



NFS parallelo

ONTAP 9

NetApp
January 08, 2026

Sommario

NFS parallelo	1
Introduzione	1
Scopri di più su NFS parallelo (pNFS) in ONTAP	1
Scopri di più sull'architettura pNFS in ONTAP	2
Casi d'uso pNFS in ONTAP	8
Strategia di distribuzione pNFS in ONTAP	13
Pianificare	15
Piano per l'implementazione di pNFS	15
Ottimizzazione pNFS e migliori pratiche per le prestazioni	17
Comandi, statistiche e registri eventi pNFS	21

NFS parallelo

Introduzione

Scopri di più su NFS parallelo (pNFS) in ONTAP

Parallel NFS è stato introdotto come standard RFC nel gennaio 2010 con RFC-5661 per consentire ai client di accedere direttamente ai dati dei file sui server NFSv4.1 separando i percorsi dei metadati e dei dati. Questo accesso diretto offre vantaggi in termini di prestazioni tramite la localizzazione dei dati, l'efficienza della CPU e la parallelizzazione delle operazioni. Nel 2018 è stato redatto un RFC successivo che riguarda i tipi di layout pNFS (RFC-8434), che definisce gli standard per i layout di file, blocchi e oggetti. ONTAP sfrutta il tipo di layout file per le operazioni pNFS.

 A partire da luglio 2024, i contenuti dei report tecnici precedentemente pubblicati in formato PDF sono stati integrati nella documentazione del prodotto ONTAP. La documentazione sulla gestione dello storage ONTAP NFS ora include contenuti tratti da *TR-4063: Parallel Network File System (pNFS) in NetApp ONTAP*.

Per anni, NFSv3 è stata la versione standard del protocollo NFS utilizzata per quasi tutti i casi d'uso. Tuttavia, il protocollo presentava delle limitazioni, come la mancanza di stato, un modello di autorizzazione rudimentale e capacità di blocco di base. NFSv4.0 (RFC 7530) ha introdotto una serie di miglioramenti rispetto a NFSv3 ed è stato ulteriormente migliorato con le successive versioni NFSv4.1 (RFC 5661) e NFSv4.2 (RFC 7862), che hanno aggiunto funzionalità come NFS parallelo (pNFS).

Vantaggi di NFSv4.x

NFSv4.x offre i seguenti vantaggi rispetto a NFSv3:

- Compatibile con firewall perché NFSv4 utilizza solo una singola porta (2049) per le sue operazioni
- Gestione avanzata e aggressiva della cache, come le deleghe in NFSv4.x
- Forti scelte di sicurezza RPC che impiegano la crittografia
- Internazionalizzazione dei caratteri
- Operazioni composte
- Funziona solo con TCP
- Protocollo con stato (non senza stato come NFSv3)
- Integrazione completa di Kerberos per meccanismi di autenticazione efficienti
- Riferimenti NFS
- Supporto del controllo degli accessi compatibile con UNIX e Windows
- Identifieri di utenti e gruppi basati su stringhe
- pNFS (NFSv4.1)
- Attributi estesi (NFSv4.2)
- Etichette di sicurezza (NFSv4.2)
- Operazioni su file sparsi (FALLOCATE) (NFSv4.2)

Per ulteriori informazioni generali su NFSv4.x, comprese le best practice e i dettagli sulle funzionalità, vedere ["Report tecnico di NetApp 4067: Guida all'implementazione e alle Best practice di NFS"](#).

Informazioni correlate

- ["Panoramica della configurazione di NFS"](#)
- ["Panoramica della gestione NFS"](#)
- ["Gestione dei volumi FlexGroup"](#)
- ["Panoramica del trunking NFS"](#)
- <https://www.netapp.com/pdf.html?item=/media/19370-tr-4523.pdf>
- ["Report tecnico NetApp 4616: NFS Kerberos in ONTAP con Microsoft Active Directory"](#)

Scopri di più sull'architettura pNFS in ONTAP

L'architettura pNFS è composta da tre componenti principali: un client NFS che supporta pNFS, un server di metadati che fornisce un percorso dedicato per le operazioni sui metadati e un server di dati che fornisce percorsi localizzati ai file.

L'accesso client a pNFS necessita della connettività di rete ai percorsi di dati e metadati disponibili sul server NFS. Se il server NFS contiene interfacce di rete non raggiungibili dai client, il server potrebbe segnalare al client percorsi dati inaccessibili, il che può causare interruzioni.

Server di metadati

Il server dei metadati in pNFS viene stabilito quando un client avvia un montaggio utilizzando NFSv4.1 o versione successiva quando pNFS è abilitato sul server NFS. Una volta eseguita questa operazione, tutto il traffico di metadati viene inviato tramite questa connessione e rimane su questa connessione per tutta la durata del montaggio, anche se l'interfaccia viene migrata su un altro nodo.

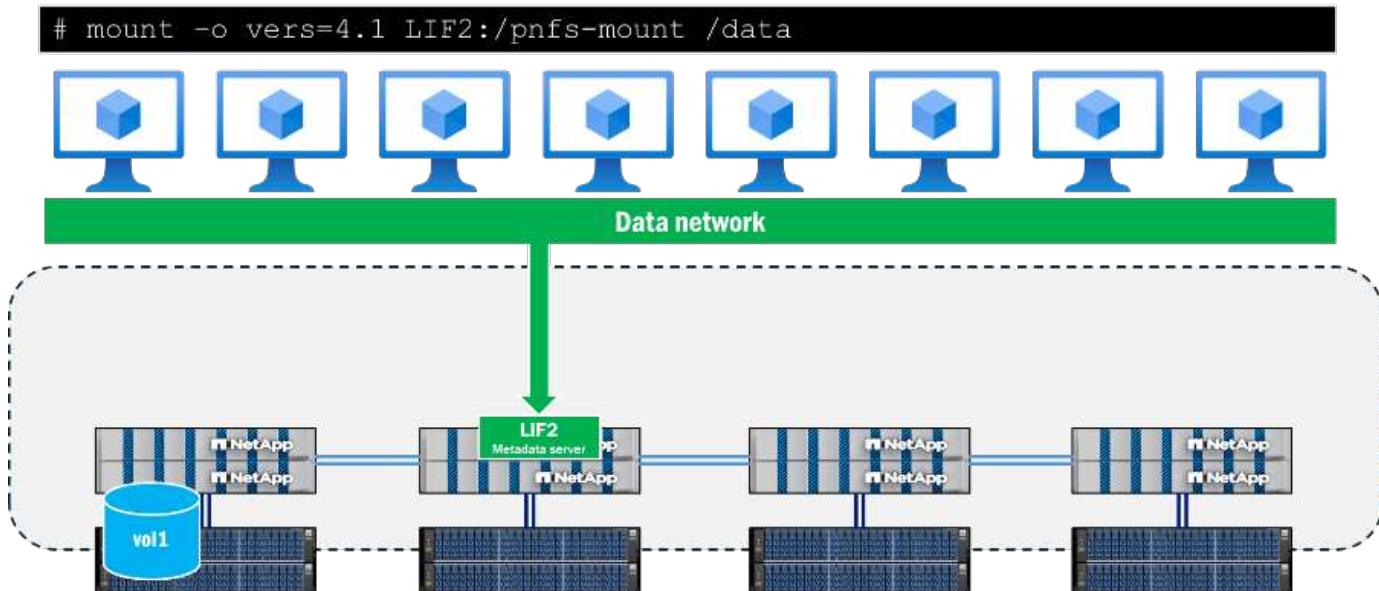


Figura 1. Stabilire il server dei metadati in pNFS in ONTAP

Il supporto pNFS viene determinato durante la chiamata di montaggio, in particolare nelle chiamate EXCHANGE_ID. Ciò può essere osservato in un'acquisizione di pacchetti sotto le operazioni NFS come flag. Quando i flag pNFS_EXCHGID4_FLAG_USE_PNFS_DS E pNFS_EXCHGID4_FLAG_USE_PNFS_MDS sono impostati su 1, l'interfaccia è idonea sia per le operazioni sui dati che sui metadati in pNFS.

```

    ✓ Operations (count: 1)
      ✓ Opcode: EXCHANGE_ID (42)
        Status: NFS4_OK (0)
        clientid: 0x004050a97100001c
        seqid: 0x00000001
      ✓ flags: 0x000060100, EXCHGID4_FLAG_USE_PNFS_DS, EXCHGID4_FLAG_USE_PNFS_MDS, EXCHGID4_FLAG_BIND_PRINC
        0... ..... .... .... .... .... = EXCHGID4_FLAG_CONFIRMED_R: Not set
        .0... ..... .... .... .... .... = EXCHGID4_FLAG_UPD_CONFIRMED_REC_A: Not set
        ..... .... .1... .... .... .... = EXCHGID4_FLAG_USE_PNFS_DS: Set
        ..... .... .1... .... .... .... = EXCHGID4_FLAG_USE_PNFS_MDS: Set
        ..... .... ....0 .... .... .... = EXCHGID4_FLAG_USE_NON_PNFS: Not set
        ..... .... ....1 .... .... .... = EXCHGID4_FLAG_BIND_PRINC_STATEID: Set
        ..... .... .... ....0. = EXCHGID4_FLAG_SUPP_MOVED_MIGR: Not set
        ..... .... .... ....0 = EXCHGID4_FLAG_SUPP_MOVED_REFER: Not set

```

Figura 2. Cattura di pacchetti per il montaggio pNFS

I metadati in NFS sono generalmente costituiti da attributi di file e cartelle, come handle di file, autorizzazioni, orari di accesso e modifica e informazioni sulla proprietà. I metadati possono includere anche la creazione e l'eliminazione di chiamate, il collegamento e la disconnessione di chiamate e le rinomine.

In pNFS, esiste anche un sottoinsieme di chiamate di metadati specifiche per la funzionalità pNFS e sono trattate in modo più dettagliato in ["RFC 5661"](#). Queste chiamate vengono utilizzate per aiutare a determinare i dispositivi idonei per pNFS, le mappature dei dispositivi sui set di dati e altre informazioni richieste. La tabella seguente mostra un elenco di queste operazioni sui metadati specifiche di pNFS.

Operazione	Descrizione
LAYOUTGET	Ottiene la mappa del server dati dal server metadati.
LAYOUTCOMMIT	I server eseguono il commit del layout e aggiornano le mappe dei metadati.
LAYOUTRETURN	Restituisce il layout o il nuovo layout se i dati vengono modificati.
GETDEVICEINFO	Il client riceve informazioni aggiornate su un server dati nel cluster di archiviazione.
GETDEVICELIST	Il client richiede l'elenco di tutti i server dati che partecipano al cluster di archiviazione.
CB_LAYOUTRECALL	Se vengono rilevati conflitti, il server richiama il layout dei dati da un client.
CB_RECALL_ANY	Restituisce tutti i layout al server dei metadati.
CB_NOTIFY_DEVICEID	Notifica eventuali modifiche all'ID del dispositivo.

Informazioni sul percorso dati

Dopo che il server dei metadati è stato stabilito e le operazioni sui dati hanno inizio, ONTAP inizia a tracciare gli ID dei dispositivi idonei per le operazioni di lettura e scrittura pNFS, nonché le mappature dei dispositivi, che associano i volumi nel cluster alle interfacce di rete locali. Questo processo si verifica quando viene eseguita un'operazione di lettura o scrittura nel mount. Chiamate di metadati, come GETATTR, non attiverà queste mappature dei dispositivi. In quanto tale, l'esecuzione di un `ls` il comando all'interno del punto di montaggio non aggiornerà le mappature.

