



Settore sanitario

FlexPod

NetApp
October 30, 2025

Sommario

Settore sanitario	1
FlexPod per la genomica	1
TR-4911: Genomica FlexPod	1
Vantaggi dell'implementazione di workload genomici su FlexPod	3
Componenti hardware e software dell'infrastruttura della soluzione	8
Genomica - Installazione ed esecuzione di GATK	12
Output per l'esecuzione di GATK utilizzando il file jar	22
Output per l'esecuzione di GATK utilizzando lo script ./gatk	24
Output per l'esecuzione di GATK utilizzando il motore Cromwell	27
Configurazione della GPU	31
Conclusione	40
Guida al dimensionamento direzionale di FlexPod per MEDITECH	42
TR-4774: FlexPod per dimensionamento direzionale MEDITECH	42
Panoramica SUL CARICO di lavoro DI MEDITECH	44
Specifiche tecniche per architetture piccole, medie e grandi	48
Ulteriori informazioni	52
Ringraziamenti	53
Guida all'implementazione di FlexPod Datacenter per MEDITECH	53
TR-4753: Guida all'implementazione di FlexPod Datacenter per MEDITECH	53
Progettazione	65
Implementazione e configurazione	68
Moduli E componenti MEDITECH	82
Ringraziamenti	83
Dove trovare ulteriori informazioni	83
FlexPod per imaging medicale	84
TR-4865: FlexPod per l'imaging medicale	84
Architettura	97
Componenti hardware e software dell'infrastruttura della soluzione	108
Dimensionamento della soluzione	110
Best practice	112
Conclusione	117
Ulteriori informazioni	117

Settore sanitario

FlexPod per la genomica

TR-4911: Genomica FlexPod

JayaKishore Esanakula, NetApp

Ci sono pochi campi della medicina che sono più importanti della genomica per l'assistenza sanitaria e le scienze biologiche, e la genomica sta rapidamente diventando uno strumento clinico chiave per medici e infermieri. La genomica, se combinata con l'imaging medico e la patologia digitale, ci aiuta a capire in che modo i geni di un paziente potrebbero essere influenzati dai protocolli di trattamento. Il successo della genomica nel settore sanitario dipende sempre più dall'interoperabilità dei dati su larga scala. L'obiettivo finale è quello di dare un senso agli enormi volumi di dati genetici e identificare correlazioni e varianti clinicamente rilevanti che migliorano la diagnosi e rendono la medicina di precisione una realtà. La genomica ci aiuta a comprendere l'origine dei focolai di malattia, come evolvono le malattie e quali trattamenti e strategie potrebbero essere efficaci. Chiaramente, la genomica ha molti benefici che spaziano dalla prevenzione alla diagnosi e al trattamento. Le organizzazioni del settore sanitario si trovano ad affrontare diverse sfide, tra cui:

- Migliore qualità dell'assistenza
- Assistenza basata sul valore
- Esplosione dei dati
- Medicina di precisione
- Pandemie
- Dispositivi indossabili, monitoraggio remoto e assistenza
- Sicurezza informatica

Percorsi clinici e protocolli clinici standardizzati sono uno dei componenti critici della medicina moderna. Uno degli aspetti chiave della standardizzazione è l'interoperabilità tra gli operatori sanitari, non solo per le cartelle cliniche, ma anche per i dati genomici. La domanda principale è che le organizzazioni sanitarie cederanno la proprietà dei dati genomici al posto della proprietà dei pazienti dei dati personali di genomica e delle relative cartelle mediche?

L'interoperabilità dei dati dei pazienti è fondamentale per la medicina di precisione, una delle forze trainanti della recente esplosione della crescita dei dati. L'obiettivo della medicina di precisione è quello di rendere più efficaci e precise le soluzioni di manutenzione della salute, prevenzione delle malattie, diagnosi e trattamento.

Il tasso di crescita dei dati è stato esponenziale. All'inizio di febbraio 2021, i laboratori statunitensi hanno sequenziato circa 8,000 ceppi COVID-19 alla settimana. Il numero di genomi sequenziati era aumentato a 29,000 alla settimana entro aprile 2021. Ogni genoma umano completamente sequenziato ha una dimensione di circa 125 GB. Pertanto, con un tasso di 29,000 genomi sequenziati alla settimana, lo storage totale del genoma a riposo sarebbe superiore a 180 petabyte all'anno. Diversi paesi hanno impegnato risorse per l'epidemiologia genomica per migliorare la sorveglianza genomica e prepararsi alla prossima ondata di sfide sanitarie globali.

Il costo ridotto della ricerca genomica sta portando a test genetici e ricerca a un ritmo senza precedenti. I tre PS si trovano a un punto di svolta: Potenza del computer, privacy dei dati e personalizzazione della medicina. Entro il 2025 i ricercatori stimano che 100 milioni fino a 2 miliardi di genomi umani saranno sequenziati. Affinché la genomica sia efficace e una proposta preziosa, le funzionalità di genomica devono essere parte integrante dei flussi di lavoro di cura; devono essere facilmente accessibili e utilizzabili durante la visita di un paziente. Inoltre, è altrettanto importante integrare i dati medici elettronici dei pazienti con i dati genomici dei pazienti. Con l'avvento di un'infrastruttura convergente all'avanguardia come FlexPod, le organizzazioni possono introdurre le proprie funzionalità di genomica nei flussi di lavoro quotidiani di medici, infermieri e responsabili delle cliniche. Per informazioni aggiornate sulla piattaforma FlexPod, consulta questa pagina ["White paper su FlexPod Datacenter con Cisco UCS serie X."](#)

Per un medico, il vero valore della genomica include la medicina di precisione e piani di trattamento personalizzati in base ai dati genomici di un paziente. In passato, non c'è mai stata una tale sinergia tra medici e data scientist, e la genomica sta beneficiando delle innovazioni tecnologiche del recente passato, oltre a partnership reali tra le organizzazioni sanitarie e i leader tecnologici del settore.

I centri medici accademici e le altre organizzazioni di settore sanitario e delle scienze della vita sono sulla buona strada per stabilire il centro di eccellenza (COE) nella scienza del genoma. Secondo il Dr. Charlie Gersbach, Dr Greg Crawford e il Dr. Tim e Reddy della Duke University, "sappiamo che i geni non vengono attivati o disattivati da un semplice switch binario, ma sono invece il risultato di più switch di regolazione dei geni che funzionano insieme." Hanno anche determinato che "nessuna di queste parti del genoma funziona in isolamento. Il genoma è un web molto complicato che l'evoluzione ha intessuto" ("rif").

NetApp e Cisco si sono adoperati per implementare miglioramenti incrementali nella piattaforma FlexPod da oltre 10 anni. Tutti i commenti dei clienti vengono ascoltati, valutati e legati ai flussi di valore e ai set di funzionalità di FlexPod. È questo continuo loop di feedback, collaborazioni, miglioramenti e festeggiamenti che contraddistingue FlexPod come una piattaforma di infrastruttura convergente affidabile in tutto il mondo. È stata semplificata e progettata da zero per essere la piattaforma più affidabile, robusta, versatile e agile per le organizzazioni sanitarie.

Scopo

La piattaforma di infrastruttura convergente FlexPod consente a un'organizzazione sanitaria di ospitare uno o più carichi di lavoro di genomica, insieme ad altre applicazioni sanitarie cliniche e non cliniche. Questo report tecnico utilizza uno strumento di genomica open-source e standard di settore chiamato GATK durante la convalida della piattaforma FlexPod. Tuttavia, una discussione più approfondita sulla genomica o sul GATK non rientra nell'ambito di questo documento.

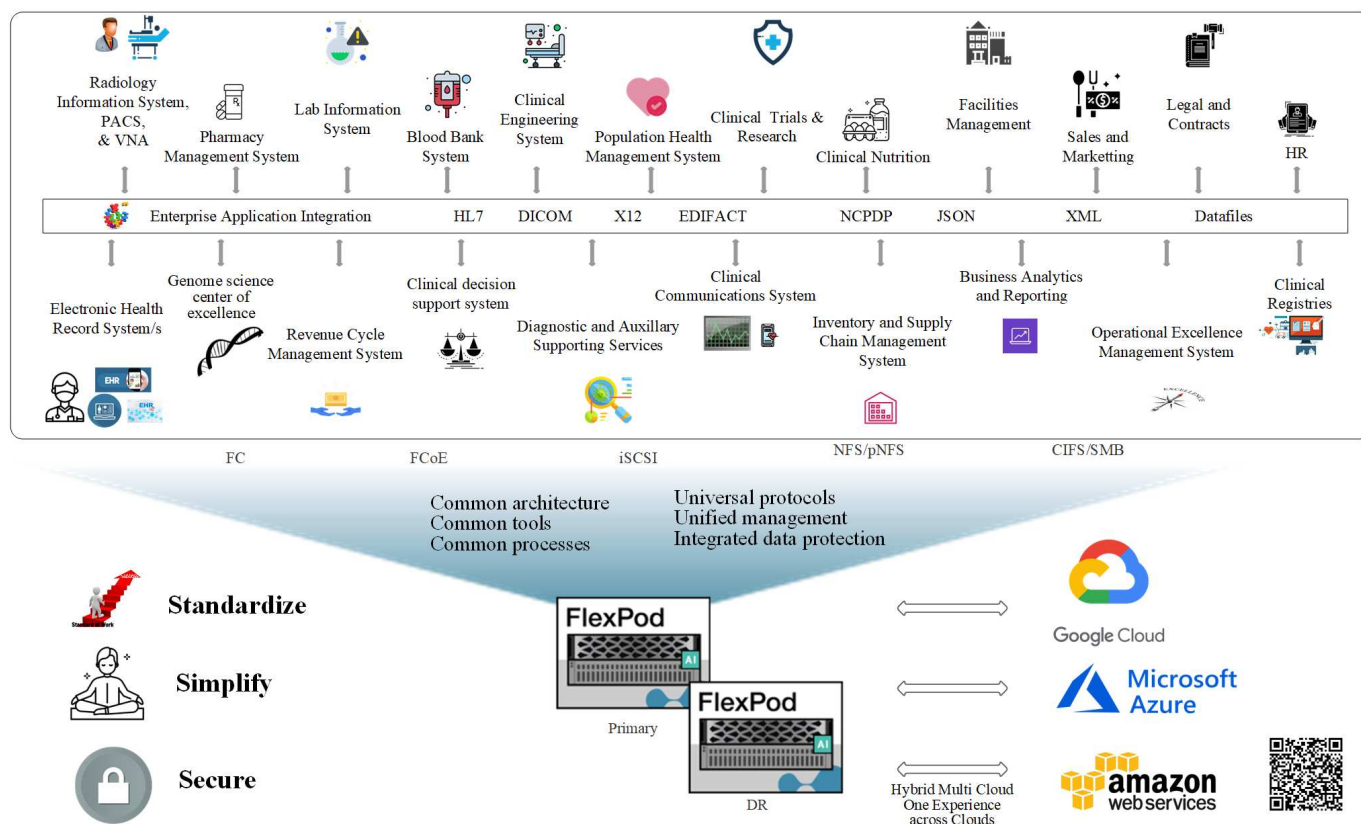
Pubblico

Il presente documento è destinato ai responsabili tecnici del settore sanitario, ai tecnici delle soluzioni partner Cisco e NetApp e al personale dei servizi professionali. NetApp presuppone che il lettore abbia una buona comprensione dei concetti di dimensionamento di calcolo e storage, nonché una familiarità tecnica con le minacce per il settore sanitario, la sicurezza sanitaria, i sistemi IT per il settore sanitario, Cisco UCS e i sistemi storage NetApp.

Funzionalità ospedaliere implementate su FlexPod

Un ospedale tipico dispone di un insieme diversificato di sistemi IT. La maggior parte di questi sistemi viene acquistata da un vendor, mentre pochissimi sono costruiti dal sistema ospedaliero in casa. Pertanto, il sistema ospedaliero deve gestire un ambiente di infrastruttura diversificato nei propri data center. Quando gli ospedali unificano i propri sistemi in una piattaforma di infrastruttura convergente come FlexPod, le organizzazioni possono standardizzare le operazioni del data center. Con FlexPod, le organizzazioni sanitarie possono implementare sistemi clinici e non clinici sulla stessa piattaforma, unificando in tal modo le operazioni del data center.

Hospital capabilities deployed on a FlexPod



"Avanti: Vantaggi dell'implementazione di workload genomici su FlexPod."

Vantaggi dell'implementazione di workload genomici su FlexPod

"Precedente: Introduzione."

Questa sezione fornisce un breve elenco dei vantaggi per l'esecuzione di un carico di lavoro genomico su una piattaforma di infrastruttura convergente FlexPod. Descriviamo rapidamente le funzionalità di un ospedale. La seguente vista dell'architettura di business mostra le funzionalità di un ospedale implementate su una piattaforma di infrastruttura convergente FlexPod ibrida-pronta per il cloud.

- **Evitare i silos nell'assistenza sanitaria.** I silos nell'assistenza sanitaria sono una preoccupazione molto reale. I reparti vengono spesso inseriti in silos nel proprio set di hardware e software, non per scelta, ma organicamente per evoluzione. Ad esempio, radiologia, cardiologia, EHR, genomica, analytics, ciclo di ricavi e altri reparti finiscono con il loro set individuale di software e hardware dedicati. Le organizzazioni del settore sanitario gestiscono un numero limitato di professionisti IT per gestire le proprie risorse hardware e software. Il punto di flessione si verifica quando si prevede che questo insieme di individui gestisca un insieme molto diversificato di hardware e software. L'eterogeneità è aggravata da un insieme incongruente di processi portati all'organizzazione sanitaria dai vendor.
- **Inizia con le piccole dimensioni e fai crescere.** Il kit di tool GATK è ottimizzato per l'esecuzione della CPU, che offre le migliori suite di piattaforme come FlexPod. FlexPod consente una scalabilità indipendente di rete, calcolo e storage. Inizia con le dimensioni ridotte e scala man mano che le tue capacità di genomica e l'ambiente crescono. Le organizzazioni del settore sanitario non devono investire in piattaforme specializzate per eseguire carichi di lavoro genomici. Le organizzazioni possono invece

sfruttare piattaforme versatili come FlexPod per eseguire carichi di lavoro di genomica e non genomica sulla stessa piattaforma. Ad esempio, se il reparto di pediatria desidera implementare la funzionalità di genomica, la leadership IT può eseguire il provisioning di calcolo, storage e networking su un'istanza di FlexPod esistente. Man mano che la business unit genomica cresce, le organizzazioni sanitarie possono scalare la propria piattaforma FlexPod in base alle esigenze.

- **Pannello di controllo singolo e flessibilità senza pari.** Cisco Intersight semplifica significativamente le operazioni IT attraverso il bridging delle applicazioni con l'infrastruttura, fornendo visibilità e gestione da server bare-metal e hypervisor ad applicazioni senza server, riducendo così i costi e mitigando i rischi. Questa piattaforma SaaS unificata utilizza un design Open API unificato che si integra in modo nativo con piattaforme e tool di terze parti. Inoltre, consente la gestione del tuo team operativo del data center on-site o da qualsiasi luogo utilizzando un'app mobile.

Gli utenti possono ottenere rapidamente valore tangibile nel proprio ambiente sfruttando Intersight come piattaforma di gestione. Grazie all'automazione per molte attività manuali quotidiane, Intersight elimina gli errori e semplifica le operazioni quotidiane. Inoltre, le funzionalità di supporto avanzate di Intersight consentono agli utenti di restare al passo con i problemi e accelerare la risoluzione dei problemi. In combinazione, le organizzazioni dedicano molto meno tempo e denaro alla propria infrastruttura applicativa e più tempo allo sviluppo del business principale.

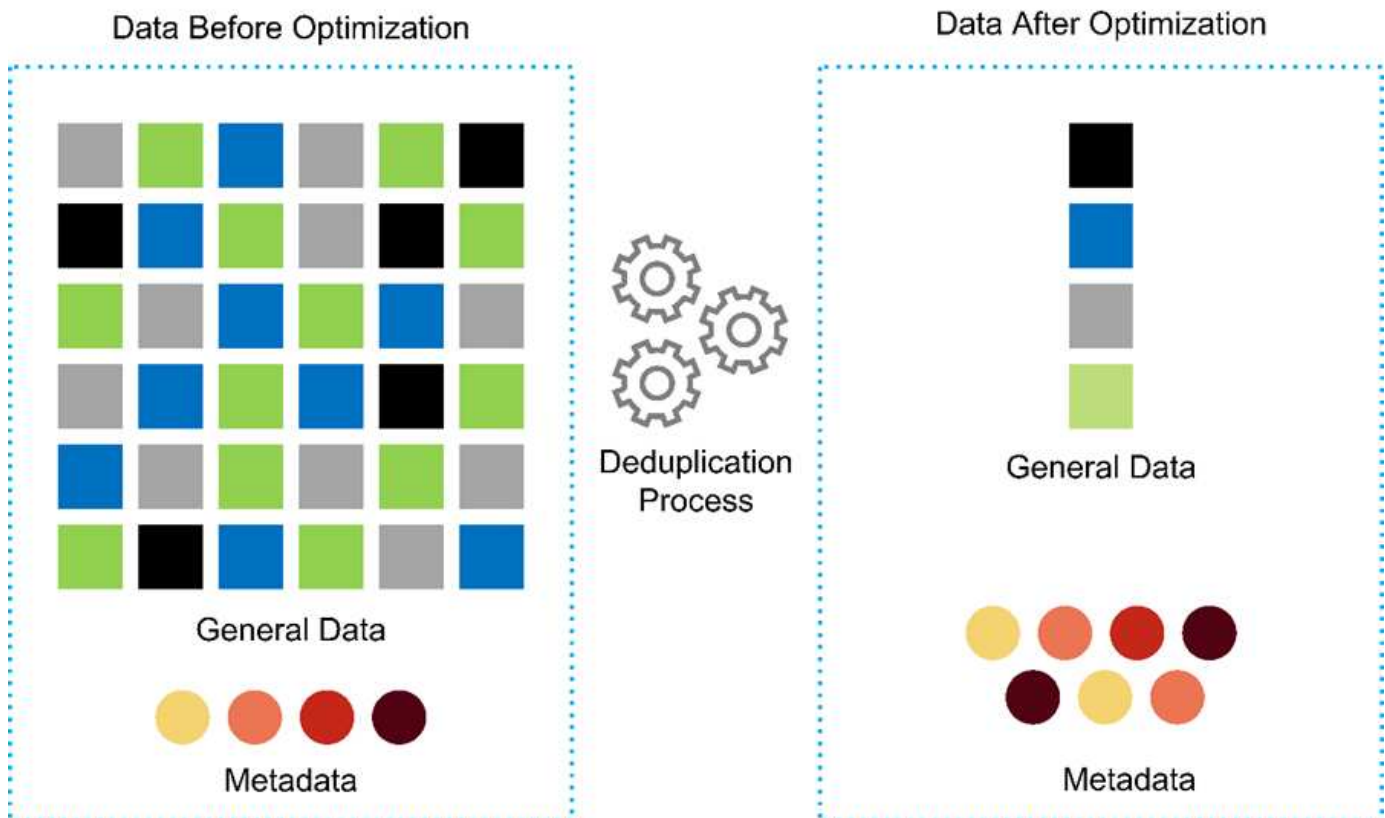
Sfruttando la gestione di Intersight e l'architettura facilmente scalabile di FlexPod, le organizzazioni possono eseguire diversi carichi di lavoro genoma su una singola piattaforma FlexPod, aumentando l'utilizzo e riducendo il TCO (Total Cost of Ownership). FlexPod consente un dimensionamento flessibile, con scelte a partire dal nostro piccolo FlexPod Express e scalabilità in implementazioni di grandi dimensioni di FlexPod Datacenter. Grazie alle funzionalità di controllo degli accessi basate sui ruoli integrate in Cisco Intersight, le organizzazioni sanitarie possono implementare solidi meccanismi di controllo degli accessi, evitando la necessità di stack di infrastruttura separati. Più business unit all'interno dell'organizzazione sanitaria possono sfruttare la genomica come competenza chiave.

In ultima analisi, FlexPod aiuta a semplificare le operazioni IT e a ridurre i costi operativi, consentendo agli amministratori dell'infrastruttura IT di concentrarsi su attività che aiutano i medici a innovare, anziché essere relegati per tenere le luci accese.

- **Progettazione validata e risultati garantiti.** le guide di progettazione e implementazione di FlexPod sono validate per essere ripetibili e coprono dettagli completi di configurazione e Best practice di settore che sono necessarie per implementare un FlexPod in tutta sicurezza. Le guide alla progettazione, le guide all'implementazione e le architetture validate di Cisco e NetApp aiutano la tua organizzazione sanitaria o di life science a eliminare ogni incertezza dall'implementazione di una piattaforma validata e affidabile fin dall'inizio. Con FlexPod, puoi accelerare i tempi di implementazione e ridurre costi, complessità e rischi. I design validati e le guide all'implementazione di FlexPod definiscono FlexPod come la piattaforma ideale per una vasta gamma di carichi di lavoro di genomica.
- **Innovazione e agilità.** FlexPod è una piattaforma ideale per gli EHR come Epic, Cerner, Meditech e sistemi di imaging come Agfa, GE, Philips. Per ulteriori informazioni su ["EPIC Honor roll"](#) E l'architettura della piattaforma di destinazione, vedi Epic userweb. Esecuzione di genomica su ["FlexPod"](#) consente alle organizzazioni del settore sanitario di continuare il proprio percorso di innovazione con agilità. Con FlexPod, l'implementazione del cambiamento organizzativo è naturale. Quando le organizzazioni si standardizzano su una piattaforma FlexPod, gli esperti IT del settore sanitario possono fornire tempo, impegno e risorse per innovare e quindi essere agili come richiesto dall'ecosistema.
- **Data liberated.** con la piattaforma di infrastruttura convergente FlexPod e un sistema storage NetApp ONTAP, i dati genomici possono essere resi disponibili e accessibili utilizzando un'ampia varietà di protocolli su larga scala da una singola piattaforma. FlexPod con NetApp ONTAP offre una piattaforma di cloud ibrido semplice, intuitiva e potente. Il data fabric basato su NetApp ONTAP consente di unire i dati tra siti, oltre i confini fisici e tra applicazioni diverse. Il tuo data fabric è costruito per le aziende basate sui dati in un mondo incentrato sui dati. I dati vengono creati e utilizzati in più sedi e spesso devono essere sfruttati

e condivisi con altre sedi, applicazioni e infrastrutture. Pertanto, è necessario un metodo coerente e integrato per gestirlo. FlexPod mette il tuo team IT sotto controllo e semplifica l'aumento della complessità DELL'IT.

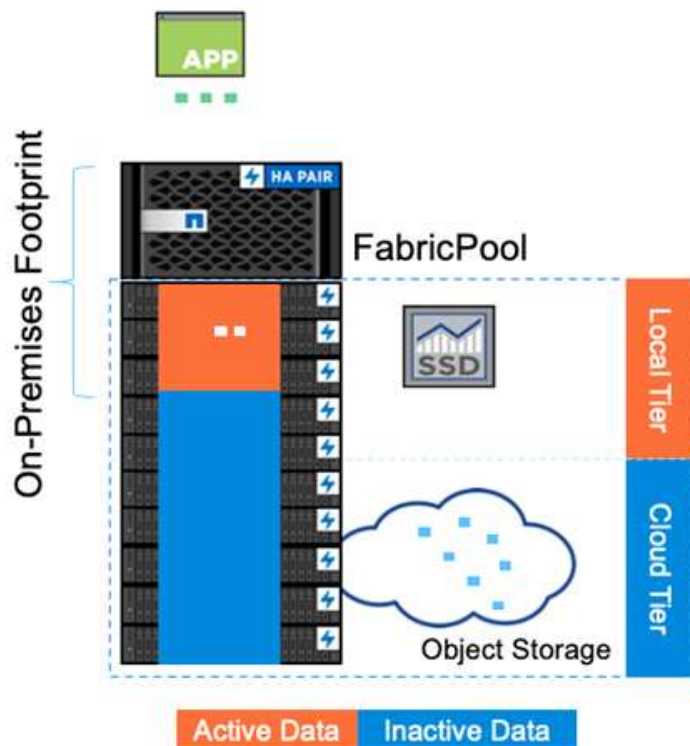
- **Multitenancy sicura.** FlexPod utilizza moduli crittografici conformi a FIPS 140-2, consentendo alle organizzazioni di implementare la sicurezza come elemento fondamentale, non come elemento secondario. FlexPod consente alle organizzazioni di implementare la multi-tenancy sicura da una singola piattaforma di infrastruttura convergente indipendentemente dalle dimensioni della piattaforma. FlexPod con multi-tenancy e QoS sicuri aiuta a separare i carichi di lavoro e a massimizzare l'utilizzo. In questo modo si evita che il capitale venga bloccato in piattaforme specializzate potenzialmente sottoutilizzate e che richiedono un set di competenze specialistiche da gestire.
- **Efficienza dello storage.** la genomica richiede che lo storage sottostante disponga di funzionalità di efficienza dello storage leader del settore. È possibile ridurre i costi dello storage con le funzionalità di efficienza dello storage NetApp come la deduplica (inline e on demand), la compressione dei dati e la compattazione dei dati ("rif"). La deduplica NetApp fornisce la deduplica a livello di blocco in un volume FlexVol. Essenzialmente, la deduplica rimuove i blocchi duplicati, memorizzando solo blocchi univoci nel volume FlexVol. La deduplica funziona con un elevato grado di granularità e opera sul file system attivo del volume FlexVol. La figura seguente mostra una panoramica del funzionamento della deduplica NetApp. La deduplica è trasparente per l'applicazione. Pertanto, può essere utilizzato per deduplicare i dati provenienti da qualsiasi applicazione che utilizzi il sistema NetApp. È possibile eseguire la deduplica del volume come processo inline e come processo in background. È possibile configurarlo in modo che venga eseguito automaticamente, pianificato o eseguito manualmente tramite CLI, Gestore di sistema NetApp ONTAP o NetApp Active IQ Unified Manager.



- **Abilitare l'interoperabilità genomica.** ONTAP FlexCache è una funzionalità di caching remoto che semplifica la distribuzione dei file, riduce la latenza della WAN e riduce i costi di larghezza di banda della WAN ("rif"). Una delle attività chiave durante l'identificazione e l'annotazione delle varianti genomiche è la collaborazione tra i medici. La tecnologia ONTAP FlexCache aumenta il throughput dei dati anche quando i medici collaboratori si trovano in diverse aree geografiche. Data la dimensione tipica di un file *.BAM (da 1 GB a 100 GB), è fondamentale che la piattaforma sottostante possa rendere i file disponibili ai medici in

diverse aree geografiche. FlexPod con ONTAP FlexCache rende i dati genomici e le applicazioni realmente multisito, il che rende perfetta la collaborazione tra ricercatori dislocati in tutto il mondo, con bassa latenza e throughput elevato. Le organizzazioni sanitarie che eseguono applicazioni di genomica in un ambiente multisito possono scalare in orizzontale utilizzando il data fabric per bilanciare gestibilità con costi e velocità.

- **Uso intelligente della piattaforma di storage.** FlexPod con tiering automatico ONTAP e tecnologia NetApp Fabric Pool semplificano la gestione dei dati. FabricPool aiuta a ridurre i costi dello storage senza compromettere performance, efficienza, sicurezza o protezione. FabricPool è trasparente per le applicazioni aziendali e sfrutta l'efficienza del cloud riducendo il TCO dello storage senza la necessità di riprogettare l'infrastruttura applicativa. FlexPod può trarre vantaggio dalle funzionalità di tiering dello storage di FabricPool per un utilizzo più efficiente dello storage flash ONTAP. Per ulteriori informazioni, vedere "[FlexPod con FabricPool](#)". Il seguente diagramma fornisce una panoramica di alto livello di FabricPool e dei suoi vantaggi.



Automatic tiering
Zero-touch management
Preserves file system
Lower cost of ownership
Choice of object tier locations

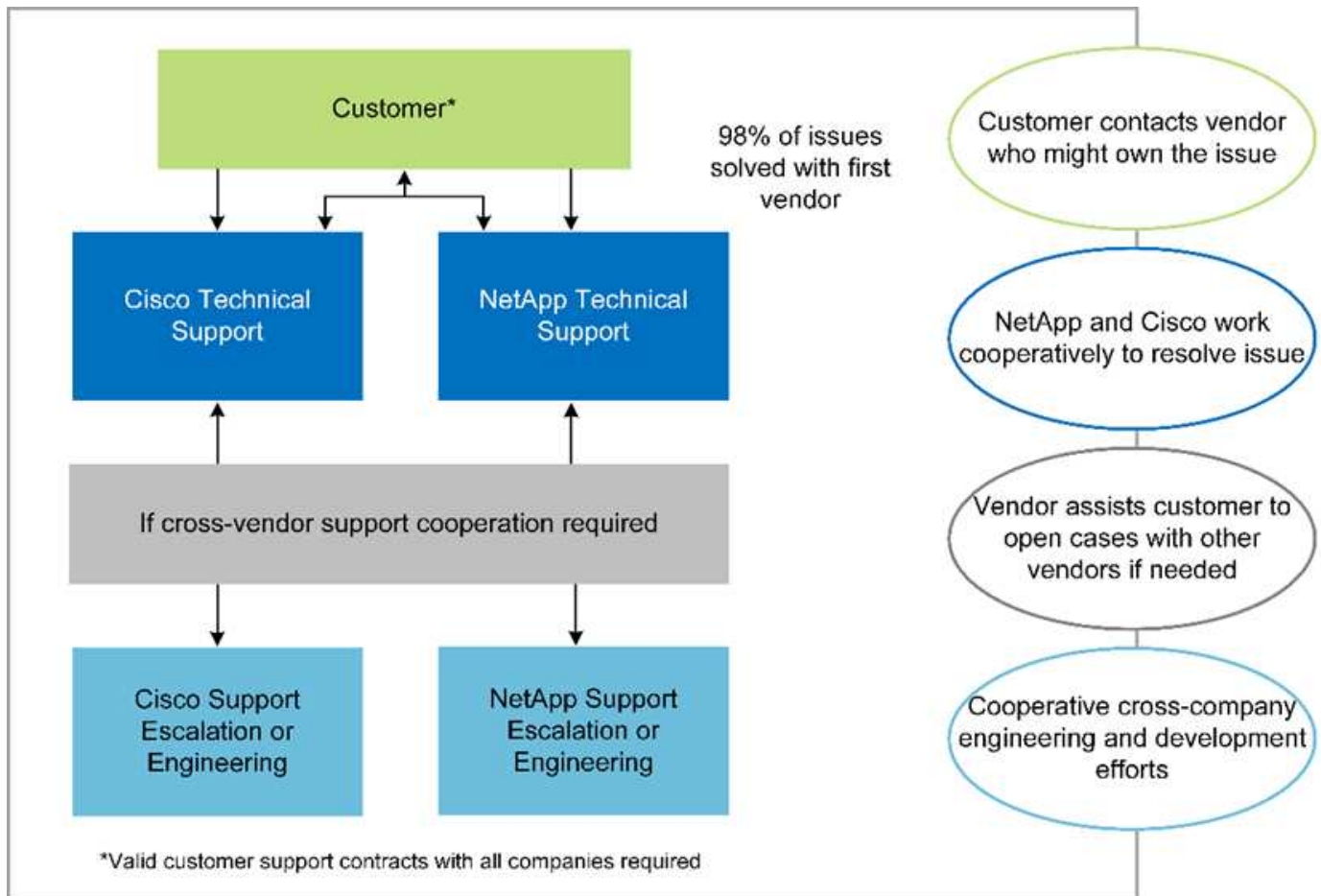


- **Analisi e annotazione delle varianti più rapide.** la piattaforma FlexPod è più veloce da implementare e da rendere operativa. La piattaforma FlexPod consente la collaborazione tra medici rendendo i dati disponibili su larga scala con bassa latenza e throughput aumentato. Una maggiore interoperabilità favorisce l'innovazione. Le organizzazioni del settore sanitario possono eseguire i workload genomici e non genomici in maniera affiancata, il che significa che le organizzazioni non hanno bisogno di piattaforme specializzate per iniziare il loro percorso di genomica.

FlexPod ONTAP aggiunge regolarmente funzionalità all'avanguardia alla piattaforma di storage. FlexPod Datacenter è la base ottimale per l'implementazione di FC-NVMe per consentire l'accesso allo storage dalle performance elevate alle applicazioni che ne hanno bisogno. Poiché FC- NVMe si evolve per includere alta disponibilità, multipathing e supporto aggiuntivo del sistema operativo, FlexPod è la piattaforma scelta, fornendo la scalabilità e l'affidabilità necessarie per supportare queste funzionalità. ONTAP con i/o più veloce con NVMe end-to-end consente di completare più rapidamente le analisi genomiche ("rif").

I dati del genoma raw in sequenza producono file di grandi dimensioni ed è importante che questi file siano resi disponibili agli analizzatori delle varianti per ridurre il tempo totale necessario dalla raccolta dei campioni all'annotazione delle varianti. NVMe (nonvolatile memory express), se utilizzato come protocollo di accesso allo storage e di trasporto dei dati, offre livelli di throughput senza precedenti e tempi di risposta più rapidi. FlexPod implementa il protocollo NVMe durante l'accesso allo storage flash tramite il bus PCI Express (PCIe). PCIe consente l'implementazione di decine di migliaia di code di comandi, aumentando la parallelizzazione e il throughput. Un singolo protocollo, dallo storage alla memoria, consente di accedere rapidamente ai dati.

- **L'agilità per la ricerca clinica da zero.** la capacità e le performance di storage flessibili ed espandibili consentono alle organizzazioni di ricerca nel settore sanitario di ottimizzare l'ambiente in modo elastico o JIT (Just-in-Time). Disaccoppiando lo storage dall'infrastruttura di calcolo e di rete, la piattaforma FlexPod può essere scalata verso l'alto e verso l'esterno senza interruzioni. Grazie a Cisco Intersight, la piattaforma FlexPod può essere gestita con flussi di lavoro automatizzati integrati e personalizzati. I flussi di lavoro di Cisco Intersight consentono alle organizzazioni sanitarie di ridurre i tempi di gestione del ciclo di vita delle applicazioni. Quando un centro medico accademico richiede che i dati dei pazienti siano anonimi e resi disponibili al proprio centro per la ricerca informatica e/o il centro per la qualità, l'organizzazione IT può sfruttare i flussi di lavoro di Cisco Intersight FlexPod per eseguire backup dei dati sicuri, clonare e ripristinare in pochi secondi, non ore. Con NetApp Trident e Kubernetes, le organizzazioni IT possono eseguire il provisioning di nuovi data scientist e rendere disponibili i dati clinici per lo sviluppo dei modelli in pochi minuti, talvolta anche in pochi secondi.
- **Protezione dei dati genoma.** NetApp SnapLock offre un volume speciale in cui i file possono essere memorizzati e impegnati in uno stato non cancellabile e non riscrivibile. I dati di produzione dell'utente che risiedono in un volume FlexVol possono essere mirrorati o archiviati in un volume SnapLock tramite la tecnologia NetApp SnapMirror o SnapVault. I file nel volume SnapLock, nel volume stesso e nel relativo aggregato di hosting non possono essere cancellati fino alla fine del periodo di conservazione. Utilizzando il software ONTAP FPolicy, le organizzazioni possono prevenire gli attacchi ransomware impedendo operazioni su file con estensioni specifiche. È possibile attivare un evento FPolicy per operazioni di file specifiche. L'evento è legato a una policy, che richiama il motore che deve utilizzare. È possibile configurare un criterio con una serie di estensioni di file che potrebbero contenere ransomware. Quando un file con un'estensione non consentita tenta di eseguire un'operazione non autorizzata, FPolicy impedisce l'esecuzione di tale operazione ("[rif](#)").
- **Supporto congiunto di FlexPod.** NetApp e Cisco hanno definito il supporto congiunto di FlexPod, un modello di supporto forte, scalabile e flessibile per soddisfare i requisiti di supporto esclusivi dell'infrastruttura convergente di FlexPod. Questo modello utilizza l'esperienza, le risorse e l'esperienza di supporto tecnico di NetApp e Cisco per offrire un processo ottimizzato per l'identificazione e la risoluzione dei problemi di supporto FlexPod, indipendentemente dalla posizione del problema. La figura seguente fornisce una panoramica del modello di supporto cooperativo FlexPod. Il cliente contatta il vendor che potrebbe essere responsabile del problema e Cisco e NetApp lavorano in collaborazione per risolverlo. Cisco e NetApp dispongono di team di sviluppo e progettazione multiazienda che lavorano insieme per risolvere i problemi. Questo modello di supporto riduce la perdita di informazioni durante la traduzione, garantisce fiducia e riduce i tempi di inattività.



