

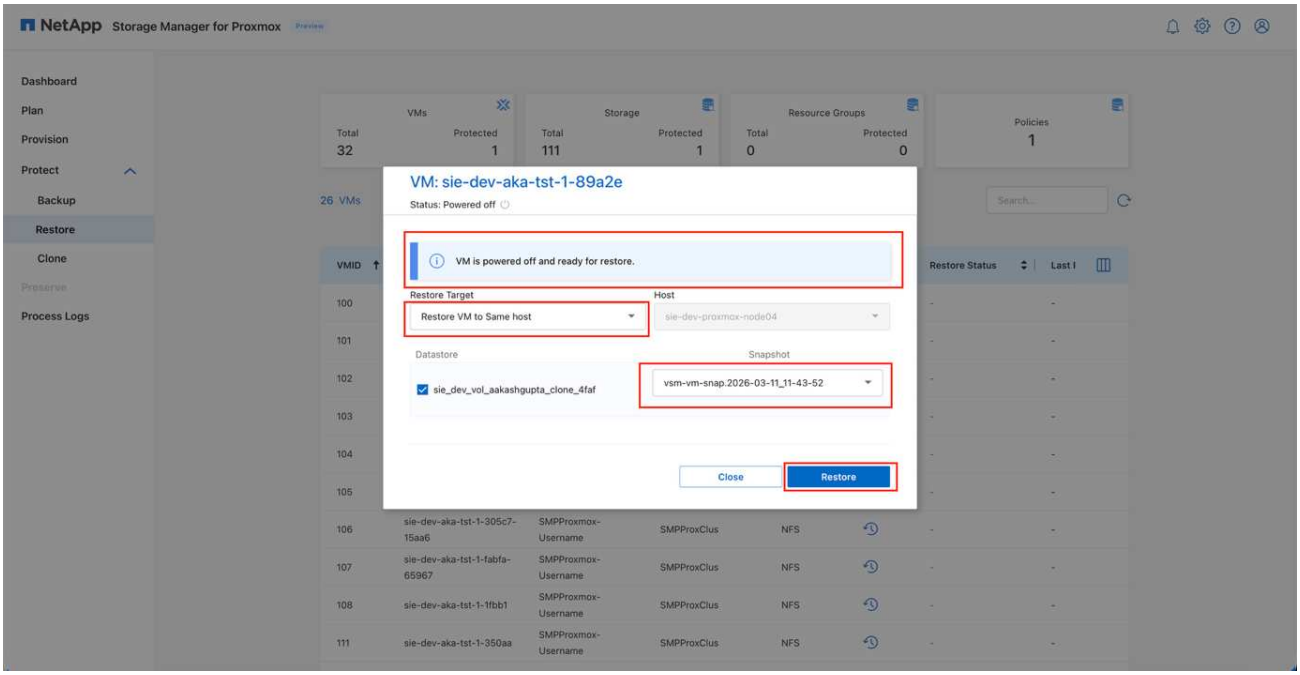


3. 按一下 **Restore** 圖示。

根據所選內容（虛擬機器、儲存或資源群組），將開啟還原彈出視窗。

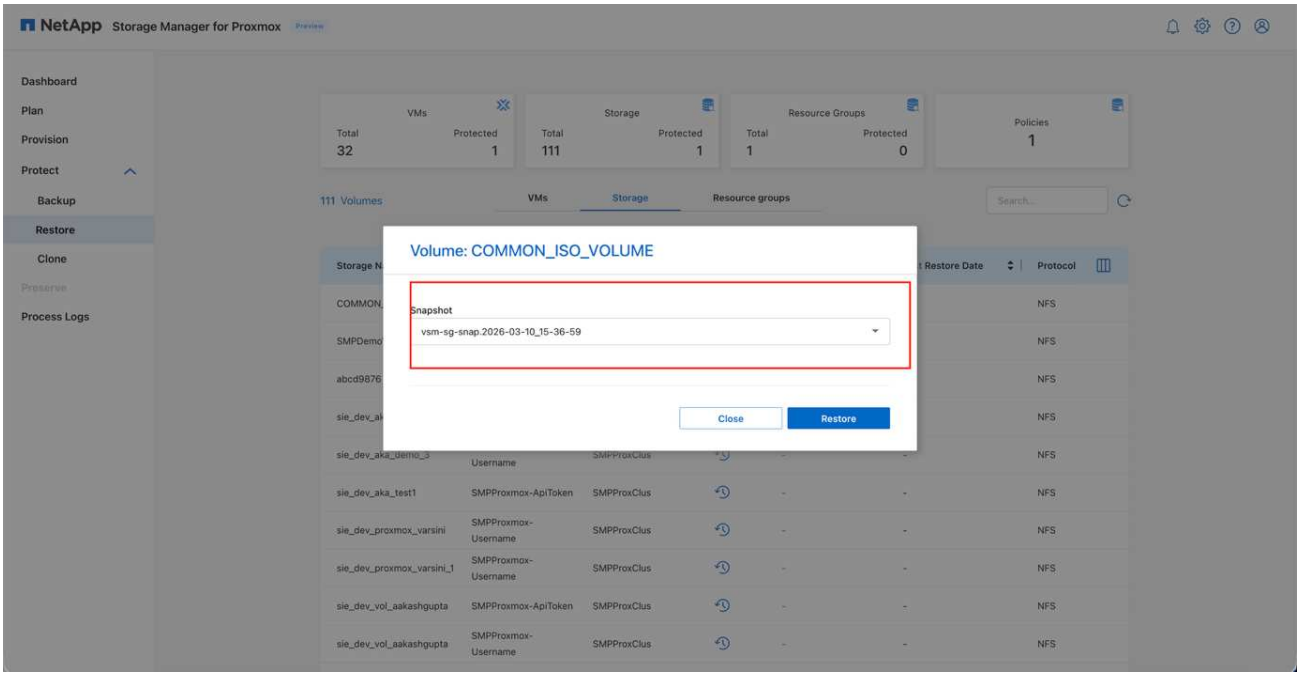
> 根據所選資源，將顯示為對應元件建立的快照。例如，只有在選擇資源群組時才會顯示資源群組層級的快照。儲存也遵循同樣的規則。但是，對於虛擬機器，將顯示跨元件建立的所有快照以供選擇。