I dispositivi e le mappature possono essere visualizzati utilizzando ONTAP CLI con privilegi avanzati, come mostrato di seguito.

```
::*> pnfs devices show -vserver DEMO
(vserver nfs pnfs devices show)
Vserver Name      Mapping ID      Volume MSID      Mapping Status
Generation

-----
DEMO           16           2157024470      available      1

::*> pnfs devices mappings show -vserver SVM
(vserver nfs pnfs devices mappings show)
Vserver Name      Mapping ID      Dsid      LIF IP
-----
DEMO           16           2488      10.193.67.211
```

i In questi comandi i nomi dei volumi non sono presenti. Vengono invece utilizzati gli ID numerici associati a tali volumi: l'ID del set master (MSID) e l'ID del set di dati (DSID). Per trovare i volumi associati alle mappature, è possibile utilizzare `volume show -dsid [dsid_numeric]` o `volume show -msid [msid_numeric]` nel privilegio avanzato ONTAP CLI.

Quando un client tenta di leggere o scrivere su un file situato su un nodo remoto rispetto alla connessione al server dei metadati, pNFS negozierebbe i percorsi di accesso appropriati per garantire la località dei dati per tali operazioni e il client verrà reindirizzato al dispositivo pNFS pubblicizzato anziché tentare di attraversare la rete del cluster per accedere al file. Ciò aiuta a ridurre il sovraccarico della CPU e la latenza di rete.

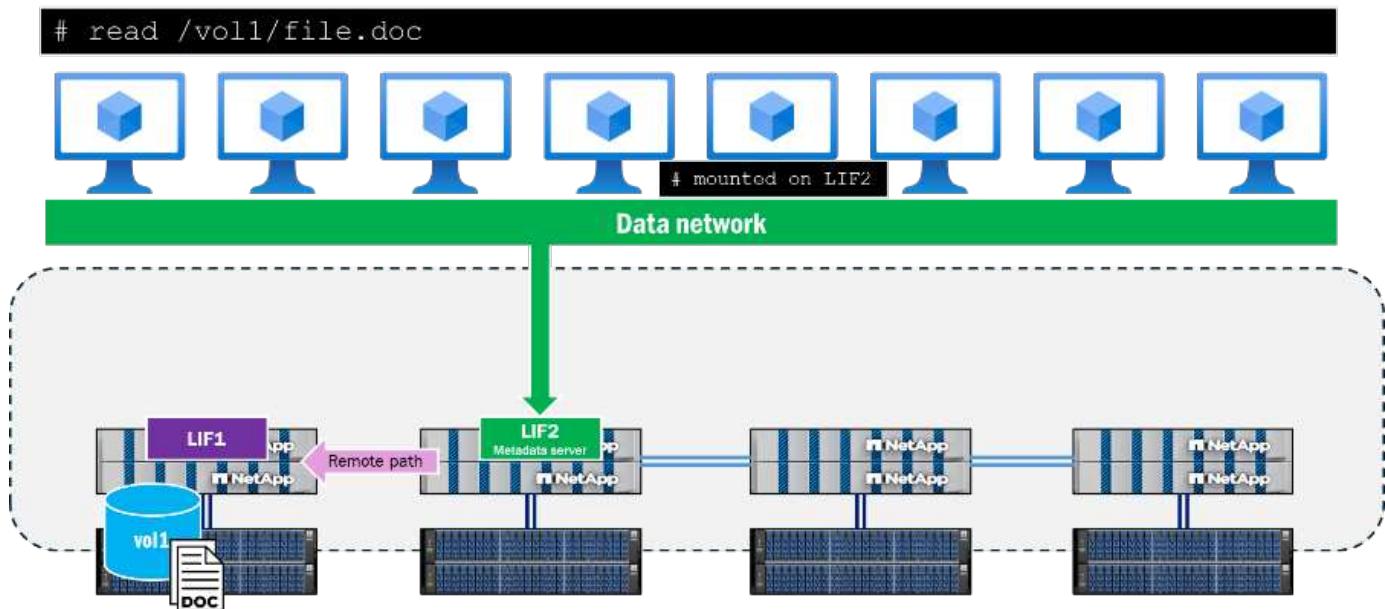


Figura 3. Percorso di lettura remoto tramite NFSv4.1 senza pNFS

```
# read /vol1/file.doc
```

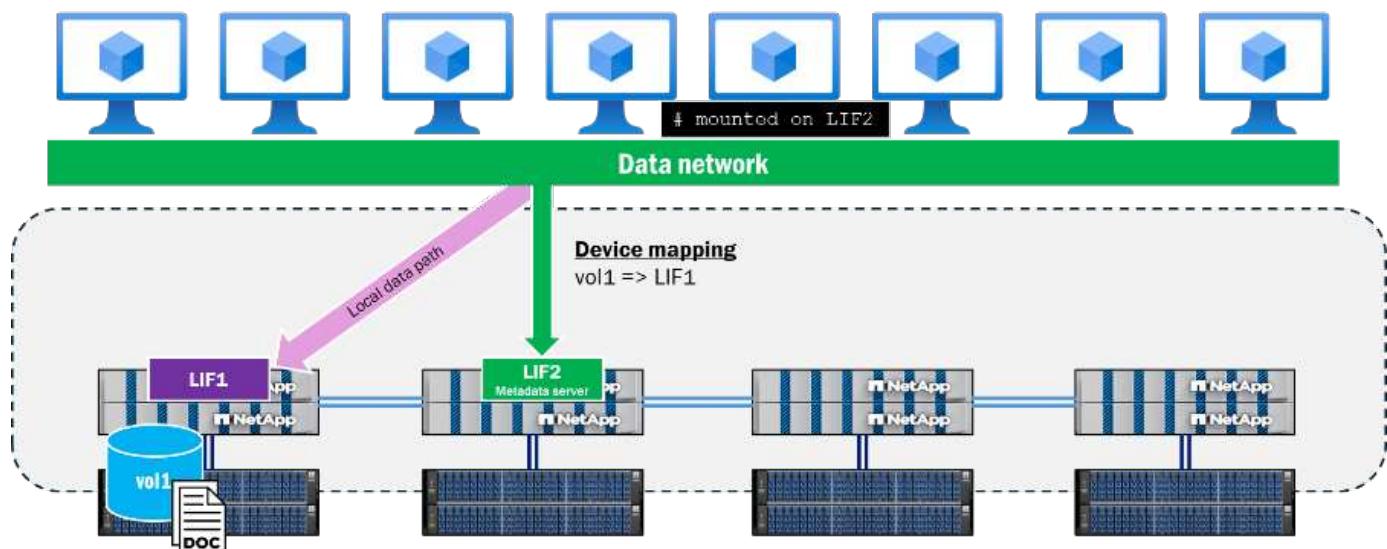


Figura 4. Percorso di lettura localizzato tramite pNFS

Percorso di controllo pNFS

Oltre alle porzioni di metadati e dati di pNFS, esiste anche un percorso di controllo pNFS. Il percorso di controllo viene utilizzato dal server NFS per sincronizzare le informazioni del file system. In un cluster ONTAP, la rete del cluster backend si replica periodicamente per garantire che tutti i dispositivi pNFS e le mappature dei dispositivi siano sincronizzati.

Flusso di lavoro di popolamento del dispositivo pNFS

Di seguito viene descritto come un dispositivo pNFS si popola in ONTAP dopo che un client effettua una richiesta di lettura o scrittura di un file in un volume.

1. Il client richiede la lettura o la scrittura; viene eseguita un'operazione OPEN e viene recuperato l'handle del file.
2. Una volta eseguita l'operazione OPEN, il client invia l'handle del file allo storage tramite una chiamata LAYOUTGET tramite la connessione al server dei metadati.
3. LAYOUTGET restituisce al client informazioni sul layout del file, come l'ID dello stato, la dimensione della striscia, il segmento del file e l'ID del dispositivo.
4. Il client prende quindi l'ID del dispositivo e invia una chiamata GETDEVINFO al server per recuperare l'indirizzo IP associato al dispositivo.
5. L'archiviazione invia una risposta con l'elenco degli indirizzi IP associati per l'accesso locale al dispositivo.
6. Il client continua la conversazione NFS tramite l'indirizzo IP locale inviato dallo storage.

Interazione di pNFS con i volumi FlexGroup

I volumi FlexGroup in ONTAP presentano lo storage come componenti FlexVol volume che si estendono su più nodi in un cluster, consentendo a un carico di lavoro di sfruttare più risorse hardware mantenendo un singolo punto di montaggio. Poiché più nodi con più interfacce di rete interagiscono con il carico di lavoro, è naturale vedere il traffico remoto attraversare la rete del cluster backend in ONTAP.

```
# read /flexgroup/file.1
```

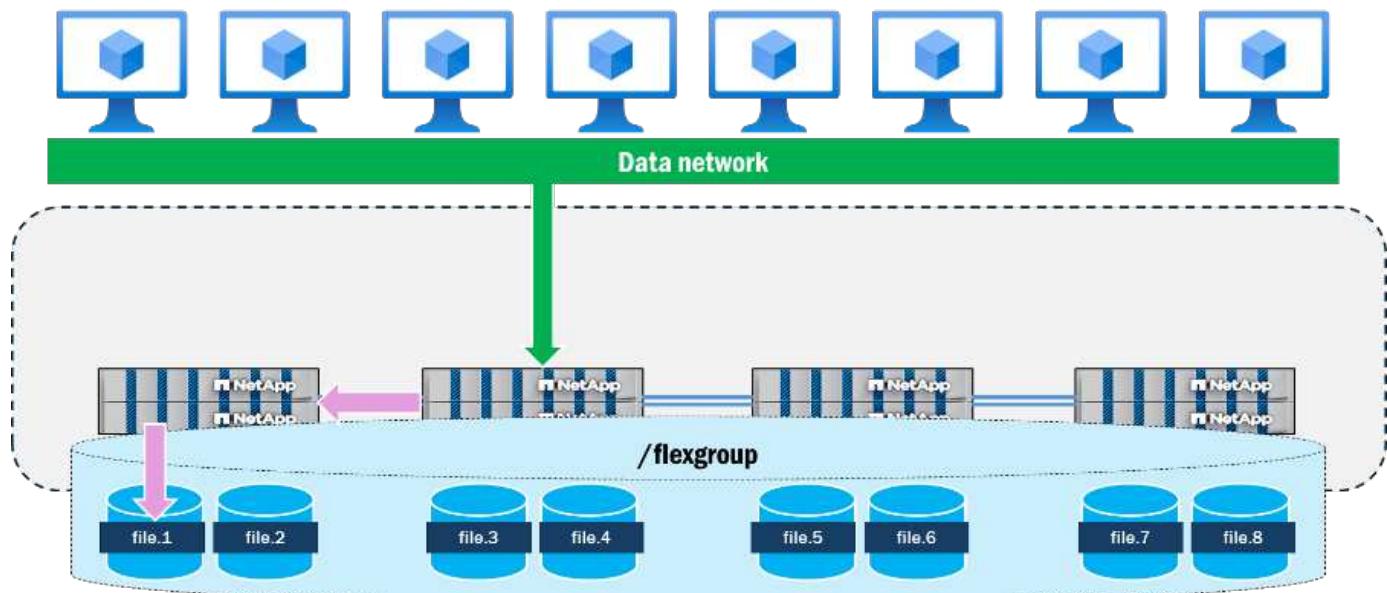


Figura 5. Accesso a un singolo file in un volume FlexGroup senza pNFS

Quando si utilizza pNFS, ONTAP tiene traccia dei layout dei file e dei volumi del volume FlexGroup e li mappa alle interfacce dati locali nel cluster. Ad esempio, se un volume costituente contenente un file a cui si sta accedendo risiede sul nodo 1, ONTAP notificherà al client di reindirizzare il traffico dati all'interfaccia dati sul nodo 1.

```
# read /flexgroup/file.1
```