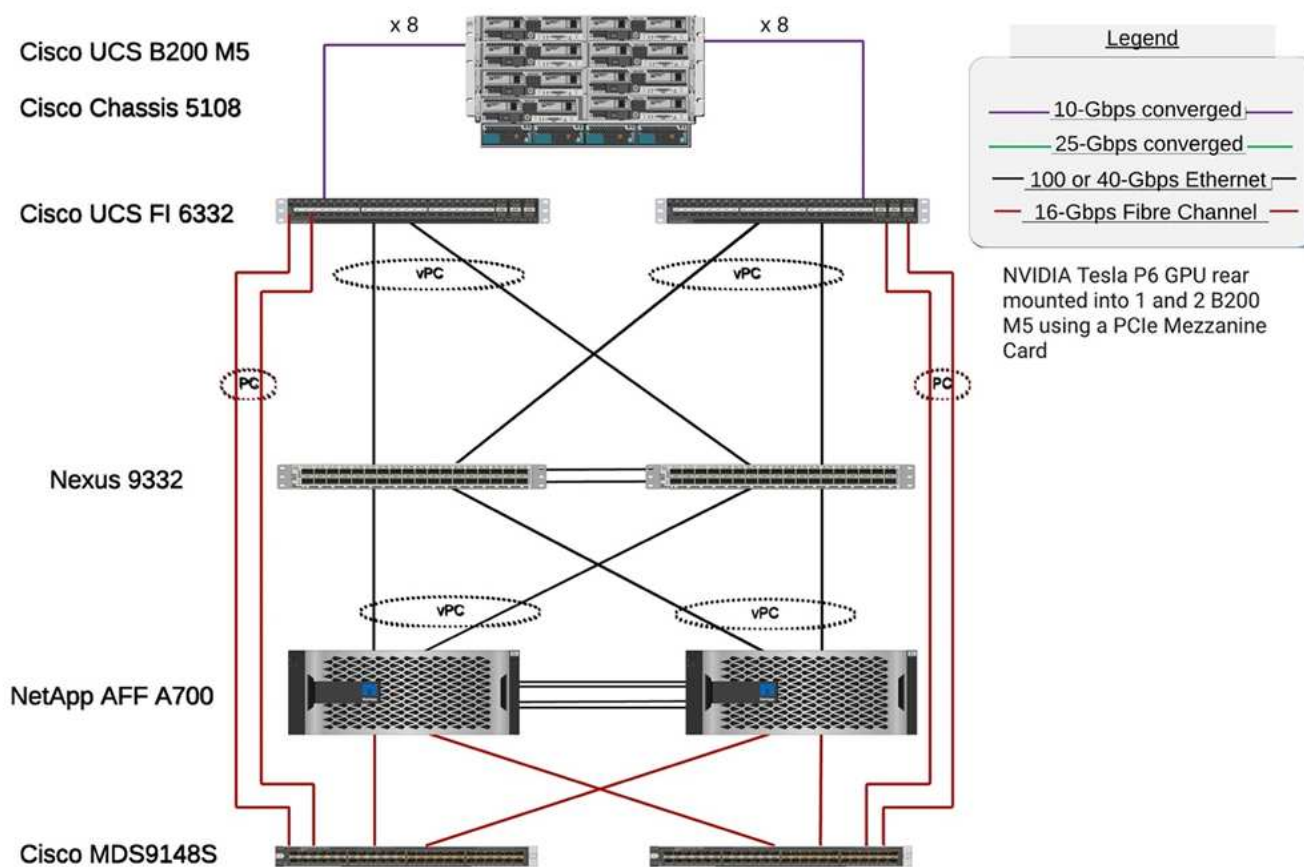
"Avanti: Componenti hardware e software dell'infrastruttura della soluzione."

Componenti hardware e software dell'infrastruttura della soluzione

"Precedente: Vantaggi dell'implementazione di workload genomici su FlexPod."

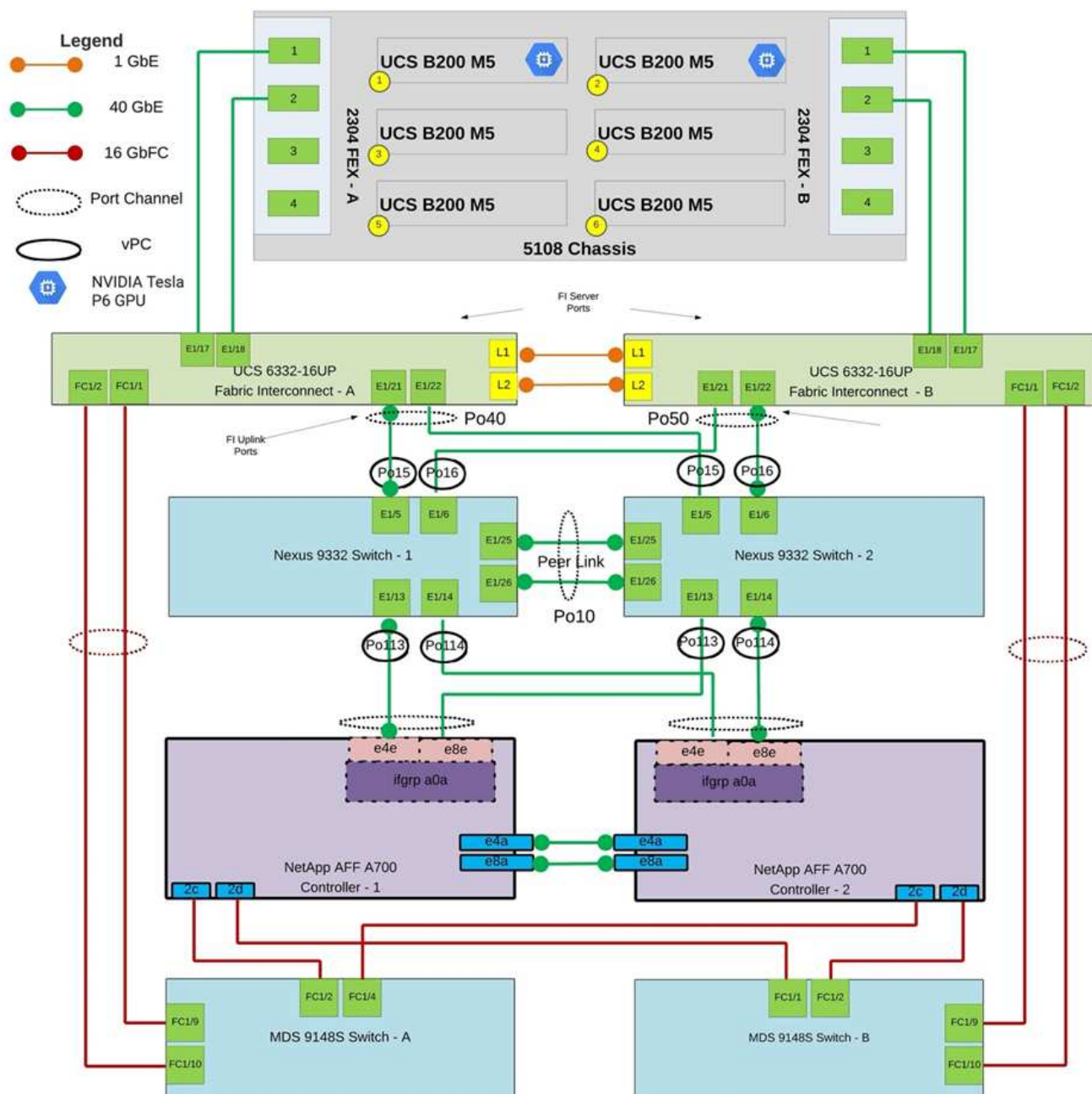
La figura seguente mostra il sistema FlexPod utilizzato per la configurazione e la convalida di GATK. Abbiamo utilizzato ["Data center FlexPod con VMware vSphere 7.0 e NetApp ONTAP 9.7 Cisco Validated Design \(CVD\)"](#) durante il processo di configurazione.

FlexPod for Genomics



Il seguente diagramma illustra i dettagli del cablaggio FlexPod.

FlexPod for Genomics



La seguente tabella elenca i componenti hardware utilizzati durante il test GATK abilitando su un FlexPod. Ecco il ["Tool di matrice di interoperabilità NetApp"](#) (IMT) e ["Cisco hardware Compatibility List \(HCL\) \(elenco compatibilità hardware Cisco\)"](#).

Layer	Famiglia di prodotti	Quantità e modello	Dettagli
Calcolo	Chassis Cisco UCS 5108	1 o 2	
	Blade server Cisco UCS	6 B200 M5	Ciascuno con 2 core da 20 o più, 2,7 GHz e 128 GB di RAM

Layer	Famiglia di prodotti	Quantità e modello	Dettagli
	Cisco UCS Virtual Interface Card (VIC)	Cisco UCS 1440	Vedere
	2 interconnessioni fabric Cisco UCS	6332	-
Rete	Switch Cisco Nexus	2 Cisco Nexus 9332	-
Rete di storage	Rete IP per l'accesso allo storage su protocolli SMB/CIFS, NFS o iSCSI	Stessi switch di rete come sopra	-
	Accesso allo storage tramite FC	2 Cisco MDS 9148S	-
Storage	Sistema storage all-flash NetApp AFF A700	1 cluster	Cluster con due nodi
	Shelf di dischi	Uno shelf di dischi DS224C o NS224	Completamente popolato con 24 dischi
	SSD	Capacità di 24, 1,2 TB o superiore	-

Questa tabella elenca il software dell'infrastruttura.

Software	Famiglia di prodotti	Versione o release	Dettagli
Vari	Linux	RHEL 8.3	-
	Windows	Windows Server 2012 R2 (64 bit)	-
	NetApp ONTAP	ONTAP 9.8 o versione successiva	-
	Cisco UCS Fabric Interconnect	Cisco UCS Manager 4.1 o versione successiva	-
	Switch Cisco Ethernet serie 3000 o 9000	Per la serie 9000, 7.0(3)I7(7) o versioni successive per la serie 3000, 9.2(4) o versioni successive	-
	Cisco FC: Cisco MDS 9132T	8.4(1a) o successiva	-
	Hypervisor	VMware vSphere ESXi 7.0	-
Storage	Sistema di gestione dell'hypervisor	VMware vCenter Server 7.0 (vCSA) o versione successiva	-
Rete	NetApp Virtual Storage Console (VSC)	VSC 9.7 o versione successiva	-

Software	Famiglia di prodotti	Versione o release	Dettagli
	NetApp SnapCenter	SnapCenter 4.3 o versione successiva	-
	Cisco UCS Manager	4.1(3c) o versione successiva	
Hypervisor	ESXi		
Gestione	Sistema di gestione dell'hypervisor VMware vCenter Server 7.0 (vCSA) o versione successiva		
	NetApp Virtual Storage Console (VSC)	VSC 9.7 o versione successiva	
	NetApp SnapCenter	SnapCenter 4.3 o versione successiva	
	Cisco UCS Manager	4.1(3c) o versione successiva	

["Next: Genomica - Installazione ed esecuzione di GATK."](#)

Genomica - Installazione ed esecuzione di GATK

["Precedente: Componenti hardware e software dell'infrastruttura della soluzione."](#)

Secondo il National Human Genome Research Institute (["NHGRI"](#)), "la genomica è lo studio di tutti i geni di una persona (il genoma), comprese le interazioni di questi geni tra loro e con l'ambiente di una persona. "

In base a. ["NHGRI"](#) L'acido desossiribonucleico (DNA) è il composto chimico che contiene le istruzioni necessarie per sviluppare e dirigere le attività di quasi tutti gli organismi viventi. Le molecole di DNA sono costituite da due trefoli torcenti accoppiati, spesso indicati come a doppia elica". "Il set completo di DNA di un organismo è chiamato genoma".

Il sequenziamento è il processo di determinazione dell'ordine esatto delle basi in un filamento di DNA. Uno dei tipi più comuni di sequenziamento oggi utilizzato è chiamato sequenziamento per sintesi. Questa tecnica utilizza l'emissione di segnali fluorescenti per ordinare le basi. I ricercatori possono utilizzare il sequenziamento del DNA per cercare variazioni genetiche e qualsiasi mutazione che possa svolgere un ruolo nello sviluppo o nella progressione di una malattia mentre una persona è ancora nello stadio embrionale.

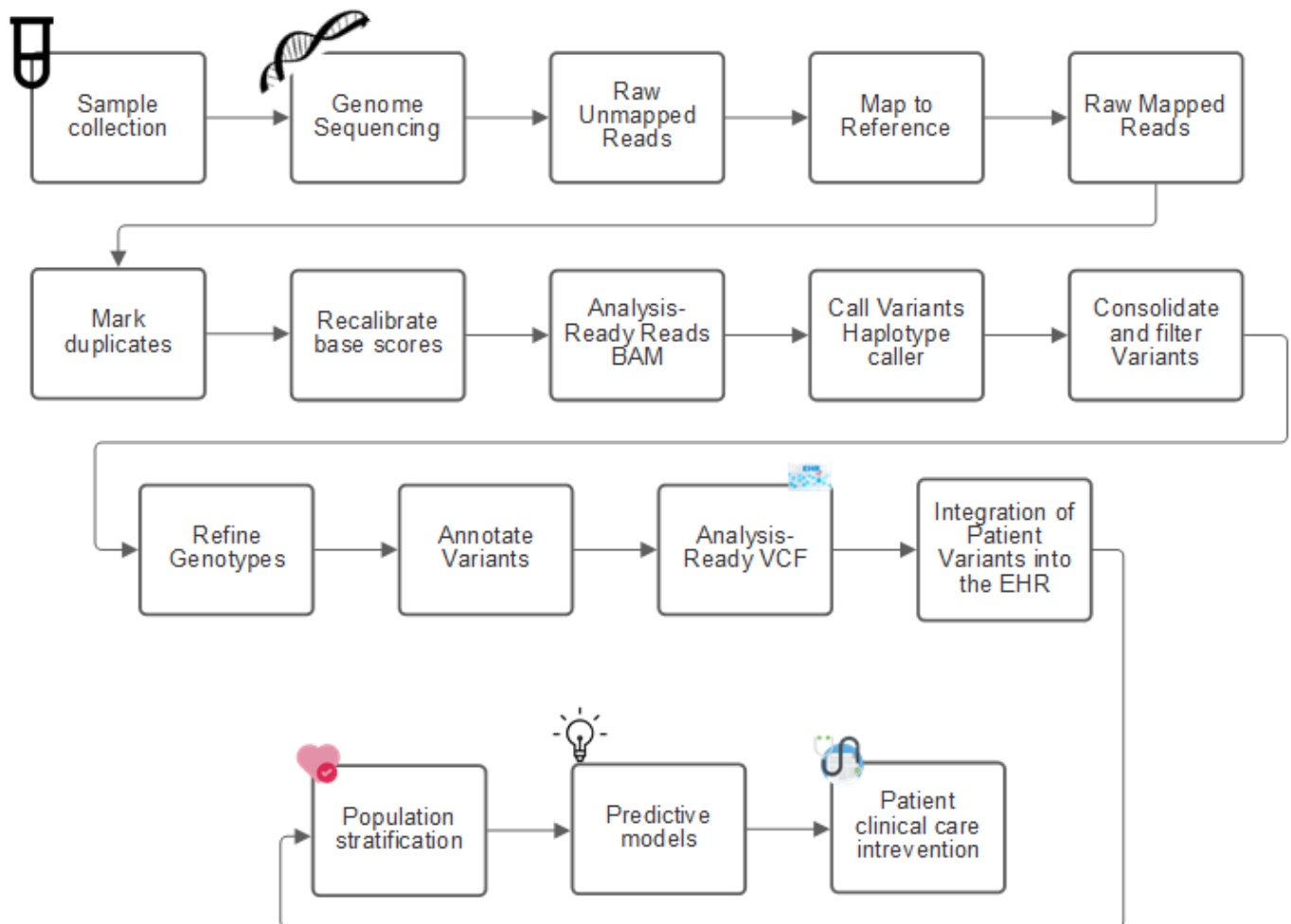
Dall'identificazione del campione alla variante, all'annotazione e alla previsione

Ad alto livello, la genomica può essere classificata nei seguenti passaggi. Questo non è un elenco completo:

1. Raccolta dei campioni.
2. ["Sequenziamento del genoma"](#) utilizzo di un sequencer per generare i dati raw.
3. Pre-elaborazione. Ad esempio, ["deduplica"](#) utilizzo di ["Picard"](#).
4. Analisi genomica.

- a. Mappatura a un genoma di riferimento.
 - b. **"Variante"** L'identificazione e l'annotazione vengono in genere eseguite utilizzando GATK e strumenti simili.
5. Integrazione nel sistema di cartelle cliniche elettroniche (EHR).
 6. **"Stratificazione della popolazione"** e identificazione della variazione genetica attraverso la posizione geografica e il background etnico.
 7. **"Modelli predittivi"** utilizzando un significativo polimorfismo a singolo nucleotide.
 8. **"Convalida"**.

La figura seguente mostra il processo che va dal campionamento all'identificazione della variante, all'annotazione e alla previsione.



Il progetto Human Genome è stato completato nell'aprile 2003 e il progetto ha realizzato una simulazione di altissima qualità della sequenza di genomi umani disponibile in pubblico dominio. Questo genoma di riferimento ha dato inizio a un'esplosione nella ricerca e nello sviluppo delle capacità genomiche. Praticamente ogni disturbo umano ha una firma nei geni di quell'essere umano. Fino a poco tempo fa, i medici utilizzavano i geni per predire e determinare i difetti congeniti come l'anemia falciforme, causata da un certo schema di ereditarietà causato da un cambiamento in un singolo gene. Il tesoro dei dati messi a disposizione dal progetto sul genoma umano ha portato all'avvento dello stato attuale delle capacità genomiche.

La genomica offre una vasta gamma di vantaggi. Ecco una piccola serie di vantaggi nei settori sanitario e delle scienze biologiche:

- Migliore diagnosi presso i punti di cura
- Migliore prognosi
- Medicina di precisione
- Piani di trattamento personalizzati
- Migliore monitoraggio delle malattie
- Riduzione degli eventi avversi
- Migliore accesso alle terapie
- Miglioramento del monitoraggio delle malattie
- Partecipazione efficace agli studi clinici e migliore selezione dei pazienti per gli studi clinici basati sui genotipi.

La genomica è un "[bestia a quattro teste](#)," a causa delle esigenze di calcolo per tutto il ciclo di vita di un set di dati: acquisizione, storage, distribuzione e analisi.

GATK (Genome Analysis Toolkit)

GATK è stata sviluppata come piattaforma per la data science presso "[Broad Institute](#)". GATK è un insieme di strumenti open-source che consentono l'analisi del genoma, in particolare rilevamento, identificazione, annotazione e genotipizzazione delle varianti. Uno dei vantaggi di GATK è che il set di strumenti e/o comandi può essere concatenato per formare un workflow completo. Le principali sfide affrontate da un ampio istituto sono le seguenti:

- Comprendere le cause alla radice e i meccanismi biologici delle malattie.
- Identificare gli interventi terapeutici che agiscono alla causa fondamentale di una malattia.
- Comprendere la linea di vista dalle varianti al funzionamento in fisiologia umana.
- Creare standard e policy "[framework](#)" per la rappresentazione dei dati genoma, lo storage, l'analisi, la sicurezza e così via.
- Standardizzare e socializzare database di aggregazione dei genomi interoperabili (gnomAD).
- Monitoraggio, diagnosi e trattamento dei pazienti basati sul genoma con maggiore precisione.
- Aiuta a implementare strumenti che prevedano le malattie ben prima che appaiano i sintomi.
- Crea e potenzia una community di collaboratori interdisciplinari per affrontare i problemi più difficili e importanti della biomedicina.

Secondo il GATK e l'ampio istituto, il sequenziamento del genoma deve essere trattato come un protocollo in un laboratorio di patologia; ogni attività è ben documentata, ottimizzata, riproducibile e coerente tra campioni ed esperimenti. Di seguito viene riportata una serie di procedure consigliate dal Broad Institute. Per ulteriori informazioni, vedere "[Sito web di GATK](#)".

Configurazione di FlexPod

La convalida del carico di lavoro di genomics include una configurazione da zero di una piattaforma di infrastruttura FlexPod. La piattaforma FlexPod è altamente disponibile e può essere scalata in modo indipendente; ad esempio, la rete, lo storage e il calcolo possono essere scalati in modo indipendente. Abbiamo utilizzato la seguente guida alla progettazione convalidata da Cisco come documento di riferimento sull'architettura per configurare l'ambiente FlexPod: "[Data center FlexPod con VMware vSphere 7.0 e NetApp ONTAP 9.7](#)". Scopri i seguenti punti salienti della configurazione della piattaforma FlexPod:

Per eseguire la configurazione del laboratorio FlexPod, attenersi alla seguente procedura:

1. La configurazione e la convalida del laboratorio FlexPod utilizza le seguenti prenotazioni IP4 e VLAN.

IP Reservations

VLAN	IP Range	Subnet Mask	Purpose
3281	172.21.25 /24	255.255.255.0	IB-MGMT
3282	172.21.26 /24	255.255.255.0	vMotion
3283	172.21.27 /24	255.255.255.0	VM
3284	172.21.28 /24	255.255.255.0	NFS
3285	172.21.29 /24	255.255.255.0	iSCSI-A
3286	172.21.30 /24	255.255.255.0	iSCSI-B

2. Configurare le LUN di avvio basate su iSCSI sulla SVM ONTAP.

The screenshot displays the ONTAP System Manager web interface. On the left is a dark blue navigation sidebar with a menu icon at the top. The sidebar contains the following items: DASHBOARD, STORAGE (with an expand/collapse arrow), Overview, Applications, Volumes, LUNs (highlighted in light blue), Shares, Qtrees, Quotas, Storage VMs, and Tiers. The main content area has a blue header bar with the ONTAP logo and the text 'ONTAP System Manager'. Below this header, the title 'LUNs' is displayed in large grey font. Under the title is a blue button with a white plus sign and the text '+ Add'. Below the button is a table with three columns: a checkbox column, a 'Name' column with a sort icon, and a 'Storage VM' column. The table contains six rows of data, each with a dropdown arrow in the checkbox column, a name starting with 'ESXi_Boot_Lun_', and the value 'Healthcare_SVM' in the Storage VM column.

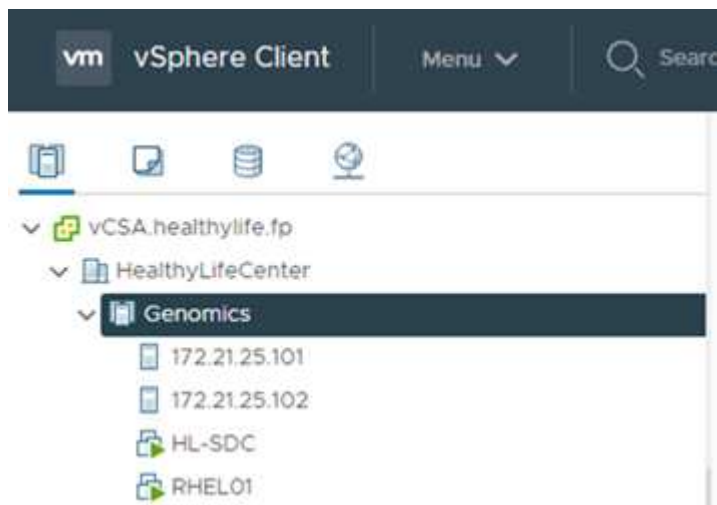
<input type="checkbox"/>	Name	Storage VM
▼	ESXi_Boot_Lun_1	Healthcare_SVM
▼	ESXi_Boot_Lun_2	Healthcare_SVM
▼	ESXi_Boot_Lun_3	Healthcare_SVM
▼	ESXi_Boot_Lun_4	Healthcare_SVM
▼	ESXi_Boot_Lun_5	Healthcare_SVM
▼	ESXi_Boot_Lun_6	Healthcare_SVM

3. Mappare i LUN ai gruppi di iniziatori iSCSI.

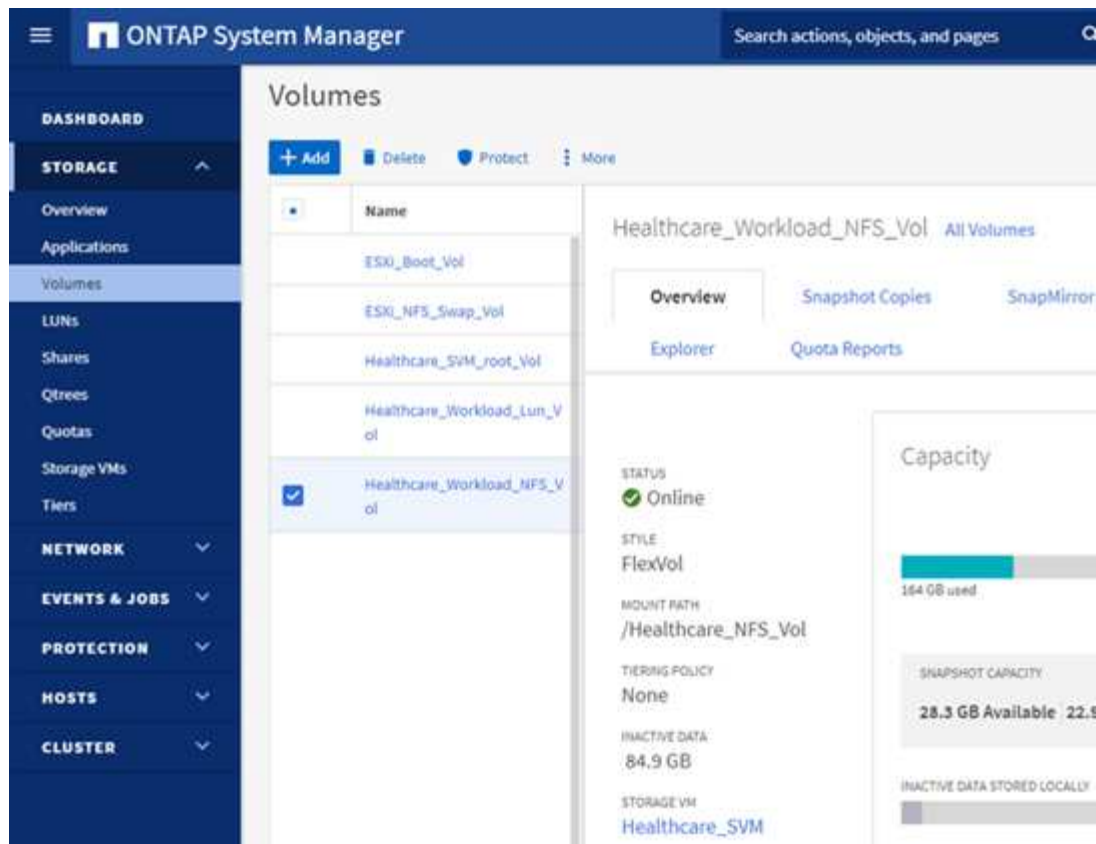
<input type="checkbox"/>	Name	Storage VM	Volume	Size	IOPS	Latency (ms)	Throughput (MB/s)
<input checked="" type="checkbox"/>	ESXi_Boot_Lun_1	Healthcare_SVM	ESXi_Boot_Vol	20 GB	3	0.16	0.01
<div> <div>STATUS</div> <div>Online</div> </div> <div> <div>VOLUME</div> <div>ESXi_Boot_Vol</div> </div> <div> <div>DESCRIPTION</div> <div>-</div> </div> <div> <div>SERIAL NUMBER</div> <div>80A4X+R8rAhP</div> </div> <div> <div>QOS POLICY GROUP</div> <div>-</div> </div> <div> <div>MAPPED TO INITIATORS</div> <div> GenomicsESXi_1 (1) iqn.1992-08.com.cisco:ucs-... </div> </div> <div> <div>ID</div> <div>0</div> </div> <div> <div>SNAPSHOT COPIES (LOCAL)</div> <div> <div>STATUS</div> <div>Protected</div> </div> </div> <div> <div>SNAPMIRROR (LOCAL OR REMOTE)</div> <div> <div>STATUS</div> <div>Unprotected</div> </div> </div> <div> <div>CAPACITY (AVAILABLE % TOTAL)</div> <div> <div>95%</div> <div>20 GB</div> </div> </div> <div> <div>LUN FORMAT</div> <div>VMware</div> </div> <div> <div>PATH</div> <div>/vol/ESXi_Boot_Vol/ESXi_Boot_Lun_1</div> </div>							

<input type="checkbox"/>	Name	Storage VM	Volume	Size	IOPS	Latency (ms)	Throughput (MB/s)
<input checked="" type="checkbox"/>	ESXi_Boot_Lun_1	Healthcare_SVM	ESXi_Boot_Vol	20 GB	1	0.25	0.01
<input checked="" type="checkbox"/>	ESXi_Boot_Lun_2	Healthcare_SVM	ESXi_Boot_Vol	20 GB	4	0.18	0.02
<div> <div>STATUS</div> <div>Online</div> </div> <div> <div>VOLUME</div> <div>ESXi_Boot_Vol</div> </div> <div> <div>DESCRIPTION</div> <div>-</div> </div> <div> <div>SERIAL NUMBER</div> <div>80A4X+R8rAhU</div> </div> <div> <div>QOS POLICY GROUP</div> <div>-</div> </div> <div> <div>MAPPED TO INITIATORS</div> <div> GenomicsESXi_2 (1) iqn.1992-08.com.cisco:ucs-... </div> </div> <div> <div>ID</div> <div>0</div> </div> <div> <div>SNAPSHOT COPIES (LOCAL)</div> <div> <div>STATUS</div> <div>Protected</div> </div> </div> <div> <div>SNAPMIRROR (LOCAL OR REMOTE)</div> <div> <div>STATUS</div> <div>Unprotected</div> </div> </div> <div> <div>CAPACITY (AVAILABLE % TOTAL)</div> <div> <div>96%</div> <div>20 GB</div> </div> </div> <div> <div>LUN FORMAT</div> <div>VMware</div> </div>							

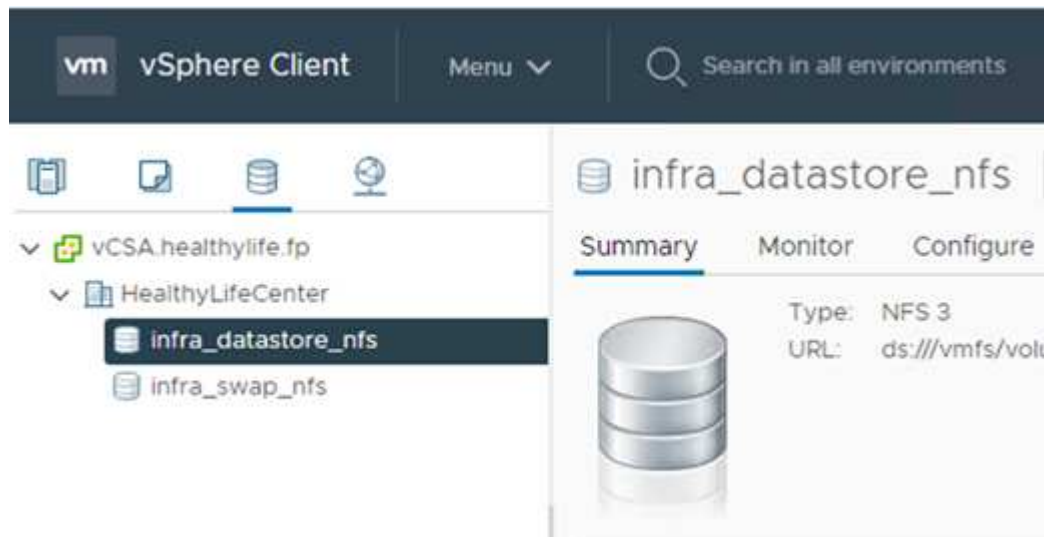
4. Installare vSphere 7.0 con l'avvio iSCSI.
5. Registrare gli host ESXi con vCenter.



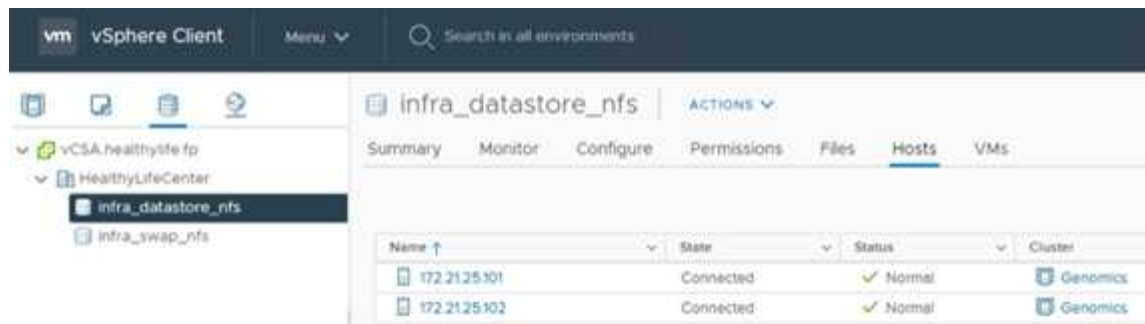
6. Eseguire il provisioning di un datastore NFS infra_datastore_nfs Sullo storage ONTAP.



7. Aggiungere il datastore al vCenter.



8. Utilizzando vCenter, aggiungere un datastore NFS agli host ESXi.



9. Utilizzando vCenter, creare una macchina virtuale Red Hat Enterprise Linux (RHEL) 8.3 per eseguire GATK.
10. Un datastore NFS viene presentato alla macchina virtuale e montato su `/mnt/genomics`, Utilizzato per memorizzare file eseguibili GATK, script, file BAM (Binary Alignment Map), file di riferimento, file di indice, file del dizionario e file out per la chiamata delle varianti.

```
[root@genomics1 genomics]# df | grep genomics
/dev/sdb                308587328  5699492 287142812   2% /mnt/genomics
[root@genomics1 genomics]#
```

Configurazione ed esecuzione di GATK

Installare i seguenti prerequisiti su RedHat Enterprise 8.3 Linux VM:

- Java 8 o SDK 1.8 o versione successiva
- Scarica GATK 4.2.0.0 dal Broad Institute ["Sito GitHub"](#). I dati della sequenza genoma sono generalmente memorizzati sotto forma di una serie di colonne ASCII delimitate da tabulazioni. Tuttavia, ASCII occupa troppo spazio per la memorizzazione. Pertanto, un nuovo standard evoluto chiamato file BAM (**.bam**). **Un file BAM memorizza i dati della sequenza in un formato compresso, indicizzato e binario. Noi "scaricato" Un insieme di file BAM disponibili pubblicamente per l'esecuzione di GATK da "di dominio pubblico". Abbiamo anche scaricato file di indice (.bai), file di dizionario (.dict) e file di dati di riferimento (.fasta) dello stesso dominio pubblico.**

Dopo il download, il kit di strumenti GATK ha un file jar e una serie di script di supporto.

- `gatk-package-4.2.0.0-local.jar` eseguibile
- `gatk` file di script.

Abbiamo scaricato i file BAM e i corrispondenti file di indice, dizionario e genoma di riferimento per una famiglia composta da file *.bam padre, madre e figlio.

Motore Cromwell

Cromwell è un motore open-source orientato ai flussi di lavoro scientifici che consente la gestione del workflow. Il motore Cromwell può essere eseguito in due **"modalità"**, Server mode o Run mode a singolo flusso di lavoro. Il comportamento del motore Cromwell può essere controllato tramite **"File di configurazione del motore Cromwell"**.

- **Server mode.** attiva **"Riposante"** Esecuzione dei flussi di lavoro nel motore Cromwell.
- **Run mode.** la modalità Run è più adatta per l'esecuzione di singoli flussi di lavoro in Cromwell, **"rif"** Per una serie completa di opzioni disponibili in modalità Run.