▼ 檢視還原對話方塊：**Snapshot** 選擇

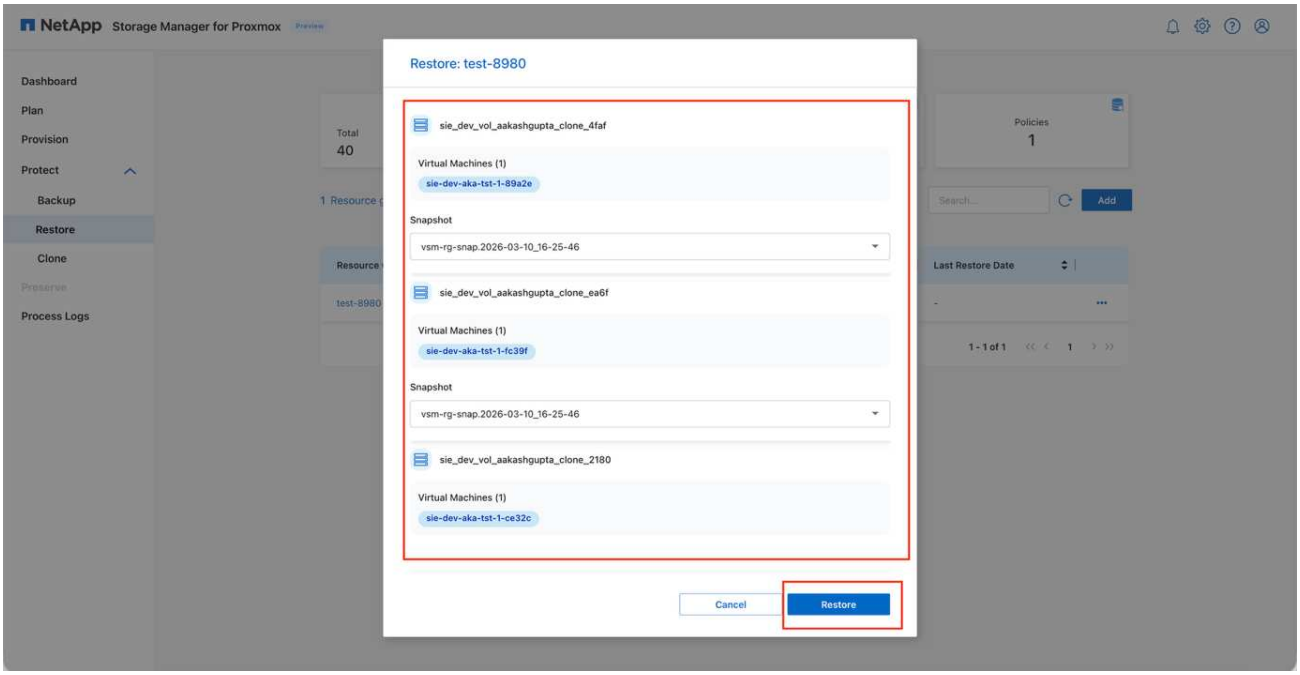


4. 選取所需選項：
   a. 還原目標：可選擇還原至同一台主機或備用主機
   b. **Host**：如果選擇備用主機，下拉式選單可讓您選擇叢集中任何可用的主機
   c. **Snapshot**：選擇適當的 Snapshot 進行時間點還原
5. 按一下 **Restore** 。