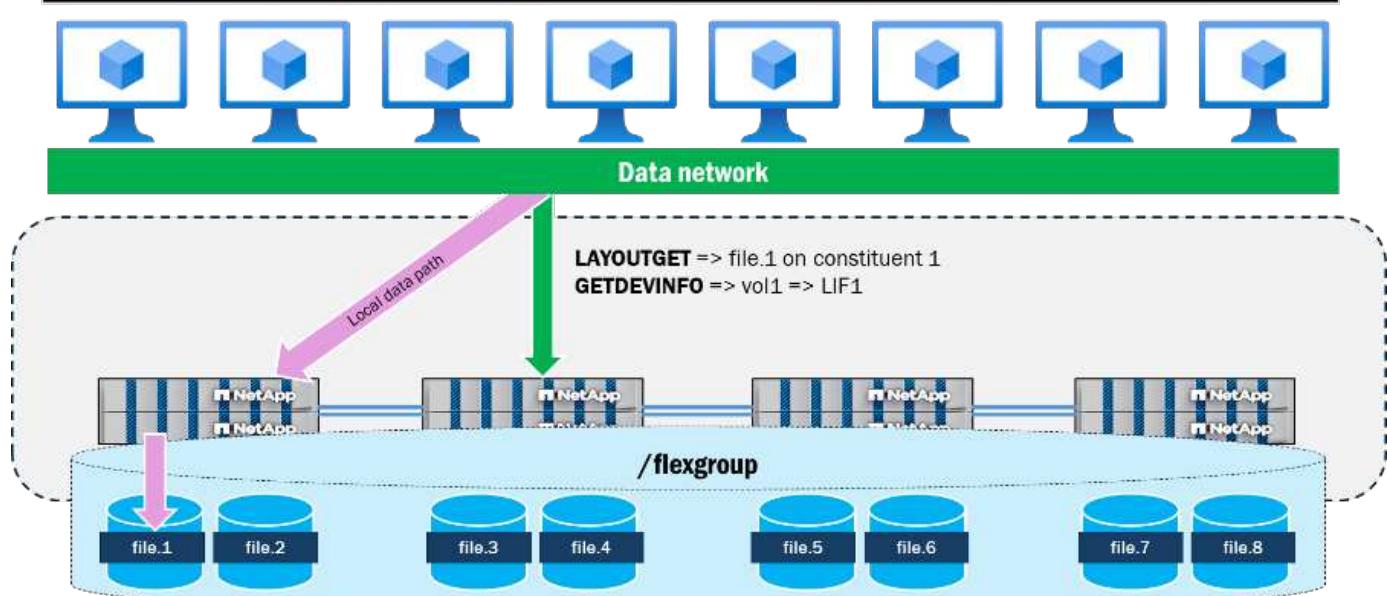


Figura 6. Accesso a un singolo file in un volume FlexGroup con pNFS

pNFS consente inoltre la presentazione di percorsi di rete paralleli ai file da un singolo client, cosa che NFSv4.1 senza pNFS non fornisce. Ad esempio, se un client desidera accedere a quattro file contemporaneamente dallo stesso mount utilizzando NFSv4.1 senza pNFS, verrà utilizzato lo stesso percorso di rete per tutti i file e il cluster ONTAP invierà invece richieste remote a tali file. Il percorso di montaggio può diventare un collo di bottiglia per le operazioni, poiché tutte seguono un unico percorso e arrivano a un unico nodo, oltre a gestire operazioni sui metadati insieme alle operazioni sui dati.

```
# read file.1 file.3 file.5 file.7
```

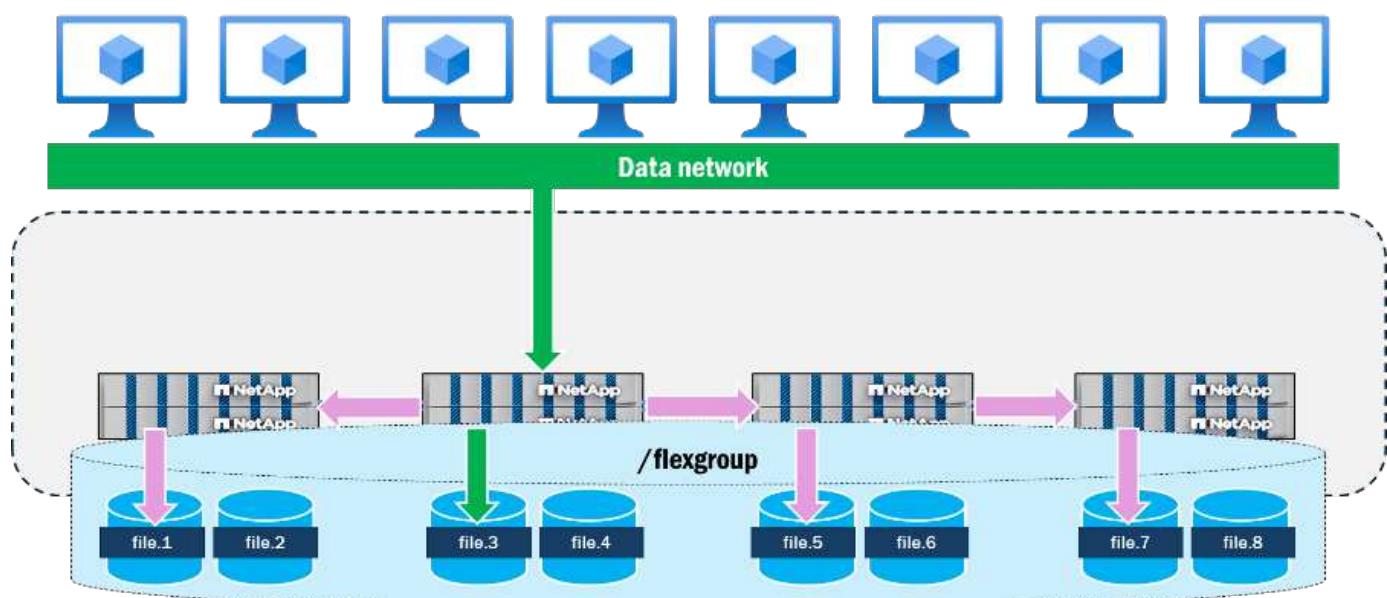
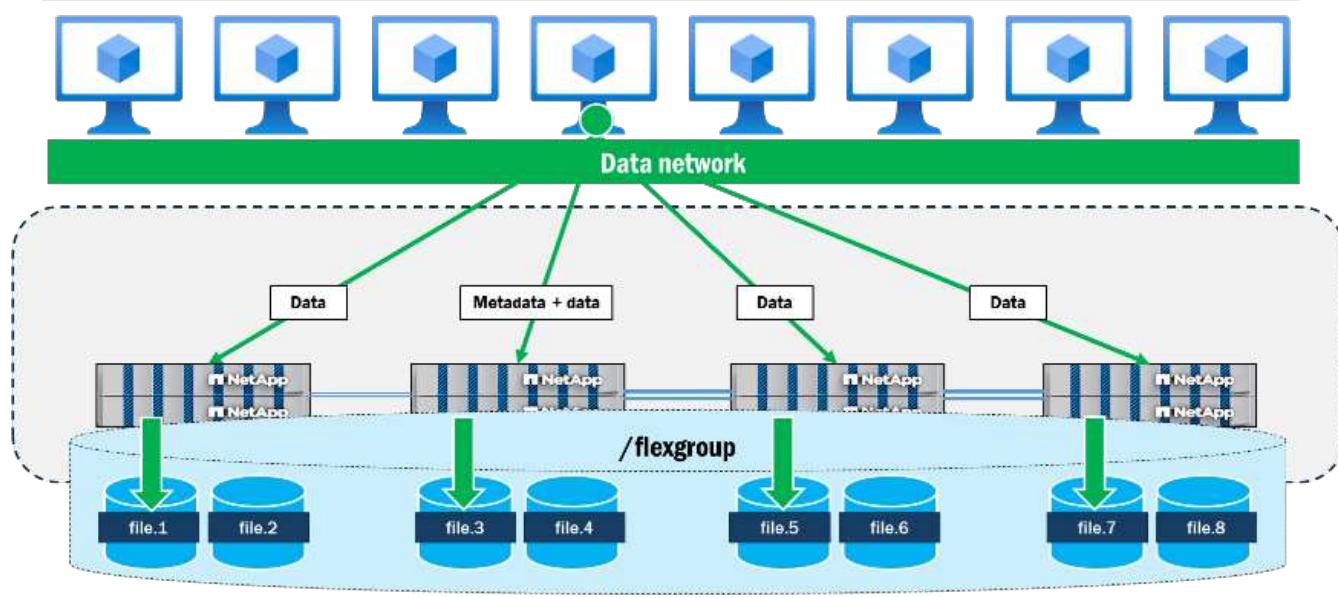


Figura 7. Accesso simultaneo a più file in un volume FlexGroup senza pNFS

Quando pNFS viene utilizzato per accedere simultaneamente agli stessi quattro file da un singolo client, il client e il server negoziano i percorsi locali per ciascun nodo con i file e utilizzano più connessioni TCP per le operazioni sui dati, mentre il percorso di montaggio funge da posizione per tutte le operazioni sui metadati. Ciò offre vantaggi in termini di latenza grazie all'utilizzo di percorsi locali ai file, ma può anche aggiungere vantaggi in termini di produttività grazie all'utilizzo di più interfacce di rete, a condizione che i client possano inviare dati sufficienti a saturare la rete.

```
# read file.1 file.3 file.5 file.7
```



LAYOUTGET => file.1 on constituent 1
 file.3 on constituent 3
 file.5 on constituent 5
 file.7 on constituent 7

GETDEVINFO => constituent 1 => LIF1
 constituent 3 => LIF2
 constituent 5 => LIF3
 constituent 7 => LIF4

Figura 8. Accesso simultaneo a più file in un volume FlexGroup con pNFS

Di seguito sono riportati i risultati di un semplice test eseguito su un singolo client RHEL 9.5 in cui quattro file

da 10 GB (tutti residenti su volumi costituenti diversi su due nodi del cluster ONTAP) vengono letti in parallelo utilizzando dd. Per ogni file, la produttività complessiva e il tempo di completamento sono stati migliorati utilizzando pNFS. Utilizzando NFSv4.1 senza pNFS, il delta delle prestazioni tra i file locali al punto di montaggio e quelli remoti era maggiore rispetto a quello con pNFS.