Utilizziamo il motore Cromwell per eseguire flussi di lavoro e pipeline su larga scala. Il motore Cromwell utilizza un sistema intuitivo "[linguaggio di descrizione del workflow](#)" Linguaggio di scripting basato su (WDL). Cromwell supporta anche un secondo standard di scripting per il workflow, denominato Common workflow Language (CWL). Nel corso di questo report tecnico, abbiamo utilizzato WDL. WDL è stato originariamente sviluppato dal Broad Institute for Genome analysis Pipeline. I flussi di lavoro WDL possono essere implementati utilizzando diverse strategie, tra cui:

- **Linear Chaining.** come suggerisce il nome, l'output dell'attività n. 1 viene inviato all'attività n. 2 come input.
- **Multi-in/out.** questo è simile al concatenamento lineare in quanto ogni task può avere più output inviati come input a task successivi.
- **Scatter-Gather.** si tratta di una delle strategie di integrazione applicativa aziendale (EAI) più potenti disponibili, soprattutto se utilizzata in un'architettura basata sugli eventi. Ogni task viene eseguito in modo disaccoppiato e l'output di ogni task viene consolidato nell'output finale.

Quando si utilizza WDL per eseguire GATK in una modalità standalone, sono disponibili tre passaggi:

1. Validare la sintassi utilizzando `womtool.jar`.

```
[root@genomics1 ~]# java -jar womtool.jar validate ghplo.wdl
```

2. Generare input JSON.

```
[root@genomics1 ~]# java -jar womtool.jar inputs ghplo.wdl > ghplo.json
```

3. Eseguire il flusso di lavoro utilizzando il motore Cromwell e `Cromwell.jar`.

```
[root@genomics1 ~]# java -jar cromwell.jar run ghplo.wdl --inputs ghplo.json
```

Il GATK può essere eseguito utilizzando diversi metodi; questo documento esplora tre di questi metodi.

Esecuzione di GATK utilizzando il file jar

Esaminiamo ora l'esecuzione di una singola pipeline di chiamate con il chiamante della variante haplotype.

```
[root@genomics1 ~]# java -Dsamjdk.use_async_io_read_samtools=false \
-Dsamjdk.use_async_io_write_samtools=true \
-Dsamjdk.use_async_io_write_tribble=false \
-Dsamjdk.compression_level=2 \
-jar /mnt/genomics/GATK/gatk-4.2.0.0/gatk-package-4.2.0.0-local.jar \
HaplotypeCaller \
--input /mnt/genomics/GATK/TEST\ DATA/bam/workshop_1906_2-
germline_bams_father.bam \
--output workshop_1906_2-germline_bams_father.validation.vcf \
--reference /mnt/genomics/GATK/TEST\ DATA/ref/workshop_1906_2-
germline_ref_ref.fasta
```

In questo metodo di esecuzione, utilizziamo il file jar di esecuzione locale di GATK, utilizziamo un singolo comando java per richiamare il file jar e passiamo diversi parametri al comando.

1. Questo parametro indica che stiamo richiamando HaplotypeCaller pipeline chiamante variante.
2. -- input Specifica il file BAM di input.
3. --output specifica il file di output della variante nel formato di chiamata della variante (*.vcf) ("rif").
4. Con --reference parametro, stiamo passando un genoma di riferimento.

Una volta eseguita l'operazione, i dettagli dell'output sono disponibili nella sezione ["Output per l'esecuzione di GATK utilizzando il file jar."](#)

Esecuzione di GATK utilizzando lo script ./gatk

Il kit di strumenti GATK può essere eseguito utilizzando ./gatk script. Esaminiamo il seguente comando:

```
[root@genomics1 execution]# ./gatk \
--java-options "-Xmx4G" \
HaplotypeCaller \
-I /mnt/genomics/GATK/TEST\ DATA/bam/workshop_1906_2-
germline_bams_father.bam \
-R /mnt/genomics/GATK/TEST\ DATA/ref/workshop_1906_2-
germline_ref_ref.fasta \
-O /mnt/genomics/GATK/TEST\ DATA/variants.vcf
```

Passiamo diversi parametri al comando.

- Questo parametro indica che stiamo richiamando HaplotypeCaller pipeline chiamante variante.
- -I Specifica il file BAM di input.
- -O specifica il file di output della variante nel formato di chiamata della variante (*.vcf) ("rif").
- Con -R parametro, stiamo passando un genoma di riferimento.

Una volta eseguita l'operazione, i dettagli dell'output sono disponibili nella sezione

Esecuzione di GATK utilizzando il motore Cromwell

Utilizziamo il motore Cromwell per gestire l'esecuzione di GATK. Esaminiamo la riga di comando e i relativi parametri.

```
[root@genomics1 genomics]# java -jar cromwell-65.jar \  
run /mnt/genomics/GATK/seq/ghplo.wdl \  
--inputs /mnt/genomics/GATK/seq/ghplo.json
```

In questo caso, viene richiamato il comando Java passando a `-jar` parametro per indicare che si intende eseguire un file jar, ad esempio `Cromwell-65.jar`. Il parametro successivo è stato superato (`run`) Indica che il motore Cromwell è in esecuzione in modalità Run, mentre l'altra opzione possibile è la modalità Server. Il parametro successivo è `*.wdl` Che la modalità Run debba utilizzare per eseguire le pipeline. Il parametro successivo è l'insieme di parametri di input per i flussi di lavoro in esecuzione.

Di seguito sono elencati i contenuti di `ghplo.wdl` file simile a:

```
[root@genomics1 seq]# cat ghplo.wdl  
workflow helloHaplotypeCaller {  
  call haplotypeCaller  
}  
task haplotypeCaller {  
  File GATK  
  File RefFasta  
  File RefIndex  
  File RefDict  
  String sampleName  
  File inputBAM  
  File bamIndex  
  command {  
    java -jar ${GATK} \  
      HaplotypeCaller \  
      -R ${RefFasta} \  
      -I ${inputBAM} \  
      -O ${sampleName}.raw.indels.snps.vcf  
  }  
  output {  
    File rawVCF = "${sampleName}.raw.indels.snps.vcf"  
  }  
}  
[root@genomics1 seq]#
```

Ecco il file JSON corrispondente con gli input al motore Cromwell.

```
[root@genomics1 seq]# cat ghplo.json
{
  "helloHaplotypeCaller.haplotypeCaller.GATK": "/mnt/genomics/GATK/gatk-4.2.0.0/gatk-package-4.2.0.0-local.jar",
  "helloHaplotypeCaller.haplotypeCaller.RefFasta": "/mnt/genomics/GATK/TEST DATA/ref/workshop_1906_2-germline_ref_ref.fasta",
  "helloHaplotypeCaller.haplotypeCaller.RefIndex": "/mnt/genomics/GATK/TEST DATA/ref/workshop_1906_2-germline_ref_ref.fasta.fai",
  "helloHaplotypeCaller.haplotypeCaller.RefDict": "/mnt/genomics/GATK/TEST DATA/ref/workshop_1906_2-germline_ref_ref.dict",
  "helloHaplotypeCaller.haplotypeCaller.sampleName": "fatherbam",
  "helloHaplotypeCaller.haplotypeCaller.inputBAM": "/mnt/genomics/GATK/TEST DATA/bam/workshop_1906_2-germline_bams_father.bam",
  "helloHaplotypeCaller.haplotypeCaller.bamIndex": "/mnt/genomics/GATK/TEST DATA/bam/workshop_1906_2-germline_bams_father.bai"
}
[root@genomics1 seq]#
```

Tenere presente che Cromwell utilizza un database in-memory per l'esecuzione. Una volta eseguito, il log di output viene visualizzato nella sezione ["Output per l'esecuzione di GATK utilizzando il motore Cromwell."](#)

Per una serie completa di passaggi su come eseguire GATK, vedere ["Documentazione GATK"](#).

["Successivo: Output per l'esecuzione di GATK utilizzando il file jar."](#)

Output per l'esecuzione di GATK utilizzando il file jar

["Precedente: Genomica - impostazione ed esecuzione di GATK."](#)

L'esecuzione di GATK utilizzando il file jar ha prodotto il seguente output di esempio.

```
[root@genomics1 execution]# java -Dsamjdk.use_async_io_read_samtools=false \
-Dsamjdk.use_async_io_write_samtools=true \
-Dsamjdk.use_async_io_write_tribble=false \
-Dsamjdk.compression_level=2 \
-jar /mnt/genomics/GATK/gatk-4.2.0.0/gatk-package-4.2.0.0-local.jar \
HaplotypeCaller \
--input /mnt/genomics/GATK/TEST\ DATA/bam/workshop_1906_2-germline_bams_father.bam \
--output workshop_1906_2-germline_bams_father.validation.vcf \
--reference /mnt/genomics/GATK/TEST\ DATA/ref/workshop_1906_2-germline_ref_ref.fasta \
22:52:58.430 INFO NativeLibraryLoader - Loading libgkl_compression.so
from jar:file:/mnt/genomics/GATK/gatk-4.2.0.0/gatk-package-4.2.0.0-local.jar!/com/intel/gkl/native/libgkl_compression.so
```

```

Aug 17, 2021 10:52:58 PM
shaded.cloud_nio.com.google.auth.oauth2.ComputeEngineCredentials
runningOnComputeEngine
INFO: Failed to detect whether we are running on Google Compute Engine.
22:52:58.541 INFO HaplotypeCaller -
-----
22:52:58.542 INFO HaplotypeCaller - The Genome Analysis Toolkit (GATK)
v4.2.0.0
22:52:58.542 INFO HaplotypeCaller - For support and documentation go to
https://software.broadinstitute.org/gatk/
22:52:58.542 INFO HaplotypeCaller - Executing as
root@genomics1.healthylife.fp on Linux v4.18.0-305.3.1.el8_4.x86_64 amd64
22:52:58.542 INFO HaplotypeCaller - Java runtime: OpenJDK 64-Bit Server
VM v1.8.0_302-b08
22:52:58.542 INFO HaplotypeCaller - Start Date/Time: August 17, 2021
10:52:58 PM EDT
22:52:58.542 INFO HaplotypeCaller -
-----
22:52:58.542 INFO HaplotypeCaller -
-----
22:52:58.542 INFO HaplotypeCaller - HTSJDK Version: 2.24.0
22:52:58.542 INFO HaplotypeCaller - Picard Version: 2.25.0
22:52:58.542 INFO HaplotypeCaller - Built for Spark Version: 2.4.5
22:52:58.542 INFO HaplotypeCaller - HTSJDK Defaults.COMPRESSION_LEVEL : 2
22:52:58.543 INFO HaplotypeCaller - HTSJDK
Defaults.USE_ASYNC_IO_READ_FOR_SAMTOOLS : false
22:52:58.543 INFO HaplotypeCaller - HTSJDK
Defaults.USE_ASYNC_IO_WRITE_FOR_SAMTOOLS : true
22:52:58.543 INFO HaplotypeCaller - HTSJDK
Defaults.USE_ASYNC_IO_WRITE_FOR_TRIBBLE : false
22:52:58.543 INFO HaplotypeCaller - Deflater: IntelDeflater
22:52:58.543 INFO HaplotypeCaller - Inflater: IntelInflater
22:52:58.543 INFO HaplotypeCaller - GCS max retries/reopens: 20
22:52:58.543 INFO HaplotypeCaller - Requester pays: disabled
22:52:58.543 INFO HaplotypeCaller - Initializing engine
22:52:58.804 INFO HaplotypeCaller - Done initializing engine
22:52:58.809 INFO HaplotypeCallerEngine - Disabling physical phasing,
which is supported only for reference-model confidence output
22:52:58.820 INFO NativeLibraryLoader - Loading libgkl_utils.so from
jar:file:/mnt/genomics/GATK/gatk-4.2.0.0/gatk-package-4.2.0.0-
local.jar!/com/intel/gkl/native/libgkl_utils.so
22:52:58.821 INFO NativeLibraryLoader - Loading libgkl_pairhmm_omp.so
from jar:file:/mnt/genomics/GATK/gatk-4.2.0.0/gatk-package-4.2.0.0-
local.jar!/com/intel/gkl/native/libgkl_pairhmm_omp.so
22:52:58.854 INFO IntelPairHmm - Using CPU-supported AVX-512 instructions
22:52:58.854 INFO IntelPairHmm - Flush-to-zero (FTZ) is enabled when

```

```

running PairHMM
22:52:58.854 INFO   IntelPairHmm - Available threads: 16
22:52:58.854 INFO   IntelPairHmm - Requested threads: 4
22:52:58.854 INFO   PairHMM - Using the OpenMP multi-threaded AVX-
accelerated native PairHMM implementation
22:52:58.872 INFO   ProgressMeter - Starting traversal
22:52:58.873 INFO   ProgressMeter -           Current Locus   Elapsed Minutes
Regions Processed   Regions/Minute
22:53:00.733 WARN   InbreedingCoeff - InbreedingCoeff will not be
calculated at position 20:9999900 and possibly subsequent; at least 10
samples must have called genotypes
22:53:08.873 INFO   ProgressMeter -           20:17538652           0.2
58900               353400.0
22:53:17.681 INFO   HaplotypeCaller - 405 read(s) filtered by:
MappingQualityReadFilter
0 read(s) filtered by: MappingQualityAvailableReadFilter
0 read(s) filtered by: MappedReadFilter
0 read(s) filtered by: NotSecondaryAlignmentReadFilter
6628 read(s) filtered by: NotDuplicateReadFilter
0 read(s) filtered by: PassesVendorQualityCheckReadFilter
0 read(s) filtered by: NonZeroReferenceLengthAlignmentReadFilter
0 read(s) filtered by: GoodCigarReadFilter
0 read(s) filtered by: WellformedReadFilter
7033 total reads filtered
22:53:17.681 INFO   ProgressMeter -           20:63024652           0.3
210522             671592.9
22:53:17.681 INFO   ProgressMeter - Traversal complete. Processed 210522
total regions in 0.3 minutes.
22:53:17.687 INFO   VectorLoglessPairHMM - Time spent in setup for JNI call
: 0.010347438
22:53:17.687 INFO   PairHMM - Total compute time in PairHMM
computeLogLikelihoods() : 0.259172573
22:53:17.687 INFO   SmithWatermanAligner - Total compute time in java
Smith-Waterman : 1.27 sec
22:53:17.687 INFO   HaplotypeCaller - Shutting down engine
[August 17, 2021 10:53:17 PM EDT]
org.broadinstitute.hellbender.tools.walkers.haplotypecaller.HaplotypeCalle
r done. Elapsed time: 0.32 minutes.
Runtime.totalMemory()=5561122816
[root@genomics1 execution]#

```

Si noti che il file di output si trova nella posizione specificata dopo l'esecuzione.

Output per l'esecuzione di GATK utilizzando lo script ./gatk

["Precedente: Output per l'esecuzione di GATK utilizzando il file jar."](#)

L'esecuzione di GATK utilizzando `./gatk` lo script ha prodotto il seguente output di esempio.

```
[root@genomics1 gatk-4.2.0.0]# ./gatk --java-options "-Xmx4G" \
HaplotypeCaller \
-I /mnt/genomics/GATK/TEST\ DATA/bam/workshop_1906_2-
germline_bams_father.bam \
-R /mnt/genomics/GATK/TEST\ DATA/ref/workshop_1906_2-
germline_ref_ref.fasta \
-O /mnt/genomics/GATK/TEST\ DATA/variants.vcf
Using GATK jar /mnt/genomics/GATK/gatk-4.2.0.0/gatk-package-4.2.0.0-
local.jar
Running:
    java -Dsamjdk.use_async_io_read_samtools=false
-Dsamjdk.use_async_io_write_samtools=true
-Dsamjdk.use_async_io_write_tribble=false -Dsamjdk.compression_level=2
-Xmx4G -jar /mnt/genomics/GATK/gatk-4.2.0.0/gatk-package-4.2.0.0-local.jar
HaplotypeCaller -I /mnt/genomics/GATK/TEST DATA/bam/workshop_1906_2-
germline_bams_father.bam -R /mnt/genomics/GATK/TEST
DATA/ref/workshop_1906_2-germline_ref_ref.fasta -O /mnt/genomics/GATK/TEST
DATA/variants.vcf
23:29:45.553 INFO NativeLibraryLoader - Loading libgkl_compression.so
from jar:file:/mnt/genomics/GATK/gatk-4.2.0.0/gatk-package-4.2.0.0-
local.jar!/com/intel/gkl/native/libgkl_compression.so
Aug 17, 2021 11:29:45 PM
shaded.cloud_nio.com.google.auth.oauth2.ComputeEngineCredentials
runningOnComputeEngine
INFO: Failed to detect whether we are running on Google Compute Engine.
23:29:45.686 INFO HaplotypeCaller -
-----
23:29:45.686 INFO HaplotypeCaller - The Genome Analysis Toolkit (GATK)
v4.2.0.0
23:29:45.686 INFO HaplotypeCaller - For support and documentation go to
https://software.broadinstitute.org/gatk/
23:29:45.687 INFO HaplotypeCaller - Executing as
root@genomics1.healthyliife.fp on Linux v4.18.0-305.3.1.el8_4.x86_64 amd64
23:29:45.687 INFO HaplotypeCaller - Java runtime: OpenJDK 64-Bit Server
VM v11.0.12+7-LTS
23:29:45.687 INFO HaplotypeCaller - Start Date/Time: August 17, 2021 at
11:29:45 PM EDT
23:29:45.687 INFO HaplotypeCaller -
-----
23:29:45.687 INFO HaplotypeCaller -
-----
23:29:45.687 INFO HaplotypeCaller - HTSJDK Version: 2.24.0
```

```

23:29:45.687 INFO HaplotypeCaller - Picard Version: 2.25.0
23:29:45.687 INFO HaplotypeCaller - Built for Spark Version: 2.4.5
23:29:45.688 INFO HaplotypeCaller - HTSJDK Defaults.COMPRESSION_LEVEL : 2
23:29:45.688 INFO HaplotypeCaller - HTSJDK
Defaults.USE_ASYNC_IO_READ_FOR_SAMTOOLS : false
23:29:45.688 INFO HaplotypeCaller - HTSJDK
Defaults.USE_ASYNC_IO_WRITE_FOR_SAMTOOLS : true
23:29:45.688 INFO HaplotypeCaller - HTSJDK
Defaults.USE_ASYNC_IO_WRITE_FOR_TRIBBLE : false
23:29:45.688 INFO HaplotypeCaller - Deflater: IntelDeflater
23:29:45.688 INFO HaplotypeCaller - Inflater: IntelInflater
23:29:45.688 INFO HaplotypeCaller - GCS max retries/reopens: 20
23:29:45.688 INFO HaplotypeCaller - Requester pays: disabled
23:29:45.688 INFO HaplotypeCaller - Initializing engine
23:29:45.804 INFO HaplotypeCaller - Done initializing engine
23:29:45.809 INFO HaplotypeCallerEngine - Disabling physical phasing,
which is supported only for reference-model confidence output
23:29:45.818 INFO NativeLibraryLoader - Loading libgkl_utils.so from
jar:file:/mnt/genomics/GATK/gatk-4.2.0.0/gatk-package-4.2.0.0-
local.jar!/com/intel/gkl/native/libgkl_utils.so
23:29:45.819 INFO NativeLibraryLoader - Loading libgkl_pairhmm_omp.so
from jar:file:/mnt/genomics/GATK/gatk-4.2.0.0/gatk-package-4.2.0.0-
local.jar!/com/intel/gkl/native/libgkl_pairhmm_omp.so
23:29:45.852 INFO IntelPairHmm - Using CPU-supported AVX-512 instructions
23:29:45.852 INFO IntelPairHmm - Flush-to-zero (FTZ) is enabled when
running PairHMM
23:29:45.852 INFO IntelPairHmm - Available threads: 16
23:29:45.852 INFO IntelPairHmm - Requested threads: 4
23:29:45.852 INFO PairHMM - Using the OpenMP multi-threaded AVX-
accelerated native PairHMM implementation
23:29:45.868 INFO ProgressMeter - Starting traversal
23:29:45.868 INFO ProgressMeter -          Current Locus  Elapsed Minutes
Regions Processed  Regions/Minute
23:29:47.772 WARN InbreedingCoeff - InbreedingCoeff will not be
calculated at position 20:9999900 and possibly subsequent; at least 10
samples must have called genotypes
23:29:55.868 INFO ProgressMeter -          20:18885652          0.2
63390          380340.0
23:30:04.389 INFO HaplotypeCaller - 405 read(s) filtered by:
MappingQualityReadFilter
0 read(s) filtered by: MappingQualityAvailableReadFilter
0 read(s) filtered by: MappedReadFilter
0 read(s) filtered by: NotSecondaryAlignmentReadFilter
6628 read(s) filtered by: NotDuplicateReadFilter
0 read(s) filtered by: PassesVendorQualityCheckReadFilter
0 read(s) filtered by: NonZeroReferenceLengthAlignmentReadFilter

```

```

0 read(s) filtered by: GoodCigarReadFilter
0 read(s) filtered by: WellformedReadFilter
7033 total reads filtered
23:30:04.389 INFO ProgressMeter - 20:63024652 0.3
210522 681999.9
23:30:04.389 INFO ProgressMeter - Traversal complete. Processed 210522
total regions in 0.3 minutes.
23:30:04.395 INFO VectorLoglessPairHMM - Time spent in setup for JNI call
: 0.0121292030000000002
23:30:04.395 INFO PairHMM - Total compute time in PairHMM
computeLogLikelihoods() : 0.267345217
23:30:04.395 INFO SmithWatermanAligner - Total compute time in java
Smith-Waterman : 1.23 sec
23:30:04.395 INFO HaplotypeCaller - Shutting down engine
[August 17, 2021 at 11:30:04 PM EDT]
org.broadinstitute.hellbender.tools.walkers.haplotypecaller.HaplotypeCalle
r done. Elapsed time: 0.31 minutes.
Runtime.totalMemory()=2111832064
[root@genomics1 gatk-4.2.0.0]#

```

Si noti che il file di output si trova nella posizione specificata dopo l'esecuzione.

["Avanti: Output per l'esecuzione di GATK utilizzando il motore Cromwell."](#)

Output per l'esecuzione di GATK utilizzando il motore Cromwell

L'esecuzione di GATK utilizzando il motore Cromwell ha prodotto il seguente output di esempio.

```

[root@genomics1 genomics]# java -jar cromwell-65.jar run
/mnt/genomics/GATK/seq/ghplo.wdl --inputs
/mnt/genomics/GATK/seq/ghplo.json
[2021-08-18 17:10:50,78] [info] Running with database db.url =
jdbc:hsqldb:mem:856a1f0d-9a0d-42e5-9199-
5e6c1d0f72dd;shutdown=false;hsqldb.tx=mvcc
[2021-08-18 17:10:57,74] [info] Running migration
RenameWorkflowOptionsInMetadata with a read batch size of 100000 and a
write batch size of 100000
[2021-08-18 17:10:57,75] [info] [RenameWorkflowOptionsInMetadata] 100%
[2021-08-18 17:10:57,83] [info] Running with database db.url =
jdbc:hsqldb:mem:6afe0252-2dc9-4e57-8674-
ce63c67aa142;shutdown=false;hsqldb.tx=mvcc
[2021-08-18 17:10:58,17] [info] Slf4jLogger started
[2021-08-18 17:10:58,33] [info] Workflow heartbeat configuration:
{
  "cromwellId" : "cromid-41b7e30",

```



```

"heartbeatInterval" : "2 minutes",
"ttl" : "10 minutes",
"failureShutdownDuration" : "5 minutes",
"writeBatchSize" : 10000,
"writeThreshold" : 10000
}
[2021-08-18 17:10:58,38] [info] Metadata summary refreshing every 1
second.
[2021-08-18 17:10:58,38] [info] No metadata archiver defined in config
[2021-08-18 17:10:58,38] [info] No metadata deleter defined in config
[2021-08-18 17:10:58,40] [info] KvWriteActor configured to flush with
batch size 200 and process rate 5 seconds.
[2021-08-18 17:10:58,40] [info] WriteMetadataActor configured to flush
with batch size 200 and process rate 5 seconds.
[2021-08-18 17:10:58,44] [info] CallCacheWriteActor configured to flush
with batch size 100 and process rate 3 seconds.
[2021-08-18 17:10:58,44] [warn] 'docker.hash-lookup.gcr-api-queries-per-
100-seconds' is being deprecated, use 'docker.hash-lookup.gcr.throttle'
instead (see reference.conf)
[2021-08-18 17:10:58,54] [info] JobExecutionTokenDispenser - Distribution
rate: 50 per 1 seconds.
[2021-08-18 17:10:58,58] [info] SingleWorkflowRunnerActor: Version 65
[2021-08-18 17:10:58,58] [info] SingleWorkflowRunnerActor: Submitting
workflow
[2021-08-18 17:10:58,64] [info] Unspecified type (Unspecified version)
workflow 3e246147-b1a9-41dc-8679-319f81b7701e submitted
[2021-08-18 17:10:58,66] [info] SingleWorkflowRunnerActor: Workflow
submitted 3e246147-b1a9-41dc-8679-319f81b7701e
[2021-08-18 17:10:58,66] [info] 1 new workflows fetched by cromid-41b7e30:
3e246147-b1a9-41dc-8679-319f81b7701e
[2021-08-18 17:10:58,67] [info] WorkflowManagerActor: Starting workflow
3e246147-b1a9-41dc-8679-319f81b7701e
[2021-08-18 17:10:58,68] [info] WorkflowManagerActor: Successfully started
WorkflowActor-3e246147-b1a9-41dc-8679-319f81b7701e
[2021-08-18 17:10:58,68] [info] Retrieved 1 workflows from the
WorkflowStoreActor
[2021-08-18 17:10:58,70] [info] WorkflowStoreHeartbeatWriteActor
configured to flush with batch size 10000 and process rate 2 minutes.
[2021-08-18 17:10:58,76] [info] MaterializeWorkflowDescriptorActor
[3e246147]: Parsing workflow as WDL draft-2
[2021-08-18 17:10:59,34] [info] MaterializeWorkflowDescriptorActor
[3e246147]: Call-to-Backend assignments:
helloHaplotypeCaller.haplotypeCaller -> Local
[2021-08-18 17:11:00,54] [info] WorkflowExecutionActor-3e246147-b1a9-41dc-
8679-319f81b7701e [3e246147]: Starting
helloHaplotypeCaller.haplotypeCaller

```

```

[2021-08-18 17:11:01,56] [info] Assigned new job execution tokens to the
following groups: 3e246147: 1
[2021-08-18 17:11:01,70] [info] BackgroundConfigAsyncJobExecutionActor
[3e246147helloHaplotypeCaller.haplotypeCaller:NA:1]: java -jar
/mnt/genomics/cromwell-executions/helloHaplotypeCaller/3e246147-b1a9-41dc-
8679-319f81b7701e/call-haplotypeCaller/inputs/-179397211/gatk-package-
4.2.0.0-local.jar \
    HaplotypeCaller \
    -R /mnt/genomics/cromwell-executions/helloHaplotypeCaller/3e246147-
b1a9-41dc-8679-319f81b7701e/call-
haplotypeCaller/inputs/604632695/workshop_1906_2-germline_ref_ref.fasta \
    -I /mnt/genomics/cromwell-executions/helloHaplotypeCaller/3e246147-
b1a9-41dc-8679-319f81b7701e/call-
haplotypeCaller/inputs/604617202/workshop_1906_2-germline_bams_father.bam
\
    -O fatherbam.raw.indels.snps.vcf
[2021-08-18 17:11:01,72] [info] BackgroundConfigAsyncJobExecutionActor
[3e246147helloHaplotypeCaller.haplotypeCaller:NA:1]: executing: /bin/bash
/mnt/genomics/cromwell-executions/helloHaplotypeCaller/3e246147-b1a9-41dc-
8679-319f81b7701e/call-haplotypeCaller/execution/script
[2021-08-18 17:11:03,49] [info] BackgroundConfigAsyncJobExecutionActor
[3e246147helloHaplotypeCaller.haplotypeCaller:NA:1]: job id: 26867
[2021-08-18 17:11:03,53] [info] BackgroundConfigAsyncJobExecutionActor
[3e246147helloHaplotypeCaller.haplotypeCaller:NA:1]: Status change from -
to WaitingForReturnCode
[2021-08-18 17:11:03,54] [info] Not triggering log of token queue status.
Effective log interval = None
[2021-08-18 17:11:23,65] [info] BackgroundConfigAsyncJobExecutionActor
[3e246147helloHaplotypeCaller.haplotypeCaller:NA:1]: Status change from
WaitingForReturnCode to Done
[2021-08-18 17:11:25,04] [info] WorkflowExecutionActor-3e246147-b1a9-41dc-
8679-319f81b7701e [3e246147]: Workflow helloHaplotypeCaller complete.
Final Outputs:
{
  "helloHaplotypeCaller.haplotypeCaller.rawVCF": "/mnt/genomics/cromwell-
executions/helloHaplotypeCaller/3e246147-b1a9-41dc-8679-319f81b7701e/call-
haplotypeCaller/execution/fatherbam.raw.indels.snps.vcf"
}
[2021-08-18 17:11:28,43] [info] WorkflowManagerActor: Workflow actor for
3e246147-b1a9-41dc-8679-319f81b7701e completed with status 'Succeeded'.
The workflow will be removed from the workflow store.
[2021-08-18 17:11:32,24] [info] SingleWorkflowRunnerActor workflow
finished with status 'Succeeded'.
{
  "outputs": {
    "helloHaplotypeCaller.haplotypeCaller.rawVCF":

```

```

"/mnt/genomics/cromwell-executions/helloHaplotypeCaller/3e246147-b1a9-41dc-8679-319f81b7701e/call-haplotypeCaller/execution/fatherbam.raw.indels.snps.vcf"
  },
  "id": "3e246147-b1a9-41dc-8679-319f81b7701e"
}
[2021-08-18 17:11:33,45] [info] Workflow polling stopped
[2021-08-18 17:11:33,46] [info] 0 workflows released by cromid-41b7e30
[2021-08-18 17:11:33,46] [info] Shutting down WorkflowStoreActor - Timeout = 5 seconds
[2021-08-18 17:11:33,46] [info] Shutting down WorkflowLogCopyRouter - Timeout = 5 seconds
[2021-08-18 17:11:33,46] [info] Shutting down JobExecutionTokenDispenser - Timeout = 5 seconds
[2021-08-18 17:11:33,46] [info] Aborting all running workflows.
[2021-08-18 17:11:33,46] [info] JobExecutionTokenDispenser stopped
[2021-08-18 17:11:33,46] [info] WorkflowStoreActor stopped
[2021-08-18 17:11:33,47] [info] WorkflowLogCopyRouter stopped
[2021-08-18 17:11:33,47] [info] Shutting down WorkflowManagerActor - Timeout = 3600 seconds
[2021-08-18 17:11:33,47] [info] WorkflowManagerActor: All workflows finished
[2021-08-18 17:11:33,47] [info] WorkflowManagerActor stopped
[2021-08-18 17:11:33,64] [info] Connection pools shut down
[2021-08-18 17:11:33,64] [info] Shutting down SubWorkflowStoreActor - Timeout = 1800 seconds
[2021-08-18 17:11:33,64] [info] Shutting down JobStoreActor - Timeout = 1800 seconds
[2021-08-18 17:11:33,64] [info] Shutting down CallCacheWriteActor - Timeout = 1800 seconds
[2021-08-18 17:11:33,64] [info] SubWorkflowStoreActor stopped
[2021-08-18 17:11:33,64] [info] Shutting down ServiceRegistryActor - Timeout = 1800 seconds
[2021-08-18 17:11:33,64] [info] Shutting down DockerHashActor - Timeout = 1800 seconds
[2021-08-18 17:11:33,64] [info] Shutting down IoProxy - Timeout = 1800 seconds
[2021-08-18 17:11:33,64] [info] CallCacheWriteActor Shutting down: 0 queued messages to process
[2021-08-18 17:11:33,64] [info] JobStoreActor stopped
[2021-08-18 17:11:33,64] [info] CallCacheWriteActor stopped
[2021-08-18 17:11:33,64] [info] KvWriteActor Shutting down: 0 queued messages to process
[2021-08-18 17:11:33,64] [info] IoProxy stopped
[2021-08-18 17:11:33,64] [info] WriteMetadataActor Shutting down: 0 queued messages to process

```

```
[2021-08-18 17:11:33,65] [info] ServiceRegistryActor stopped
[2021-08-18 17:11:33,65] [info] DockerHashActor stopped
[2021-08-18 17:11:33,67] [info] Database closed
[2021-08-18 17:11:33,67] [info] Stream materializer shut down
[2021-08-18 17:11:33,67] [info] WDL HTTP import resolver closed
[root@genomics1 genomics]#
```

"Avanti: Configurazione della GPU."

Configurazione della GPU

"Precedente: Output per l'esecuzione di GATK utilizzando il motore Cromwell."

Al momento della pubblicazione, il tool GATK non supporta in modo nativo l'esecuzione on-premise basata su GPU. La seguente configurazione e guida consentono ai lettori di comprendere quanto sia semplice utilizzare FlexPod con una GPU NVIDIA Tesla P6 montata sul retro utilizzando una scheda mezzanine PCIe per GATK.

Abbiamo utilizzato il seguente progetto validato da Cisco (CVD) come architettura di riferimento e guida alle Best practice per configurare l'ambiente FlexPod in modo da poter eseguire applicazioni che utilizzano GPU.

- ["Data center FlexPod per ai/ML con Cisco UCS 480 ML per l'apprendimento approfondito"](#)

Ecco una serie di punti chiave durante questa configurazione:

1. Abbiamo utilizzato una GPU NVIDIA Tesla P6 PCIe in uno slot mezzanino nei server UCS B200 M5.

Equipment / Chassis / Chassis 1 / Servers / Server 1

<GeneralInventoryVirtual MachinesInstalled FirmwareCIMC SessionsSEL LogsVIF PathsHealth>

<MotherboardCIMCCPUGPUsMemoryAdaptersHBAsNICsiSCSI vNICsSecurity>

Advanced FilterExportPrint

Name	ID	Model	Serial	Mode
Graphics Card 2	2	UCSB-GPU-P6-R	FCH212373V7	Compute

Equipment / Chassis / Chassis 1 / Servers / Server 2

<GeneralInventoryVirtual MachinesInstalled FirmwareCIMC SessionsSEL LogsVIF PathsHealth>

<MotherboardCIMCCPUGPUsMemoryAdaptersHBAsNICsiSCSI vNICsSecurity>

Advanced FilterExportPrint

Name	ID	Model	Serial	Mode
Graphics Card 2	2	UCSB-GPU-P6-R	FCH212373Y1	Compute

2. Per questa configurazione, ci siamo registrati sul portale partner NVIDIA e abbiamo ottenuto una licenza di

valutazione (nota anche come diritto) per poter utilizzare le GPU in modalità di calcolo.