▼ 檢視還原進度

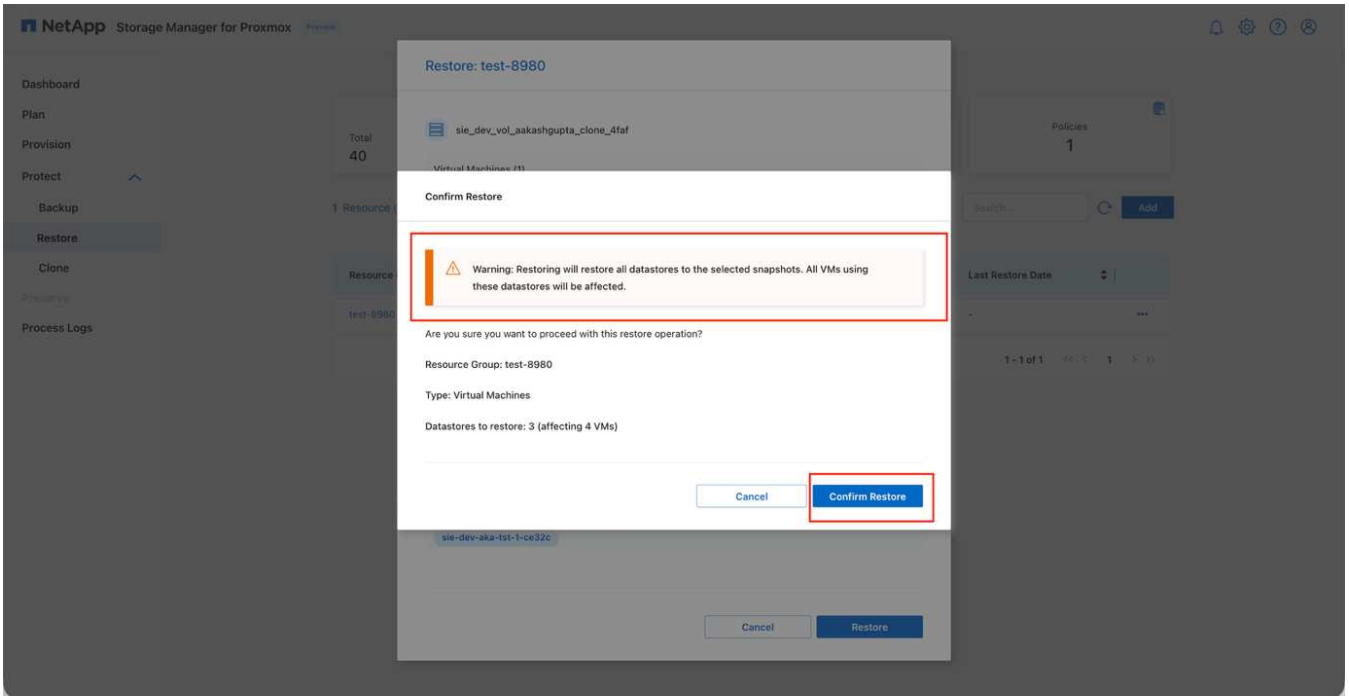


▼ 檢視還原已完成



當啟動儲存層級還原時，該磁碟區或 LUN 上的所有虛擬機器都會關閉電源，系統會將整個儲存實體作為一個整體進行還原。

▼ 檢視儲存層級還原



還原工作流程詳細資料

還原工作流程因底層儲存類型而異，主要包括以下幾個關鍵步驟：

1. 定義還原範圍：選擇保護目標是資料存放區（ONTAP 磁碟區）、資源群組（多個磁碟區或 VM）還是個別 VM。
2. 執行還原作業：VM 還原程序會因儲存傳輸協定而異：
   - 基於 **NFS** 的還原：在 NFS 上還原磁碟區或資料存放區時，SMP 會在目標磁碟區上啟動磁碟區快照還原作業。對於託管在 NFS 磁碟區上的 VM，SMP 會驗證還原參數，包括 VM ID、快照名稱、站台 ID 和儲存類型。如果 VM 正在執行，SMP 會輪詢其狀態並發出停止命令來停止它。然後，系統會使用檔案層級還原作業從快照還原 VM 磁碟。