Test	Velocità per file (MB/s)	Tempo di completamento per file
NFSv4.1: nessun pNFS	<ul style="list-style-type: none"> • File.1–228 (locale) • File.2–227 (locale) • File.3–192 (remoto) • File.4–192 (remoto) 	<ul style="list-style-type: none"> • File.1–46 (locale) • File.2–46.1 (locale) • File.3–54.5 (remoto) • File.4–54.5 (remoto)
NFSv4.1: con pNFS	<ul style="list-style-type: none"> • File.1–248 (locale) • File.2–246 (locale) • File.3–244 (locale tramite pNFS) • File.4–244 (locale tramite pNFS) 	<ul style="list-style-type: none"> • File.1–42.3 (locale) • File.2–42.6 (locale) • File.3–43 (locale tramite pNFS) • File.4–43 (locale tramite pNFS)

Informazioni correlate

- ["Gestione dei volumi FlexGroup"](#)
- ["Rapporto tecnico NetApp 4571: Best practice FlexGroup"](#)

Casi d'uso pNFS in ONTAP

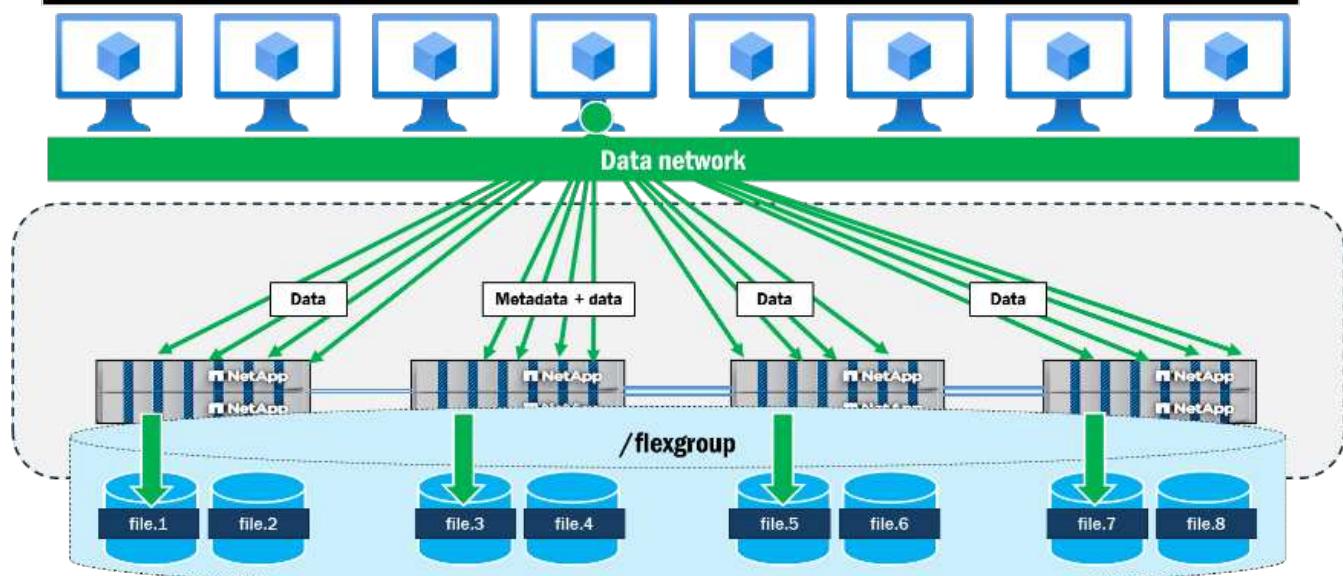
pNFS può essere utilizzato con varie funzionalità ONTAP per migliorare le prestazioni e fornire ulteriore flessibilità per i carichi di lavoro NFS.

pNFS con nconnect

NFS ha introdotto una nuova opzione di montaggio con alcuni client e server più recenti che consente di fornire più connessioni TCP durante il montaggio di un singolo indirizzo IP. Ciò fornisce un meccanismo per parallelizzare meglio le operazioni, aggirare le limitazioni del server e del client NFS e potenzialmente fornire prestazioni complessive migliori per determinati carichi di lavoro. nconnect è supportato in ONTAP 9.8 e versioni successive, a condizione che il client supporti nconnect.

Quando si utilizza nconnect con pNFS, le connessioni verranno parallelizzate utilizzando l'opzione nconnect su ciascun dispositivo pNFS pubblicizzato dal server NFS. Ad esempio, se nconnect è impostato su quattro e ci sono quattro interfacce idonee per pNFS, il numero totale di connessioni create sarà fino a 16 per punto di montaggio (4 nconnect x 4 indirizzi IP).

```
# mount -o vers=4.1,nconnect=4 LIF2:/pnfs-mount /data
# read file
```



LAYOUTGET => file.1 on constituent 1
 file.3 on constituent 3
 file.5 on constituent 5
 file.7 on constituent 7

GETDEVINFO => constituent 1 => LIF1
 constituent 3 => LIF2
 constituent 5 => LIF3
 constituent 7 => LIF4

Figura 9. pNFS con nconnect impostato su 4

["Scopri di più sul supporto ONTAP per NFSv4.1"](#)

pNFS con trunking di sessione NFSv4.1

Trunking di sessione NFSv4.1 (["RFC 5661, sezione 2.10.5"](#)) è l'utilizzo di più connessioni TCP tra un client e un server per aumentare la velocità di trasferimento dei dati. Il supporto per il trunking di sessione NFSv4.1 è stato aggiunto a ONTAP 9.14.1 e deve essere utilizzato con i client che supportano anch'essi il trunking di sessione.

In ONTAP, il trunking di sessione può essere utilizzato su più nodi in un cluster per fornire maggiore produttività e ridondanza tra le connessioni.

Il trunking delle sessioni può essere stabilito in diversi modi:

- **Rilevamento automatico tramite opzioni di montaggio:** il trunking di sessione nella maggior parte dei client NFS moderni può essere stabilito tramite opzioni di montaggio (consultare la documentazione del fornitore del sistema operativo) che segnalano al server NFS di inviare informazioni al client sui trunk di sessione. Questa informazione appare tramite un pacchetto NFS come `fs_location4` chiamata.

L'opzione di montaggio utilizzata dipende dalla versione del sistema operativo del client. Ad esempio, le versioni di Ubuntu Linux generalmente utilizzano `max_connect=n` per segnalare che deve essere utilizzato un trunk di sessione. Nelle distribuzioni Linux RHEL, il `trunkdiscovery` viene utilizzata l'opzione di montaggio.

Esempio di Ubuntu

```
mount -o vers=4.1,max_connect=8 10.10.10.10:/pNFS /mnt/pNFS
```

Esempio RHEL

```
mount -o vers=4.1, trunkdiscovery 10.10.10.10:/pNFS /mnt/pNFS
```



Se si tenta di utilizzare `max_connect` nelle distribuzioni RHEL verrà invece trattato come `nconnect` e il trunking della sessione non funzionerà come previsto.

- **Stabilisci manualmente:** puoi stabilire manualmente il trunking della sessione montando ogni singolo indirizzo IP sullo stesso percorso di esportazione e sullo stesso punto di montaggio. Ad esempio, se si hanno due indirizzi IP sullo stesso nodo (10.10.10.10 e 10.10.10.11) per un percorso di esportazione di /pNFS, esegui il comando mount due volte:

```
mount -o vers=4.1 10.10.10.10:/pNFS /mnt/pNFS
mount -o vers=4.1 10.10.10.11:/pNFS /mnt/pNFS
```

Ripetere questo processo su tutte le interfacce che si desidera far partecipare al trunk.



Ogni nodo ottiene il proprio trunk di sessione. I tronchi non attraversano i nodi.



Quando si utilizza pNFS, utilizzare solo il trunking di sessione o `nconnect`. L'utilizzo di entrambi i metodi darà luogo a comportamenti indesiderati, ad esempio solo la connessione al server dei metadati otterrà i vantaggi di `nconnect` mentre i server dei dati utilizzano un'unica connessione.

```
# mount -o vers=4.1, trunkdiscovery PNFS:/pnfs-mount /data
```

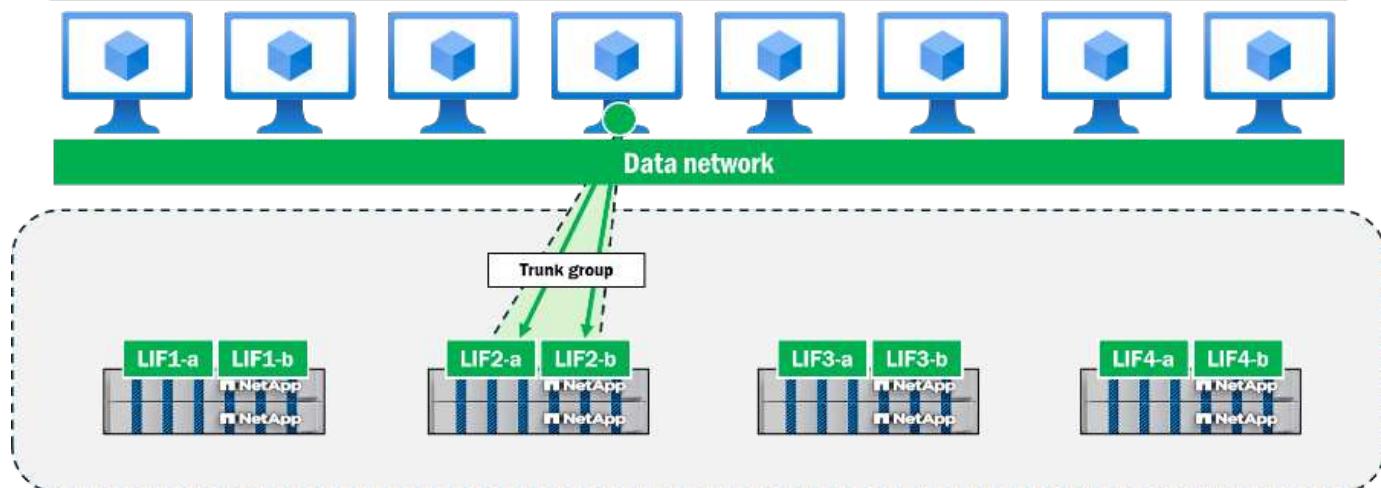
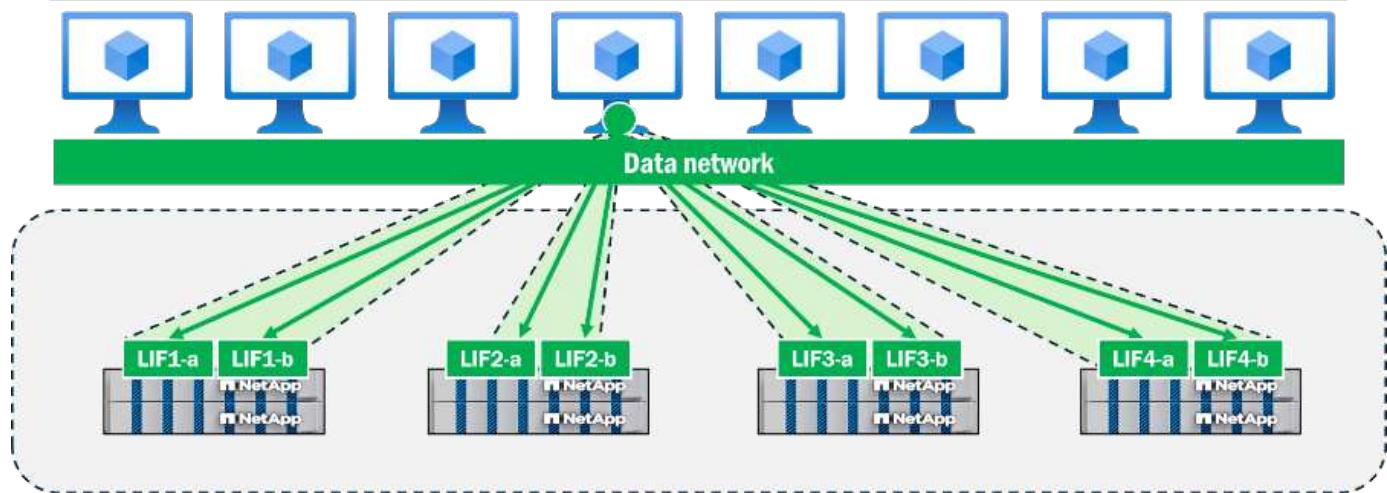