3. Il software NVIDIA vGPU richiesto è stato scaricato dal sito Web del partner NVIDIA.
4. Abbiamo scaricato i diritti *.bin Dal sito web del partner NVIDIA.
5. Abbiamo installato un server di licenza NVIDIA vGPU e aggiunto le autorizzazioni al server di licenza utilizzando *.bin File scaricato dal sito del partner NVIDIA.
6. Assicurarsi di scegliere la versione software NVIDIA vGPU corretta per l'implementazione sul portale dei partner NVIDIA. Per questa configurazione è stata utilizzata la versione del driver 460.73.02.
7. Questo comando installa **"NVIDIA vGPU Manager"** In ESXi.

```
[root@localhost:~] esxcli software vib install -v
/vmfs/volumes/infra_datastore_nfs/nvidia/vib/NVIDIA_bootbank_NVIDIA-
VMware_ESXi_7.0_Host_Driver_460.73.02-1OEM.700.0.0.15525992.vib
Installation Result
Message: Operation finished successfully.
Reboot Required: false
VIBs Installed: NVIDIA_bootbank_NVIDIA-
VMware_ESXi_7.0_Host_Driver_460.73.02-1OEM.700.0.0.15525992
VIBs Removed:
VIBs Skipped:
```

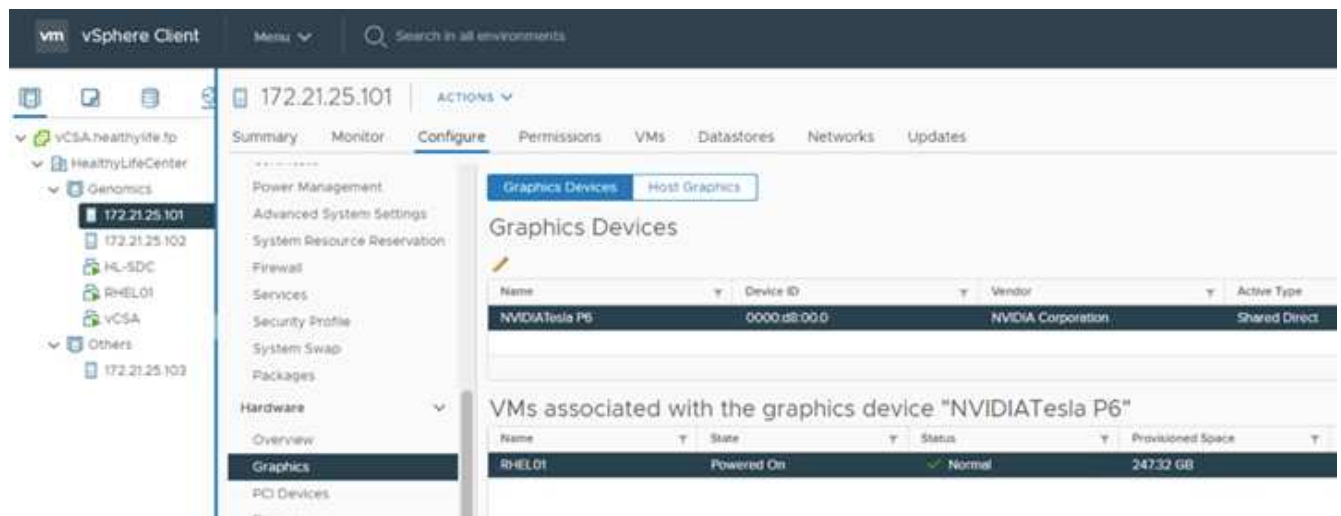
8. Dopo aver riavviato il server ESXi, eseguire il seguente comando per convalidare l'installazione e controllare lo stato delle GPU.

```

[root@localhost:~] nvidia-smi
Wed Aug 18 21:37:19 2021
+-----+
+-----+
| NVIDIA-SMI 460.73.02      Driver Version: 460.73.02      CUDA Version: N/A
|
|-----+-----+
+-----+
| GPU  Name           Persistence-M| Bus-Id        Disp.A | Volatile
Uncorr. ECC |
| Fan  Temp  Perf  Pwr:Usage/Cap|      Memory-Usage | GPU-Util
Compute M. |
|
|
MIG M. |
|=====+=====+=====
=====|
|   0  Tesla P6             On   | 00000000:D8:00.0 Off |
0 |
| N/A   35C    P8      9W /  90W |  15208MiB / 15359MiB |      0%
Default |
|
|
N/A |
+-----+-----+
+-----+
+-----+
+-----+
+-----+
| Processes:
|
| GPU    GI    CI          PID    Type    Process name                  GPU
Memory |
|      ID    ID                 |                   |      Usage
|
|=====+=====+=====
=====|
|   0   N/A   N/A     2812553      C+G     RHEL01
15168MiB |
+-----+-----+
+-----+
[root@localhost:~]

```

9. Utilizzando vCenter, "configurare" L'impostazione del dispositivo grafico è "Shared Direct".



10. Assicurarsi che l'avvio sicuro sia disattivato per la macchina virtuale RedHat.
11. Assicurarsi che il firmware VM Boot Options sia impostato su EFI ("rif").

Edit Settings
RHEL01

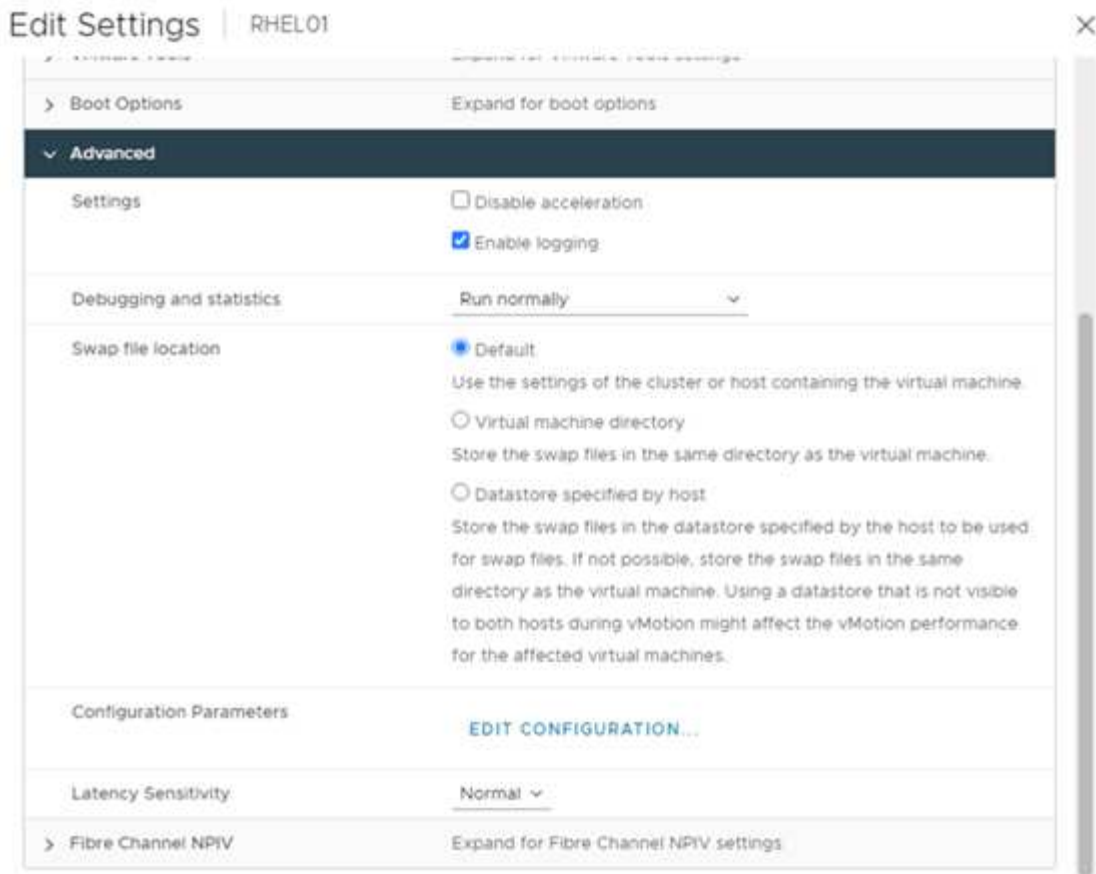
Virtual Hardware
VM Options

> General Options	VM Name: RHEL01
> VMware Remote Console Options	<input type="checkbox"/> Lock the guest operating system when the last remote user disconnects
> Encryption	Expand for encryption settings
> Power management	Expand for power management settings
> VMware Tools	Expand for VMware Tools settings
> Boot Options	
Firmware	EFI (recommended) ▼
Secure Boot	<input type="checkbox"/> Enabled
Boot Delay	When powering on or resetting, delay boot order by 0 milliseconds
Force EFI setup	<input type="checkbox"/> During the next boot, force entry into the EFI setup screen
Failed Boot Recovery	<input type="checkbox"/> If the VM fails to find boot device, automatically retry after 10 seconds
> Advanced	Expand for advanced settings
> Fibre Channel NPIV	Expand for Fibre Channel NPIV settings

CANCEL
OK

12. Assicurarsi che i SEGUENTI PARAMETRI siano aggiunti alla configurazione avanzata di modifica delle opzioni della macchina virtuale. Il valore di `pciPassthru.64bitMMIOSizeGB` Il parametro dipende dalla memoria della GPU e dal numero di GPU assegnate alla VM. Ad esempio:

- Se a una macchina virtuale sono assegnate 4 GPU V100 da 32 GB, questo valore deve essere 128.
- Se a una macchina virtuale sono assegnate 4 GPU P6 da 16 GB, questo valore deve essere 64.

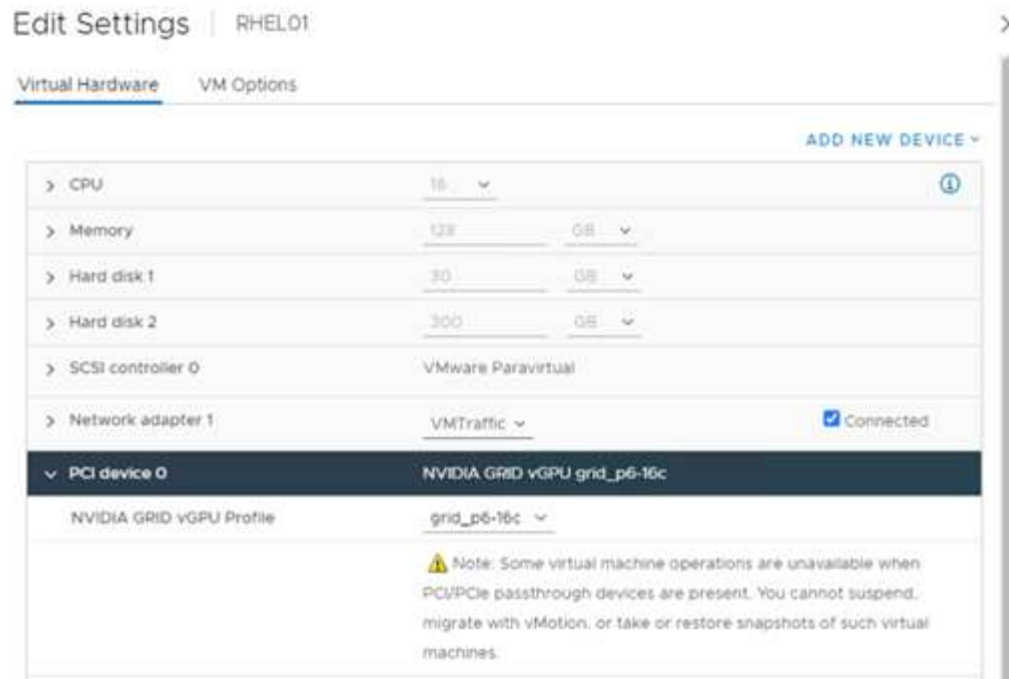


Configuration Parameters

Modify or add configuration parameters as needed for experimental features or as instructed by technical support. Empty values will be removed (supported on ESXi 6.0 and later).

Name	Value
pciPassthru.64bitMMIOSizeGB	64
pciPassthru.use64bitMMIO	TRUE

13. Quando si aggiungono vGPU come nuovo dispositivo PCI alla macchina virtuale in vCenter, assicurarsi di selezionare NVIDIA GRID vGPU come tipo di dispositivo PCI.
14. Scegliere il profilo GPU corretto che si adatta alla GPU utilizzata, alla memoria GPU e allo scopo di utilizzo: Ad esempio, grafica o calcolo.



15. Su RedHat Linux VM, i driver NVIDIA possono essere installati eseguendo il seguente comando:

```
[root@genomics1 genomics]# sh NVIDIA-Linux-x86_64-460.73.01-grid.run
```

16. Verificare che venga segnalato il profilo vGPU corretto eseguendo il seguente comando:

```
[root@genomics1 genomics]# nvidia-smi -query-gpu=gpu_name
-format=csv,noheader -id=0 | sed -e 's/ /-/g'
GRID-P6-16C
[root@genomics1 genomics]#
```

17. Dopo il riavvio, verificare che la scheda NVIDIA vGPU corretta sia riportata insieme alle versioni dei driver.

```

[root@genomics1 genomics]# nvidia-smi
Wed Aug 18 20:30:56 2021
+-----+
+-----+
| NVIDIA-SMI 460.73.01      Driver Version: 460.73.01      CUDA Version:
11.2      |
|-----+-----+
+-----+
| GPU  Name           Persistence-M| Bus-Id        Disp.A | Volatile
Uncorr. ECC |
| Fan  Temp  Perf  Pwr:Usage/Cap|      Memory-Usage | GPU-Util
Compute M. |
|
MIG M. |
|=====+=====+=====
=====|
|   0  GRID P6-16C           On   | 00000000:02:02.0 Off |
N/A |
| N/A   N/A    P8    N/A /  N/A |   2205MiB / 16384MiB |      0%
Default |
|
N/A |
+-----+-----+
+-----+
+-----+
+-----+
+-----+
| Processes:
|
| GPU    GI    CI          PID    Type    Process name                  GPU
Memory |
|          ID    ID                                   Usage
|
|=====+=====+=====
=====|
|   0    N/A   N/A         8604      G   /usr/libexec/Xorg
13MiB |
+-----+-----+
+-----+
[root@genomics1 genomics]#

```

18. Assicurarsi che l'IP del server di licenza sia configurato sulla macchina virtuale nel file di configurazione della griglia vGPU.

a. Copiare il modello.

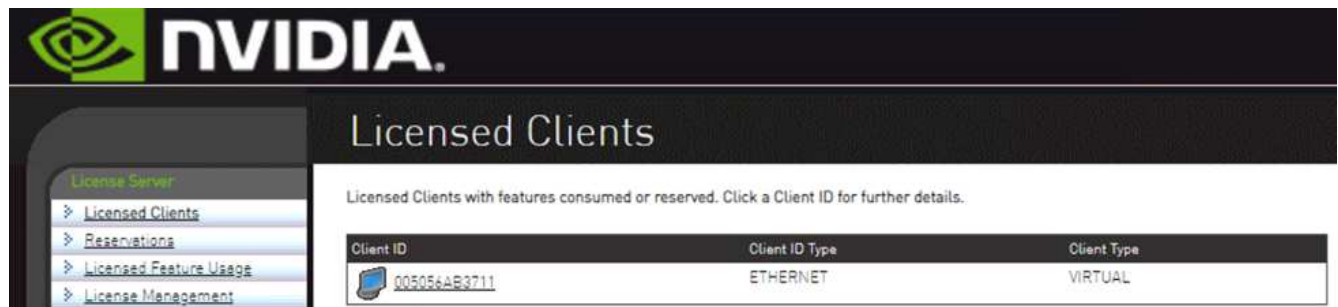
```
[root@genomics1 genomics]# cp /etc/nvidia/gridd.conf.template  
/etc/nvidia/gridd.conf
```

- b. Modificare il file `/etc/nvidia/rid.conf`, Aggiungere l'indirizzo IP del server di licenza e impostare il tipo di funzione su 1.

```
ServerAddress=192.168.169.10
```

```
FeatureType=1
```

19. Dopo aver riavviato la macchina virtuale, nel server di licenza viene visualizzata una voce sotto Licensed Clients (Client concessi in licenza), come mostrato di seguito.



20. Per ulteriori informazioni sul download del software GATK e Cromwell, consultare la sezione Solutions Setup.
21. Dopo che GATK può utilizzare le GPU on-premise, il linguaggio di descrizione del workflow `*.wdl` ha gli attributi di runtime come mostrato di seguito.

```

task ValidateBAM {
  input {
    # Command parameters
    File input_bam
    String output_basename
    String? validation_mode
    String gatk_path
    # Runtime parameters
    String docker
    Int machine_mem_gb = 4
    Int additional_disk_space_gb = 50
  }
  Int disk_size = ceil(size(input_bam, "GB")) + additional_disk_space_gb
  String output_name = "${output_basename}_${validation_mode}.txt"
  command {
    ${gatk_path} \
      ValidateSamFile \
      --INPUT ${input_bam} \
      --OUTPUT ${output_name} \
      --MODE ${default="SUMMARY" validation_mode}
  }
  runtime {
    gpuCount: 1
    gpuType: "nvidia-tesla-p6"
    docker: docker
    memory: machine_mem_gb + " GB"
    disks: "local-disk " + disk_size + " HDD"
  }
  output {
    File validation_report = "${output_name}"
  }
}

```

["Prossimo: Conclusione."](#)

Conclusione

["Precedente: Configurazione della GPU."](#)

Molte organizzazioni sanitarie di tutto il mondo hanno standardizzato FlexPod come piattaforma comune. Con FlexPod, puoi implementare le funzionalità del settore sanitario in tutta sicurezza. FlexPod con NetApp ONTAP è dotato di serie della capacità di implementare un set di protocolli leader del settore pronto all'uso. Indipendentemente dall'origine della richiesta di eseguire genomica di un dato paziente, interoperabilità, accessibilità, disponibilità e scalabilità sono standard con una piattaforma FlexPod. Se

standardizzato su una piattaforma FlexPod, la cultura dell'innovazione diventa contagiosa.

Dove trovare ulteriori informazioni

Per ulteriori informazioni sulle informazioni descritte in questo documento, consultare i seguenti documenti e siti Web:

- Data center FlexPod per ai/ML con Cisco UCS 480 ML per l'apprendimento approfondito

["https://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/unified_computing/ucs/UCS_CVDs/flexpod_480ml_aiml_deployment.pdf"](https://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/unified_computing/ucs/UCS_CVDs/flexpod_480ml_aiml_deployment.pdf)

- Data center FlexPod con VMware vSphere 7.0 e NetApp ONTAP 9.7

["https://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/unified_computing/ucs/UCS_CVDs/fp_vmware_vsphere_7_0_ontap_9_7.html"](https://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/unified_computing/ucs/UCS_CVDs/fp_vmware_vsphere_7_0_ontap_9_7.html)

- Centro documentazione di ONTAP 9

["http://docs.netapp.com"](http://docs.netapp.com)

- Agile ed efficiente: Come FlexPod promuove la modernizzazione del data center

["https://www.flexpod.com/idc-white-paper/"](https://www.flexpod.com/idc-white-paper/)

- Ai nel settore sanitario

["https://www.netapp.com/us/media/na-369.pdf"](https://www.netapp.com/us/media/na-369.pdf)

- FlexPod per il settore sanitario semplifica la tua trasformazione

["https://flexpod.com/solutions/verticals/healthcare/"](https://flexpod.com/solutions/verticals/healthcare/)

- FlexPod di Cisco e NetApp

["https://flexpod.com/"](https://flexpod.com/)

- Ai e Analytics per il settore sanitario (NetApp)

["https://www.netapp.com/us/artificial-intelligence/healthcare-ai-analytics/index.aspx"](https://www.netapp.com/us/artificial-intelligence/healthcare-ai-analytics/index.aspx)

- Ai nel settore sanitario le scelte di infrastruttura intelligente aumentano il successo

<https://www.netapp.com/pdf.html?item=/media/7410-wp-7314.pdf>

- Data center FlexPod con ONTAP 9.8, connettore storage ONTAP per Cisco Intersight e modalità gestita Cisco Intersight.

<https://www.netapp.com/pdf.html?item=/media/25001-tr-4883.pdf>

- Data center FlexPod con piattaforma OpenStack Linux aziendale Red Hat

["https://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/unified_computing/ucs/UCS_CVDs/flexpod_openstack_osp6.html"](https://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/unified_computing/ucs/UCS_CVDs/flexpod_openstack_osp6.html)

Cronologia delle versioni

Versione	Data	Cronologia delle versioni del documento
Versione 1.0	Novembre 2021	Release iniziale.

Guida al dimensionamento direzionale di FlexPod per MEDITECH

TR-4774: FlexPod per dimensionamento direzionale MEDITECH

Brandon Agee, John Duignan, NetApp Mike Brennan, Jon Ebmeir, Cisco



In collaborazione con:

Questo report fornisce una guida per il dimensionamento di FlexPod per un ambiente software applicativo MEDITECH EHR.

Scopo

I sistemi FlexPod possono essere implementati per ospitare i servizi di ESPANSIONE MEDITECH, 6.x, 5.x e MAGIC. I server FlexPod che ospitano il livello applicativo MEDITECH offrono una piattaforma integrata per un'infrastruttura affidabile e dalle performance elevate. La piattaforma integrata di FlexPod viene implementata rapidamente da partner di canale qualificati di FlexPod ed è supportata dai centri di assistenza tecnica Cisco e NetApp.

Il dimensionamento si basa sulle informazioni contenute nella proposta di configurazione hardware di MEDITECH e nel documento di task MEDITECH. L'obiettivo è determinare le dimensioni ottimali per i componenti dell'infrastruttura di calcolo, rete e storage.

Il "[Panoramica SUL CARICO di lavoro DI MEDITECH](#)" La sezione descrive i tipi di carichi di lavoro di calcolo e storage disponibili negli ambienti MEDITECH.

Il "[Specifiche tecniche per architetture piccole, medie e grandi](#)" La sezione descrive in dettaglio una distinta materiali di esempio per le diverse architetture di storage descritte nella sezione. Le configurazioni fornite sono solo linee guida generali. Dimensionare sempre i sistemi utilizzando i sizzer in base al carico di lavoro e ottimizzare le configurazioni di conseguenza.

Vantaggi generali della soluzione

L'esecuzione di un ambiente MEDITECH sulla base architetturale FlexPod può aiutare le organizzazioni sanitarie a migliorare la produttività e a ridurre le spese di capitale e operative. FlexPod offre un'infrastruttura convergente pre-validata, rigorosamente testata, grazie alla partnership strategica di Cisco e NetApp. È progettato e progettato specificamente per offrire performance di sistema prevedibili a bassa latenza e alta disponibilità. Questo approccio consente agli utenti del sistema MEDITECH EHR di ottenere tempi di risposta più rapidi.

La soluzione FlexPod di Cisco e NetApp soddisfa i requisiti di sistema MEDITECH con performance elevate,

modulare, pre-validato, convergente, virtualizzato, piattaforma efficiente, scalabile e conveniente. FlexPod Datacenter con MEDITECH offre diversi vantaggi specifici per il settore sanitario:

- **Architettura modulare.** FlexPod soddisfa le diverse esigenze dell'architettura modulare MEDITECH con sistemi FlexPod personalizzati per ogni carico di lavoro specifico. Tutti i componenti sono collegati tramite un server in cluster e un fabric di gestione dello storage e utilizzano un set di strumenti di gestione coerente.
- **Operazioni semplificate e costi ridotti.** È possibile eliminare i costi e la complessità delle piattaforme legacy sostituendole con una risorsa condivisa più efficiente e scalabile in grado di supportare i medici ovunque si trovino. Questa soluzione offre un migliore utilizzo delle risorse per un maggiore ritorno sull'investimento (ROI).
- **Implementazione più rapida dell'infrastruttura.** Il design integrato di FlexPod Datacenter con MEDITECH consente ai clienti di avere la nuova infrastruttura operativa in modo rapido e semplice per i data center on-site e remoti.
- **Architettura scale-out.** È possibile scalare SAN e NAS da terabyte a decine di petabyte senza riconfigurare le applicazioni in esecuzione.
- **Operazioni senza interruzioni.** Puoi eseguire la manutenzione dello storage, le operazioni del ciclo di vita dell'hardware e gli aggiornamenti software senza interrompere il business.
- **Multitenancy sicura.** Questo vantaggio supporta le crescenti esigenze di server virtualizzati e infrastruttura storage condivisa, consentendo la multi-tenancy sicura delle informazioni specifiche della struttura. Questo vantaggio è importante se si ospitano più istanze di database e software.
- **Ottimizzazione delle risorse in pool.** Questo vantaggio può contribuire a ridurre il numero di server fisici e controller di storage, bilanciare il carico di lavoro richiesto, aumentare l'utilizzo e migliorare contemporaneamente le performance.
- **Qualità del servizio (QoS).** FlexPod offre qualità del servizio (QoS) sull'intero stack. Le policy di storage QoS leader del settore consentono livelli di servizio differenziati in un ambiente condiviso. Queste policy consentono performance ottimali per i carichi di lavoro e aiutano a isolare e controllare le applicazioni incontrollate.
- **Efficienza dello storage.** Puoi ridurre i costi di storage con l'efficienza dello storage NetApp 7:1.
- **Agilità.** Gli strumenti di automazione, orchestrazione e gestione del workflow leader del settore offerti dai sistemi FlexPod consentono ALL'IT di rispondere in maniera molto più reattiva alle richieste di business. Queste richieste di business possono spaziare dal backup MEDITECH e provisioning di più ambienti di test e formazione alle repliche di database di analisi per iniziative di gestione dello stato di salute della popolazione.
- **Produttività.** È possibile implementare e scalare rapidamente questa soluzione per un'esperienza ottimale per l'utente finale del medico.
- **Data Fabric.** L'architettura NetApp Data Fabric consente di unire i dati tra i siti, oltre i confini fisici e tra le applicazioni. Il NetApp Data Fabric è costruito per le aziende basate sui dati in un mondo incentrato sui dati. I dati vengono creati e utilizzati in più ubicazioni e spesso condivisi con applicazioni e infrastrutture. Il data fabric consente di gestire i dati in modo coerente e integrato. Offre inoltre all'IT un maggiore controllo sui dati e semplifica la complessità DELL'IT in continua crescita.

Scopo

Questo documento tratta gli ambienti che utilizzano lo storage basato su Cisco UCS e NetApp ONTAP. Fornisce architetture di riferimento di esempio per l'hosting di MEDITECH.

Non copre:

- Guida dettagliata al dimensionamento con NetApp System Performance Modeler (SPM) o altri tool di dimensionamento NetApp.
- Dimensionamento per carichi di lavoro non in produzione.

Pubblico

Il presente documento è destinato ai Systems engineer di NetApp e dei partner e al personale dei NetApp Professional Services. NetApp presuppone che il lettore abbia una buona conoscenza dei concetti di dimensionamento di calcolo e storage, nonché una buona familiarità tecnica con i sistemi di storage Cisco UCS e NetApp.

Documenti correlati

I seguenti report tecnici e altri documenti sono pertinenti al presente report tecnico e costituiscono una serie completa di documenti necessari per il dimensionamento, la progettazione e l'implementazione di MEDITECH su infrastruttura FlexPod.

- ["TR-4753: Guida all'implementazione di FlexPod Datacenter per MEDITECH"](#)
- ["TR-4190: Linee guida di dimensionamento NetApp per ambienti MEDITECH"](#)
- ["TR-4319: Linee guida per l'implementazione NetApp per ambienti MEDITECH"](#)



Per accedere ad alcuni di questi report, sono necessarie le credenziali di accesso per il Field Portal di NetApp.

Panoramica SUL CARICO di lavoro DI MEDITECH

In questa sezione vengono descritti i tipi di workload di calcolo e storage che si possono trovare negli ambienti MEDITECH.

CARICHI DI lavoro DI BACKUP E MEDITECH

Quando si dimensionano i sistemi storage NetApp per ambienti MEDITECH, è necessario prendere in considerazione sia il carico di lavoro di produzione MEDITECH che il carico di lavoro di backup.

Host MEDITECH

Un host MEDITECH è un server di database. Questo host è anche chiamato file server MEDITECH (per LA piattaforma EXPSE, 6.x o C/S 5.x) o UNA MACCHINA MAGICA (per la piattaforma MAGICA). Questo documento utilizza il termine host MEDITECH per fare riferimento a un file server MEDITECH e a una MACCHINA MAGICA.

Le sezioni seguenti descrivono le caratteristiche di i/o e i requisiti di performance di questi due carichi di lavoro.

Carico DI lavoro DI MEDITECH

In un ambiente MEDITECH, più server che eseguono il software MEDITECH eseguono diverse attività come un sistema integrato noto come sistema MEDITECH. Per ulteriori informazioni sul sistema MEDITECH, consultare la documentazione MEDITECH:

- Per gli ambienti MEDITECH in produzione, consultare la documentazione MEDITECH appropriata per determinare il numero di host MEDITECH e la capacità di storage da includere nel dimensionamento del sistema storage NetApp.

- Per i nuovi ambienti MEDITECH, consultare il documento relativo alla proposta di configurazione dell'hardware. Per gli ambienti MEDITECH esistenti, consultare il documento delle attività di valutazione dell'hardware. L'attività di valutazione dell'hardware è associata a un ticket MEDITECH. I clienti possono richiedere questi documenti a MEDITECH.

È possibile scalare il sistema MEDITECH per aumentare capacità e performance aggiungendo host. Ogni host richiede capacità di storage per i file di database e applicazioni. Lo storage disponibile per ciascun host MEDITECH deve supportare anche l'i/o generato dall'host. In un ambiente MEDITECH, è disponibile un LUN per ciascun host per supportare i requisiti di storage di database e applicazioni di quell'host. Il tipo di categoria MEDITECH e il tipo di piattaforma da implementare determinano le caratteristiche del carico di lavoro di ciascun host MEDITECH e, di conseguenza, dell'intero sistema.

Categorie MEDITECH

MEDITECH associa le dimensioni dell'implementazione a un numero di categoria compreso tra 1 e 6. La categoria 1 rappresenta le implementazioni MEDITECH più piccole; la categoria 6 rappresenta le più grandi. Esempi di specifiche applicative MEDITECH associate a ciascuna categoria includono metriche come:

- Numero di letti ospedalieri
- Pazienti inpatient all'anno
- Pazienti esterni all'anno
- Visite di pronto soccorso all'anno
- Esami all'anno
- Prescrizioni al giorno in caso di degenza
- Prescrizioni ambulatoriali al giorno

Per ulteriori informazioni sulle categorie MEDITECH, consulta la scheda di riferimento della categoria MEDITECH. È possibile ottenere questa scheda da MEDITECH attraverso il cliente o attraverso il programma di installazione del sistema MEDITECH.

Piattaforme MEDITECH

MEDITECH dispone di quattro piattaforme:

- ESPANDI
- MEDITECH 6.x
- Client/Server 5.x (C/S 5.x)
- MAGIA

Per le piattaforme ESPANDI MEDITECH, 6.x e C/S 5.x, le caratteristiche di i/o di ciascun host sono definite come casuali al 100% con una dimensione della richiesta di 4,000. Per la piattaforma MAGICA MEDITECH, le caratteristiche i/o di ciascun host sono definite come casuali al 100% con una dimensione della richiesta di 8,000 o 16,000. Secondo MEDITECH, la dimensione della richiesta per una tipica implementazione DI PRODUZIONE MAGICA è 8,000 o 16,000.

Il rapporto di lettura e scrittura varia in base alla piattaforma implementata. MEDITECH stima il mix medio di lettura e scrittura e quindi li esprime come percentuali. MEDITECH stima anche il valore medio sostenuto di IOPS richiesto per ciascun host MEDITECH su una specifica piattaforma MEDITECH. La tabella seguente riassume le caratteristiche di i/o specifiche della piattaforma fornite da MEDITECH.

CATEGORIA MEDITECH	Piattaforma MEDITECH	Percentuale media di lettura casuale	Percentuale media di scrittura casuale	IOPS medi sostenuti per host MEDITECH
1	ESPANSIONI, 6.x	20	80	750
2-6	ESPANDI	20	80	750
	6.x	20	80	750
	C/S 5.x	40	60	600
	MAGIA	90	10	400

In un sistema MEDITECH, il livello IOPS medio di ciascun host deve essere uguale ai valori IOPS definiti nella tabella precedente. Per determinare il corretto dimensionamento dello storage in base a ciascuna piattaforma, i valori IOPS specificati nella tabella precedente vengono utilizzati come parte della metodologia di dimensionamento descritta nella "[Specifiche tecniche per architetture piccole, medie e grandi](#)" sezione.

MEDITECH richiede che la latenza media di scrittura casuale rimanga al di sotto di 1 ms per ciascun host. Tuttavia, gli aumenti temporanei della latenza di scrittura fino a 2 ms durante i processi di backup e riallocazione sono considerati accettabili. MEDITECH richiede inoltre che la latenza media di lettura casuale rimanga inferiore a 7 ms per gli host di categoria 1 e inferiore a 5 ms per gli host di categoria 2. Questi requisiti di latenza si applicano a tutti gli host, indipendentemente dalla piattaforma MEDITECH utilizzata.

La tabella seguente riassume le caratteristiche di i/o da prendere in considerazione quando si dimensiona lo storage NetApp per i carichi di lavoro MEDITECH.

Parametro	CATEGORIA MEDITECH	ESPANDI	MEDITECH 6.x	C/S 5.x	MAGIA
Dimensione richiesta	1-6	4K	4K	4K	8K o 16K
Casuale/sequenziale		100% casuale	100% casuale	100% casuale	100% casuale
IOPS medi sostenuti	1	750	750	N/A.	N/A.
	2-6	750	750	600	400
Rapporto di lettura/scrittura	1-6	20% lettura, 80% scrittura	20% lettura, 80% scrittura	40% lettura, 60% scrittura	90% lettura, 10% scrittura
Latenza di scrittura		<1 ms.	<1 ms.	<1 ms.	<1 ms.
Latenza temporanea di picco in scrittura	1-6	<2 ms.	<2 ms.	<2 ms.	<2 ms.
Latenza di lettura	1	<7 ms.	<7 ms.	N/A.	N/A.
	2-6	<5 ms.	<5 ms.	<5 ms.	<5 ms.



Gli host MEDITECH delle categorie da 3 a 6 hanno le stesse caratteristiche di i/o della categoria 2. Per le categorie MEDITECH da 2 a 6, il numero di host implementati in ciascuna categoria è diverso.

Il sistema storage NetApp deve essere dimensionato per soddisfare i requisiti di performance descritti nelle sezioni precedenti. Oltre al carico di lavoro di produzione MEDITECH, il sistema storage NetApp deve essere in grado di mantenere questi obiettivi di performance MEDITECH durante le operazioni di backup, come descritto nella sezione seguente.

Descrizione del carico di lavoro di backup

Il software di backup certificato MEDITECH esegue il backup del LUN utilizzato da ciascun host MEDITECH in un sistema MEDITECH. Affinché i backup siano in uno stato coerente con l'applicazione, il software di backup interrompe il sistema MEDITECH e sospende le richieste di i/o su disco. Mentre il sistema è in stato di quiescenza, il software di backup invia un comando al sistema di storage NetApp per creare una copia Snapshot di NetApp dei volumi che contengono le LUN. Il software di backup in seguito rende più completo il sistema MEDITECH, che consente alle richieste di i/o di produzione di continuare con il database. Il software crea un volume NetApp FlexClone in base alla copia Snapshot. Questo volume viene utilizzato dall'origine del backup mentre le richieste di i/o di produzione continuano sui volumi principali che ospitano le LUN.

Il carico di lavoro generato dal software di backup deriva dalla lettura sequenziale delle LUN che risiedono nei volumi FlexClone. Il carico di lavoro è definito come un carico di lavoro di lettura sequenziale al 100% con una dimensione della richiesta di 64,000. Per il carico di lavoro di produzione MEDITECH, il criterio delle performance è quello di mantenere gli IOPS richiesti e i livelli di latenza di lettura/scrittura associati. Per il carico di lavoro di backup, tuttavia, l'attenzione viene spostata sul throughput dei dati complessivo (Mbps) generato durante l'operazione di backup. I backup DEL LUN DI MEDITECH devono essere completati in una finestra di backup di otto ore, ma NetApp consiglia di completare il backup di tutti i LUN MEDITECH in sei ore o meno. L'obiettivo di completare il backup in meno di sei ore riduce gli eventi, come un aumento non pianificato del carico di lavoro MEDITECH, le operazioni in background di NetApp ONTAP o la crescita dei dati nel tempo. Uno di questi eventi potrebbe richiedere tempi di backup aggiuntivi. Indipendentemente dalla quantità di dati applicativi memorizzati, il software di backup esegue un backup completo a livello di blocco dell'intero LUN per ogni host MEDITECH.

Calcolare il throughput di lettura sequenziale necessario per completare il backup all'interno di questa finestra in funzione degli altri fattori coinvolti:

- La durata del backup desiderata
- Il numero di LUN
- Le dimensioni di ciascun LUN di cui eseguire il backup

Ad esempio, in un ambiente MEDITECH con 50 host in cui le dimensioni del LUN di ciascun host sono pari a 200 GB, la capacità totale del LUN per il backup è pari a 10 TB.

Per eseguire il backup di 10 TB di dati in otto ore, è necessario il seguente throughput:

- $= (10 \times 10^6) \text{MB} (8 \times 3,600) \text{ s.}$
- $= 347,2 \text{ MBps}$

Tuttavia, per tenere conto degli eventi non pianificati, viene selezionata una finestra di backup conservativa di 5.5 ore per fornire spazio oltre le sei ore consigliate.