   - 基於 **iSCSI** 的還原：對於 iSCSI 資料存放區或 LUN、SMP 會從快照還原 LUN、驗證還原的裝置、在 Proxmox 節點上執行 iSCSI 重新掃描、並確保裝置可存取。對於駐留在 iSCSI 儲存設備上的 VM、SMP 會複製快照 LUN、將複製的 LUN 對應到 Proxmox 主機、並執行 iSCSI 探索以匯入它們。然後會新增還原的儲存設備、並更新 VM 組態。VM 磁碟會移回其原始儲存設備、並追蹤每個 VM 的進度。此程序最後會進行清理活動、包括移除暫存儲存設備和刪除複製的 LUN。

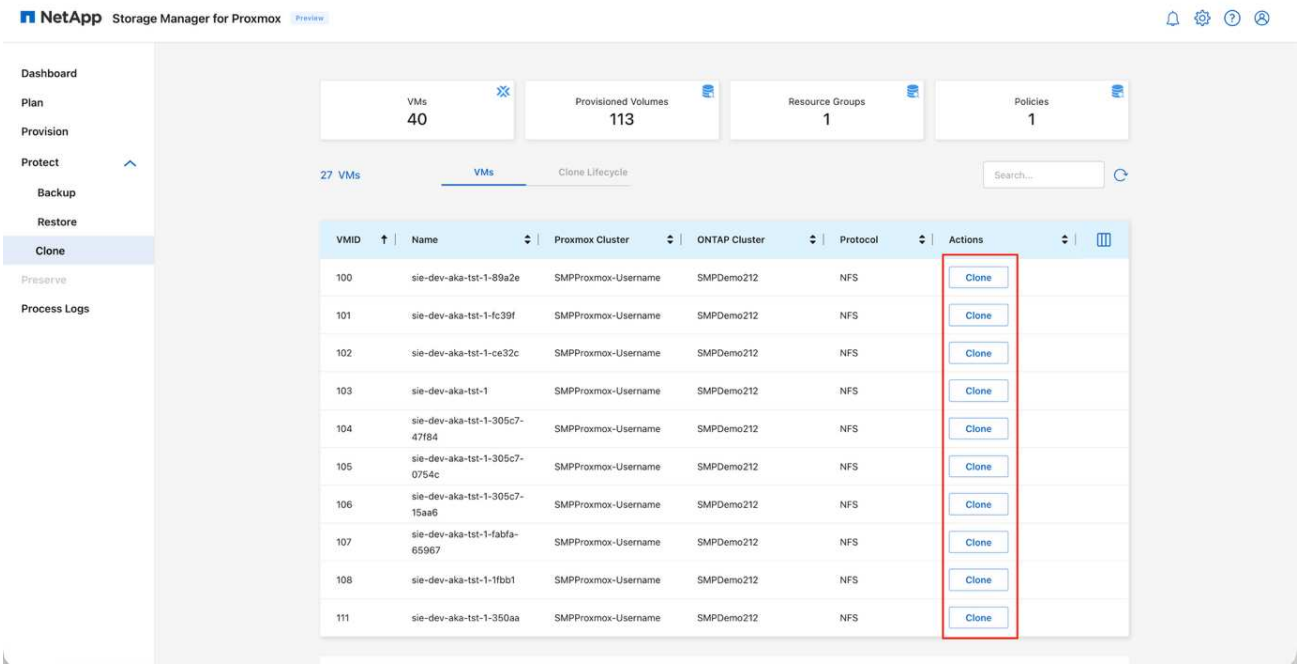
複製虛擬機器

使用 SMP 建立虛擬機器複本，以供開發、測試或快速資源配置之用。

步驟

1. 開啟 **Protect** 區段，然後從左側導覽功能表中選取 **Clone** 。
2. 從虛擬機清單中找到所需的虛擬機，然後在「操作」欄中按一下 **Clone** 。
3. 在「複製虛擬機器」視窗中，選擇要建立複製的 **Target Node** （目標節點）。