Figura 10. Trunking di sessione NFSv4.1 in ONTAP

pNFS può fornire un percorso locale a ciascun nodo partecipante in un cluster e, se utilizzato con il trunking di sessione, pNFS può sfruttare un trunk di sessione per nodo per massimizzare la produttività dell'intero cluster.

```
# mount -o vers=4.1, trunkdiscovery PNFS:/pnfs-mount /data
```



Quando `trunkdiscovery` viene utilizzata una chiamata `GETATTR` aggiuntiva (`FS_Locations`) per le interfacce trunk di sessione elencate sul nodo del server NFS in cui si trova l'interfaccia di montaggio. Una volta restituiti, vengono eseguiti montaggi successivi sugli indirizzi restituiti. Ciò può essere osservato nella cattura di un pacchetto durante il montaggio.

198.1.219372	[REDACTED]	[REDACTED]	NFS	246 V4 Call (Reply In 199) GETATTR FH: 0x787f5cf1
199.1.219579	[REDACTED]	[REDACTED]	NFS	238 V4 Reply (Call In 198) GETATTR

```

    ▼ Opcode: SEQUENCE (53)
      Status: NFS4_OK (0)
      sessionid: 7100001e004090a90000000000000409
      seqid: 0x00000009
      slot id: 0
      high slot id: 63
      target high slot id: 63
      > status flags: 0x00000000
    ▼ Opcode: PUTFH (22)
      Status: NFS4_OK (0)
    ▼ Opcode: GETATTR (9)
      Status: NFS4_OK (0)
      ▼ Attr mask: 0x01000100 (FSID, FS_Locations)
        ▼ reqd_attr: FSID (8)
        > fattr4_fsid
        ▼ reco_attr: FS_Locations (24)
          ▼ fattr4_fs_locations
            pathname components: 0
            ▼ fs_location4
              num: 1
              ▼ fs_location4
                ▼ servers
                  num: 1
                  ▼ server: [REDACTED]
                    length: 14
                    contents: [REDACTED]
                    fill bytes: opaque data
            pathname components: 0
  
```

Figura 11. Rilevamento del trunk della sessione NFS durante il montaggio: acquisizione del pacchetto

["Scopri di più sul trunking NFS"](#)

Invii pNFS rispetto a NFSv4.1

I riferimenti NFSv4.1 forniscono una modalità di reindirizzamento del percorso di montaggio iniziale che indirizza un client alla posizione dei volumi in seguito a una richiesta di montaggio. I referral NFSv4.1 funzionano all'interno di un singolo SVM. Questa funzionalità tenta di localizzare il montaggio NFS su un'interfaccia di rete che risiede sullo stesso nodo del volume di dati. Se tale interfaccia o volume si sposta su un altro nodo mentre è montato su un client, il percorso dati non sarà più localizzato finché non verrà stabilito un nuovo montaggio.

pNFS non tenta di localizzare un percorso di montaggio. Al contrario, stabilisce un server di metadati utilizzando un percorso di montaggio e quindi localizza dinamicamente il percorso dei dati in base alle necessità.

I referral NFSv4.1 possono essere utilizzati con pNFS, ma la funzionalità non è necessaria. L'attivazione dei referral con pNFS non mostrerà risultati evidenti.

["Abilita o disabilita i referral NFSv4"](#)

Interazione di pNFS con bilanciamento avanzato della capacità

"[Bilanciamento avanzato della capacità](#)" in ONTAP scrive porzioni di dati di file nei volumi costituenti di un volume FlexGroup (non supportato con singoli volumi FlexVol). Man mano che un file cresce, ONTAP decide di iniziare a scrivere i dati su un nuovo inode multiparte su un volume costituente diverso, che potrebbe trovarsi sullo stesso nodo o su un nodo diverso. Le operazioni di scrittura, lettura e metadati su questi file multi-inode sono trasparenti e non interferiscono con i client. Il bilanciamento avanzato della capacità migliora la gestione dello spazio tra i volumi costituenti FlexGroup, garantendo prestazioni più costanti.

pNFS può reindirizzare l'I/O dei dati a un percorso di rete localizzato in base alle informazioni sul layout del file memorizzate nel server NFS. Quando un singolo file di grandi dimensioni viene creato in parti su più volumi costituenti che possono potenzialmente estendersi su più nodi nel cluster, pNFS in ONTAP può comunque fornire traffico localizzato a ciascuna parte del file perché ONTAP mantiene anche le informazioni sul layout del file per tutte le parti del file. Quando un file viene letto, la località del percorso dati cambierà in base alle necessità.

```
# read file.1
```

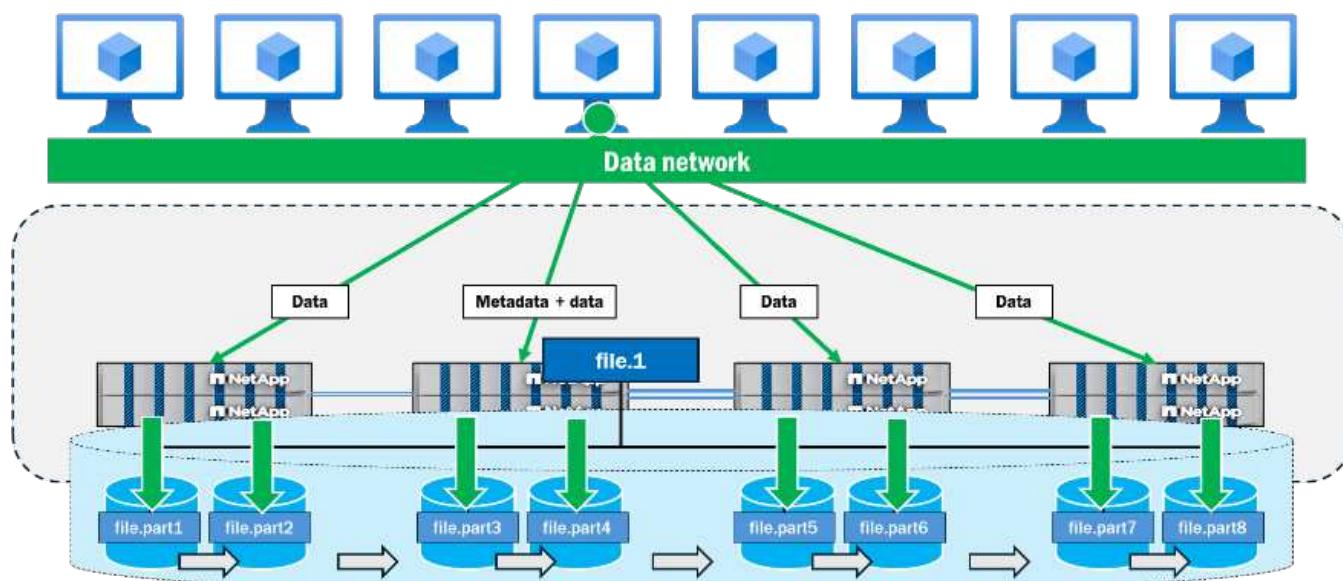


Figura 12. Bilanciamento avanzato della capacità con pNFS

Informazioni correlate

- ["Configurazione del volume FlexGroup"](#)

Strategia di distribuzione pNFS in ONTAP

pNFS è stato introdotto per migliorare il tradizionale NFS separando i metadati dai percorsi dei dati, fornendo la localizzazione dei dati e consentendo operazioni parallele.

Sfide della NFS tradizionale e vantaggi della pNFS

La tabella seguente mostra le sfide dell'NFS tradizionale e spiega come pNFS in ONTAP le affronta.

Sfida	Beneficio pNFS
Stesso percorso per metadati e dati Nel tradizionale NFS, metadati e dati attraversano lo stesso percorso, il che può saturare sia la rete che la CPU, poiché un singolo percorso si collega a un singolo nodo hardware nel cluster. La situazione si aggrava quando molti utenti tentano di accedere alla stessa esportazione NFS.	I percorsi dei metadati e dei dati sono separati, i percorsi dei dati sono parallelizzati Separando i percorsi dei metadati e dei dati per il traffico NFS e fornendo più percorsi di rete per i percorsi dei dati, le risorse della CPU e della rete vengono massimizzate in un cluster ONTAP, garantendo così una migliore scalabilità per i carichi di lavoro.