Per eseguire il backup di 10 TB di dati in otto ore, è necessario il seguente throughput:

- $= (10 \times 10^6) \text{MB} (5.5 \times 3,600) \text{s}$
- $= 500 \text{ Mbps}$

Con una velocità di throughput di 500 Mbps, il backup può essere completato in un intervallo di tempo di 5.5

ore, comodamente entro le 8 ore di backup richieste.

La tabella seguente riassume le caratteristiche i/o del carico di lavoro di backup da utilizzare quando si dimensiona il sistema storage.

Parametro	Tutte le piattaforme
Dimensione richiesta	64.000
Casuale/sequenziale	100% sequenziale
Rapporto di lettura/scrittura	100% di lettura
Throughput medio	Dipende dal numero di host MEDITECH e dalle dimensioni di ogni LUN: Il backup deve essere completato entro 8 ore.
Durata del backup richiesta	8 ore

Cisco UCS Reference Architecture per MEDITECH

L'architettura di MEDITECH su FlexPod si basa sulla guida di MEDITECH, Cisco e NetApp e sull'esperienza dei partner nella collaborazione con clienti MEDITECH di tutte le dimensioni. L'architettura è adattabile e applica le Best practice per MEDITECH, a seconda della strategia del data center del cliente: Piccola o grande, centralizzata, distribuita o multi-tenant.

Durante l'implementazione di MEDITECH, Cisco ha progettato architetture di riferimento Cisco UCS che si allineano direttamente con le Best practice di MEDITECH. Cisco UCS offre una soluzione perfettamente integrata per performance elevate, alta disponibilità, affidabilità e scalabilità per supportare le pratiche dei medici e i sistemi ospedalieri con diverse migliaia di letti.

Specifiche tecniche per architetture piccole, medie e grandi

In questa sezione viene illustrata una distinta materiali di esempio per architetture storage di diverse dimensioni.

Distinta dei materiali per architetture di piccole, medie e grandi dimensioni.

Il design di FlexPod è un'infrastruttura flessibile che comprende diversi componenti e versioni software. Utilizzare ["TR-4036: Specifiche tecniche di FlexPod"](#) Come guida all'assemblaggio di una configurazione FlexPod valida. Le configurazioni riportate nella tabella seguente rappresentano i requisiti minimi per FlexPod e sono solo un esempio. La configurazione può essere espansa per ogni famiglia di prodotti in base alle esigenze di ambienti e casi di utilizzo diversi.

Per questo esercizio di dimensionamento piccolo corrisponde a un ambiente MEDITECH di categoria 3, medio a una categoria 5 e grande a una categoria 6.

	Piccolo	Medio	Grande
Piattaforma	Una coppia ha di sistemi storage all-flash NetApp AFF A220	Una coppia NetApp AFF A220 ha	Una coppia di sistemi storage all-flash ha NetApp AFF A300
Shelf di dischi	9 TB x 3,8 TB	13 TB x 3,8 TB	19 TB x 3,8 TB

	Piccolo	Medio	Grande
Dimensione del database MEDITECH	DA 3 TB A 12 TB	17 TB	>30 TB
IOPS MEDITECH	Meno di 22,000 IOPS	>25,000 IOPS	>32,000 IOPS
IOPS totali	22000	27000	35000
Raw	34,2 TB	49,4 TB	68,4 TB
Capacità utilizzabile	18.53TiB	27,96TiB	33.82TiB
Capacità effettiva (efficienza dello storage 2:1)	55,6TiB	83,89TiB	101,47TiB



Alcuni ambienti dei clienti potrebbero avere più carichi di lavoro di produzione MEDITECH in esecuzione simultaneamente o potrebbero avere requisiti IOPS più elevati. In questi casi, collaborate con il team degli account NetApp per dimensionare i sistemi storage in base agli IOPS e alla capacità richiesti. Dovresti essere in grado di determinare la piattaforma giusta per i carichi di lavoro. Ad esempio, esistono clienti che eseguono con successo più ambienti MEDITECH su una coppia ha di sistemi storage all-flash NetApp AFF A700.

La seguente tabella mostra il software standard richiesto per le configurazioni MEDITECH.

Software	Famiglia di prodotti	Versione o release	Dettagli
Storage	ONTAP	Disponibilità generale (GA) di ONTAP 9.4	
Rete	Cisco UCS Fabric Interconnects	Cisco UCSM 4.x	Versione corrente consigliata
	Switch Ethernet Cisco Nexus	7.0(3)I7(6)	Versione corrente consigliata
	Cisco FC: Cisco MDS 9132T	8.3(2)	Versione corrente consigliata
Hypervisor	Hypervisor	VMware vSphere ESXi 6.7	
	Macchine virtuali (VM)	Windows 2016	
Gestione	Sistema di gestione dell'hypervisor	VMware vCenter Server 6.7 U1 (VCSA)	
	NetApp Virtual Storage Console (VSC)	VSC 7.0P1	
	NetApp SnapCenter	SnapCenter 4.0	
	Cisco UCS Manager	4.x	

La seguente tabella mostra un piccolo esempio di configurazione (categoria 3): Componenti dell'infrastruttura.

Layer	Famiglia di prodotti	Quantità e modello	Dettagli
Calcolo	Chassis Cisco UCS 5108	1	Supporta fino a otto blade half-width o quattro blade full-width. Aggiungi chassis con l'aumento dei requisiti dei server.
	Moduli i/o chassis Cisco	2 x 2208	8 GB x 10 GB di porte uplink
	Blade server Cisco UCS	4 x B200 M5	Ciascuno con 2 x 14 core, velocità di clock di 2,6 GHz o superiore e 384 GB BIOS 3.2 (n. 3)
	Cisco UCS Virtual Interface Card	4 x UCS 1440	Driver FC fNIC VMware ESXi: 1.6.0.47 driver Ethernet ENIC VMware ESXi: 1.0.27.0 (vedere la matrice di interoperabilità: https://ucshcltool.cloudapps.cisco.com/public/)
	2 Cisco UCS Fabric Interconnects (Fi)	2 UCS 6454 Fi	Fabric interconnects di quarta generazione che supporta Ethernet 10/25/100GB e FC 32 GB
Rete	Switch Ethernet Cisco	2 x Nexus 9336c-FX2	1 GB, 10 GB, 25 GB, 40 GB, 100 GB
Rete di storage	IP Network Nexus 9k per storage BLOB		Chassis FI e UCS
	FC: CISCO MDS 9132T		Due switch Cisco 9132T
Storage	Sistema storage all-flash NetApp AFF A300	1 coppia ha	Cluster a 2 nodi per tutti i carichi di lavoro MEDITECH (file server, Image Server, SQL Server, VMware e così via)
	Shelf di dischi DS224C	1 shelf di dischi DS224C	
	Disco a stato solido (SSD)	9 x 3,8 TB	

La seguente tabella mostra un esempio di configurazione del supporto (categoria 5) – componenti dell'infrastruttura

Layer	Famiglia di prodotti	Quantità e modello	Dettagli
Calcolo	Chassis Cisco UCS 5108	1	Supporta fino a otto blade half-width o quattro blade full-width. Aggiungi chassis con l'aumento dei requisiti dei server.
	Moduli i/o chassis Cisco	2 x 2208	8 GB x 10 GB di porte uplink
	Blade server Cisco UCS	6 x B200 M5	Ciascuno con 2 x 16 core, velocità di clock di 2,5 GHz/o superiore e 384 GB o più di memoria BIOS 3.2 (n. 3)
	Cisco UCS Virtual Interface Card (VIC)	6 VICS UCS 1440	Driver FC fNIC VMware ESXi: 1.6.0.47 driver Ethernet ENIC VMware ESXi: 1.0.27.0 (vedere matrice di interoperabilità:)
	2 Cisco UCS Fabric Interconnects (Fi)	2 UCS 6454 Fi	Fabric interconnects di quarta generazione che supporta Ethernet 10 GB/25 GB/100 GB e FC 32 GB
Rete	Switch Ethernet Cisco	2 x Nexus 9336c-FX2	1 GB, 10 GB, 25 GB, 40 GB, 100 GB
Rete di storage	IP Network Nexus 9k per storage BLOB		
	FC: CISCO MDS 9132T		Due switch Cisco 9132T
Storage	Sistema storage all-flash NetApp AFF A220	2 coppia ha	Cluster a 2 nodi per tutti i carichi di lavoro MEDITECH (file server, Image Server, SQL Server, VMware e così via)
	Shelf di dischi DS224C	1 shelf di dischi DS224C	
	SSD	13 x 3,8 TB	

La seguente tabella mostra un esempio di configurazione di grandi dimensioni (categoria 6): Componenti dell'infrastruttura.

Layer	Famiglia di prodotti	Quantità e modello	Dettagli
Calcolo	Chassis Cisco UCS 5108	1	
	Moduli i/o chassis Cisco	2 x 2208	8 porte uplink da 10 GB
	Blade server Cisco UCS	8 x B200 M5	Ciascuno con 2 x 24 core, 2,7 GHz e 768 GB BIOS 3.2 (n. 3)
	Cisco UCS Virtual Interface Card (VIC)	8 VICS UCS 1440	Driver FC fNIC VMware ESXi: 1.6.0.47 driver Ethernet ENIC VMware ESXi: 1.0.27.0 (vedere la matrice di interoperabilità: https://ucshcltool.cloudapps.cisco.com/public/)
	2 connessioni fabric Cisco UCS (Fi)	2 UCS 6454 Fi	Fabric interconnects di quarta generazione che supporta Ethernet 10 GB/25 GB/100 GB e FC 32 GB
Rete	Switch Ethernet Cisco	2 x Nexus 9336c-FX2	2 Cisco Nexus 9332PQ1, 10 GB, 25 GB, 40 GB, 100 GB
Rete di storage	IP Network N9k per storage BLOB		
	FC: CISCO MDS 9132T		Due switch Cisco 9132T
Storage	AFF A300	1 coppia ha	Cluster a 2 nodi per tutti i carichi di lavoro MEDITECH (file server, Image Server, SQL Server, VMware e così via)
	Shelf di dischi DS224C	1 shelf di dischi DS224C	
	SSD	19 x 3,8 TB	



Queste configurazioni forniscono un punto di partenza per le indicazioni sul dimensionamento. Alcuni ambienti dei clienti potrebbero avere più carichi di lavoro di produzione MEDITECH e non MEDITECH in esecuzione simultaneamente, oppure potrebbero avere requisiti di IOP più elevati. È necessario collaborare con il team commerciale NetApp per dimensionare i sistemi storage in base agli IOPS, ai carichi di lavoro e alla capacità richiesti per determinare la piattaforma giusta per i carichi di lavoro.

Ulteriori informazioni

Per ulteriori informazioni sulle informazioni descritte in questo documento, consultare i seguenti documenti o siti Web:

- Data center FlexPod con design validato FC Cisco.

["https://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/unified_computing/ucs/UCS_CVDs/flexpod_esxi65u1_n9fc.html"](https://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/unified_computing/ucs/UCS_CVDs/flexpod_esxi65u1_n9fc.html)

- Linee guida per l'implementazione NetApp per ambienti MEDITECH.

["https://fieldportal.netapp.com/content/248456"](https://fieldportal.netapp.com/content/248456) (Accesso NetApp richiesto)

- Linee guida di dimensionamento NetApp per ambienti MEDITECH.

["www.netapp.com/us/media/tr-4190.pdf"](http://www.netapp.com/us/media/tr-4190.pdf)

- Data center FlexPod per l'implementazione Epic EHR

["www.netapp.com/us/media/tr-4693.pdf"](http://www.netapp.com/us/media/tr-4693.pdf)

- Area di progettazione FlexPod

["https://www.cisco.com/c/en/us/solutions/design-zone/data-center-design-guides/flexpod-design-guides.html"](https://www.cisco.com/c/en/us/solutions/design-zone/data-center-design-guides/flexpod-design-guides.html)

- FlexPod DC con storage FC (switch MDS) con NetApp AFF, vSphere 6.5U1 e Cisco UCS Manager

["https://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/unified_computing/ucs/UCS_CVDs/flexpod_esxi65u1_n9fc.html"](https://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/unified_computing/ucs/UCS_CVDs/flexpod_esxi65u1_n9fc.html)

- Cisco Healthcare

<https://www.cisco.com/c/en/us/solutions/industries/healthcare.html?dtid=osscdc000283>

Ringraziamenti

Le seguenti persone hanno contribuito alla stesura e alla creazione di questa guida.

- Brandon Agee, Technical Marketing Engineer, NetApp
- John Duignan, Solutions Architect - Healthcare, NetApp
- Ketan Mota, Product Manager, NetApp
- Jon Ebmeier, Technical Solutions Architect, Cisco Systems, Inc
- Mike Brennan, Product Manager, Cisco Systems, Inc

Guida all'implementazione di FlexPod Datacenter per MEDITECH

TR-4753: Guida all'implementazione di FlexPod Datacenter per MEDITECH

Brandon Agee e John Duignan, NetApp Mike Brennan e Jon Ebmeier, Cisco



In collaborazione con:

Vantaggi generali della soluzione

Eseguendo un ambiente MEDITECH sulla base architetturale FlexPod, la tua organizzazione sanitaria può aspettarsi un miglioramento della produttività del personale e una riduzione delle spese di capitale e operative. FlexPod Datacenter per MEDITECH offre diversi vantaggi specifici per il settore sanitario, tra cui:

- **Operazioni semplificate e costi ridotti.** Elimina i costi e la complessità delle piattaforme legacy sostituendole con una risorsa condivisa più efficiente e scalabile in grado di supportare i medici ovunque si trovino. Questa soluzione offre un maggiore utilizzo delle risorse per un maggiore ritorno sull'investimento (ROI).
- **Implementazione più rapida dell'infrastruttura.** sia che si tratti di un data center esistente o di una postazione remota, grazie al design integrato e testato di FlexPod Datacenter, è possibile attivare e utilizzare la nuova infrastruttura in meno tempo, con meno sforzo.
- **Storage certificato.** il software per la gestione dei dati NetApp ONTAP con MEDITECH ti offre l'affidabilità superiore di un vendor di storage testato e certificato. MEDITECH non certifica altri componenti dell'infrastruttura.
- **Architettura scale-out.** scalare SAN e NAS da terabyte (TB) a decine di petabyte (PB) senza riconfigurare le applicazioni in esecuzione.
- **Operazioni senza interruzioni.** eseguire la manutenzione dello storage, le operazioni del ciclo di vita dell'hardware e gli aggiornamenti FlexPod senza interrompere il business.
- **Multi-tenancy sicura.** supporto delle maggiori esigenze di infrastruttura condivisa storage e server virtualizzati, che consente la multi-tenancy sicura di informazioni specifiche della struttura, in particolare se il sistema ospita più istanze di database e software.
- **Ottimizzazione delle risorse in pool.** aiuta a ridurre il numero di server fisici e controller di storage, bilanciare il carico di lavoro richiesto e aumentare l'utilizzo migliorando al contempo le performance.
- **Qualità del servizio (QoS).** FlexPod offre QoS sull'intero stack. Le policy di rete, calcolo e storage QoS leader del settore consentono livelli di servizio differenziati in un ambiente condiviso. Queste policy consentono performance ottimali per i carichi di lavoro e aiutano a isolare e controllare le applicazioni incontrollate.
- **Efficienza dello storage.** Ridurre i costi di storage con ["Garanzia di efficienza dello storage NetApp 7:1"](#).
- **Agilità.** grazie ai tool di automazione, orchestrazione e gestione del workflow leader del settore forniti dai sistemi FlexPod, il tuo team IT può essere molto più reattivo alle richieste di business. Queste richieste di business possono spaziare dal backup MEDITECH e provisioning di più ambienti di test e formazione alle repliche di database di analisi per iniziative di gestione dello stato di salute della popolazione.
- **Aumento della produttività.** implementazione e scalabilità rapide di questa soluzione per un'esperienza ottimale dell'utente finale del medico.
- **NetApp Data Fabric.** l'architettura NetApp Data Fabric consente di unire i dati tra siti, oltre i confini fisici e tra applicazioni diverse. Il NetApp Data Fabric è costruito per le aziende basate sui dati in un mondo incentrato sui dati. I dati vengono creati e utilizzati in più sedi e spesso è necessario sfruttarli e condividerli con altre sedi, applicazioni e infrastrutture. Hai bisogno di un modo per gestire i tuoi dati in modo coerente e integrato. Il Data Fabric offre un modo per gestire i dati che ne consente il controllo e semplifica l'aumento della complessità DELL'IT.

FlexPod

Nuovo approccio infrastrutturale per gli EHR MEDITECH

Le organizzazioni di fornitori di servizi sanitari come la tua continuano a essere sotto pressione per massimizzare i benefici derivanti da investimenti sostanziali in cartelle cliniche elettroniche (EHR) MEDITECH leader del settore. Per le applicazioni mission-critical, quando i clienti progettano i propri data center per le

soluzioni MEDITECH, spesso identificano i seguenti obiettivi per l'architettura del data center:

- Elevata disponibilità delle applicazioni MEDITECH
- Performance elevate
- Facilità di implementazione di MEDITECH nel data center
- Agilità e scalabilità per consentire la crescita con nuove release o applicazioni MEDITECH
- Convenienza
- Allineamento con la guida MEDITECH e le piattaforme di destinazione
- Gestibilità, stabilità e facilità di supporto
- Solida protezione dei dati, backup, recovery e continuità del business

Man mano che gli utenti di MEDITECH evolvono le proprie organizzazioni per diventare organizzazioni responsabili e adattarsi a modelli di rimborso più rigorosi e integrati, la sfida diventa offrire l'infrastruttura MEDITECH necessaria in un modello DI delivery IT più efficiente e agile.

Valore dell'infrastruttura convergente prevalidata

A causa di un requisito fondamentale per offrire performance di sistema prevedibili a bassa latenza e alta disponibilità, MEDITECH è prescrittivo in merito ai requisiti hardware dei suoi clienti.

FlexPod è un'infrastruttura convergente pre-validata e rigorosamente testata dalla partnership strategica di Cisco e NetApp. È progettato e progettato specificamente per offrire performance di sistema prevedibili a bassa latenza e alta disponibilità. Questo approccio si traduce in conformità MEDITECH e in tempi di risposta ottimali per gli utenti del sistema MEDITECH.

La soluzione FlexPod di Cisco e NetApp soddisfa i requisiti di sistema di MEDITECH con un sistema modulare dalle performance elevate, pre-validato, convergente, virtualizzato, piattaforma efficiente, scalabile e conveniente. Offre:

- **Architettura modulare.** FlexPod soddisfa le diverse esigenze dell'architettura modulare MEDITECH con piattaforme FlexPod appositamente configurate per ogni carico di lavoro specifico. Tutti i componenti sono collegati tramite un server in cluster, un fabric di gestione dello storage e un set di strumenti di gestione coesivi.
- **Tecnologia leader del settore a ogni livello dello stack convergente.** Cisco, NetApp, VMware e Microsoft Windows sono tutti classificati come numero 1 o 2 dagli analisti di settore nelle rispettive categorie di server, networking, storage e sistemi operativi.
- **Protezione degli investimenti con IT standardizzato e flessibile.** l'architettura di riferimento di FlexPod anticipa le nuove versioni e gli aggiornamenti dei prodotti, con rigorosi test di interoperabilità continui per adattarsi alle tecnologie future non appena diventano disponibili.
- **Implementazione collaudata in un'ampia gamma di ambienti.** FlexPod è stato installato in più organizzazioni di clienti MEDITECH, pre-testato e validato congiuntamente con i più diffusi hypervisor, sistemi operativi, applicazioni e software di infrastruttura.

Comprovata architettura FlexPod e supporto congiunto

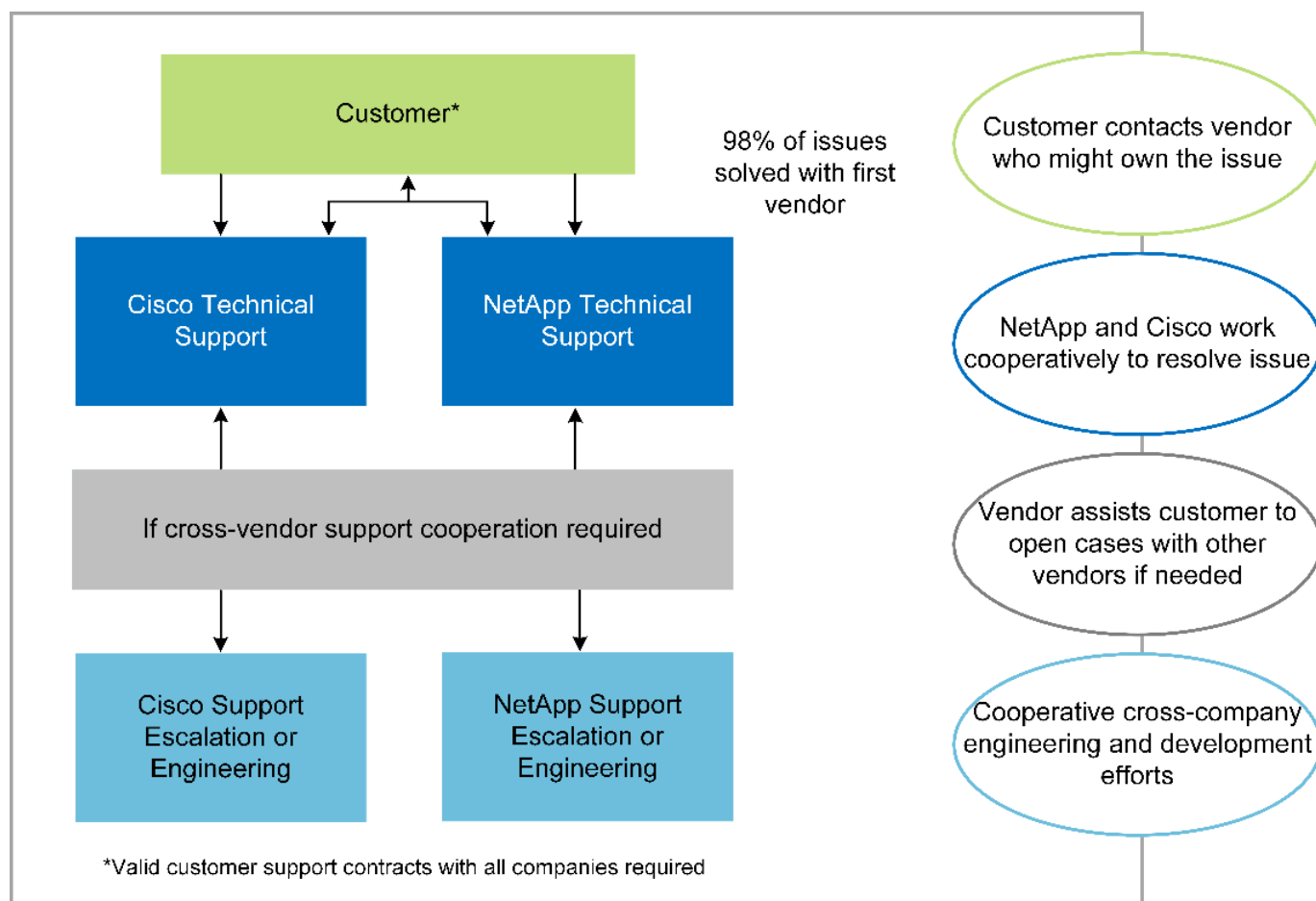
FlexPod è una soluzione comprovata per data center, che offre un'infrastruttura flessibile e condivisa che può essere facilmente scalabile per supportare la crescita dei carichi di lavoro senza influire negativamente sulle performance. Sfruttando l'architettura FlexPod, questa soluzione offre tutti i vantaggi di FlexPod, tra cui:

- **Prestazioni per soddisfare i requisiti dei carichi di lavoro MEDITECH.** a seconda dei requisiti della proposta di configurazione hardware MEDITECH, è possibile implementare diverse piattaforme ONTAP

per soddisfare i requisiti di i/o e latenza richiesti.

- **Scalabilità per adattarsi facilmente alla crescita dei dati clinici.** scalabilità dinamica di macchine virtuali (VM), server e capacità di storage on-demand, senza limiti tradizionali.
- **Efficienza migliorata.** Riduci sia il tempo di amministrazione che il TCO con un'infrastruttura virtualizzata convergente, che è più semplice da gestire e che memorizza i dati in modo più efficiente, migliorando al contempo le performance del software MEDITECH.
- **Rischi ridotti.** Riduci al minimo le interruzioni del business con una piattaforma pre-validata basata su un'architettura definita che elimina le incertezze di implementazione e consente l'ottimizzazione continua dei workload.
- **Supporto congiunto di FlexPod.** NetApp e Cisco hanno definito il supporto congiunto, un modello di supporto forte, scalabile e flessibile per soddisfare i requisiti di supporto specifici dell'infrastruttura convergente di FlexPod. Questo modello utilizza l'esperienza, le risorse e l'esperienza di supporto tecnico di NetApp e Cisco per fornire un processo semplificato per identificare e risolvere il problema di supporto FlexPod, indipendentemente dalla posizione del problema. Con il modello di supporto cooperativo FlexPod, il tuo sistema FlexPod funziona in modo efficiente e sfrutta la tecnologia più aggiornata, mentre lavori con un team esperto per aiutarti a risolvere i problemi di integrazione.

Il supporto cooperativo FlexPod è particolarmente utile per le organizzazioni sanitarie che eseguono applicazioni business-critical come MEDITECH sull'infrastruttura convergente FlexPod. La figura seguente illustra il modello di supporto cooperativo FlexPod.



Oltre a questi vantaggi, ogni componente dello stack di data center FlexPod con la soluzione MEDITECH offre vantaggi specifici per i flussi di lavoro MEDITECH EHR.

Cisco Unified Computing System

Cisco Unified Computing System (Cisco UCS), un sistema autointegrato e consapevole, è costituito da un singolo dominio di gestione che è interconnesso con un'infrastruttura i/o unificata. Affinché l'infrastruttura possa fornire informazioni critiche sui pazienti con la massima disponibilità, Cisco UCS per ambienti MEDITECH è stato allineato con le raccomandazioni e le Best practice dell'infrastruttura MEDITECH.

La base di MEDITECH sull'architettura Cisco UCS è la tecnologia Cisco UCS, con la gestione integrata dei sistemi, i processori Intel Xeon e la virtualizzazione dei server. Queste tecnologie integrate risolvono le sfide del data center e ti aiutano a raggiungere i tuoi obiettivi di progettazione del data center per MEDITECH. Cisco UCS unifica la gestione di LAN, SAN e sistemi in un unico collegamento semplificato per server rack, server blade e macchine virtuali. Cisco UCS è un'architettura i/o end-to-end che incorpora Cisco Unified Fabric e la tecnologia Cisco Fabric Extender (tecnologia FEX) per collegare ogni componente di Cisco UCS con un singolo fabric di rete e un singolo layer di rete.

Il sistema può essere implementato come una singola o più unità logiche che incorporano e sono scalabili su più chassis blade, server rack, rack e data center. Il sistema implementa un'architettura radicalmente semplificata che elimina i molteplici dispositivi ridondanti che popolano i tradizionali chassis per server blade e server rack. Nei sistemi tradizionali, i dispositivi ridondanti come gli adattatori Ethernet e FC e i moduli di gestione dello chassis danno luogo a livelli di complessità. Cisco UCS è costituito da una coppia ridondante di Cisco UCS Fabric Interconnects (Fi) che forniscono un singolo punto di gestione e un singolo punto di controllo per tutto il traffico i/O.

Cisco UCS utilizza profili di servizio per garantire che i server virtuali nell'infrastruttura Cisco UCS siano configurati correttamente. I profili di servizio sono composti da policy di rete, storage e calcolo create una volta dagli esperti in ogni disciplina. I profili di servizio includono informazioni critiche sull'identità del server, come indirizzi LAN e SAN, configurazioni i/o, versioni del firmware, ordine di avvio, LAN virtuale di rete (VLAN), porta fisica e policy QoS. I profili di servizio possono essere creati dinamicamente e associati a qualsiasi server fisico nel sistema in pochi minuti, anziché in ore o giorni. L'associazione dei profili di servizio con i server fisici viene eseguita come un'operazione semplice e singola e consente la migrazione delle identità tra i server dell'ambiente senza richiedere alcuna modifica della configurazione fisica. Facilita il provisioning bare-metal rapido delle sostituzioni per i server ritirati.

L'utilizzo dei profili di servizio garantisce che i server siano configurati in modo coerente in tutta l'azienda. Quando vengono utilizzati più domini di gestione Cisco UCS, Cisco UCS Central può utilizzare profili di servizio globali per sincronizzare le informazioni di configurazione e policy tra i domini. Se la manutenzione deve essere eseguita in un dominio, l'infrastruttura virtuale può essere migrata in un altro dominio. Questo approccio aiuta a garantire che anche quando un singolo dominio è offline, le applicazioni continuino a funzionare con alta disponibilità.

Per dimostrare che soddisfa i requisiti di configurazione del server, Cisco UCS è stato ampiamente testato con MEDITECH in un periodo di più anni. Cisco UCS è una piattaforma server supportata, elencata sul sito MEDITECH Product Resources System Support.

Networking Cisco

Gli switch Cisco Nexus e Cisco MDS Multilayer Director offrono connettività di livello Enterprise e consolidamento SAN. La rete di storage multiprotocollo Cisco riduce i rischi aziendali fornendo flessibilità e opzioni: FC, Fibre Connection (FICON), FC over Ethernet (FCoE), SCSI over IP (iSCSI) e FC over IP (FCIP).

Gli switch Cisco Nexus offrono una delle funzionalità di rete del data center più complete in un'unica piattaforma. Offrono performance e densità elevate per data center e core del campus. Offrono inoltre un set completo di funzionalità per l'aggregazione del data center, l'end-of-row e le implementazioni di interconnessione del data center in una piattaforma modulare altamente resiliente.

Cisco UCS integra le risorse di calcolo con gli switch Cisco Nexus e un fabric i/o unificato che identifica e gestisce diversi tipi di traffico di rete. Questo traffico include l'i/o dello storage, il traffico desktop in streaming, la gestione e l'accesso alle applicazioni cliniche e aziendali. Otterrai:

- **Scalabilità dell'infrastruttura.** virtualizzazione, alimentazione e raffreddamento efficienti, scalabilità del cloud con automazione, alta densità e performance elevate supportano una crescita efficiente del data center.
- **Continuità operativa.** il design integra hardware, funzionalità software NX-OS e gestione per supportare ambienti senza downtime.
- **QoS di rete e computer.** Cisco offre classe di servizio (COS) e QoS basati su policy per reti, storage e fabric di calcolo per performance ottimali delle applicazioni mission-critical.
- **Flessibilità di trasporto.** adotta in modo incrementale nuove tecnologie di rete con una soluzione conveniente.

Insieme, Cisco UCS con switch Cisco Nexus e Cisco MDS Multilayer director offre una soluzione di calcolo, networking e connettività SAN ottimale per MEDITECH.

NetApp ONTAP

Lo storage NetApp che esegue il software ONTAP riduce i costi complessivi dello storage e offre i tempi di risposta in lettura e scrittura a bassa latenza e gli IOPS necessari per i carichi di lavoro MEDITECH. ONTAP supporta configurazioni di storage all-flash e ibride per creare una piattaforma di storage ottimale che soddisfi i requisiti MEDITECH. I sistemi con accelerazione flash di NetApp hanno ricevuto la convalida e la certificazione MEDITECH, offrendo ai clienti MEDITECH le performance e la reattività fondamentali per le operazioni MEDITECH sensibili alla latenza. Creando più domini di errore in un singolo cluster, i sistemi NetApp possono anche isolare la produzione dalla non produzione. I sistemi NetApp riducono inoltre i problemi di performance con un livello minimo garantito di performance per i carichi di lavoro con QoS ONTAP.

L'architettura scale-out del software ONTAP può adattarsi in modo flessibile a diversi carichi di lavoro i/O. Per offrire il throughput necessario e la bassa latenza di cui le applicazioni cliniche hanno bisogno, fornendo al contempo un'architettura scalabile e modulare, le configurazioni all-flash vengono generalmente utilizzate nelle architetture ONTAP. I nodi AFF di NetApp possono essere combinati nello stesso cluster scale-out con nodi di storage ibridi (HDD e flash) adatti per l'archiviazione di set di dati di grandi dimensioni con throughput elevato. Oltre a una soluzione di backup approvata da MEDITECH, puoi clonare, replicare ed eseguire il backup del tuo ambiente MEDITECH, dal costoso storage SSD (Solid-state Drive) allo storage HDD più economico su altri nodi. Questo approccio soddisfa o supera le linee guida MEDITECH per la clonazione basata SU SAN e il backup dei pool di produzione.

Molte delle funzionalità di ONTAP sono particolarmente utili negli ambienti MEDITECH: Semplificazione della gestione, aumento della disponibilità e dell'automazione e riduzione della quantità totale di storage necessario. Grazie a queste funzionalità, otterrai:

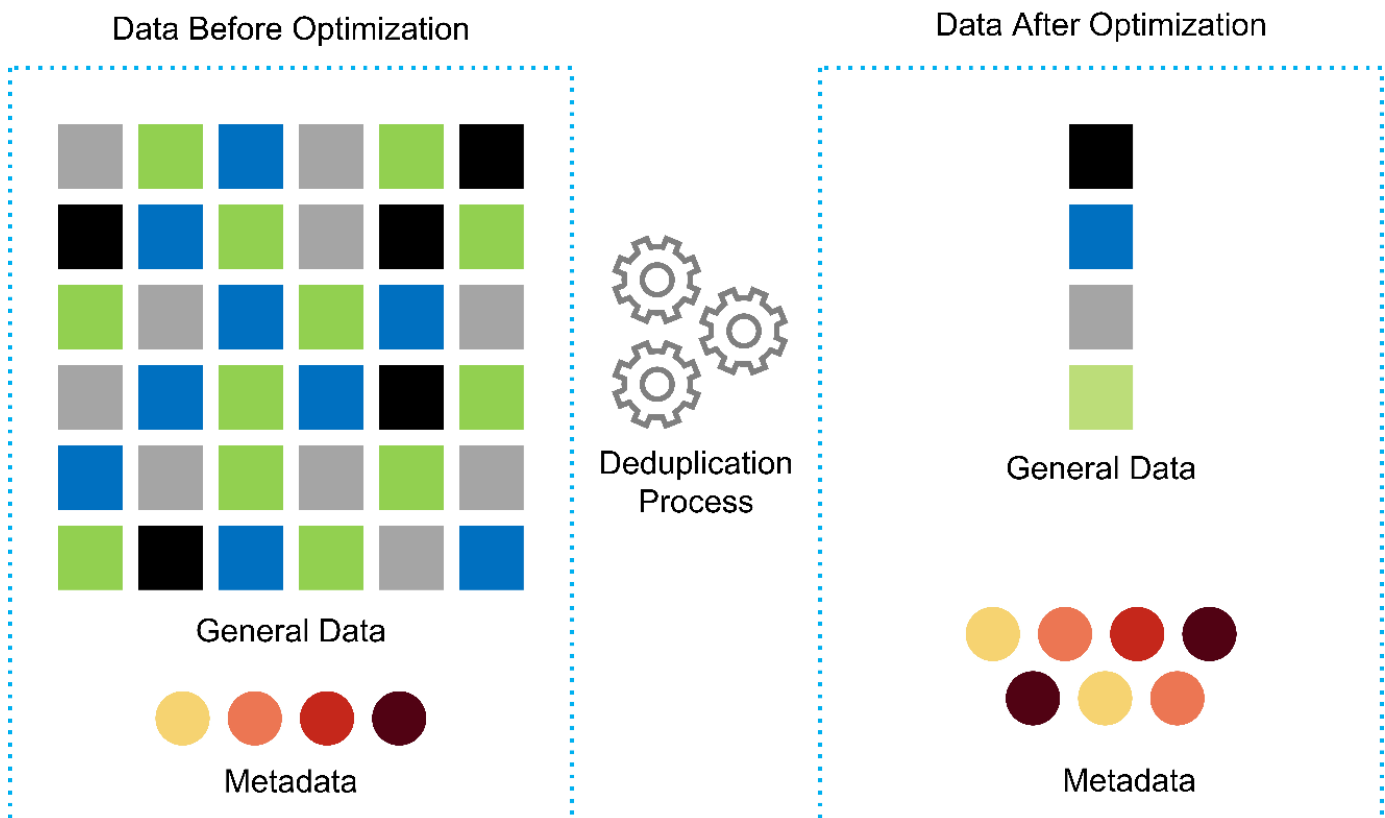
- **Performance eccezionali.** la soluzione NetApp AFF condivide l'architettura di storage unificata, il software ONTAP, l'interfaccia di gestione, i servizi dati avanzati e il set di funzionalità avanzate di cui dispongono le altre famiglie di prodotti NetApp FAS. Questa innovativa combinazione di supporti all-flash e ONTAP offre la bassa latenza costante e alti IOPS dello storage all-flash con la qualità leader del settore del software ONTAP.
- **Efficienza dello storage.** Riduci i requisiti di capacità totale con la deduplica, la tecnologia di replica dei dati NetApp FlexClone, la compressione inline, la compattazione inline, la replica thin, il thin provisioning, e deduplica aggregata.