▼ 檢視 **Clone VM** 對話方塊



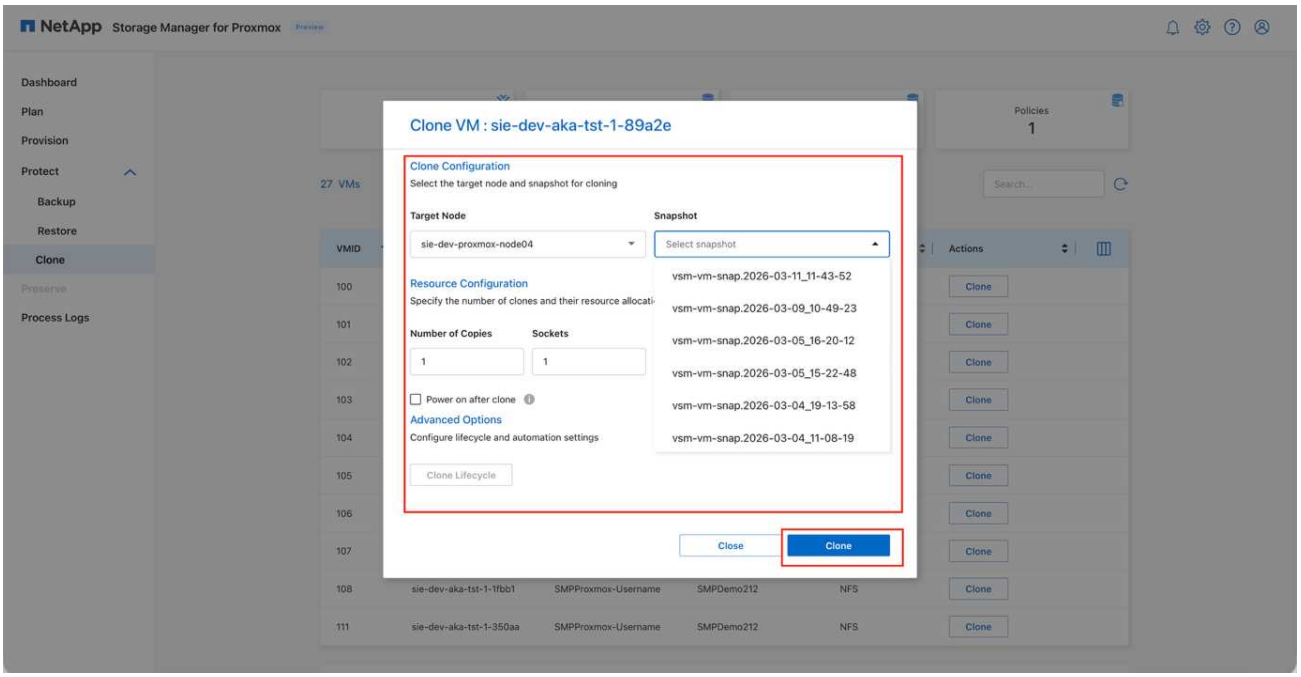
4. 選擇要用作複本來源的 **Snapshot** 。

> 在目前版本中，複製是針對作用中檔案系統執行。在即將推出的版本中，複製工作流程將允許選取快照，在這種情況下，檔案複製會使用從所選快照建立的新磁碟區來執行。

5. 指定複製虛擬機器的 **Number of Copies** 、 **CPU cores** 、 **Sockets** 和 **Memory** 。
6. （選用）如果複製的 VM 應在建立後自動啟動，請啟用 **Power on after clone**。
7. （選用）如果要將複本放置在新建立的資料存放區上，請選取 **Create a new datastore** 。
8. 在 **Advanced Options** 下，如果希望將網路設定自動套用於複製設備，請啟用 **Network Configuration**。
9. 按一下 **Clone** 開始複製程序。