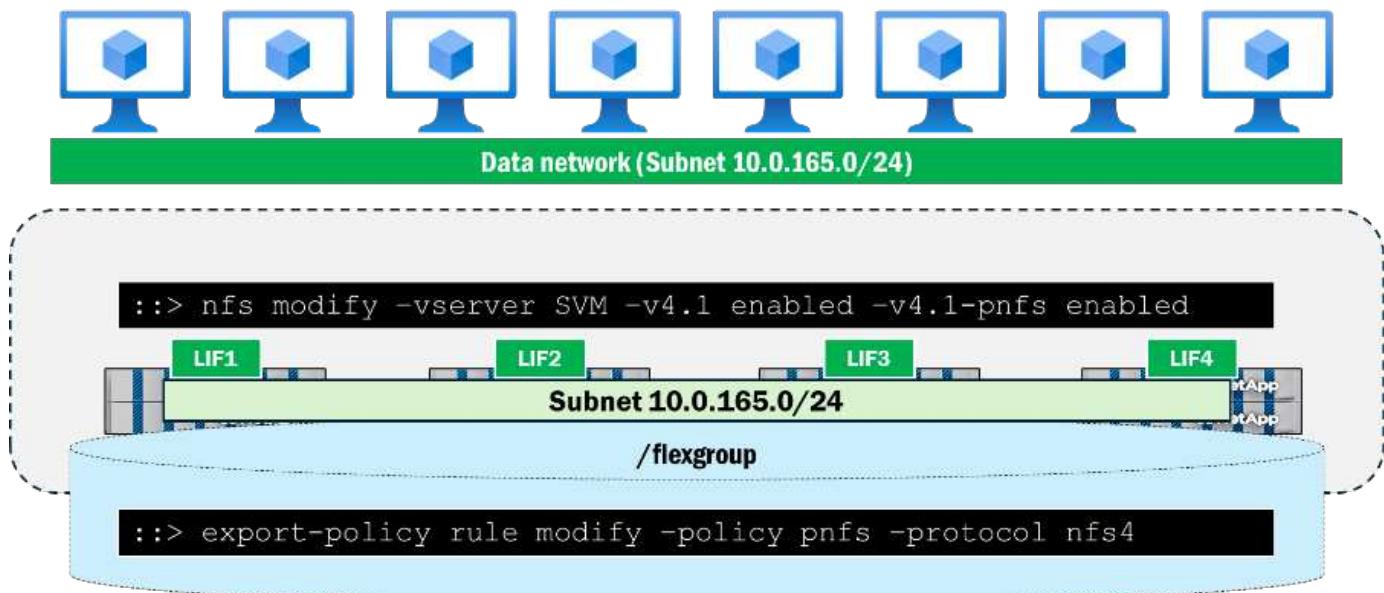
Sfida	Beneficio pNFS
<p>Sfide nella distribuzione del carico di lavoro In un cluster NAS ONTAP è possibile avere fino a 24 nodi, ognuno dei quali può avere il proprio set di volumi di dati e interfacce di rete. Ogni volume può ospitare il proprio carico di lavoro o un sottoinsieme di un carico di lavoro e, con un volume FlexGroup, tale carico di lavoro può esistere su più nodi che accedono a un singolo namespace per semplicità. Quando un client monta un'esportazione NFS, il traffico di rete verrà stabilito su un singolo nodo. Quando i dati a cui si accede risiedono su un nodo separato nel cluster, si verifica traffico remoto, che può aggiungere latenza al carico di lavoro e complessità nell'amministrazione.</p>	<p>Percorsi locali e paralleli alle strutture dati Poiché pNFS separa i percorsi dati dai metadati e fornisce più percorsi dati paralleli a seconda della località del volume nel cluster, la latenza può essere ridotta riducendo la distanza del traffico di rete nel cluster e sfruttando più risorse hardware in un cluster. Inoltre, poiché pNFS in ONTAP reindirizza automaticamente il traffico dati, gli amministratori hanno meno necessità di gestire più percorsi e posizioni di esportazione.</p>
<p>Rilocazione dei punti di montaggio NFS Dopo aver stabilito un punto di montaggio, smontare e rimontare il volume potrebbe risultare disfunzionale. ONTAP offre la possibilità di migrare le interfacce di rete tra i nodi, ma ciò comporta un sovraccarico di gestione e crea problemi per le connessioni NFS con stato che utilizzano NFSv4.x. Alcune delle ragioni per cui è necessario spostare un punto di montaggio sono legate alle difficoltà legate alla località dei dati.</p>	<p>Rilocazione automatica del percorso Con pNFS, il server NFS mantiene una tabella delle posizioni delle interfacce di rete e dei volumi. Quando una struttura dati viene richiesta da un client attraverso il percorso dei metadati in pNFS, il server fornirà un percorso di rete ottimizzato al client, che utilizzerà quindi tale percorso per le operazioni sui dati. Ciò riduce drasticamente il sovraccarico di gestione dei carichi di lavoro e, in alcuni casi, può migliorare le prestazioni.</p>

Requisiti di configurazione

Per configurare pNFS in NetApp ONTAP è necessario quanto segue:

- Un client NFS che supporta pNFS ed è montato con NFSv4.1 o versione successiva
- NFSv4.1 abilitato sul server NFS in ONTAP (`nfs modify -v4.1 enabled`; disattivato per impostazione predefinita)
- pNFS abilitato nel server NFS in ONTAP (`nfs modify -v4.1-pnfs enabled`; disabilitato per impostazione predefinita)
- Almeno un'interfaccia di rete per nodo, instradabile ai client NFS
- Volumi di dati nell'SVM che dispongono di criteri e regole di esportazione che consentono NFSv4

```
# mount -o vers=4.1 PNFS:/flexgroup /mnt/flexgroup
```



Una volta soddisfatti i requisiti di configurazione sopra indicati, pNFS funzionerà semplicemente in modo autonomo.

Informazioni correlate

- ["Configurazione NFS"](#)
- ["Supporto ONTAP per NFSv4.1"](#)
- ["Connettività dell'interfaccia di rete per pNFS"](#)

Pianificare

Piano per l'implementazione di pNFS

Prima di distribuire pNFS nel tuo ambiente, assicurati di soddisfare i prerequisiti e di comprendere i requisiti di interoperabilità e i limiti di configurazione.

Prerequisiti

Prima di abilitare e utilizzare pNFS in ONTAP, assicurarsi che siano soddisfatti i seguenti requisiti:

- NFSv4.1 o versione successiva è abilitato sul server NFS
- Almeno uno ["i dati LIF esistono per nodo"](#) nel cluster per l'SVM che ospita il server NFS
- Tutto ["i dati LIF nell'SVM sono instradabili"](#) ai client NFS
- I client NFS supportano pNFS (la maggior parte delle distribuzioni Linux moderne dal 2014 in poi)
- La connettività di rete tra i client e tutti i dati LIF nell'SVM è funzionale
- La risoluzione DNS (se si utilizzano nomi host) è configurata correttamente per tutti i LIF di dati
- ["Volumi FlexGroup"](#) sono configurati (consigliato per risultati ottimali)
- ["I domini ID NFSv4.x corrispondono"](#) tra i client e ONTAP
- ["NFS Kerberos"](#) (se utilizzato) è abilitato su tutti i dati LIF nell'SVM

Riepilogo delle migliori pratiche

Quando implementi pNFS nel tuo ambiente, segui queste best practice:

- Utilizzo "[Volumi FlexGroup](#)" per le migliori prestazioni e scalabilità della capacità
- Assicurare tutto "[le interfacce di rete nell'SVM sono instradabili](#)" ai clienti
- "[Disattiva NFSv4.0](#)" per garantire che i client utilizzino NFSv4.1 o versione successiva
- Distribuisci i punti di montaggio su più interfacce di rete e nodi
- Utilizzare DNS round robin per "[server di metadati di bilanciamento del carico](#)"
- Verificare "[I domini ID NFSv4.x corrispondono](#)" su client e server
- Condotta "[migrazioni dell'interfaccia di rete](#)" E "[failover di archiviazione](#)" durante le finestre di manutenzione
- Abilitare "[NFS Kerberos](#)" su tutti i dati LIF se si utilizza la sicurezza Kerberos
- Evitare di usare "[Riferimenti NFSv4.1](#)" quando si utilizza pNFS
- Test "[impostazioni nconnect](#)" con attenzione per evitare di superare i limiti di connessione TCP
- Considerare "[troncamento di sessione](#)" come alternativa a "[nconnettiti](#)" (non usare entrambi insieme)
- Verificare "[supporto del fornitore del sistema operativo client](#)" per pNFS prima della distribuzione

Interoperabilità

pNFS in ONTAP è progettato per funzionare con client NFS conformi a RFC. Valgono le seguenti considerazioni:

- Il più moderno "[Distribuzioni Linux dal 2014 in poi](#)" supporta pNFS (RHEL 6.4, Fedora 17 e versioni successive)
- Verificare con il fornitore del sistema operativo client che pNFS sia supportato
- pNFS funziona sia con FlexVol che "[Volumi FlexGroup](#)"
- pNFS è supportato con NFSv4.1 e "[NFSv4.2](#)"
- pNFS può essere utilizzato con "[NFS Kerberos](#)" (krb5, krb5i, krb5p), ma le prestazioni potrebbero essere influenzate
- pNFS può essere utilizzato insieme "[nconnettiti](#)" O "[troncamento di sessione](#)" (ma non entrambi contemporaneamente)
- pNFS non funziona più "[NFSv4.0](#)"

Limiti

I seguenti limiti si applicano a pNFS in ONTAP:

- "[Limiti di connessione TCP](#)" per nodo variano in base alla piattaforma (controllare NetApp Hardware Universe per i limiti specifici)
- Dimensione massima del file: dipende dal tipo di volume e dalla versione ONTAP
- Numero massimo di file: fino a 200 miliardi di file con "[Volumi FlexGroup](#)"
- Capacità massima: fino a 60 PB con "[Volumi FlexGroup](#)"
- "[Conteggio delle interfacce di rete](#)": È richiesto almeno un LIF dati per nodo; potrebbero essercene di più per il bilanciamento del carico

Quando si utilizza ["connetti con pNFS"](#), tieni presente che il numero di connessioni TCP si moltiplica rapidamente:

- Ogni montaggio client con nconnect crea più connessioni TCP per dati LIF
- Con molti client che utilizzano valori nconnect elevati, ["Limiti di connessione TCP"](#) può essere superato
- Il superamento dei limiti di connessione TCP impedisce nuove connessioni finché non vengono liberate quelle esistenti

Informazioni correlate

- ["Connettività dell'interfaccia di rete per pNFS"](#)
- ["Abilita o disabilita NFSv4.1"](#)
- ["Supporto ONTAP per NFSv4.1"](#)
- ["Supporto ONTAP per NFSv4.2"](#)
- ["NetApp Hardware Universe"](#)

Ottimizzazione pNFS e migliori pratiche per le prestazioni

Quando si utilizza pNFS in ONTAP, attenersi a queste considerazioni e best practice per ottenere i migliori risultati.

Raccomandazioni sul tipo di volume

pNFS in ONTAP funziona sia con i volumi FlexVol sia con i volumi FlexGroup, ma per ottenere i migliori risultati complessivi, utilizzare i volumi FlexGroup.

I volumi FlexGroup forniscono:

- Un singolo punto di montaggio che può estendersi su più risorse hardware in un cluster, consentendo al contempo a pNFS di localizzare il traffico dati
- Enormi possibilità di capacità (fino a 60 PB) e conteggi elevati di file (fino a 200 miliardi di file)
- Supporto per file multiparte per il bilanciamento della capacità e potenziali vantaggi in termini di prestazioni
- Accesso parallelo ai volumi e all'hardware che supportano un singolo carico di lavoro

["Scopri di più sulla gestione dei volumi FlexGroup"](#)

Raccomandazioni dei clienti

Non tutti i client NFS supportano pNFS, ma la maggior parte dei client moderni sì. RHEL 6.4 e Fedora 17 sono stati i primi client pNFS supportati (all'incirca nel 2014), quindi è ragionevole supporre che le versioni client rilasciate negli ultimi anni supportino pienamente la funzionalità. La posizione di supporto NFS di ONTAP è del tipo "se il client supporta la funzionalità ed è conforme a RFC, e noi supportiamo la funzionalità, allora la combinazione è supportata". Tuttavia, è buona norma assicurarsi che pNFS sia supportato dal fornitore del sistema operativo client.

Il volume si muove

ONTAP offre la possibilità di spostare volumi senza interruzioni tra nodi o aggregati nello stesso cluster per garantire flessibilità nell'equilibrio tra capacità e prestazioni. Quando si verifica uno spostamento di volume in ONTAP, le mappature dei dispositivi pNFS vengono aggiornate automaticamente per informare i client di utilizzare la nuova relazione volume-interfaccia, se necessario.

["Scopri come spostare un volume"](#)

Migrazione dell'interfaccia di rete

ONTAP offre la possibilità di spostare le interfacce di rete tra i nodi dello stesso cluster per garantire equilibrio nelle prestazioni e flessibilità di manutenzione. Analogamente agli spostamenti di volume, quando avviene una migrazione dell'interfaccia di rete in ONTAP, le mappature dei dispositivi pNFS vengono aggiornate automaticamente per informare i client di utilizzare la nuova relazione volume-interfaccia, se necessario.