La deduplica NetApp fornisce la deduplica a livello di blocco in un volume o in un componente di dati NetApp FlexVol. In sostanza, la deduplica rimuove i blocchi duplicati, memorizzando solo blocchi univoci

nel volume FlexVol o nel componente dati.

La deduplica funziona con un elevato grado di granularità e opera sul file system attivo del volume FlexVol o del componente dati. È trasparente per le applicazioni, pertanto è possibile utilizzarlo per deduplicare i dati provenienti da qualsiasi applicazione che utilizzi il sistema NetApp. È possibile eseguire la deduplica del volume come processo inline (a partire da ONTAP 8.3.2). È inoltre possibile eseguirlo come processo in background che può essere configurato per essere eseguito automaticamente, pianificato o eseguito manualmente tramite CLI, Gestore di sistema NetApp ONTAP o NetApp Active IQ Unified Manager.

La seguente figura illustra il funzionamento della deduplica NetApp al massimo livello.

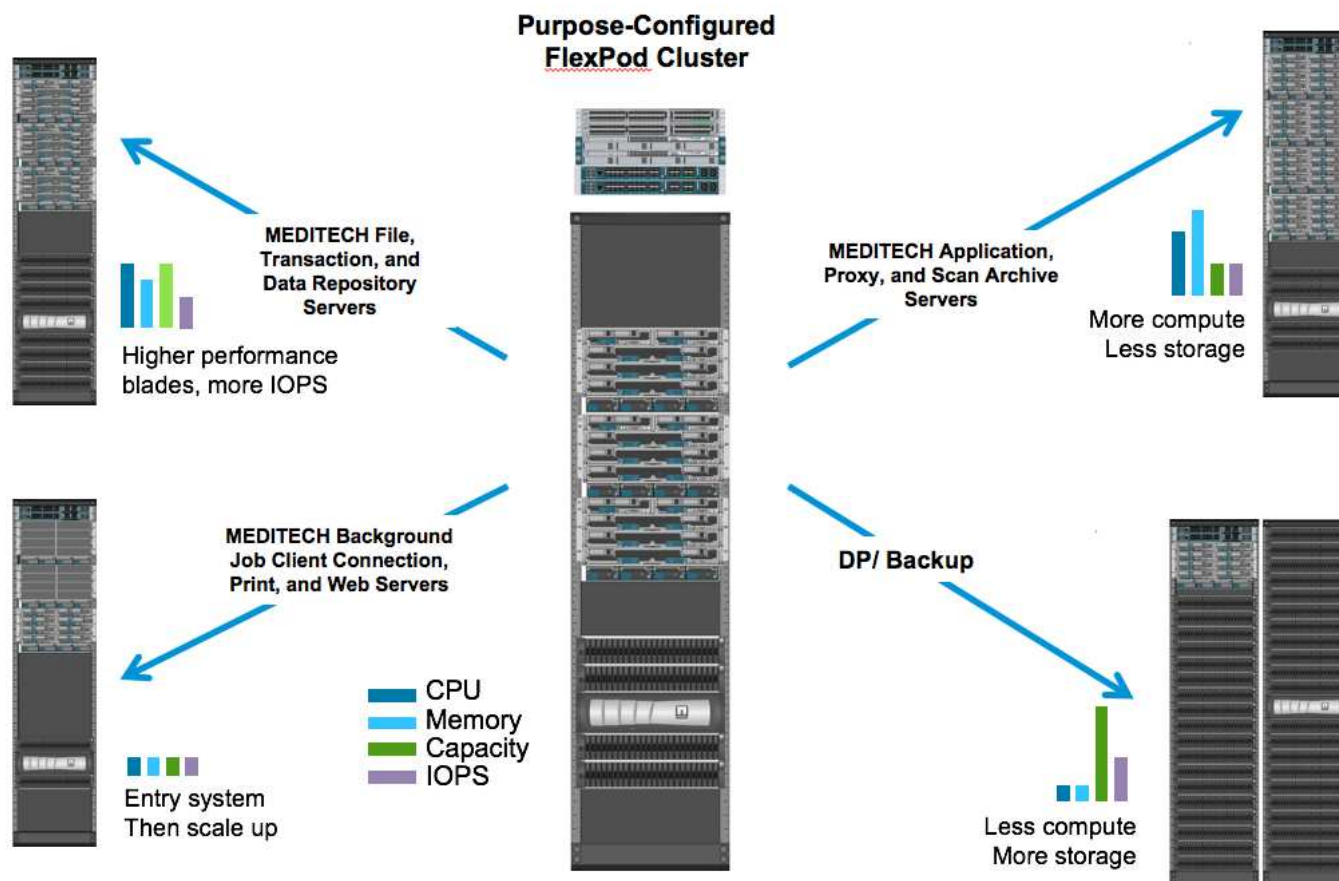


- **Cloning efficiente in termini di spazio.** la funzionalità FlexClone consente di creare cloni quasi istantaneamente per supportare il refresh dell'ambiente di backup e test. Questi cloni consumano più storage solo quando vengono apportate modifiche.
- **Le tecnologie NetApp Snapshot e SnapMirror.** ONTAP è in grado di creare copie Snapshot efficienti in termini di spazio dei LUN (Logical Unit Number) utilizzati dall'host MEDITECH. Per le implementazioni dual-site, è possibile implementare il software SnapMirror per una maggiore capacità di replica e resilienza dei dati.
- **Protezione integrata dei dati.** le funzionalità complete di protezione dei dati e disaster recovery consentono di proteggere le risorse di dati critiche e fornire il disaster recovery.
- **Operazioni senza interruzioni.** è possibile eseguire aggiornamenti e manutenzione senza interrompere la trasmissione dei dati.
- **QoS e QoS adattivi (AQoS).** la QoS dello storage consente di limitare i potenziali carichi di lavoro ingombrante. Cosa più importante, la QoS può garantire un minimo di performance per carichi di lavoro critici come la produzione MEDITECH. Limitando i conflitti, NetApp QoS può ridurre i problemi legati alle performance. AQoS funziona con gruppi di criteri predefiniti, che è possibile applicare direttamente a un volume. Questi gruppi di policy possono scalare automaticamente un limite massimo di throughput o le

dimensioni da pavimento a volume, mantenendo il rapporto tra IOPS e terabyte e gigabyte al variare delle dimensioni del volume.

- **NetApp Data Fabric.** NetApp Data Fabric semplifica e integra la gestione dei dati in ambienti cloud e on-premise per accelerare la trasformazione digitale. Offre applicazioni e servizi di gestione dei dati coerenti e integrati per la visibilità e le informazioni sui dati, l'accesso e il controllo dei dati, la protezione e la sicurezza dei dati. NetApp è integrato con Amazon Web Services (AWS), Azure, Google Cloud Platform e i cloud IBM Cloud, offrendo un'ampia scelta.

La figura seguente illustra l'architettura FlexPod per i carichi di lavoro MEDITECH.



Panoramica DI MEDITECH

Medical Information Technology, Inc., comunemente nota come MEDITECH, è una società di software con sede in Massachusetts che fornisce sistemi informativi per le organizzazioni sanitarie. MEDITECH fornisce un sistema EHR progettato per memorizzare e organizzare i dati più recenti dei pazienti e per fornire i dati al personale clinico. I dati dei pazienti includono, a titolo esemplificativo ma non esaustivo, dati demografici, anamnesi medica, farmaci, risultati dei test di laboratorio; immagini radiologiche e informazioni personali come età, altezza e peso.

Non rientra nell'ambito di questo documento la copertura dell'ampia gamma di funzioni supportate dal software MEDITECH. L'Appendice A fornisce ulteriori informazioni su questi ampi set di funzioni MEDITECH. Le applicazioni MEDITECH richiedono diverse macchine virtuali per supportare queste funzioni. Per implementare queste applicazioni, consulta le raccomandazioni di MEDITECH.

Per ogni implementazione, dal punto di vista del sistema storage, tutti i sistemi software MEDITECH richiedono un database distribuito incentrato sul paziente. MEDITECH dispone di un proprio database proprietario, che utilizza il sistema operativo Windows.

Bridgehead e CommVault sono le due applicazioni software di backup certificate da NetApp e MEDITECH. L'ambito di questo documento non riguarda l'implementazione di queste applicazioni di backup.

L'obiettivo principale di questo documento è consentire allo stack FlexPod (server e storage) di soddisfare i requisiti di performance-driven per il database MEDITECH e i requisiti di backup nell'ambiente EHR.

Costruito ad hoc per carichi di lavoro MEDITECH specifici

MEDITECH non rivende hardware, hypervisor o sistemi operativi per server, rete o storage; tuttavia, ha requisiti specifici per ogni componente dello stack dell'infrastruttura. Pertanto, Cisco e NetApp hanno lavorato insieme per testare e abilitare FlexPod Datacenter per essere correttamente configurato, implementato e supportato in modo da soddisfare i requisiti dell'ambiente di produzione MEDITECH di clienti come te.

Categorie MEDITECH

MEDITECH associa le dimensioni dell'implementazione a un numero di categoria compreso tra 1 e 6. La categoria 1 rappresenta le implementazioni MEDITECH più piccole, mentre la categoria 6 rappresenta le implementazioni MEDITECH più grandi.

Per informazioni sulle caratteristiche di i/o e sui requisiti di performance per un host MEDITECH in ciascuna categoria, consulta NetApp ["TR-4190: Linee guida di dimensionamento NetApp per ambienti MEDITECH"](#).

Piattaforma MEDITECH

La piattaforma di espansione MEDITECH è l'ultima versione del software EHR dell'azienda. Le piattaforme MEDITECH precedenti sono Client/Server 5.x e MAGIC. Questa sezione descrive la piattaforma MEDITECH (applicabile a expse, 6.x, C/S 5.x e MAGIC), relativa all'host MEDITECH e ai relativi requisiti di storage.

Per tutte le piattaforme MEDITECH precedenti, più server eseguono il software MEDITECH, eseguendo diverse attività. La figura precedente mostra un tipico sistema MEDITECH, inclusi gli host MEDITECH che fungono da server di database applicativi e altri server MEDITECH. Esempi di altri server MEDITECH includono l'applicazione Data Repository, l'applicazione Scanning and Archiving e i background Job Client. Per l'elenco completo degli altri server MEDITECH, consultare i documenti "proposta di configurazione hardware" (per le nuove implementazioni) e "attività di valutazione hardware" (per le implementazioni esistenti). È possibile ottenere questi documenti da MEDITECH attraverso l'integratore di sistema MEDITECH o dal Technical account Manager (TAM) MEDITECH.

Host DI MEDITECH

Un host MEDITECH è un server di database. Questo host è anche chiamato file server MEDITECH (per la piattaforma expse, 6.x o C/S 5.x) o COME MACCHINA MAGICA (per la piattaforma MAGICA). Questo documento utilizza il termine host MEDITECH per fare riferimento a un file server MEDITECH o A UNA MACCHINA MAGICA.

GLI host MEDITECH possono essere server fisici o macchine virtuali in esecuzione sul sistema operativo Microsoft Windows Server. Più comunemente sul campo, gli host MEDITECH vengono implementati come macchine virtuali Windows eseguite su un server VMware ESXi. Al momento della stesura del presente documento, VMware è l'unico hypervisor supportato da MEDITECH. Un host MEDITECH memorizza il proprio programma, il dizionario e i file di dati su un'unità Microsoft Windows (ad esempio, l'unità e) sul sistema Windows.

In un ambiente virtuale, un disco Windows risiede su un LUN collegato alla macchina virtuale tramite un RDM (raw device mapping) in modalità di compatibilità fisica. L'utilizzo dei file VMDK (Virtual Machine Disk) come disco Windows e in questo scenario non è supportato da MEDITECH.

Caratteristica i/o del carico di lavoro host MEDITECH

La caratteristica di i/o di ciascun host MEDITECH e del sistema nel suo complesso dipende dalla piattaforma MEDITECH implementata. Tutte le piattaforme MEDITECH (expse, 6.x, C/S 5.x e MAGIC) generano carichi di lavoro casuali al 100%.

La piattaforma di espansione MEDITECH genera il carico di lavoro più impegnativo perché ha la percentuale più alta di operazioni di scrittura e IOPS complessivi per host, seguiti da 6.x, C/S 5.x e le piattaforme MAGICHE.

Per ulteriori informazioni sulle descrizioni dei carichi di lavoro MEDITECH, vedere ["TR-4190: Linee guida di dimensionamento NetApp per ambienti MEDITECH"](#).

Rete di storage

MEDITECH richiede l'utilizzo del protocollo FC per il traffico di dati tra il sistema NetApp FAS o AFF e gli host MEDITECH di tutte le categorie.

Presentazione dello storage per un host MEDITECH

Ogni host MEDITECH utilizza due dischi Windows:

- **Disco C.** questo disco memorizza il sistema operativo Windows Server e i file dell'applicazione host MEDITECH.
- **Disco E.** l'host MEDITECH memorizza il proprio programma, il dizionario e i file di dati sull'unità e del sistema operativo Windows Server. L'unità è un LUN mappato dal sistema NetApp FAS o AFF utilizzando il protocollo FC. MEDITECH richiede l'utilizzo del protocollo FC per soddisfare i requisiti di latenza di lettura e scrittura dell'host MEDITECH.

Convenzione di naming del volume e del LUN

MEDITECH richiede l'utilizzo di una specifica convenzione di denominazione per tutte le LUN.

Prima di qualsiasi implementazione dello storage, verificare la proposta di configurazione hardware MEDITECH per confermare la convenzione di denominazione per i LUN. Il processo di backup MEDITECH si basa sulla convenzione di naming del volume e del LUN per identificare correttamente le LUN specifiche da eseguire.

Strumenti di gestione completi e funzionalità di automazione

Cisco UCS con Cisco UCS Manager

Cisco si concentra su tre elementi chiave per offrire un'infrastruttura di data center superiore: Semplificazione, sicurezza e scalabilità. Il software Cisco UCS Manager, combinato con la modularità della piattaforma, offre una piattaforma di virtualizzazione desktop semplificata, sicura e scalabile:

- **Simplified.** Cisco UCS offre un approccio completamente nuovo al computing standard di settore e fornisce il nucleo dell'infrastruttura del data center per tutti i carichi di lavoro. Cisco UCS offre numerose funzionalità e vantaggi, tra cui la riduzione del numero di server necessari e la riduzione del numero di cavi utilizzati per server. Un'altra caratteristica importante è la capacità di implementare rapidamente o di eseguire il reprovisioning dei server attraverso i profili di servizio Cisco UCS. Con un numero inferiore di server e cavi da gestire e con un provisioning ottimizzato dei workload di applicazioni e server, le operazioni sono semplificate. È possibile eseguire il provisioning di diversi server blade e rack in pochi minuti con i profili di servizio di Cisco UCS Manager. I profili di servizio Cisco UCS eliminano i runbook di integrazione dei server ed eliminano la deriva della configurazione. Questo approccio accelera il time-to-

Productivity per gli utenti finali, migliora l'agilità del business e consente l'allocazione delle risorse IT ad altre attività.

Cisco UCS Manager automatizza molte operazioni del data center comuni e soggette a errori, come la configurazione e il provisioning di server, rete e infrastruttura di accesso allo storage. Inoltre, i server blade Cisco UCS B-Series e i server rack C-Series con grandi ingombri di memoria consentono un'elevata densità dell'utente delle applicazioni, riducendo i requisiti dell'infrastruttura server.

La semplificazione consente un'implementazione dell'infrastruttura MEDITECH più rapida e di maggior successo.

- **Secure.** sebbene le macchine virtuali siano intrinsecamente più sicure rispetto ai loro predecessori fisici, introducono nuove sfide per la sicurezza. I server web e applicativi mission-critical che utilizzano un'infrastruttura comune, come i desktop virtuali, sono ora a maggior rischio per le minacce alla sicurezza. Il traffico tra macchine virtuali rappresenta ora un'importante considerazione per la sicurezza che i responsabili IT devono affrontare, soprattutto negli ambienti dinamici in cui le macchine virtuali, utilizzando VMware vMotion, si spostano nell'infrastruttura server.

La virtualizzazione, pertanto, aumenta significativamente la necessità di una consapevolezza a livello di macchine virtuali delle policy e della sicurezza, soprattutto in considerazione della natura dinamica e fluida della mobilità delle macchine virtuali in un'infrastruttura di calcolo estesa. La facilità con cui i nuovi desktop virtuali possono proliferare aumenta l'importanza di un'infrastruttura di sicurezza e di rete consapevole della virtualizzazione. L'infrastruttura del data center Cisco (soluzioni Cisco UCS, Cisco MDS e della famiglia Cisco Nexus) per la virtualizzazione dei desktop offre una solida sicurezza per data center, rete e desktop, con una sicurezza completa dal desktop all'hypervisor. La sicurezza viene migliorata con la segmentazione dei desktop virtuali, le policy e l'amministrazione VM-aware e la sicurezza di rete nell'infrastruttura LAN e WAN.

- **Scalabile.** la crescita delle soluzioni di virtualizzazione è tutt'altro che inevitabile, quindi una soluzione deve essere in grado di scalare e scalare in modo prevedibile con questa crescita. Le soluzioni di virtualizzazione Cisco supportano un'elevata densità di macchine virtuali (VM per server) e un numero maggiore di server è in grado di scalare con performance quasi lineari. L'infrastruttura del data center Cisco offre una piattaforma flessibile per la crescita e migliora l'agilità del business. I profili di servizio di Cisco UCS Manager consentono il provisioning host on-demand e rendono semplice l'implementazione di centinaia di host quanto l'implementazione di decine di host.

I server Cisco UCS offrono performance e scalabilità quasi lineari. Cisco UCS implementa la tecnologia brevettata Cisco Extended Memory per offrire un ampio spazio di memoria con meno socket (con una scalabilità fino a 1 TB di memoria con server a 2 e 4 socket). Utilizzando la tecnologia Unified Fabric come building block, la larghezza di banda aggregata di Cisco UCS Server può scalare fino a 80 Gbps per server, mentre Cisco UCS Fabric Interconnect a nord può produrre 2 Tbps alla velocità di linea. Questa funzionalità aiuta a prevenire i colli di bottiglia di i/o e memoria per la virtualizzazione dei desktop. Cisco UCS, con la sua architettura di rete basata su Unified Fabric ad alte performance e bassa latenza, supporta elevati volumi di traffico di desktop virtuale, incluso il traffico video e di comunicazioni ad alta risoluzione. Inoltre, ONTAP aiuta a mantenere la disponibilità dei dati e le performance ottimali durante le tempeste di avvio e accesso come parte delle soluzioni di virtualizzazione FlexPod.

I design dell'infrastruttura per data center Cisco UCS, Cisco MDS e Cisco Nexus offrono un'eccellente piattaforma per la crescita. Ottieni una scalabilità trasparente delle risorse di server, rete e storage per supportare la virtualizzazione dei desktop, le applicazioni dei data center e il cloud computing.

VMware vCenter Server

VMware vCenter Server offre una piattaforma centralizzata per la gestione degli ambienti MEDITECH, in modo che la tua organizzazione sanitaria possa automatizzare e fornire un'infrastruttura virtuale in tutta sicurezza:

- **Implementazione semplice.** implementazione rapida e semplice di vCenter Server mediante un'appliance virtuale.
- **Controllo e visibilità centralizzati.** amministrare l'intera infrastruttura VMware vSphere da un'unica posizione.
- **Ottimizzazione proattiva.** allocare e ottimizzare le risorse per la massima efficienza.
- **Management.** utilizza potenti plug-in e tool per semplificare la gestione ed estendere il controllo.

Virtual Storage Console per VMware vSphere

Virtual Storage Console (VSC), vSphere API for Storage Awareness (VASA) Provider e VMware Storage Replication Adapter (SRA) per VMware vSphere di NetApp costituiscono una singola appliance virtuale. La suite di prodotti include SRA e VASA Provider come plug-in di vCenter Server, che fornisce una gestione del ciclo di vita end-to-end per le macchine virtuali in ambienti VMware che utilizzano sistemi storage NetApp.

L'appliance virtuale per VSC, VASA Provider e SRA si integra perfettamente con VMware vSphere Web Client e consente di utilizzare i servizi SSO. In un ambiente con più istanze di VMware vCenter Server, ogni istanza di vCenter Server che si desidera gestire deve avere la propria istanza registrata di VSC. La pagina del dashboard VSC consente di controllare rapidamente lo stato generale dei datastore e delle macchine virtuali.

Implementando l'appliance virtuale per VSC, VASA Provider e SRA, è possibile eseguire le seguenti attività:

- **Utilizzare VSC per implementare e gestire lo storage e configurare l'host ESXi.** è possibile utilizzare VSC per aggiungere credenziali, rimuovere credenziali, assegnare credenziali e impostare autorizzazioni per i controller di storage nell'ambiente VMware. Inoltre, è possibile gestire server ESXi connessi ai sistemi storage NetApp. Con un paio di clic, è possibile impostare i valori delle Best practice consigliate per timeout host, NAS e multipathing per tutti gli host. È inoltre possibile visualizzare i dettagli dello storage e raccogliere informazioni diagnostiche.
- **Utilizzare il provider VASA per creare profili di funzionalità di storage e impostare gli allarmi.** il provider VASA per ONTAP viene registrato con VSC quando si attiva l'interno del provider VASA. È possibile creare e utilizzare profili di funzionalità storage e datastore virtuali. È inoltre possibile impostare gli allarmi per avvisare l'utente quando le soglie per volumi e aggregati sono quasi piene. È possibile monitorare le performance dei VMDK e delle VM create su datastore virtuali.
- **Utilizzare SRA per il disaster recovery.** è possibile utilizzare SRA per configurare siti protetti e di ripristino nel proprio ambiente per il disaster recovery durante i guasti.

NetApp OnCommand Insight e ONTAP

NetApp OnCommand Insight integra la gestione dell'infrastruttura nella catena di erogazione dei servizi MEDITECH. Questo approccio offre alla tua organizzazione sanitaria un controllo, un'automazione e un'analisi migliori della tua infrastruttura di storage, rete e calcolo. Può ottimizzare l'infrastruttura attuale per ottenere il massimo vantaggio, semplificando al contempo il processo di determinazione di cosa e quando acquistare. Inoltre, riduce i rischi associati a complesse migrazioni tecnologiche. Poiché non richiede agenti, l'installazione è semplice e senza interruzioni. Lo storage installato e i dispositivi SAN vengono continuamente rilevati e vengono raccolte informazioni dettagliate per una visibilità completa dell'intero ambiente di storage. È possibile identificare rapidamente le risorse utilizzate in modo errato, disallineate, sottoutilizzate o orfane e recuperarle per alimentare un'espansione futura. OnCommand Insight ti aiuta a:

- **Ottimizzare le risorse esistenti.** identificare le risorse utilizzate in modo errato, sottoutilizzate o orfane utilizzando Best practice consolidate per evitare problemi e soddisfare i livelli di servizio.
- **Prendere decisioni migliori.** i dati in tempo reale aiutano a risolvere i problemi di capacità in modo più rapido per pianificare con precisione gli acquisti futuri, evitare l'overspanning e rinviare le spese di capitale.

- **Accelera le iniziative IT.** meglio comprendere i tuoi ambienti virtuali per aiutarti a gestire i rischi, ridurre al minimo i downtime e accelerare l'implementazione del cloud.

Progettazione

L'architettura di FlexPod per MEDITECH si basa sulle indicazioni di MEDITECH, Cisco e NetApp e sull'esperienza dei partner nella collaborazione con clienti MEDITECH di tutte le dimensioni. L'architettura è adattabile e applica le Best practice per MEDITECH, a seconda della strategia del data center, delle dimensioni dell'organizzazione e del sistema centralizzato, distribuito o multitenant.

La corretta architettura dello storage può essere determinata dalla dimensione complessiva con gli IOPS totali. Le performance da sole non sono l'unico fattore e potresti decidere di utilizzare un numero maggiore di nodi in base ai requisiti aggiuntivi del cliente. Il vantaggio dell'utilizzo dello storage NetApp consiste nel fatto che è possibile scalare il cluster in modo semplice e senza interruzioni in base alle esigenze. È inoltre possibile rimuovere senza interruzioni i nodi dal cluster per riutilizzare le apparecchiature o durante gli aggiornamenti delle apparecchiature.

Ecco alcuni dei vantaggi dell'architettura di storage NetApp ONTAP:

- **Scale-up e scale-out semplici e senza interruzioni.** puoi aggiornare, aggiungere o rimuovere dischi e nodi utilizzando le operazioni senza interruzioni di ONTAP. Puoi iniziare con quattro nodi e passare a sei nodi o eseguire l'upgrade a controller più grandi senza interruzioni.
- *** Efficienza dello storage.*** Riduci i requisiti di capacità totale con deduplica, NetApp FlexClone, compressione inline, compaction inline, replica thin, thin provisioning e deduplica aggregata. La funzionalità FlexClone consente di creare cloni quasi istantaneamente per supportare gli aggiornamenti dell'ambiente di backup e test. Questi cloni consumano più storage solo quando vengono apportate modifiche.
- **Server shadow del database per il disaster recovery.** il server shadow del database per il disaster recovery fa parte della strategia di business continuity (utilizzato per supportare la funzionalità di sola lettura dello storage e potenzialmente configurato per essere un'istanza di lettura/scrittura dello storage). Pertanto, il posizionamento e il dimensionamento del terzo sistema storage sono in genere gli stessi del sistema storage del database in produzione.
- **Coerenza del database (richiede una certa considerazione).** se si utilizzano le copie di backup di NetApp SnapMirror in relazione alla business continuity, vedere ["TR-3446: Guida alle Best practice e alla panoramica di SnapMirror Async"](#).

Layout dello storage

Aggregati dedicati per host MEDITECH

Il primo passo per soddisfare i requisiti di performance elevate e alta disponibilità di MEDITECH è progettare correttamente il layout dello storage per l'ambiente MEDITECH per isolare il carico di lavoro di produzione dell'host MEDITECH su storage dedicato e dalle performance elevate.

È necessario eseguire il provisioning di un aggregato dedicato su ciascun controller di storage per memorizzare il programma, il dizionario e i file di dati degli host MEDITECH. Per eliminare la possibilità che altri carichi di lavoro utilizzino gli stessi dischi e influiscano sulle performance, non viene eseguito il provisioning di altri storage da questi aggregati.



Lo storage previsto per gli altri server MEDITECH non deve essere inserito nell'aggregato dedicato per le LUN utilizzate dagli host MEDITECH. È necessario collocare lo storage per altri server MEDITECH su un aggregato separato. I requisiti di storage per altri server MEDITECH sono disponibili nei documenti "proposta di configurazione hardware" (per le nuove implementazioni) e "attività di valutazione hardware" (per le implementazioni esistenti). È possibile ottenere questi documenti da MEDITECH attraverso l'integratore di sistema MEDITECH o dal Technical account Manager (TAM) MEDITECH. I tecnici delle soluzioni NetApp possono consultare il team NetApp MEDITECH Independent Software Vendor (ISV) per facilitare una configurazione corretta e completa del dimensionamento dello storage NetApp.

Distribuire uniformemente il carico di lavoro host MEDITECH in tutti i controller storage

I sistemi NetApp FAS e AFF vengono implementati come una o più coppie ad alta disponibilità. NetApp consiglia di distribuire uniformemente i carichi di lavoro di espansione MEDITECH e 6.x in ciascun controller di storage per applicare le risorse di calcolo, rete e caching su ciascun controller di storage.

Utilizza le seguenti linee guida per distribuire uniformemente i carichi di lavoro MEDITECH in ogni controller di storage:

- Se conosci gli IOPS per ciascun host MEDITECH, puoi distribuire uniformemente i carichi di lavoro di espansione MEDITECH e 6.x in tutti i controller di storage confermando che ciascun controller fornisce un numero simile di IOPS dagli host MEDITECH.
- Se non si conoscono gli IOPS per ciascun host MEDITECH, è comunque possibile distribuire uniformemente i carichi di lavoro di espansione MEDITECH e 6.x in tutti i controller storage. Completare questa attività confermando che la capacità degli aggregati per gli host MEDITECH è distribuita uniformemente su tutti i controller di storage. In questo modo, il numero di dischi è lo stesso in tutti gli aggregati di dati dedicati agli host MEDITECH.
- Utilizzare tipi di dischi simili e gruppi RAID identici per creare aggregati di storage di entrambi i controller per distribuire i carichi di lavoro in modo equo. Prima di creare l'aggregato di storage, contatta un NetApp Certified Integrator.



Secondo MEDITECH, due host nel sistema MEDITECH generano IOPS superiori rispetto agli altri host. Le LUN di questi due host devono essere collocate in controller di storage separati. È necessario identificare questi due host con l'assistenza del team MEDITECH prima di implementare il sistema.

Posizionamento dello storage

Storage di database per host MEDITECH

Lo storage del database per un host MEDITECH viene presentato come un dispositivo a blocchi (ovvero un LUN) dal sistema NetApp FAS o AFF. Il LUN viene generalmente montato sul sistema operativo Windows come disco E.

Altro storage

Il sistema operativo host MEDITECH e l'applicazione di database generano normalmente una notevole quantità di IOPS sullo storage. Il provisioning dello storage per le macchine virtuali host MEDITECH e i relativi file VMDK, se necessario, viene considerato indipendente dallo storage necessario per soddisfare le soglie di performance MEDITECH.

Lo storage fornito per gli altri server MEDITECH non deve essere inserito nell'aggregato dedicato per le LUN utilizzate dagli host MEDITECH. Collocare lo storage per altri server MEDITECH su un aggregato separato.

Configurazione dello storage controller

Alta disponibilità

Per mitigare l'effetto del guasto del controller e consentire aggiornamenti senza interruzioni del sistema storage, è necessario configurare il sistema storage con controller in una coppia ad alta disponibilità in modalità ad alta disponibilità.

Con la configurazione della coppia di controller ad alta disponibilità, gli shelf di dischi devono essere collegati ai controller tramite percorsi multipli. Questa connessione aumenta la resilienza dello storage proteggendosi da un guasto a percorso singolo e migliora la coerenza delle performance in caso di failover del controller.

Performance dello storage durante il failover del controller storage

Per i sistemi storage configurati con controller in coppia ad alta disponibilità, nell'improbabile caso di guasto di un controller, il controller partner assume il controllo delle risorse di storage e dei carichi di lavoro del controller guasto. È importante consultare il cliente per determinare i requisiti di performance che devono essere soddisfatti in caso di guasto del controller e dimensionare il sistema di conseguenza.

Takeover assistito dall'hardware

NetApp consiglia di attivare la funzione di Takeover assistito dall'hardware su entrambi i controller di storage.

Il Takeover assistito dall'hardware è progettato per ridurre al minimo il tempo di failover del controller dello storage. Consente al modulo LAN remota o al modulo Service Processor di un controller di notificare al partner un guasto del controller più rapidamente di un trigger di timeout heartbeat, riducendo il tempo necessario per il failover. La funzione di Takeover assistito dall'hardware è attivata per impostazione predefinita per i controller di storage in una configurazione ad alta disponibilità.

Per ulteriori informazioni sul Takeover assistito dall'hardware, consultare ["Centro documentazione di ONTAP 9"](#).

Tipo di disco

Per supportare il requisito di bassa latenza di lettura dei carichi di lavoro MEDITECH, NetApp consiglia di utilizzare un SSD dalle performance elevate per gli aggregati su sistemi AFF dedicati agli host MEDITECH.

NetApp AFF

NetApp offre array AFF dalle performance elevate per soddisfare i carichi di lavoro MEDITECH che richiedono un throughput elevato e che dispongono di schemi di accesso casuale ai dati e requisiti di bassa latenza. Per i carichi di lavoro MEDITECH, gli array AFF offrono vantaggi in termini di performance rispetto ai sistemi basati su HDD. La combinazione di tecnologia flash e gestione dei dati aziendali offre vantaggi in tre aree principali: Performance, disponibilità ed efficienza dello storage.

Strumenti e servizi di supporto NetApp

NetApp offre un set completo di strumenti e servizi di supporto. Il tool NetApp AutoSupport deve essere abilitato e configurato sui sistemi NetApp AFF/FAS per chiamare casa in caso di guasto hardware o configurazione errata del sistema. Chiamando a casa, il team di supporto NetApp avvisa di porre rimedio a qualsiasi problema in modo tempestivo. NetApp Active IQ è un'applicazione basata sul web che si basa sulle informazioni AutoSupport dei sistemi NetApp, fornendo informazioni predittive e proattive per migliorare disponibilità, efficienza e performance.

Implementazione e configurazione

Panoramica

Le linee guida per lo storage NetApp per l'implementazione di FlexPod fornite in questo documento riguardano:

- Ambienti che utilizzano ONTAP
- Ambienti che utilizzano server blade e rack Cisco UCS

Questo documento non tratta:

- Implementazione dettagliata dell'ambiente del data center FlexPod

Per ulteriori informazioni, vedere ["Data center FlexPod con design validato FC Cisco"](#) (CVD).

- Una panoramica degli ambienti software MEDITECH, delle architetture di riferimento e delle Best practice di integrazione.

Per ulteriori informazioni, vedere ["TR-4300i: Guida alle Best practice per i sistemi di storage NetApp FAS e all-flash per gli ambienti MEDITECH"](#) (Accesso NetApp richiesto).

- Requisiti quantitativi di performance e guida al dimensionamento.

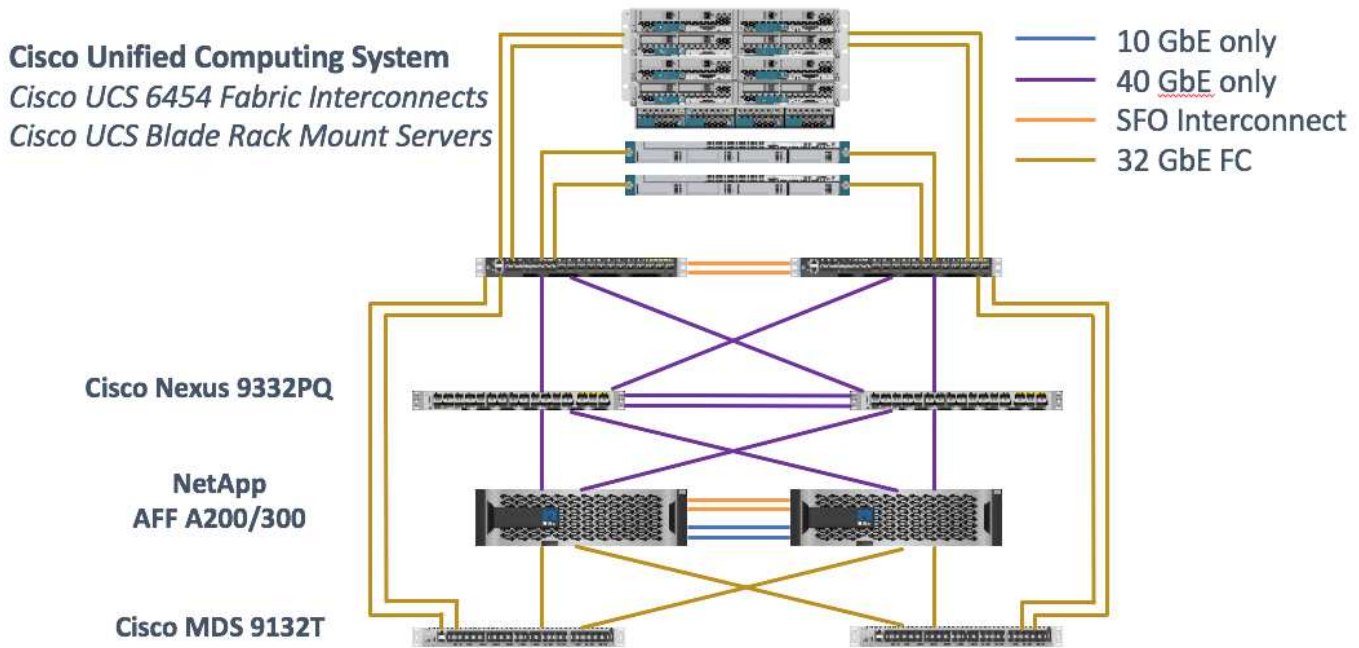
Per ulteriori informazioni, vedere ["TR-4190: Linee guida di dimensionamento NetApp per ambienti MEDITECH"](#).