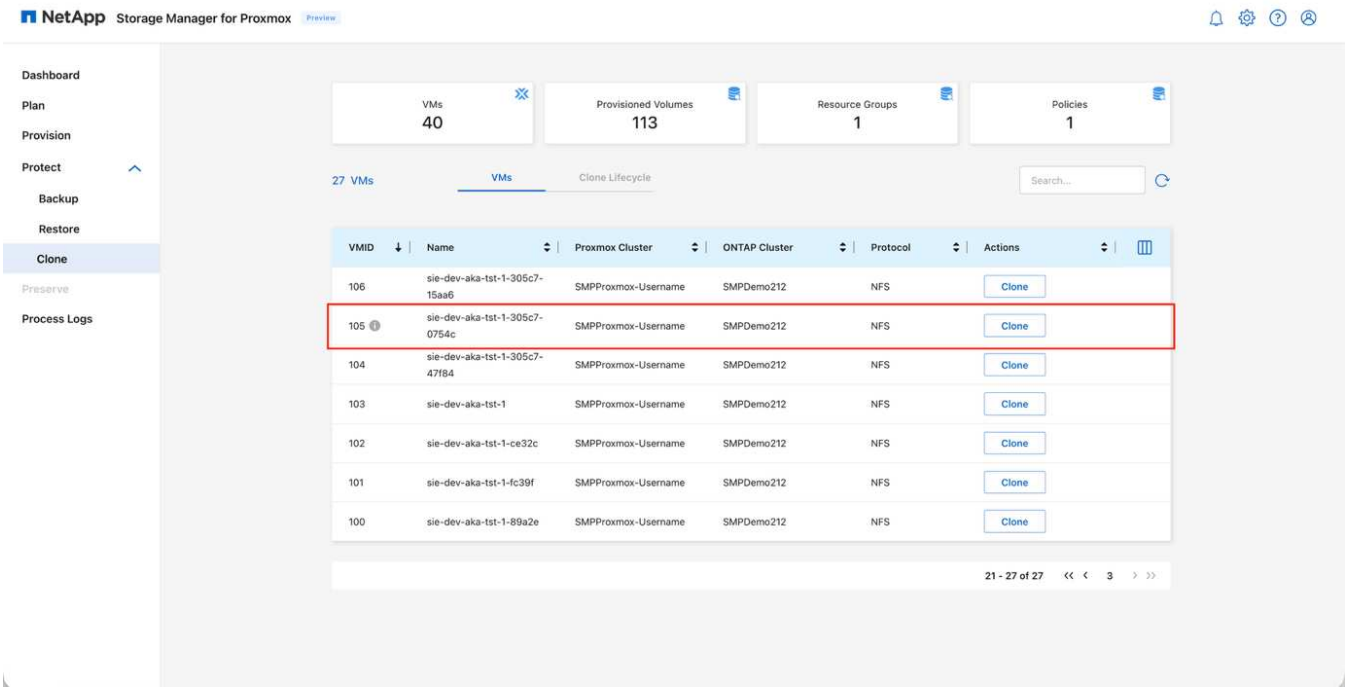
   複製工作流程使用 ONTAP 的快速複製 API 來配置新的 VM，並為複製的執行個體指派唯一的五位數 GUID。

   ▼ 檢視複製作業



複製的 VM 會同時出現在「備份」和「複製」清單中，並可使用現有的備份原則進行保護。若要讓複製的 VM 在這些清單中可見，請對 Proxmox 和 ONTAP 計畫執行探索。

▼ 在清單中檢視複製的 **VM**



複製工作流程詳細資料

SMP 透過將繁重的虛擬機器克隆工作卸載到 ONTAP，使其執行儲存端克隆而非主機端檔案複製，從而實現虛擬機器快速克隆的自動化。底層利用 ONTAP 的 FlexClone 語意（基於快照、可寫入、節省空間的複製），因此複製建立速度快，初始佔用空間小；它盡可能避免透過 Proxmox 主機進行資料讀寫操作。