Tuttavia, poiché NFSv4.1 è un protocollo con stato, la migrazione dell'interfaccia di rete può causare interruzioni ai client che utilizzano attivamente il mount NFS. È buona norma effettuare le migrazioni dell'interfaccia di rete durante una finestra di manutenzione e avvisare i clienti di potenziali interruzioni della rete.

Failover/restituzioni di storage

pNFS segue le stesse considerazioni sul failover dell'archiviazione di NFSv4.1. Questi sono trattati in dettaglio in ["Report tecnico di NetApp 4067: Guida all'implementazione e alle Best practice di NFS"](#). In generale, qualsiasi failover/giveback dell'archiviazione che coinvolga pNFS dovrebbe essere eseguito in una finestra di manutenzione, con potenziali interruzioni dell'archiviazione previste a causa dello stato del protocollo.

Carichi di lavoro dei metadati

Le operazioni sui metadati sono di piccole dimensioni e possono essere numerose a seconda del carico di lavoro (si sta creando un gran numero di file? Stai eseguendo i comandi "find"?) e il numero totale di file. Di conseguenza, i carichi di lavoro con un elevato numero di chiamate ai metadati possono gravare sulla CPU del server NFS e potenzialmente creare colli di bottiglia su una singola connessione. pNFS (e NFSv4.x in generale) non è adatto per carichi di lavoro con un elevato numero di metadati dipendenti dalle prestazioni, poiché la statefulness, i meccanismi di blocco e alcune funzionalità di sicurezza della versione del protocollo possono influire negativamente sull'utilizzo della CPU e sulla latenza. Questi tipi di carichi di lavoro (ad esempio GETATTR o SETATTR elevati) generalmente funzionano meglio con NFSv3.

Server di metadati

Il server dei metadati in pNFS viene stabilito al momento del montaggio iniziale di un'esportazione NFS. Una volta stabilito il punto di montaggio, questo rimane in posizione finché non viene rimontato o finché non viene spostata l'interfaccia dati. Per questo motivo, è buona norma assicurarsi che più client che accedono allo stesso volume vengano montati su nodi e interfacce dati diversi nell'SVM. Questo approccio fornisce il bilanciamento del carico dei server di metadati tra nodi e risorse CPU, massimizzando al contempo le interfacce di rete nel cluster. Un modo per raggiungere questo obiettivo è stabilire una configurazione DNS round robin, che è trattata in ["Rapporto tecnico NetApp 4523: bilanciamento del carico DNS in ONTAP"](#).

Domini ID NFSv4.x

NFSv4.x fornisce funzionalità di sicurezza in molti modi (trattati in dettaglio in ["Report tecnico di NetApp 4067: Guida all'implementazione e alle Best practice di NFS"](#)). I domini ID NFSv4.x sono uno di quei metodi in cui un client e un server devono concordare sui domini ID quando tentano di autenticare utenti e gruppi in un'esportazione NFS. Uno degli effetti collaterali di una mancata corrispondenza del dominio ID sarebbe che l'utente o il gruppo venisse visualizzato come utente anonimizzato (in pratica schiacciato) per impedire accessi indesiderati. Con NFSv4.x (e anche pNFS), è buona norma assicurarsi che i domini ID NFSv4.x corrispondano sul client e sul server.

nconnectiti

Come accennato in precedenza, nconnect in ONTAP può contribuire a migliorare le prestazioni in alcuni carichi di lavoro. Con pNFS, è importante comprendere che, sebbene nconnect possa migliorare le prestazioni aumentando notevolmente il numero totale di connessioni TCP al sistema di archiviazione, può anche creare problemi quando molti client sfruttano l'opzione di montaggio sovraccaricando le connessioni TCP sull'archiviazione. NetApp Hardware Universe copre i limiti di connessione TCP per nodo.

Quando vengono superati i limiti di connessione TCP di un nodo, non sono consentite nuove connessioni TCP finché non vengono liberate quelle esistenti. Ciò può creare complicazioni in ambienti soggetti a forti tempeste.

La tabella seguente mostra come pNFS con nconnect potrebbe superare i limiti di connessione TCP:

Numero di clienti	valore nconnect	Totale potenziali connessioni TCP per montaggio, per nodo
1	4	4
100	4	400
1000	8	8000
10000	8	80000
10000	16	160000 ¹

¹ Supera la maggior parte dei limiti di connessione TCP a nodo singolo ONTAP

Trunking sessione NFSv4,1

Il trunking delle sessioni in ONTAP può essere utilizzato per aumentare la produttività e la resilienza del percorso per i mount NFSv4.x. Se utilizzato con pNFS, ogni nodo in un cluster può stabilire un trunk di sessione. Tuttavia, i trunk di sessione richiedono almeno due interfacce per nodo e pNFS richiede almeno un'interfaccia per nodo per funzionare come previsto. Inoltre, tutte le interfacce nell'SVM devono essere instradabili verso i client NFS. Il trunking di sessione e pNFS non funzionano correttamente quando si sfrutta anche nconnect. Si considerino nconnect e session trunking come funzionalità reciprocamente esclusive.

["Scopri di più sul trunking NFS"](#)

Connettività dell'interfaccia di rete

Per funzionare correttamente, pNFS richiede un'interfaccia di rete instradabile su ciascun nodo di un cluster. Se nello stesso SVM del server NFS che ospita pNFS sono presenti altre interfacce di rete non instradabili verso client NFS, ONTAP continuerà a pubblicizzare tali interfacce nella mappatura dei dispositivi verso i client. Quando il client NFS tenta di accedere ai dati tramite le interfacce in una subnet diversa, non riuscirà a connettersi e si verificherà un'interruzione. È buona norma consentire in una SVM solo le interfacce di rete a cui i client possono accedere quando si utilizza pNFS.

 Per impostazione predefinita, pNFS richiede che tutti i dati LIF nell'SVM siano instradabili alle interfacce sui client NFS, poiché gli elenchi dei dispositivi pNFS verranno popolati con tutti i dati LIF nell'SVM. Di conseguenza, potrebbero essere selezionati LIF di dati non instradabili, il che potrebbe creare scenari di interruzione. Come buona pratica, configurare solo LIF di dati instradabili quando si utilizza pNFS.

A partire da ONTAP 9.18.1 RC1 e versioni successive, è possibile specificare quali interfacce sono idonee per il traffico pNFS in base alla subnet, consentendo la combinazione di interfacce instradabili e non instradabili. Per informazioni sui comandi, contattare l'assistenza NetApp .

NFSv4.0

NFSv4.0 è un'opzione che può essere abilitata in un server NFS ONTAP insieme a NFSv4.1. Tuttavia, pNFS non funziona su NFSv4.0. Se NFSv4.0 è abilitato nel server NFS, i client potrebbero potenzialmente montare inconsapevolmente quella versione del protocollo e non sarebbero in grado di sfruttare pNFS. Di conseguenza, è buona norma disabilitare esplicitamente NFSv4.0 quando si utilizza pNFS. NFSv4.1 deve essere comunque abilitato e può funzionare indipendentemente da NFSv4.0.

Riferimenti NFSv4.1

I riferimenti NFSv4.1 localizzeranno il percorso di montaggio da un client all'interfaccia di rete sul nodo proprietario di un volume. pNFS localizza il percorso dati e il percorso di montaggio diventa un server di metadati.

Sebbene le due funzionalità possano essere utilizzate insieme, l'utilizzo di referral NFSv4.1 con pNFS potrebbe comportare l'effetto indesiderato di impilare più server di metadati sullo stesso nodo e ridurre la possibilità di distribuire i server di metadati su più nodi del cluster. Se i server di metadati non sono distribuiti uniformemente su un cluster quando si utilizza pNFS, la CPU di un singolo nodo può essere sovraccaricata dalle richieste di metadati e creare un collo di bottiglia nelle prestazioni.

Pertanto, è buona norma evitare di utilizzare riferimenti NFSv4.1 quando si utilizza pNFS. È invece opportuno distribuire i punti di montaggio su più interfacce di rete e nodi nel cluster.

["Scopri come abilitare o disabilitare i referral NFSv4"](#)

NFS Kerberos

Con NFS Kerberos è possibile crittografare l'autenticazione con krb5 e crittografare ulteriormente i pacchetti di dati con krb5i e krb5p. Ciò è abilitato su base di interfaccia di rete in una SVM ed è trattato in dettaglio in ["Report tecnico NetApp 4616: NFS Kerberos in ONTAP con Microsoft Active Directory"](#).

Poiché pNFS può reindirizzare il traffico dati tra nodi e interfacce di rete nell'SVM, NFS Kerberos deve essere abilitato e funzionante su ciascuna interfaccia di rete nell'SVM. Se una qualsiasi interfaccia di rete nell'SVM non è abilitata per Kerberos, pNFS non sarà in grado di funzionare correttamente quando si tenta di accedere ai volumi di dati su tali interfacce.

Ad esempio, quando si esegue un test di lettura utilizzando dd parallelo su una SVM abilitata per pNFS con due interfacce di rete (solo una abilitata per Kerberos), i file presenti sull'interfaccia abilitata per Kerberos hanno funzionato bene, mentre i file sul nodo con l'interfaccia senza Kerberos abilitato non sono mai stati in grado di completare le loro letture. Quando Kerberos era abilitato su entrambe le interfacce, tutti i file potevano funzionare come previsto.

NFS Kerberos può essere utilizzato con pNFS a condizione che NFS Kerberos sia abilitato su tutte le interfacce di rete nell'SVM. Tieni presente che NFS Kerberos può comportare una riduzione delle prestazioni a causa della crittografia/decrittografia dei pacchetti, quindi è consigliabile testare attentamente pNFS con NFS Kerberos con i tuoi carichi di lavoro per garantire che qualsiasi riduzione delle prestazioni non abbia un impatto eccessivo sul carico di lavoro.

Di seguito è riportato un esempio di prestazioni di lettura parallela quando si utilizzano krb5 (autenticazione) e krb5p (crittografia end-to-end) con pNFS su un client RHEL 9.5. In questo test Krb5p ha riscontrato un calo delle prestazioni del 70%.

Gusto Kerberos	MB/s	Tempo di completamento
krb5	<ul style="list-style-type: none"> • File1-243 • File2-243 • File3-238 • File4-238 	<ul style="list-style-type: none"> • File1-43 • File2-43,1 • File3-44 • File4-44,1
krb5p	<ul style="list-style-type: none"> • File1-72,9 • File2-72,8 • File3-71,4 • File4-71,2 	<ul style="list-style-type: none"> • File1-143,9 • File2-144,1 • File3-146,9 • File4-147,3

["Scopri Kerberos con NFS per una sicurezza elevata"](#)

NFSv4.2

NFSv4.2 è stato aggiunto a ONTAP 9.8 ed è l'ultima versione NFSv4.x disponibile (RFC-7862). NFSv4.2 non ha un'opzione esplicita per abilitarlo/disabilitarlo. Invece, è abilitato/disabilitato insieme a NFSv4.1 (-4.1 enabled). Se un client supporta NFSv4.2, negozierà la versione più alta supportata di NFS durante il comando di montaggio, se non diversamente specificato con minorversion=2 opzione di montaggio.

NFSv4.2 in ONTAP supporta le seguenti funzionalità:

- Etichette di sicurezza (etichette MAC)
- Attributi estesi
- Operazioni su file sparsi (FALLOCATE)

pNFS è stato introdotto con NFSv4.1, ma è supportato anche da NFSv4.2, nonché dalle relative funzionalità.