- Utilizzo delle tecnologie NetApp SnapMirror per soddisfare i requisiti di backup e disaster recovery.
- Guida generica all'implementazione dello storage NetApp.

In questa sezione viene fornita una configurazione di esempio con Best practice per l'implementazione dell'infrastruttura ed elenca i vari componenti hardware e software dell'infrastruttura e le versioni che è possibile utilizzare.

Schema di cablaggio

La figura seguente illustra il diagramma della topologia FC/40GbE da 32 GB per un'implementazione MEDITECH.



Utilizzare sempre il ["Tool di matrice di interoperabilità \(IMT\)"](#) per verificare che tutte le versioni del software e del firmware siano supportate. La tabella nella sezione ["Moduli E componenti MEDITECH"](#) elenca i componenti hardware e software dell'infrastruttura utilizzati nel test della soluzione.

["Pagina successiva: Configurazione dell'infrastruttura di base."](#)

Configurazione dell'infrastruttura di base

Connettività di rete

Prima di configurare l'infrastruttura, è necessario disporre delle seguenti connessioni di rete:

- L'aggregazione di collegamenti che utilizza i canali delle porte e i canali delle porte virtuali (VPC) viene utilizzata ovunque, consentendo la progettazione di una maggiore larghezza di banda e disponibilità elevata:
 - VPC viene utilizzato tra gli switch Cisco Fi e Cisco Nexus.
 - Ogni server dispone di schede di interfaccia di rete virtuale (vNIC) con connettività ridondante all'Unified Fabric. Il failover NIC viene utilizzato tra gli IF per la ridondanza.
 - Ogni server dispone di vHBA (Virtual host Bus Adapter) con connettività ridondante all'Unified Fabric.
- Cisco UCS Fi viene configurato in modalità end-host come consigliato, fornendo il pinning dinamico delle vNIC agli switch uplink.

Connettività dello storage

Prima di configurare l'infrastruttura, è necessario disporre delle seguenti connessioni di storage:

- Gruppi di interfacce per porte di storage (ifgroup, VPC)
- Collegamento 10 GB allo switch N9K-A.
- Collegamento 10 GB allo switch N9K-B.
- Gestione in banda (bond attivo-passivo):

- Collegamento da 1 GB allo switch di gestione N9K-A.
- Collegamento da 1 GB allo switch di gestione N9K-B.
- Connettività end-to-end FC da 32 GB tramite switch Cisco MDS; configurazione dello zoning a singolo iniziatore
- Avvio SAN FC per ottenere il massimo livello di stateless computing; i server vengono avviati dalle LUN nel volume di boot che risiede nel cluster di storage AFF
- Tutti i carichi di lavoro MEDITECH sono ospitati su LUN FC, che sono distribuiti tra i nodi dello storage controller

Software host

È necessario installare il seguente software:

- ESXi installato sui blade Cisco UCS
- VMware vCenter installato e configurato (con tutti gli host registrati in vCenter)
- VSC installato e registrato in VMware vCenter
- Cluster NetApp configurato

["Pagina successiva: Configurazione di server blade e switch Cisco UCS."](#)

Configurazione di server blade e switch Cisco UCS

Il software FlexPod per MEDITECH è progettato con tolleranza di errore a ogni livello. Non esiste un singolo punto di errore nel sistema. Per ottenere prestazioni ottimali, Cisco consiglia l'utilizzo di server blade hot spare.

Questo documento fornisce una guida di alto livello sulla configurazione di base di un ambiente FlexPod per il software MEDITECH. In questa sezione, vengono presentate alcune fasi di alto livello con alcuni esempi per preparare l'elemento della piattaforma di calcolo Cisco UCS della configurazione FlexPod. Un prerequisito per questa guida è che la configurazione FlexPod sia in rack, alimentata e cablata in base alle istruzioni contenute nella ["Data center FlexPod con storage Fibre Channel con VMware vSphere 6.5 Update 1, NetApp AFF Serie A e Cisco UCS Manager 3.2"](#)CVD.

Configurazione dello switch Cisco Nexus

Per la soluzione viene implementata una coppia di switch Ethernet Cisco Nexus serie 9300 con tolleranza di errore. Collegare questi switch come descritto nella ["Schema di cablaggio"](#) sezione. La configurazione di Cisco Nexus consente di ottimizzare i flussi di traffico Ethernet per l'applicazione MEDITECH.

1. Una volta completata la configurazione iniziale e la licenza, eseguire i seguenti comandi per impostare i parametri di configurazione globale su entrambi gli switch:

```
spanning-tree port type network default
spanning-tree port type edge bpduguard default
spanning-tree port type edge bpdufilter default
port-channel load-balance src-dst l4port
ntp server <global-ntp-server-ip> use-vrf management
ntp master 3
ip route 0.0.0.0/0 <ib-mgmt-vlan-gateway>
copy run start
```

2. Creare le VLAN per la soluzione su ogni switch utilizzando la modalità di configurazione globale:

```
vlan <ib-mgmt-vlan-id>
name IB-MGMT-VLAN
vlan <native-vlan-id>
name Native-VLAN
vlan <vmotion-vlan-id>
name vMotion-VLAN
vlan <vm-traffic-vlan-id>
name VM-Traffic-VLAN
vlan <infra-nfs-vlan-id>
name Infra-NFS-VLAN
exit
copy run start
```

3. Creare l'interfaccia di distribuzione NTP (Network Time Protocol), i canali delle porte, i parametri del canale delle porte e le descrizioni delle porte per la risoluzione dei problemi come indicato in ["Data center FlexPod con storage Fibre Channel con VMware vSphere 6.5 Update 1, NetApp AFF Serie A e Cisco UCS Manager 3.2"](#)CVD.

Configurazione di Cisco MDS 9132T

Gli switch FC Cisco MDS serie 9100 offrono una connettività FC ridondante da 32 GB tra i controller NetApp AFF A200 o AFF A300 e il compute fabric Cisco UCS. Collegare i cavi come descritto in ["Schema di cablaggio"](#) sezione.

1. Dalle console di ogni switch MDS, eseguire i seguenti comandi per abilitare le funzioni richieste per la soluzione:

```
configure terminal
feature npiv
feature fport-channel-trunk
```

2. Configurare le singole porte, i canali delle porte e le descrizioni in base alla sezione di configurazione dello switch Cisco MDS di FlexPod in ["Data center FlexPod con design validato FC Cisco"](#).
3. Per creare le SAN virtuali (VSAN) necessarie per la soluzione, completare i seguenti passaggi in modalità

di configurazione globale:

a. Per lo switch Fabric-A MDS, eseguire i seguenti comandi:

```
vsan database
vsan <vsan-a-id>
vsan <vsan-a-id> name Fabric-A
exit
zone smart-zoning enable vsan <vsan-a-id>
vsan database
vsan <vsan-a-id> interface fc1/1
vsan <vsan-a-id> interface fc1/2
vsan <vsan-a-id> interface port-channel110
vsan <vsan-a-id> interface port-channel112
```

I numeri dei canali delle porte nelle ultime due righe del comando sono stati creati quando le singole porte, i canali delle porte e le descrizioni sono stati forniti utilizzando il documento di riferimento.

b. Per lo switch Fabric-B MDS, eseguire i seguenti comandi:

```
vsan database
vsan <vsan-b-id>
vsan <vsan-b-id> name Fabric-B
exit
zone smart-zoning enable vsan <vsan-b-id>
vsan database
vsan <vsan-b-id> interface fc1/1
vsan <vsan-b-id> interface fc1/2
vsan <vsan-b-id> interface port-channel111
vsan <vsan-b-id> interface port-channel113
```

I numeri dei canali delle porte nelle ultime due righe del comando sono stati creati quando le singole porte, i canali delle porte e le descrizioni sono stati forniti utilizzando il documento di riferimento.

4. Per ogni switch FC, creare nomi alias dei dispositivi che rendano l'identificazione di ciascun dispositivo intuitiva per le operazioni in corso, utilizzando i dettagli nel documento di riferimento.
5. Infine, creare le zone FC utilizzando i nomi alias del dispositivo creati nel passaggio 4 per ogni switch MDS come segue:
 - a. Per lo switch Fabric-A MDS, eseguire i seguenti comandi:

```

configure terminal
zone name VM-Host-Infra-01-A vsan <vsan-a-id>
member device-alias VM-Host-Infra-01-A init
member device-alias Infra-SVM-fcp_lif01a target
member device-alias Infra-SVM-fcp_lif02a target
exit
zone name VM-Host-Infra-02-A vsan <vsan-a-id>
member device-alias VM-Host-Infra-02-A init
member device-alias Infra-SVM-fcp_lif01a target
member device-alias Infra-SVM-fcp_lif02a target
exit
zoneset name Fabric-A vsan <vsan-a-id>
member VM-Host-Infra-01-A
member VM-Host-Infra-02-A
exit
zoneset activate name Fabric-A vsan <vsan-a-id>
exit
show zoneset active vsan <vsan-a-id>

```

b. Per lo switch Fabric-B MDS, eseguire i seguenti comandi:

```

configure terminal
zone name VM-Host-Infra-01-B vsan <vsan-b-id>
member device-alias VM-Host-Infra-01-B init
member device-alias Infra-SVM-fcp_lif01b target
member device-alias Infra-SVM-fcp_lif02b target
exit
zone name VM-Host-Infra-02-B vsan <vsan-b-id>
member device-alias VM-Host-Infra-02-B init
member device-alias Infra-SVM-fcp_lif01b target
member device-alias Infra-SVM-fcp_lif02b target
exit
zoneset name Fabric-B vsan <vsan-b-id>
member VM-Host-Infra-01-B
member VM-Host-Infra-02-B
exit
zoneset activate name Fabric-B vsan <vsan-b-id>
exit
show zoneset active vsan <vsan-b-id>

```

Guida alla configurazione di Cisco UCS

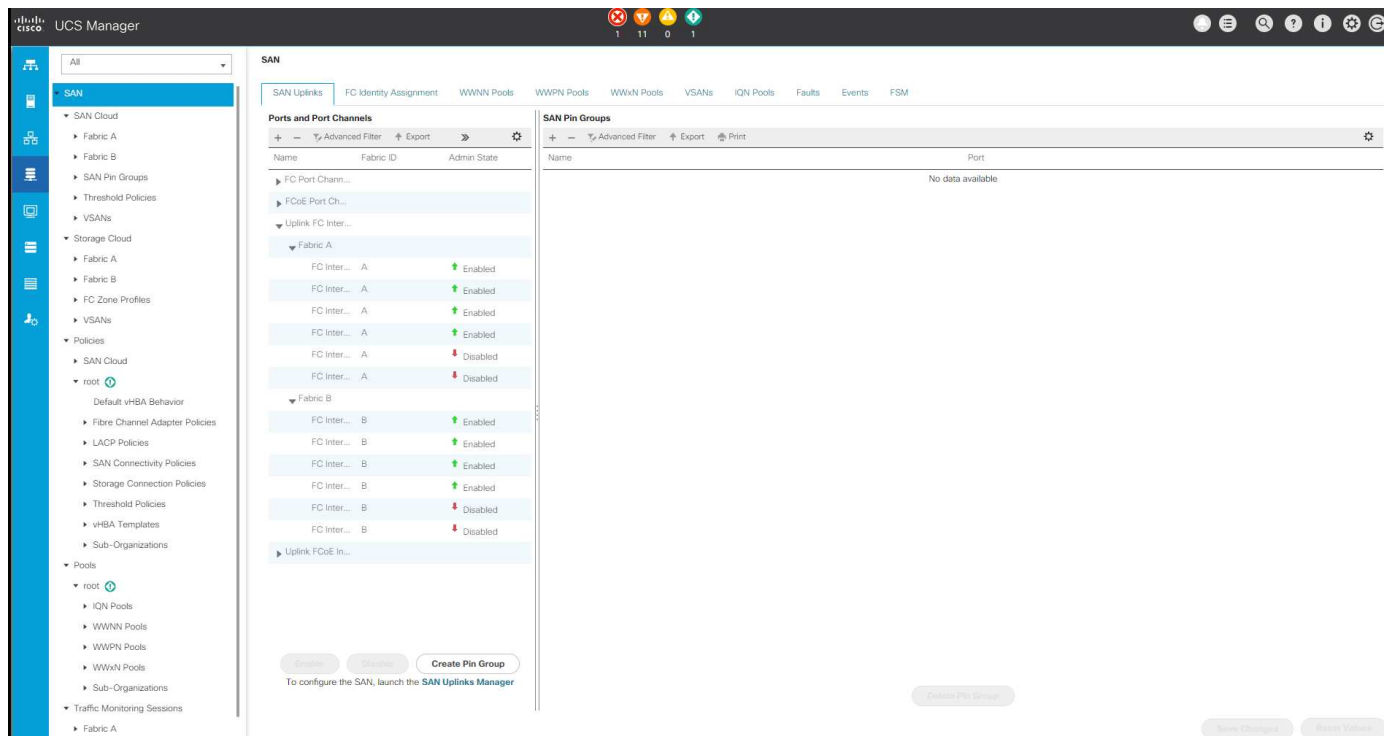
Cisco UCS consente ai clienti MEDITECH di sfruttare i propri esperti in materia di rete, storage e calcolo per creare policy e modelli che personalizzino l'ambiente in base alle proprie esigenze specifiche. Una volta creati,

questi criteri e modelli possono essere combinati in profili di servizio che offrono implementazioni coerenti, ripetibili, affidabili e rapide di server blade e rack Cisco.

Cisco UCS offre tre metodi per la gestione di un sistema Cisco UCS, denominato dominio:

- GUI di Cisco UCS Manager HTML5
- Cisco UCS CLI
- Cisco UCS Central per ambienti multidominio

La figura seguente mostra una schermata di esempio del nodo SAN in Cisco UCS Manager.



Nelle implementazioni di maggiori dimensioni, è possibile creare domini Cisco UCS indipendenti per una maggiore tolleranza agli errori a livello dei principali componenti funzionali MEDITECH.

In progetti altamente tolleranti agli errori con due o più data center, Cisco UCS Central svolge un ruolo chiave nella definizione di policy globali e profili di servizio globali per garantire la coerenza tra gli host in tutta l'azienda.

Per configurare la piattaforma di calcolo Cisco UCS, completare le seguenti procedure. Eseguire queste procedure dopo aver installato i server blade Cisco UCS B200 M5 nello chassis blade Cisco UCS 5108 AC. Inoltre, è necessario competere con i requisiti di cablaggio descritti nella "[Schema di cablaggio](#)" sezione.

1. Aggiornare il firmware di Cisco UCS Manager alla versione 3.2(2f) o successiva.
2. Configurare le impostazioni di reporting, chiamata a casa Cisco e NTP per il dominio.
3. Configurare il server e le porte di uplink su ogni fabric Interconnect.
4. Modificare la policy di rilevamento dello chassis.
5. Creare i pool di indirizzi per la gestione fuori banda, gli UUID (Universal Unique Identifier), l'indirizzo MAC, i server, il nome del nodo mondiale (WWNN) e il nome della porta mondiale (WWPN).
6. Creare i canali delle porte di uplink Ethernet e FC e le reti VSAN.

7. Creare policy per connettività SAN, controllo di rete, qualifica del pool di server, controllo dell'alimentazione, BIOS del server, e manutenzione predefinita.
8. Creare modelli vNIC e vHBA.
9. Creare policy di avvio vMedia e FC.
10. Creare modelli di profilo di servizio e profili di servizio per ciascun elemento della piattaforma MEDITECH.
11. Associare i profili di servizio ai blade server appropriati.

Per informazioni dettagliate sulla configurazione di ciascun elemento chiave dei profili di servizio Cisco UCS per FlexPod, consultare la ["Data center FlexPod con storage Fibre Channel con VMware vSphere 6.5 Update 1, NetApp AFF Serie A e Cisco UCS Manager 3.2"](#)Documento CVD.

["Pagina successiva: Best practice per la configurazione di ESXi."](#)

Best practice per la configurazione di ESXi

Per la configurazione sul lato host di ESXi, configurare gli host VMware come si farebbe per qualsiasi carico di lavoro del database aziendale:

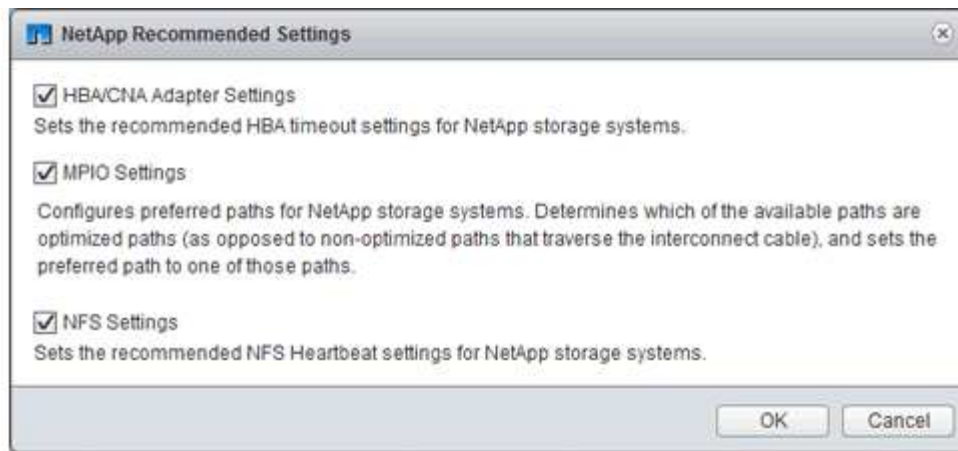
- VSC per VMware vSphere controlla e imposta le impostazioni di multipathing host ESXi e le impostazioni di timeout HBA che funzionano meglio con i sistemi storage NetApp. I valori impostati da VSC si basano su rigorosi test interni eseguiti da NetApp.
- Per ottenere performance di storage ottimali, considerare l'utilizzo di hardware di storage che supporti le API vStorage VMware - Array Integration (VAAI). Il plug-in NetApp per VAAI è una libreria software che integra le librerie di dischi virtuali VMware installate sull'host ESXi. Il pacchetto VMware VAAI consente l'offload di determinate attività dagli host fisici all'array di storage.

È possibile eseguire attività come il thin provisioning e l'accelerazione hardware a livello di array per ridurre il carico di lavoro sugli host ESXi. La funzione di offload delle copie e di riserva dello spazio migliorano le prestazioni delle operazioni VSC. È possibile scaricare il pacchetto di installazione del plug-in e ottenere le istruzioni per l'installazione del plug-in dal sito del supporto NetApp.

VSC imposta i timeout degli host ESXi, le impostazioni multipath, le impostazioni di timeout HBA e altri valori per ottenere performance ottimali e il failover corretto dei controller di storage NetApp. Attenersi alla seguente procedura:

- a. Dalla home page di VMware vSphere Web Client, selezionare vCenter > hosts.
- b. Fare clic con il pulsante destro del mouse su un host e selezionare Actions > NetApp VSC > Set Recommended Values (azioni > NetApp VSC > Imposta valori)
- c. Nella finestra di dialogo NetApp Recommended Settings (Impostazioni consigliate NetApp), selezionare i valori più adatti al sistema.

I valori standard consigliati sono impostati per impostazione predefinita.



a. Fare clic su OK.

["Pagina successiva: Configurazione NetApp."](#)

Configurazione di NetApp

Lo storage NetApp implementato per gli ambienti software MEDITECH utilizza i controller di storage in una configurazione a coppia ad alta disponibilità. Lo storage deve essere presentato da entrambi i controller ai server di database MEDITECH tramite il protocollo FC. La configurazione presenta lo storage di entrambi i controller per bilanciare uniformemente il carico dell'applicazione durante il normale funzionamento.

Configurazione di ONTAP

Questa sezione descrive un esempio di procedure di implementazione e provisioning che utilizzano i relativi comandi ONTAP. L'enfasi è quella di mostrare come viene eseguito il provisioning dello storage per implementare il layout di storage consigliato da NetApp, che utilizza una coppia di controller ad alta disponibilità. Uno dei principali vantaggi di ONTAP è la possibilità di scalare in orizzontale senza disturbare le coppie ad alta disponibilità esistenti.

Licenze ONTAP

Dopo aver configurato i controller di storage, applicare le licenze per abilitare le funzionalità ONTAP consigliate da NetApp. Le licenze per i carichi di lavoro MEDITECH sono FC, CIFS e NetApp Snapshot, SnapRestore, FlexClone, E SnapMirror.

Per configurare le licenze, aprire Gestione di sistema NetApp ONTAP, accedere a Configurazione-licenze, quindi aggiungere le licenze appropriate.

In alternativa, eseguire il seguente comando per aggiungere le licenze utilizzando la CLI:

```
license add -license-code <code>
```

Configurazione di AutoSupport

Il tool NetApp AutoSupport invia a NetApp informazioni di supporto riepilogative tramite HTTPS. Per configurare AutoSupport, eseguire i seguenti comandi ONTAP:

```
autosupport modify -node * -state enable
autosupport modify -node * -mail-hosts <mailhost.customer.com>
autosupport modify -node prod1-01 -from prod1-01@customer.com
autosupport modify -node prod1-02 -from prod1-02@customer.com
autosupport modify -node * -to storageadmins@customer.com
autosupport modify -node * -support enable
autosupport modify -node * -transport https
autosupport modify -node * -hostnamesubj true
```

Configurazione del Takeover assistita dall'hardware

Su ciascun nodo, abilitare il Takeover assistito dall'hardware per ridurre al minimo il tempo necessario per avviare un Takeover nell'improbabile caso di un guasto del controller. Per configurare il Takeover assistito dall'hardware, attenersi alla seguente procedura:

1. Eseguire il seguente comando ONTAP su xxx.

Impostare l'opzione indirizzo partner sull'indirizzo IP della porta di gestione per prod1-01.

```
MEDITECH::> storage failover modify -node prod1-01 -hwassist-partner-ip
<prod1-02-mgmt-ip>
```

2. Eseguire il seguente comando ONTAP per xxx:

Impostare l'opzione indirizzo partner sull'indirizzo IP della porta di gestione per cluster1-02.

```
MEDITECH::> storage failover modify -node prod1-02 -hwassist-partner-ip
<prod1-01-mgmt-ip>
```

3. Eseguire il seguente comando ONTAP per abilitare il Takeover assistito dall'hardware su entrambi prod1-01 e a. prod1-02 Coppia di controller HA.

```
MEDITECH::> storage failover modify -node prod1-01 -hwassist true
MEDITECH::> storage failover modify -node prod1-02 -hwassist true
```

["Pagina successiva: Configurazione aggregata."](#)

Configurazione dell'aggregato

NetApp RAID DP

NetApp consiglia la tecnologia NetApp RAID DP come tipo RAID per tutti gli aggregati di un sistema NetApp FAS o AFF, inclusi i normali aggregati di Flash Pool NetApp. La documentazione MEDITECH potrebbe specificare l'utilizzo di RAID 10, ma MEDITECH ha approvato l'utilizzo di RAID DP.

Dimensione del gruppo RAID e numero di gruppi RAID

La dimensione predefinita del gruppo RAID è 16. Queste dimensioni potrebbero essere o meno ottimali per gli aggregati degli host MEDITECH del sito specifico. Per il numero di dischi che NetApp consiglia di utilizzare in un gruppo RAID, vedere ["NetApp TR-3838: Guida alla configurazione del sottosistema di storage"](#).

La dimensione del gruppo RAID è importante per l'espansione dello storage, in quanto NetApp consiglia di aggiungere dischi a un aggregato con uno o più gruppi di dischi uguali alla dimensione del gruppo RAID. Il numero di gruppi RAID dipende dal numero di dischi dati e dalle dimensioni del gruppo RAID. Per determinare il numero di dischi dati necessari, utilizza lo strumento di dimensionamento di NetApp System Performance Modeler (SPM). Dopo aver determinato il numero di dischi dati, regolare le dimensioni del gruppo RAID per ridurre al minimo il numero di dischi di parità entro l'intervallo consigliato per le dimensioni del gruppo RAID per tipo di disco.

Per ulteriori informazioni su come utilizzare lo strumento di dimensionamento SPM per ambienti MEDITECH, vedere ["NetApp TR-4190: Linee guida di dimensionamento NetApp per ambienti MEDITECH"](#).

Considerazioni sull'espansione dello storage

Quando si espandono gli aggregati con più dischi, aggiungere i dischi in gruppi che sono uguali alle dimensioni del gruppo RAID aggregato. Seguendo questo approccio è possibile garantire la coerenza delle performance nell'intero aggregato.

Ad esempio, per aggiungere storage a un aggregato creato con una dimensione del gruppo RAID pari a 20, il numero di dischi che NetApp consiglia di aggiungere è uno o più gruppi da 20 dischi. Quindi, è necessario aggiungere 20, 40, 60 e così via, dischi.

Dopo aver espanso gli aggregati, è possibile migliorare le performance eseguendo attività di riallocazione sui volumi interessati o aggregando per distribuire le strisce di dati esistenti sui nuovi dischi. Questa azione è utile soprattutto se l'aggregato esistente era quasi pieno.



È necessario pianificare la riallocazione delle pianificazioni durante le ore di non produzione, poiché si tratta di un'attività che richiede un'elevata quantità di CPU e dischi.

Per ulteriori informazioni sull'utilizzo della riallocazione dopo un'espansione dell'aggregato, vedere ["NetApp TR-3929: Guida alla riallocazione delle Best practice"](#).

Copie Snapshot a livello di aggregato

Impostare la riserva di copia Snapshot NetApp a livello aggregato su zero e disattivare la pianificazione Snapshot aggregata predefinita. Eliminare eventuali copie Snapshot a livello aggregato preesistenti, se possibile.

["Pagina successiva: Configurazione della macchina virtuale per lo storage."](#)

Configurazione della macchina virtuale per lo storage

Questa sezione riguarda la distribuzione su ONTAP 8.3 e versioni successive.



Una macchina virtuale per lo storage (SVM) è nota anche come Vserver nell'API ONTAP e nell'interfaccia utente di ONTAP.

SVM per LUN host MEDITECH

È necessario creare una SVM dedicata per ogni cluster di storage ONTAP per possedere e gestire gli aggregati che contengono le LUN per gli host MEDITECH.

Impostazione di codifica della lingua SVM

NetApp consiglia di impostare la codifica della lingua per tutte le SVM. Se non viene specificata alcuna impostazione di codifica della lingua al momento della creazione di SVM, viene utilizzata l'impostazione predefinita di codifica della lingua. L'impostazione predefinita per la codifica della lingua è C.UTF-8 per ONTAP. Una volta impostata la codifica della lingua, non è possibile modificare la lingua di una SVM con Infinite Volume in un secondo momento.

I volumi associati a SVM ereditano l'impostazione di codifica del linguaggio SVM, a meno che non si specifichi esplicitamente un'altra impostazione al momento della creazione dei volumi. Per consentire il funzionamento di determinate operazioni, è necessario utilizzare l'impostazione di codifica della lingua in modo coerente in tutti i volumi del sito. Ad esempio, SnapMirror richiede che la SVM di origine e di destinazione abbia la stessa impostazione di codifica della lingua.

["Pagina successiva: Configurazione del volume."](#)

Configurazione del volume

Provisioning di volumi

I volumi MEDITECH dedicati agli host MEDITECH possono essere thick o thin provisioning.

Copie Snapshot predefinite a livello di volume

Le copie Snapshot vengono create come parte del flusso di lavoro di backup. Ogni copia Snapshot può essere utilizzata per accedere ai dati memorizzati nelle LUN MEDITECH in momenti diversi. La soluzione di backup approvata da MEDITECH crea volumi FlexClone con thin provisioning basati su queste copie Snapshot per fornire copie point-in-time delle LUN MEDITECH. L'ambiente MEDITECH è integrato con una soluzione software di backup approvata. Pertanto, NetApp consiglia di disattivare la pianificazione predefinita delle copie Snapshot su ciascuno dei volumi NetApp FlexVol che costituiscono le LUN del database di produzione MEDITECH.

Importante: i volumi FlexClone condividono lo spazio del volume dei dati padre, pertanto è fondamentale che il volume disponga di spazio sufficiente per le LUN dei dati MEDITECH e per i volumi FlexClone creati dai server di backup. I volumi FlexClone non occupano più spazio come i volumi di dati. Tuttavia, se le LUN MEDITECH vengono eliminate in tempi brevi, i volumi dei cloni potrebbero crescere.

Numero di volumi per aggregato

Per un sistema NetApp FAS che utilizza il caching con Flash Pool o Flash cache, NetApp consiglia di fornire tre o più volumi per aggregato dedicati alla memorizzazione del programma, del dizionario e dei file di dati MEDITECH.

Per i sistemi AFF, NetApp consiglia di dedicare quattro o più volumi per aggregato per memorizzare il programma MEDITECH, il dizionario e i file di dati.

Pianificazione di riallocazione a livello di volume

Il layout dei dati dello storage diventa meno ottimale nel tempo, soprattutto quando viene utilizzato da carichi di lavoro con un elevato utilizzo di scrittura, come le piattaforme MEDITECH expse, 6.x e C/S 5.x. Con il passare

del tempo, questa situazione potrebbe aumentare la latenza di lettura sequenziale, con conseguente maggiore tempo per completare il backup. Anche un layout o una frammentazione dei dati errati possono influire sulla latenza di scrittura. È possibile utilizzare la riallocazione a livello di volume per ottimizzare il layout dei dati su disco per migliorare le latenze di scrittura e l'accesso in lettura sequenziale. Il layout dello storage migliorato consente di completare il backup entro un intervallo di tempo di 8 ore.

Best practice

Come minimo, NetApp consiglia di implementare una pianificazione settimanale di riallocazione dei volumi per eseguire operazioni di riallocazione durante il downtime di manutenzione allocato o durante le ore fuori orario di punta in un sito di produzione.



NetApp consiglia vivamente di eseguire l'attività di riallocazione su un volume alla volta per controller.

Per ulteriori informazioni sulla determinazione di una pianificazione di riallocazione dei volumi appropriata per lo storage del database di produzione, vedere la sezione 3.12 in "[NetApp TR-3929: Guida alla riallocazione delle Best practice](#)". Questa sezione illustra inoltre come creare una pianificazione settimanale di riallocazione per un sito occupato.

["Pagina successiva: Configurazione del LUN."](#)

Configurazione del LUN

Il numero di host MEDITECH nell'ambiente determina il numero di LUN creati all'interno del sistema NetApp FAS o AFF. La proposta di configurazione hardware specifica le dimensioni di ogni LUN.

Provisioning del LUN

LE LUN MEDITECH dedicate agli host MEDITECH possono essere thick o thin provisioning.

Tipo di sistema operativo LUN

Per allineare correttamente i LUN creati, è necessario impostare correttamente il tipo di sistema operativo per i LUN. Le LUN disallineate comportano un overhead non necessario delle operazioni di scrittura ed è costoso correggere una LUN disallineata.

Il server host MEDITECH in genere viene eseguito nell'ambiente Windows Server virtualizzato utilizzando l'hypervisor VMware vSphere. Il server host può essere eseguito anche in ambiente Windows Server su un server bare-metal. Per determinare il valore corretto del tipo di sistema operativo da impostare, fare riferimento alla sezione "creazione LUN" di "[Comandi di Clustered Data ONTAP 8.3: Guida di riferimento alla pagina](#)".

Dimensione del LUN

Per determinare le dimensioni del LUN per ciascun host MEDITECH, consultare il documento proposta di configurazione hardware (nuova implementazione) o attività di valutazione hardware (implementazione esistente) di MEDITECH.

Presentazione del LUN

MEDITECH richiede che lo storage per programmi, dizionari e file di dati venga presentato agli host MEDITECH come LUN utilizzando il protocollo FC. Nell'ambiente virtuale VMware, i LUN vengono presentati ai

server VMware ESXi che ospitano gli host MEDITECH. Quindi, ciascun LUN presentato al server VMware ESXi viene mappato a ciascuna VM host MEDITECH utilizzando RDM in modalità di compatibilità fisica.

È necessario presentare i LUN agli host MEDITECH utilizzando le convenzioni di denominazione LUN appropriate. Ad esempio, per semplificare l'amministrazione, è necessario presentare il LUN `MTFS01E` All'host MEDITECH `mt-host-01`.

Consultare la proposta di configurazione hardware MEDITECH quando si consulta il programma di installazione del sistema di backup e MEDITECH per definire una convenzione di denominazione coerente per le LUN utilizzate dagli host MEDITECH.

Un esempio di nome LUN MEDITECH è `MTFS05E`, in cui:

- `MTFS` Indica il file server MEDITECH (per l'host MEDITECH).
- `05` indica il numero host 5.
- `E` Indica il disco di Windows E.

["Pagina successiva: Configurazione del gruppo di iniziatori."](#)

Configurazione del gruppo iniziatore

Quando si utilizza FC come protocollo di rete dati, creare due gruppi di iniziatori (igroups) su ciascun controller di storage. Il primo igroup contiene le WWPN delle schede di interfaccia host FC sui server VMware ESXi che ospitano le macchine virtuali host MEDITECH (igroup per MEDITECH).

È necessario impostare il tipo di sistema operativo MEDITECH igroup in base alla configurazione dell'ambiente. Ad esempio:

- Utilizzare il tipo di sistema operativo igroup `Windows` Per le applicazioni installate su hardware server bare-metal in un ambiente Windows Server.
- Utilizzare il tipo di sistema operativo igroup `VMware` Per le applicazioni virtualizzate mediante l'hypervisor VMware vSphere.



Il tipo di sistema operativo per un igroup potrebbe essere diverso dal tipo di sistema operativo per un LUN. Ad esempio, per gli host MEDITECH virtualizzati, è necessario impostare il tipo di sistema operativo igroup su `VMware`. Per le LUN utilizzate dagli host MEDITECH virtualizzati, impostare il tipo di sistema operativo su `Windows 2008 or later`. Utilizzare questa impostazione perché il sistema operativo host MEDITECH è Windows Server 2008 R2 64-bit Enterprise Edition.

Per determinare il valore corretto per il tipo di sistema operativo, vedere le sezioni "LUN iGroup Create" e "LUN Create" nel ["Comandi di Clustered Data ONTAP 8.2: Guida di riferimento alla pagina"](#).

["Successivo: Mappature LUN."](#)

Mappature LUN

Le mappature LUN per gli host MEDITECH vengono stabilite al momento della creazione dei LUN.

Moduli E componenti MEDITECH

L'applicazione MEDITECH copre diversi moduli e componenti. La seguente tabella elenca le funzioni trattate da questi moduli. Per ulteriori informazioni sulla configurazione e l'implementazione di questi moduli, consultare la documentazione MEDITECH.

Funzione	Tipo
Connettività	<ul style="list-style-type: none">• Server Web• Server applicativo live (WI – integrazione Web)• Test del server applicazioni (WI)• Server di autenticazione SAML (WI)• Server proxy SAML (WI)• Server di database
Infrastruttura	<ul style="list-style-type: none">• File server• Client processi in background• Server di connessione• Server delle transazioni
Scansione e archiviazione	<ul style="list-style-type: none">• Server di immagini
Repository di dati	<ul style="list-style-type: none">• SQL Server
Analytics aziendali e clinici	<ul style="list-style-type: none">• Server di live intelligence (BCA)• Server di intelligence di test (BCA)• Server di database (BCA)
Assistenza a casa	<ul style="list-style-type: none">• Soluzione per siti remoti• Connettività• Infrastruttura• Stampa in corso• Dispositivi di campo• Scansione• Requisiti del sito in hosting• Configurazione del firewall
Supporto	<ul style="list-style-type: none">• Client processi in background (CAL - licenza di accesso client)
Dispositivi dell'utente	<ul style="list-style-type: none">• Tablet• Dispositivi fissi

Funzione	Tipo
Stampa in corso	<ul style="list-style-type: none"> • Server di stampa di rete attivo (obbligatorio; potrebbe già esistere) • Test del server di stampa di rete (obbligatorio; potrebbe già esistere)
Requisito di terze parti	<ul style="list-style-type: none"> • Primo database (FDB) MedKnowledge Framework v4.3

Ringraziamenti

Le seguenti persone hanno contribuito alla creazione di questa guida.