這種方法透過將複製工作推入 ONTAP 來加速 VM 配置，從而提供快速、精簡、儲存高效的複製，適用於開發/測試、實驗室和快速更新週期。

預設情況下，複製是針對作用中的檔案系統執行。複製工作流程也允許選取快照，在這種情況下，檔案複製會使用從所選快照建立的新磁碟區來執行。

監控作業

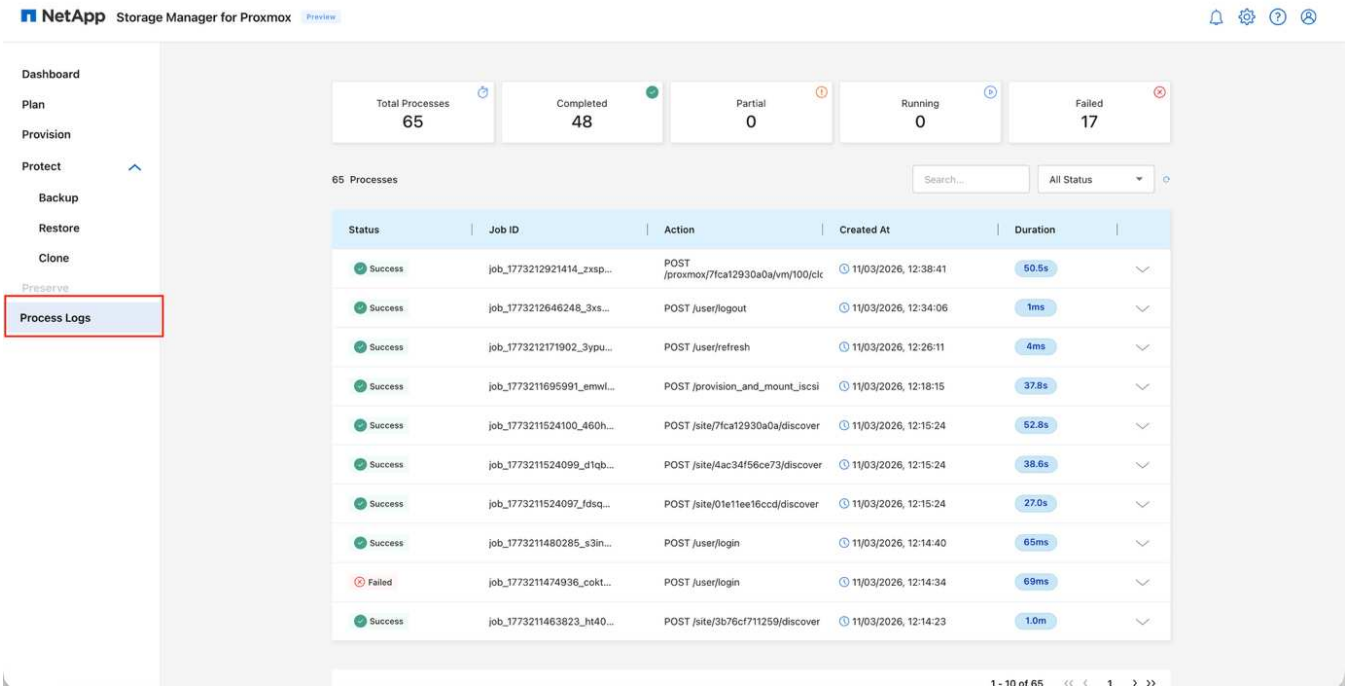
使用 Process Logs 和 Dashboard 視圖來監控和追蹤 SMP 作業。

處理日誌

Process Logs 檢視提供透過 Storage Manager for Proxmox 執行的所有作業的整合記錄。每個項目都會顯示工作狀態、工作 ID、執行的動作、開始時間和持續時間。這可讓您輕鬆追蹤已完成的工作、識別任何失敗或部分作業，以及檢閱環境中執行的動作順序。