["Scopri di più sul supporto ONTAP per NFSv4.2"](#)

Comandi, statistiche e registri eventi pNFS

Questi comandi CLI ONTAP riguardano specificamente pNFS. È possibile utilizzarli per configurare, risolvere problemi e raccogliere statistiche.

Abilitare NFSv4.1

```
nfs modify -vserver SVM -v4.1 enabled
```

Abilitare pNFS

```
nfs modify -vserver SVM -v4.1-pnfs enabled
```

Mostra dispositivi pNFS (privilegi avanzati)

```
pnfs devices show -vserver SVM
```

Vserver Name	Mapping ID	Volume MSID	Mapping Status	
Generation				
SVM	17	2157024470	notavailable	2
SVM	18	2157024463	notavailable	2
SVM	19	2157024469	available	3
SVM	20	2157024465	available	4
SVM	21	2157024467	available	3
SVM	22	2157024462	available	1

Mostra le mappature dei dispositivi pNFS (privilegi avanzati)

```
pnfs devices mappings show -vserver SVM
```

Vserver Name	Mapping ID	Dsid	LIF IP
SVM	19	2449	10.x.x.x
SVM	20	2512	10.x.x.y
SVM	21	2447	10.x.x.x
SVM	22	2442	10.x.x.y

Cattura contatori di prestazioni specifici di pNFS (privilegi avanzati)

```
statistics start -object nfsv4_1 -vserver SVM -sample-id [optional-name]
```

Visualizza i contatori delle prestazioni specifici di pNFS (privilegi avanzati)

```
statistics show -object nfsv4_1 -vserver SVM
```

Visualizza l'elenco dei contatori specifici di pNFS (privilegi avanzati)

```
statistics catalog counter show -object nfsv4_1 -counter *layout*|*device*
```

Object: nfsv4_1

Counter	Description
getdeviceinfo_avg_latency	Average latency of NFSv4.1 GETDEVICEINFO operations.
getdeviceinfo_error	The number of failed NFSv4.1 GETDEVICEINFO operations.
getdeviceinfo_percent	Percentage of NFSv4.1 GETDEVICEINFO operations.
getdeviceinfo_success	The number of successful NFSv4.1 GETDEVICEINFO operations.
getdeviceinfo_total	Total number of NFSv4.1 GETDEVICEINFO operations.
getdevicelist_avg_latency	Average latency of NFSv4.1 GETDEVICELIST operations.
getdevicelist_error	The number of failed NFSv4.1 GETDEVICELIST operations.
getdevicelist_percent	Percentage of NFSv4.1 GETDEVICELIST operations.
getdevicelist_success	The number of successful NFSv4.1 GETDEVICELIST operations.
getdevicelist_total	Total number of NFSv4.1 GETDEVICELIST operations.
layoutcommit_avg_latency	Average latency of NFSv4.1 LAYOUTCOMMIT operations.
layoutcommit_error	The number of failed NFSv4.1 LAYOUTCOMMIT operations.
layoutcommit_percent	Percentage of NFSv4.1 LAYOUTCOMMIT operations.
layoutcommit_success	The number of successful NFSv4.1 LAYOUTCOMMIT operations.
layoutcommit_total	Total number of NFSv4.1 LAYOUTCOMMIT operations.
layoutget_avg_latency	Average latency of NFSv4.1 LAYOUTGET operations.
layoutget_error	The number of failed NFSv4.1 LAYOUTGET operations.
layoutget_percent	Percentage of NFSv4.1 LAYOUTGET operations.
layoutget_success	The number of successful NFSv4.1 LAYOUTGET operations.
layoutget_total	Total number of NFSv4.1 LAYOUTGET operations.
layoutreturn_avg_latency	Average latency of NFSv4.1 LAYOUTRETURN operations.
layoutreturn_error	The number of failed NFSv4.1 LAYOUTRETURN operations.
layoutreturn_percent	Percentage of NFSv4.1 LAYOUTRETURN operations.

layoutreturn_success	The number of successful NFSv4.1 LAYOUTRETURN operations.
layoutreturn_total	Total number of NFSv4.1 LAYOUTRETURN operations.

Visualizza le connessioni di rete attive per NFS

È possibile verificare se vengono effettuate più connessioni TCP all'SVM con `network connections active show` comando.

Ad esempio, se si desidera visualizzare i trunk delle sessioni NFS, cercare le connessioni dagli stessi client su interfacce diverse per nodo:

```
cluster:::> network connections active show -node cluster-0* -vserver PNFS
      Vserver      Interface      Remote
      CID Ctx Name      Name:Local Port      Host:Port
Protocol/Service
-----
-----
Node: node-01
2304333128 14 PNFS      data1:2049      ubuntu22-224:740      TCP/nfs
2304333144 10 PNFS      data3:2049      ubuntu22-224:864      TCP/nfs
2304333151  5 PNFS      data1:2049      ubuntu22-226:848      TCP/nfs
2304333167 15 PNFS      data3:2049      ubuntu22-226:684      TCP/nfs
Node: node-02
2497668321 12 PNFS      data2:2049      ubuntu22-224:963      TCP/nfs
2497668337 18 PNFS      data4:2049      ubuntu22-224:859      TCP/nfs
2497668344 14 PNFS      data2:2049      ubuntu22-226:675      TCP/nfs
2497668360  7 PNFS      data4:2049      ubuntu22-226:903      TCP/nfs
```

Visualizza le informazioni sulla versione NFS per i client connessi

È anche possibile visualizzare le connessioni NFS con `nfs connected-clients show` comando. Tieni presente che l'elenco dei client visualizzati comprende i client che hanno avuto traffico NFS attivo nelle ultime 48 ore. I client NFS inattivi (anche se ancora montati) potrebbero non essere visualizzati finché non si accede al montaggio. È possibile filtrarli per mostrare solo i client a cui è stato effettuato l'accesso più di recente specificando `-idle-time` caratteristica.

Ad esempio, per visualizzare i client con attività negli ultimi 10 minuti per pNFS SVM:

```
cluster::*> nfs connected-clients show -vserver PNFS -idle-time <10m>

Node: node-01

Vserver: PNFS Data-Ip: 10.x.x.x Local Remote Client-Ip Protocol Volume
Policy Idle-Time Reqs Reqs Trunking

10.x.x.a nfs4.2 PNFS_root default 9m 10s 0 149 false 10.x.x.a nfs4.2
FG_0001 default 9m 10s 135847 0 false 10.x.x.b nfs4.2 PNFS_root default 8m
12s 0 157 false 10.x.x.b nfs4.2 FG_0001 default 8m 12s 52111 0 false
```

Informazioni correlate

- ["Scopri di più su NFS parallelo \(pNFS\) in ONTAP"](#)

Informazioni sul copyright

Copyright © 2026 NetApp, Inc. Tutti i diritti riservati. Stampato negli Stati Uniti d'America. Nessuna porzione di questo documento soggetta a copyright può essere riprodotta in qualsiasi formato o mezzo (grafico, elettronico o meccanico, inclusi fotocopie, registrazione, nastri o storage in un sistema elettronico) senza previo consenso scritto da parte del detentore del copyright.

Il software derivato dal materiale sottoposto a copyright di NetApp è soggetto alla seguente licenza e dichiarazione di non responsabilità:

IL PRESENTE SOFTWARE VIENE FORNITO DA NETAPP "COSÌ COM'È" E SENZA QUALSIVOGLIA TIPO DI GARANZIA IMPLICITA O ESPRESSA FRA CUI, A TITOLO ESEMPLIFICATIVO E NON ESAUSTIVO, GARANZIE IMPLICITE DI COMMERCIALITÀ E IDONEITÀ PER UNO SCOPO SPECIFICO, CHE VENGONO DECLINATE DAL PRESENTE DOCUMENTO. NETAPP NON VERRÀ CONSIDERATA RESPONSABILE IN ALCUN CASO PER QUALSIVOGLIA DANNO DIRETTO, INDIRETTO, ACCIDENTALE, SPECIALE, ESEMPLARE E CONSEGUENZIALE (COMPRESI, A TITOLO ESEMPLIFICATIVO E NON ESAUSTIVO, PROCUREMENT O SOSTITUZIONE DI MERCI O SERVIZI, IMPOSSIBILITÀ DI UTILIZZO O PERDITA DI DATI O PROFITTI OPPURE INTERRUZIONE DELL'ATTIVITÀ AZIENDALE) CAUSATO IN QUALSIVOGLIA MODO O IN RELAZIONE A QUALUNQUE TEORIA DI RESPONSABILITÀ, SIA ESSA CONTRATTUALE, RIGOROSA O DOVUTA A INSOLVENZA (COMPRESA LA NEGLIGENZA O ALTRO) INSORTA IN QUALSIASI MODO ATTRAVERSO L'UTILIZZO DEL PRESENTE SOFTWARE ANCHE IN PRESENZA DI UN PREAVVISO CIRCA L'EVENTUALITÀ DI QUESTO TIPO DI DANNI.

NetApp si riserva il diritto di modificare in qualsiasi momento qualunque prodotto descritto nel presente documento senza fornire alcun preavviso. NetApp non si assume alcuna responsabilità circa l'utilizzo dei prodotti o materiali descritti nel presente documento, con l'eccezione di quanto concordato espressamente e per iscritto da NetApp. L'utilizzo o l'acquisto del presente prodotto non comporta il rilascio di una licenza nell'ambito di un qualche diritto di brevetto, marchio commerciale o altro diritto di proprietà intellettuale di NetApp.

Il prodotto descritto in questa guida può essere protetto da uno o più brevetti degli Stati Uniti, esteri o in attesa di approvazione.

LEGENDA PER I DIRITTI SOTTOPOSTI A LIMITAZIONE: l'utilizzo, la duplicazione o la divulgazione da parte degli enti governativi sono soggetti alle limitazioni indicate nel sottoparagrafo (b)(3) della clausola Rights in Technical Data and Computer Software del DFARS 252.227-7013 (FEB 2014) e FAR 52.227-19 (DIC 2007).

I dati contenuti nel presente documento riguardano un articolo commerciale (secondo la definizione data in FAR 2.101) e sono di proprietà di NetApp, Inc. Tutti i dati tecnici e il software NetApp forniti secondo i termini del presente Contratto sono articoli aventi natura commerciale, sviluppati con finanziamenti esclusivamente privati. Il governo statunitense ha una licenza irrevocabile limitata, non esclusiva, non trasferibile, non cedibile, mondiale, per l'utilizzo dei Dati esclusivamente in connessione con e a supporto di un contratto governativo statunitense in base al quale i Dati sono distribuiti. Con la sola esclusione di quanto indicato nel presente documento, i Dati non possono essere utilizzati, divulgati, riprodotti, modificati, visualizzati o mostrati senza la previa approvazione scritta di NetApp, Inc. I diritti di licenza del governo degli Stati Uniti per il Dipartimento della Difesa sono limitati ai diritti identificati nella clausola DFARS 252.227-7015(b) (FEB 2014).

Informazioni sul marchio commerciale

NETAPP, il logo NETAPP e i marchi elencati alla pagina <http://www.netapp.com/TM> sono marchi di NetApp, Inc. Gli altri nomi di aziende e prodotti potrebbero essere marchi dei rispettivi proprietari.