篩選器和搜尋選項可用於快速找到特定工作或依狀態縮小清單範圍。

▼ 檢視處理程序記錄檢視

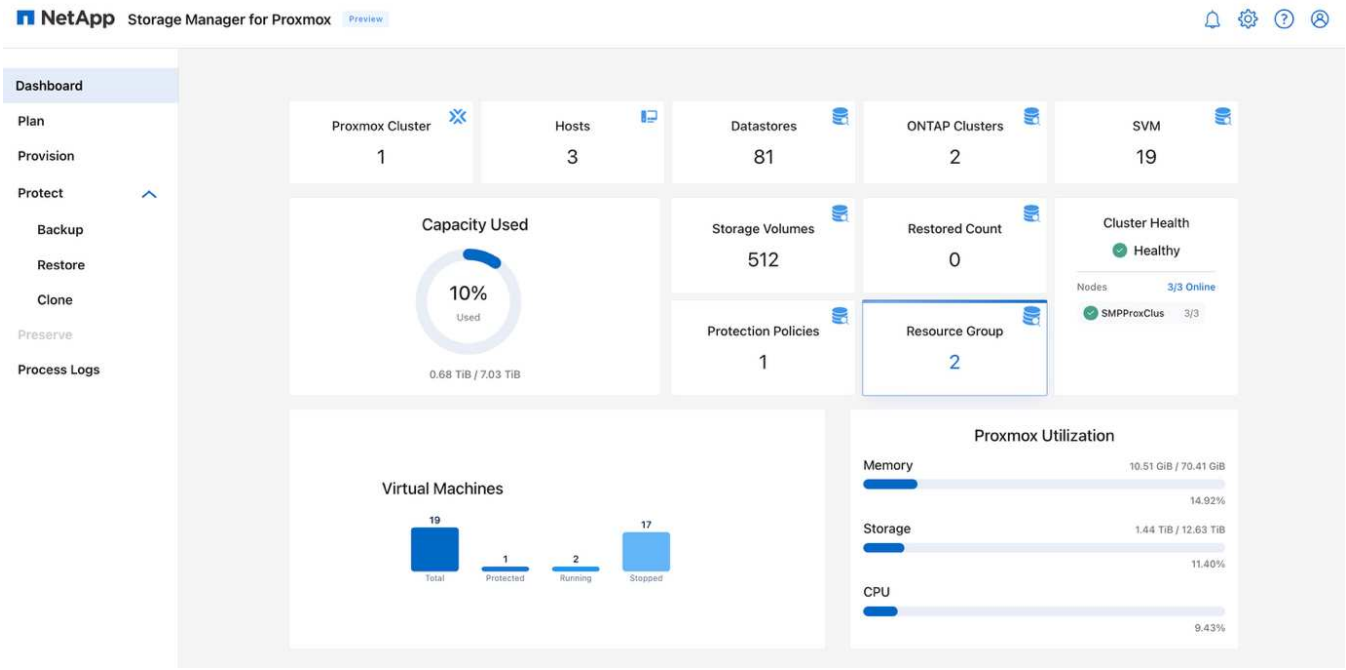


儀表板

儀表板提供整個 Storage Manager for Proxmox 環境的概覽。它匯總了關鍵清單，例如 Proxmox 叢集、主機、資料儲存區、ONTAP 叢集和受保護虛擬機器的數量。此外，它還顯示容量使用情況、總儲存磁碟區、保護原則和資源群組，從而清楚展現系統使用率。

叢集健全狀況以醒目的方式顯示，指示所有已連接節點的狀態。儀表板的下半部突顯 VM 分佈（總數、執行中和已停止），並提供 Proxmox 記憶體、儲存和 CPU 的即時資源使用率。此檢視有助於快速評估系統健全狀況、識別資源壓力並監控整體運作狀態。

▼ 檢視儀表板



總結

Storage Manager for Proxmox 提供了一種簡化且統一的方式來管理 Proxmox 環境中的保護、複製和復原作業。透過與 ONTAP 直接整合，該解決方案將企業級儲存的效率、可靠性和效能融入日常 VM 工作流程中。ONTAP 的空間高效 Snapshot、快速複製功能和內建複寫功能可提供一致且可預測的資料保護，而 SMP 則將這些功能簡化到一個直觀、以任務為中心的介面中。

版權資訊

Copyright © 2026 NetApp, Inc. 版權所有。台灣印製。非經版權所有人事先書面同意，不得將本受版權保護文件的任何部分以任何形式或任何方法（圖形、電子或機械）重製，包括影印、錄影、錄音或儲存至電子檢索系統中。

由 NetApp 版權資料衍伸之軟體必須遵守下列授權和免責聲明：

此軟體以 NETAPP「原樣」提供，不含任何明示或暗示的擔保，包括但不限於有關適售性或特定目的適用性之擔保，特此聲明。於任何情況下，就任何已造成或基於任何理論上責任之直接性、間接性、附隨性、特殊性、懲罰性或衍生性損害（包括但不限於替代商品或服務之採購；使用、資料或利潤上的損失；或企業營運中斷），無論是在使用此軟體時以任何方式所產生的契約、嚴格責任或侵權行為（包括疏忽或其他）等方面，NetApp 概不負責，即使已被告知有前述損害存在之可能性亦然。

NetApp 保留隨時變更本文所述之任何產品的權利，恕不另行通知。NetApp 不承擔因使用本文所述之產品而產生的責任或義務，除非明確經過 NetApp 書面同意。使用或購買此產品並不會在依據任何專利權、商標權或任何其他 NetApp 智慧財產權的情況下轉讓授權。

本手冊所述之產品受到一項（含）以上的美國專利、國外專利或申請中專利所保障。

有限權利說明：政府機關的使用、複製或公開揭露須受 DFARS 252.227-7013（2014 年 2 月）和 FAR 52.227-19（2007 年 12 月）中的「技術資料權利 - 非商業項目」條款 (b)(3) 小段所述之限制。

此處所含屬於商業產品和 / 或商業服務（如 FAR 2.101 所定義）的資料均為 NetApp, Inc. 所有。根據本協議提供的所有 NetApp 技術資料和電腦軟體皆屬於商業性質，並且完全由私人出資開發。 美國政府對於該資料具有非專屬、非轉讓、非轉授權、全球性、有限且不可撤銷的使用權限，僅限於美國政府為傳輸此資料所訂合約所允許之範圍，並基於履行該合約之目的方可使用。除非本文另有規定，否則未經 NetApp Inc. 事前書面許可，不得逕行使用、揭露、重製、修改、履行或展示該資料。美國政府授予國防部之許可權利，僅適用於 DFARS 條款 252.227-7015(b)（2014 年 2 月）所述權利。

商標資訊

NETAPP、NETAPP 標誌及 http://www.netapp.com/TM 所列之標章均為 NetApp, Inc. 的商標。文中所涉及的所有其他公司或產品名稱，均為其各自所有者的商標，不得侵犯。