- Brandon Agee, Technical Marketing Engineer, NetApp
- Atul Balodia, Technical Marketing Engineer, NetApp
- Ketan Mota, Senior Product Manager, NetApp
- John Duignan, Solutions Architect - Healthcare, NetApp
- Jon Ebmeier, Cisco
- Mike Brennan, Cisco

Dove trovare ulteriori informazioni

Per ulteriori informazioni sulle informazioni descritte in questo documento, consultare i seguenti documenti o siti Web:

Area di progettazione FlexPod

- ["Area di progettazione FlexPod"](#)
- ["Data center FlexPod con storage FC \(switch MDS\) con NetApp AFF, vSphere 6.5U1 e Cisco UCS Manager"](#)

Report tecnici NetApp

- ["TR-3929: Guida alla riallocazione delle Best practice"](#)
- ["TR-3987: Plug-in di Snap Creator Framework per InterSystems Caché"](#)
- ["TR-4300i: Guida alle Best practice per i sistemi di storage NetApp FAS e all-flash per gli ambienti MEDITECH"](#)
- ["TR-4017: Best practice SAN FC"](#)
- ["TR-3446: Guida alle Best practice e alla panoramica di SnapMirror Async"](#)

Documentazione ONTAP

- ["Documentazione sui prodotti NetApp"](#)
- ["Virtual Storage Console \(VSC\) per la documentazione vSphere"](#)

- ["Centro documentazione di ONTAP 9":](#)
 - ["FC Express Guide per ESXi"](#)
- ["Tutta la documentazione di ONTAP 9.3":](#)
 - ["Guida all'installazione del software"](#)
 - ["Guida all'alimentazione di dischi e aggregati"](#)
 - ["GUIDA all'amministrazione SAN"](#)
 - ["Guida ALLA configurazione SAN"](#)
 - ["Guida alla configurazione FC per Windows Express"](#)
 - ["Guida all'installazione di FC SAN Optimized AFF"](#)
 - ["Guida alla configurazione ad alta disponibilità"](#)
 - ["Guida alla gestione dello storage logico"](#)
 - ["Guida al risparmio di energia per la gestione delle performance"](#)
 - ["Guida all'alimentazione per la configurazione SMB/CIFS"](#)
 - ["Riferimento SMB/CIFS"](#)
 - ["Guida all'alimentazione per la protezione dei dati"](#)
 - ["Guida al backup e ripristino su nastro Data Protection"](#)
 - ["NetApp Encryption Power Guide"](#)
 - ["Guida alla gestione di rete"](#)
 - ["Comandi: Guida di riferimento pagina manuale per ONTAP 9.3"](#)

Guide di Cisco Nexus, MDS, Cisco UCS e Cisco UCS Manager

- ["Panoramica dei server Cisco UCS"](#)
- ["Panoramica sui server blade Cisco UCS"](#)
- ["Scheda informativa su Cisco UCS B200 M5"](#)
- ["Panoramica di Cisco UCS Manager"](#)
- ["Bundle infrastruttura Cisco UCS Manager 3.2\(3a\)"](#) (Richiede l'autorizzazione Cisco.com/7)
- ["Switch per piattaforma Cisco Nexus 9300"](#)
- ["Switch Cisco MDS 9132T FC"](#)

FlexPod per imaging medicale

TR-4865: FlexPod per l'imaging medicale

Jaya Kishore Esanakula e Atul Balodia, NetApp

L'imaging medicale rappresenta il 70% di tutti i dati generati dalle organizzazioni del settore sanitario. Man mano che le modalità digitali continuano a progredire e emergono nuove modalità, la quantità di dati continuerà ad aumentare. Ad esempio, la transizione dalla patologia analogica a quella digitale aumenterà drasticamente le dimensioni delle immagini a un ritmo che metterà a confronto qualsiasi strategia di gestione dei dati

attualmente in atto.

Secondo un recente [report](#), COVID-19 ha chiaramente ridefinito la trasformazione digitale, COVID-19 ha accelerato il commercio digitale di 5 anni. L'innovazione tecnologica guidata dai risolutori dei problemi sta cambiando radicalmente il nostro modo di procedere nella vita quotidiana. Questo cambiamento basato sulla tecnologia rivoluzionerà molti aspetti critici della nostra vita, tra cui l'assistenza sanitaria.

L'assistenza sanitaria è destinata a subire un cambiamento importante nei prossimi anni. COVID sta accelerando l'innovazione nel settore sanitario che spingerà il settore di almeno diversi anni. Il fulcro di questo cambiamento è la necessità di rendere l'assistenza sanitaria più flessibile nella gestione delle pandemie, essendo più accessibile, disponibile e affidabile, senza compromettere l'affidabilità.

Alla base di questo cambiamento nel settore sanitario c'è una piattaforma ben progettata. Una delle metriche chiave per misurare la piattaforma è la facilità con cui è possibile implementare le modifiche alla piattaforma. La velocità è la nuova scala e la protezione dei dati non può essere compromessa. Alcuni dei dati più critici al mondo vengono creati e utilizzati dai sistemi clinici che supportano i medici. NetApp ha reso disponibili i dati critici per l'assistenza ai pazienti dove i medici ne hanno bisogno, on-premise, nel cloud o in un ambiente ibrido. Gli ambienti multi-cloud ibridi sono l'attuale stato dell'arte per l'architettura IT.

Il settore sanitario, come sappiamo, si concentra su fornitori (medici, infermieri, radiologi, tecnici dei dispositivi medici e così via) e pazienti. Avvicinando pazienti e fornitori, rendendo la posizione geografica un semplice punto dati, diventa ancora più importante che la piattaforma sottostante sia disponibile quando i fornitori e i pazienti ne hanno bisogno. La piattaforma deve essere efficiente e conveniente nel lungo termine. Nel loro impegno per ridurre ulteriormente i costi di assistenza ai pazienti, ["Organizzazioni responsabili dell'assistenza"](#) (Acos) sarebbe potenziata da una piattaforma efficiente.

Quando si tratta di sistemi di informazione sanitaria utilizzati dalle organizzazioni sanitarie, la questione della costruzione rispetto all'acquisto tende ad avere una sola risposta: L'acquisto. Questo potrebbe essere per molti motivi soggettivi. Le decisioni di acquisto prese nel corso di molti anni possono creare sistemi informativi eterogenei. Ciascun sistema dispone di un insieme specifico di requisiti per la piattaforma su cui viene implementato. Il problema più significativo è l'ampio e diversificato insieme di protocolli di storage e livelli di performance richiesti dai sistemi informativi, che rendono la standardizzazione della piattaforma e l'efficienza operativa ottimale una sfida significativa. Le organizzazioni del settore sanitario non possono concentrarsi su problemi mission-critical perché la loro attenzione è concentrata su esigenze operative banali come l'ampio set di piattaforme che richiedono un insieme diversificato di competenze e quindi la conservazione delle PMI.

Le sfide possono essere classificate nelle seguenti categorie:

- Esigenze di storage eterogenee
- Silos di reparto
- Complessità operativa DELL'IT
- Connettività cloud
- Sicurezza informatica
- Intelligenza artificiale e deep learning

Con FlexPod, otterrai una singola piattaforma che supporta FC, FCoE, iSCSI, NFS/pNFS, SMB/CIFS e così via da una singola piattaforma. Persone, processi e tecnologia fanno parte del DNA su cui FlexPod è progettato e costruito. La QoS adattiva di FlexPod aiuta a abbattere i silos di reparto supportando più sistemi clinici mission-critical sulla stessa piattaforma FlexPod sottostante. FlexPod è certificata FedRAMP e FIPS 140-2. Inoltre, le organizzazioni sanitarie devono affrontare opportunità come l'intelligenza artificiale e il deep learning. FlexPod e NetApp risolvono queste sfide e rendono i dati disponibili dove sono necessari on-premise o in un ambiente multi-cloud ibrido in una piattaforma standardizzata. Per ulteriori informazioni e per una serie di storie di successo dei clienti, vedere ["FlexPod settore sanitario"](#).

I sistemi PACS e di informazione medica tipici dispongono del seguente set di funzionalità:

- Ricezione e registrazione
- Pianificazione
- Imaging
- Trascrizione
- Gestione
- Scambio di dati
- Archivio di immagini
- Visualizzazione delle immagini per l'acquisizione e la lettura delle immagini per i tecnici e visualizzazione delle immagini per i medici

Per quanto riguarda l'imaging, il settore sanitario sta cercando di risolvere le seguenti sfide cliniche:

- Adozione più ampia di ["elaborazione del linguaggio naturale"](#) Assistenti (NLP) di tecnici e medici per la lettura delle immagini. Il reparto di radiologia può beneficiare del riconoscimento vocale per la trascrizione dei referti. NLP può essere utilizzato per identificare e rendere anonimi i record di un paziente, in particolare i tag DICOM integrati nell'immagine DICOM. Le funzionalità NLP richiedono piattaforme dalle performance elevate con tempi di risposta a bassa latenza per l'elaborazione delle immagini. La qualità del servizio FlexPod non solo offre performance e offre anche proiezioni di capacità mature per la crescita futura.
- Adozione più ampia di percorsi clinici e protocolli standardizzati da parte di Acon e delle organizzazioni sanitarie della comunità. Storicamente, i percorsi clinici sono stati utilizzati come set statico di linee guida piuttosto che come workflow integrato che guida le decisioni cliniche. Con i miglioramenti nell'elaborazione di immagini e NLP, i tag DICOM nelle immagini possono essere integrati nei percorsi clinici come fatti per guidare le decisioni cliniche. Pertanto, questi processi richiedono performance elevate, bassa latenza e throughput elevato dalla piattaforma dell'infrastruttura sottostante e dai sistemi storage.
- I modelli ML che sfruttano le reti neurali convoluzionali consentono l'automazione delle funzionalità di elaborazione delle immagini in tempo reale e richiedono pertanto un'infrastruttura che sia compatibile con GPU. FlexPod offre componenti di calcolo CPU e GPU integrati nello stesso sistema e CPU e GPU possono essere scalate indipendentemente l'una dall'altra.
- Se i tag DICOM vengono utilizzati come fatti negli avvisi delle Best practice cliniche, il sistema deve eseguire più letture di artefatti DICOM con bassa latenza e throughput elevato.
- Quando si valutano le immagini, la collaborazione in tempo reale tra radiologi di diverse organizzazioni richiede un'elaborazione grafica dalle performance elevate nei dispositivi di calcolo dell'utente finale. NetApp offre soluzioni VDI leader del settore progettate e collaudate appositamente per i casi di utilizzo della grafica high-end. Ulteriori informazioni sono disponibili ["qui"](#).
- La gestione di immagini e supporti nelle organizzazioni sanitarie ACO può utilizzare una singola piattaforma, indipendentemente dal sistema di registrazione dell'immagine, utilizzando protocolli come Digital Imaging and Communications in Medicine (["DICOM"](#)) E accesso web agli oggetti persistenti DICOM (["WADO"](#))
- Scambio di informazioni sanitarie (["HIE"](#)) include immagini incorporate nei messaggi.
- Le modalità mobili, ad esempio dispositivi portatili e wireless di scansione (ad esempio, scanner a ultrasuoni tascabili collegati a un telefono), richiedono una solida infrastruttura di rete con sicurezza, affidabilità e latenza a livello DoD all'edge, al core e nel cloud. ["Un data fabric abilitato da NetApp"](#) fornire alle organizzazioni questa funzionalità su larga scala.
- Le modalità più recenti hanno esigenze di storage esponenziali; ad esempio, CT e MRI richiedono alcune centinaia di MB per ciascuna modalità, ma le immagini di patologia digitale (inclusa l'imaging a vetrino

intero) possono avere dimensioni di pochi GB. FlexPod è progettato con "performance, affidabilità e scalabilità come caratteristiche fondamentali".

Una piattaforma di sistemi di imaging medicale ben architettata è al centro dell'innovazione. L'architettura FlexPod offre funzionalità di calcolo e storage flessibili con efficienza dello storage leader del settore.

Vantaggi generali della soluzione

Eseguendo un ambiente applicativo di imaging su una base architetture FlexPod, la tua organizzazione sanitaria può aspettarsi un miglioramento della produttività del personale e una riduzione delle spese di capitale e operative. FlexPod offre un prodotto rigorosamente testato, prevalidato e convergente, progettato e progettato per offrire performance di sistema prevedibili a bassa latenza e alta disponibilità. Questo approccio offre elevati livelli di comfort e, in ultima analisi, tempi di risposta ottimali per gli utenti del sistema di imaging medicale.

Diversi componenti del sistema di imaging potrebbero richiedere lo storage dei dati nei file system SMB/CIFS, NFS, Ext4 o NTFS. Questo requisito significa che l'infrastruttura deve fornire l'accesso ai dati sui protocolli NFS, SMB/CIFS e SAN. Un singolo sistema storage NetApp può supportare i protocolli NFS, SMB/CIFS e SAN, eliminando così la necessità di una pratica legacy di sistemi storage specifici del protocollo.

L'infrastruttura FlexPod è una piattaforma modulare, convergente, virtualizzata, scalabile (scale-out e scale-up) e conveniente. Con la piattaforma FlexPod, puoi scalare in modo indipendente calcolo, rete e storage per accelerare l'implementazione delle applicazioni. Inoltre, l'architettura modulare consente operazioni senza interruzioni anche durante le attività di scale-out e upgrade del sistema.

FlexPod offre diversi vantaggi specifici per il settore dell'imaging medicale:

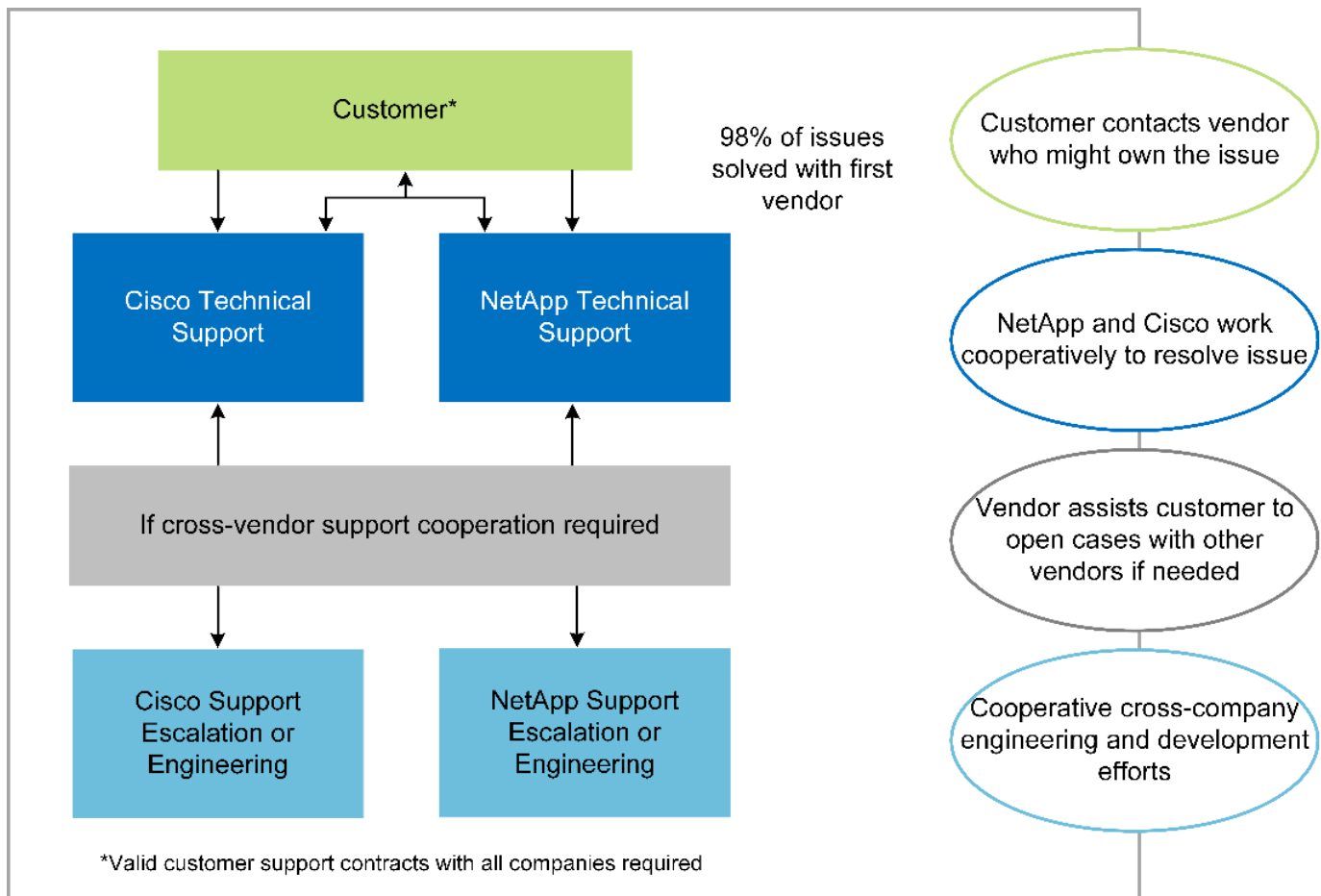
- **Prestazioni del sistema a bassa latenza.** il tempo dei radiologi è una risorsa di alto valore e l'utilizzo efficiente del tempo di un radiologo è fondamentale. L'attesa del caricamento di immagini o video può contribuire al burnout del medico e compromettere l'efficienza e la sicurezza del paziente.
- **Architettura modulare.** i componenti FlexPod sono collegati tramite un server in cluster, un fabric di gestione dello storage e un set di strumenti di gestione coesivi. Man mano che le strutture di imaging crescono anno dopo anno e il numero di studi aumenta, sarà necessario che l'infrastruttura sottostante sia scalabile di conseguenza. FlexPod è in grado di scalare calcolo, storage e rete in modo indipendente.
- **Implementazione più rapida dell'infrastruttura.** sia che si trovi in un data center esistente o in una postazione remota, il design integrato e testato di FlexPod Datacenter con imaging medicale ti consente di attivare e utilizzare la nuova infrastruttura in meno tempo, con meno sforzo.
- **Implementazione accelerata delle applicazioni.** Un'architettura prevalidata riduce i tempi di integrazione dell'implementazione e i rischi per qualsiasi carico di lavoro, mentre la tecnologia NetApp automatizza l'implementazione dell'infrastruttura. Sia che si utilizzi la soluzione per un'implementazione iniziale dell'imaging medicale, un aggiornamento dell'hardware o un'espansione, è possibile trasferire più risorse al valore di business del progetto.
- **Operazioni semplificate e costi inferiori.** è possibile eliminare i costi e la complessità delle piattaforme proprietarie legacy sostituendole con una risorsa condivisa più efficiente e scalabile in grado di soddisfare le esigenze dinamiche del carico di lavoro. Questa soluzione offre un maggiore utilizzo delle risorse dell'infrastruttura per un maggiore ritorno sull'investimento (ROI).
- **Architettura scale-out.** è possibile scalare SAN e NAS da terabyte a decine di petabyte senza riconfigurare le applicazioni in esecuzione.
- **Operazioni senza interruzioni.** è possibile eseguire manutenzione dello storage, operazioni del ciclo di vita dell'hardware e aggiornamenti software senza interrompere il business.
- **Multitenancy sicura.** questo vantaggio supporta le maggiori esigenze di infrastruttura condivisa storage e server virtualizzati, consentendo la multi-tenancy sicura di informazioni specifiche della struttura, in

particolare se si ospitano più istanze di database e software.

- **Ottimizzazione delle risorse in pool.** questo vantaggio consente di ridurre il numero di server fisici e controller di storage, bilanciare il carico di lavoro e aumentare l'utilizzo migliorando le performance.
- **Qualità del servizio (QoS).** FlexPod offre QoS sull'intero stack. Queste policy di storage QoS leader del settore consentono livelli di servizio differenziati in un ambiente condiviso. Queste policy aiutano a ottimizzare le performance per i carichi di lavoro e aiutano a isolare e controllare le applicazioni senza controllo.
- **Supporto per SLA di livello storage mediante QoS.** non è necessario implementare sistemi storage diversi per i diversi livelli di storage richiesti generalmente da un ambiente di imaging medicale. Un singolo cluster di storage con più volumi NetApp FlexVol con policy QoS specifiche per diversi livelli può servire a tale scopo. Con questo approccio, l'infrastruttura storage può essere condivisa adattando dinamicamente le mutevoli esigenze di un particolare Tier di storage. NetApp AFF può supportare diversi SLA per i Tier di storage consentendo la QoS a livello del volume FlexVol, eliminando così la necessità di sistemi storage diversi per diversi Tier di storage per l'applicazione.
- **Efficienza dello storage.** le immagini mediche sono in genere pre-compresse dall'applicazione di imaging per una compressione senza perdita di dati jpeg2k che è di circa 2.5:1. Tuttavia, si tratta di un'applicazione di imaging e specifica del vendor. In ambienti applicativi di imaging più grandi (oltre 1 PB), sono possibili risparmi del 5-10% sullo storage e puoi ridurre i costi dello storage con le funzionalità di efficienza dello storage NetApp. Collaborate con i vostri fornitori di applicazioni di imaging e con il vostro esperto NetApp per sbloccare potenziali efficienze dello storage per il vostro sistema di imaging medicale.
- **Agilità.** grazie ai tool di automazione, orchestrazione e gestione del workflow leader del settore offerti dai sistemi FlexPod, il tuo team IT può essere molto più reattivo alle richieste di business. Queste richieste di business possono spaziare dal backup dell'imaging medico al provisioning di ambienti di test e formazione aggiuntivi alle repliche dei database di analisi per iniziative di gestione dello stato di salute della popolazione.
- **Maggiore produttività.** è possibile implementare e scalare rapidamente questa soluzione per un'esperienza ottimale dell'utente finale del medico.
- **Data Fabric.** il data fabric basato su NetApp consente di unire i dati tra siti, oltre i confini fisici e tra applicazioni diverse. Il tuo data fabric basato su NetApp è costruito per le aziende basate sui dati in un mondo incentrato sui dati. I dati vengono creati e utilizzati in più sedi e spesso devono essere sfruttati e condivisi con altre sedi, applicazioni e infrastrutture. Quindi, ti serve un modo coerente e integrato per gestirlo. Questa soluzione consente di gestire i dati in modo da tenere sotto controllo il team IT e semplificare l'aumento della complessità DELL'IT.
- **FabricPool.** NetApp ONTAP FabricPool contribuisce a ridurre i costi relativi allo storage senza compromettere performance, efficienza, sicurezza o protezione. FabricPool è trasparente per le applicazioni aziendali e sfrutta l'efficienza del cloud riducendo il TCO dello storage senza la necessità di riprogettare l'infrastruttura applicativa. FlexPod può trarre vantaggio dalle funzionalità di tiering dello storage di FabricPool per un utilizzo più efficiente dello storage flash ONTAP. Per informazioni complete, vedere "[FlexPod con FabricPool](#)".
- **Sicurezza FlexPod.** La sicurezza è alla base di FlexPod. Negli ultimi anni, il ransomware è diventato una minaccia significativa e crescente. Ransomware è un malware basato sulla virologia crittografica, l'utilizzo della crittografia per la creazione di software dannoso. Questo malware può utilizzare la crittografia a chiave simmetrica e asimmetrica per bloccare i dati della vittima e richiedere un riscatto per fornire la chiave per decrittare i dati. Per scoprire in che modo FlexPod aiuta a mitigare minacce come il ransomware, consulta "[La soluzione per il ransomware](#)". I componenti dell'infrastruttura FlexPod sono inoltre "[\(FIPS\) 140-2](#)" conformi allo standard federale per l'elaborazione delle informazioni.
- **Supporto congiunto di FlexPod.** NetApp e Cisco hanno definito il supporto congiunto di FlexPod, un modello di supporto forte, scalabile e flessibile per soddisfare i requisiti di supporto esclusivi dell'infrastruttura convergente di FlexPod. Questo modello utilizza l'esperienza, le risorse e l'esperienza di supporto tecnico di NetApp e Cisco per fornire un processo semplificato per identificare e risolvere il

problema di supporto FlexPod, indipendentemente dalla posizione del problema. Il modello di supporto cooperativo FlexPod ti aiuta a confermare che il tuo sistema FlexPod funziona in modo efficiente e sfrutta la tecnologia più aggiornata, fornendo al contempo un team esperto per risolvere i problemi di integrazione.

Il supporto congiunto di FlexPod è particolarmente utile se la tua organizzazione sanitaria esegue applicazioni business-critical. L'illustrazione riportata di seguito mostra una panoramica del modello di supporto cooperativo FlexPod.



Scopo

Questo documento fornisce una panoramica tecnica di un'infrastruttura FlexPod basata su Cisco UCS e NetApp ONTAP per l'hosting di questa soluzione di imaging medicale.

Pubblico

Il presente documento è destinato ai responsabili tecnici del settore sanitario, ai tecnici delle soluzioni partner Cisco e NetApp e al personale dei servizi professionali. NetApp presuppone che il lettore abbia una buona comprensione dei concetti di dimensionamento di calcolo e storage, nonché una buona familiarità tecnica con il sistema di imaging medicale, Cisco UCS e i sistemi storage NetApp.

Applicazione di imaging medicale

Una tipica applicazione di imaging medicale offre una suite di applicazioni che insieme costituiscono una soluzione di imaging di livello Enterprise per le piccole, medie e grandi organizzazioni sanitarie.

Il cuore della suite di prodotti è costituito dalle seguenti funzionalità cliniche:

- Repository di imaging aziendale
- Supporta le sorgenti di immagini tradizionali, ad esempio radiologia e cardiologia. Supporta anche altre aree di cura come oftalmologia, dermatologia, colonscopia e altri oggetti di imaging medico come foto e video.
- **"Sistema di archiviazione e comunicazione delle immagini"** (PACS), che è un mezzo computerizzato per sostituire i ruoli delle pellicole radiologiche convenzionali
- Enterprise Imaging Vendor Neutral Archive (VNA):
 - Consolidamento scalabile di documenti DICOM e non DICOM
 - Sistema di imaging medico centralizzato
 - Supporto per la sincronizzazione dei documenti e l'integrità dei dati tra più (PACS) nell'azienda
 - Gestione del ciclo di vita dei documenti mediante un sistema esperto basato su regole che sfrutta i metadati dei documenti, come:
 - Tipo di modalità
 - Età dello studio
 - Età del paziente (corrente e al momento dell'acquisizione dell'immagine)
 - Singolo punto di integrazione all'interno e all'esterno dell'azienda (HIE):
 - Collegamento di documenti consapevole del contesto
 - Health Level Seven International (HL7), DICOM e WADO
 - Funzionalità di archiviazione indipendente dallo storage
- Integrazione con altri sistemi di informazione sanitaria che utilizzano HL7 e il collegamento contestuale:
 - Consente agli EHR di implementare collegamenti diretti alle immagini dei pazienti da cartelle dei pazienti, flussi di lavoro di imaging e così via.
 - Consente di incorporare la cronologia delle immagini di cura longitudinale di un paziente negli EHR.
- Flussi di lavoro dei tecnici di radiologia
- Visualizzatori Enterprise a impatto zero per la visualizzazione delle immagini da qualsiasi luogo su qualsiasi dispositivo compatibile
- Strumenti analitici che sfruttano i dati retrospettivi e in tempo reale:
 - Reporting sulla conformità
 - Report operativi
 - Rapporti sul controllo di qualità e sul controllo di qualità

Dimensioni dell'organizzazione sanitaria e dimensionamento della piattaforma

Le organizzazioni del settore sanitario possono essere classificate in maniera ampia utilizzando metodi basati su standard che aiutano programmi come ACO. Una di queste classificazioni utilizza il concetto di una rete integrata clinica (CIN). Un gruppo di ospedali può essere chiamato CIN se collaborano e rispettano protocolli clinici standard e percorsi comprovati per migliorare il valore dell'assistenza e ridurre i costi dei pazienti. Gli ospedali all'interno di una rete CIN dispongono di controlli e pratiche per i medici di bordo che seguono i valori fondamentali della rete CIN. Tradizionalmente, una rete di erogazione integrata (IDN) è stata limitata a ospedali e gruppi di medici. Un CIN attraversa i tradizionali confini dell'IDN e un CIN può ancora far parte di un ACO. Seguendo i principi di una CIN, le organizzazioni sanitarie possono essere classificate in piccole, medie e grandi.

Piccole organizzazioni sanitarie

Un'organizzazione sanitaria è di piccole dimensioni se include un solo ospedale con ambulatori e un reparto degente, ma non fa parte di un CIN. I medici lavorano come operatori sanitari e coordinano l'assistenza ai pazienti durante un percorso di cura. Queste piccole organizzazioni includono generalmente strutture gestite da medici. Potrebbero offrire o meno cure di emergenza e traumi come assistenza integrata per il paziente. In genere, un'organizzazione sanitaria di piccole dimensioni esegue circa 250,000 studi di imaging clinico all'anno. I centri di imaging sono considerati piccole organizzazioni sanitarie e offrono servizi di imaging. Alcuni forniscono anche servizi di dettatura radiologica ad altre organizzazioni.

Organizzazioni sanitarie di medie dimensioni

Un'organizzazione sanitaria considerata di medie dimensioni se include più sistemi ospedalieri con organizzazioni mirate, come ad esempio:

- Cliniche di cura per adulti e ospedali ricoverati per adulti
- Reparti di manodopera e consegna
- Cliniche di puericultura e ospedali ricoverati
- Un centro di trattamento del cancro
- Reparti di emergenza per adulti
- Reparti di emergenza minorenni
- Un ufficio di medicina di famiglia e di assistenza primaria
- Un centro per la cura dei traumi per adulti
- Un centro per la cura dei traumi per bambini

In un'organizzazione sanitaria di medie dimensioni, i medici seguono i principi di una CIN e operano come una singola unità. Gli ospedali dispongono di funzioni distinte di fatturazione per ospedali, medici e farmacie. Gli ospedali potrebbero essere associati a istituti di ricerca accademici ed eseguire ricerche cliniche e sperimentazioni interventistiche. Un'organizzazione sanitaria di medie dimensioni esegue fino a 500,000 studi di imaging clinico all'anno.

Grandi organizzazioni sanitarie

Un'organizzazione sanitaria è considerata di grandi dimensioni se include le caratteristiche di un'organizzazione sanitaria di medie dimensioni e offre le capacità cliniche di medie dimensioni alla comunità in diverse aree geografiche.

Un'organizzazione sanitaria di grandi dimensioni svolge in genere le seguenti funzioni:

- Dispone di una sede centrale per gestire le funzioni generali
- Partecipa a joint venture con altri ospedali
- Negozia i tassi con le organizzazioni paganti ogni anno
- Negozia le tariffe dei paganti per stato e regione
- Partecipa a programmi di utilizzo significativo (MU)
- Esegue ricerche cliniche avanzate in tutte le coorti di salute della popolazione utilizzando strumenti di gestione dello stato di salute della popolazione (PHM) basati su standard
- Esegue fino a un milione di studi di imaging clinico all'anno

Alcune grandi organizzazioni sanitarie che partecipano a una CIN dispongono anche di funzionalità di lettura

dell'imaging basate sull'ai. In genere, queste organizzazioni eseguono da uno a due milioni di studi di imaging clinico all'anno.

Prima di esaminare il modo in cui queste organizzazioni di dimensioni diverse si traducono in un sistema FlexPod di dimensioni ottimali, è necessario comprendere i vari componenti FlexPod e le diverse funzionalità di un sistema FlexPod.

FlexPod

Cisco Unified Computing System

Cisco UCS è costituito da un singolo dominio di gestione che è interconnesso con un'infrastruttura i/o unificata. Cisco UCS per ambienti di imaging medico è stato allineato con le raccomandazioni e le Best practice dell'infrastruttura del sistema di imaging medico NetApp, in modo che l'infrastruttura possa fornire informazioni critiche sui pazienti con la massima disponibilità.

La base di calcolo dell'imaging medicale aziendale è la tecnologia Cisco UCS, con la sua gestione integrata dei sistemi, i processori Intel Xeon e la virtualizzazione dei server. Queste tecnologie integrate risolvono le sfide del data center e ti consentono di raggiungere i tuoi obiettivi per la progettazione del data center con un tipico sistema di imaging medicale. Cisco UCS unifica la gestione di LAN, SAN e sistemi in un unico collegamento semplificato per server rack, blade server e macchine virtuali (VM). Cisco UCS è costituito da una coppia ridondante di interconnessioni fabric Cisco UCS che forniscono un singolo punto di gestione e un singolo punto di controllo per tutto il traffico i/O.

Cisco UCS utilizza profili di servizio in modo che i server virtuali nell'infrastruttura Cisco UCS siano configurati correttamente e in modo coerente. I profili di servizio includono informazioni critiche sull'identità del server, come indirizzi LAN e SAN, configurazioni i/o, versioni del firmware, ordine di avvio, LAN virtuale di rete (VLAN), porta fisica e policy QoS. I profili di servizio possono essere creati in modo dinamico e associati a qualsiasi server fisico nel sistema in pochi minuti anziché in ore o giorni. L'associazione dei profili di servizio con i server fisici viene eseguita come un'unica e semplice operazione che consente la migrazione delle identità tra i server dell'ambiente senza richiedere alcuna modifica della configurazione fisica. Inoltre, facilita il provisioning bare-metal rapido delle sostituzioni per i server guasti.

L'utilizzo dei profili di servizio aiuta a confermare che i server sono configurati in modo coerente in tutta l'azienda. Quando si utilizzano più domini di gestione Cisco UCS, Cisco UCS Central può utilizzare profili di servizio globali per sincronizzare le informazioni di configurazione e policy tra i domini. Se la manutenzione deve essere eseguita in un dominio, l'infrastruttura virtuale può essere migrata in un altro dominio. Con questo approccio, anche quando un singolo dominio è offline, le applicazioni continuano a funzionare con alta disponibilità.

Cisco UCS è una soluzione di prossima generazione per l'elaborazione di server blade e rack. Il sistema integra un fabric di rete unificato 40 GbE a bassa latenza, senza perdita di dati con server di classe Enterprise con architettura x86. Il sistema è una piattaforma multi-chassis integrata, scalabile, in cui tutte le risorse partecipano a un dominio di gestione unificato. Cisco UCS accelera l'erogazione di nuovi servizi in modo semplice, affidabile e sicuro attraverso il provisioning end-to-end e il supporto della migrazione per sistemi virtualizzati e non virtualizzati. Cisco UCS offre le seguenti funzionalità:

- Gestione completa
- Semplificazione radicale
- Performance elevate

Cisco UCS è costituito dai seguenti componenti:

- **Compute.** il sistema si basa su una nuova classe di sistemi di calcolo che incorpora server blade e montati

su rack basati sulla famiglia di processori scalabili Intel Xeon.

- **Network.** il sistema è integrato in un fabric di rete unificato a bassa latenza, senza perdite e 40 Gbps. Questa base di rete consolida LAN, SAN e reti di calcolo ad alte performance, che oggi sono reti separate. Il fabric unificato riduce i costi riducendo il numero di schede di rete, switch e cavi e anche diminuendo i requisiti di alimentazione e raffreddamento.
- **Virtualizzazione.** il sistema libera il pieno potenziale della virtualizzazione migliorando la scalabilità, le performance e il controllo operativo degli ambienti virtuali. Le funzionalità di sicurezza, applicazione delle policy e diagnostica di Cisco sono ora estese agli ambienti virtualizzati per supportare meglio i requisiti IT e di business in continua evoluzione.
- **Accesso allo storage.** il sistema fornisce un accesso consolidato allo storage SAN e NAS tramite il fabric unificato. È anche un sistema ideale per lo storage software-defined. Combinando i vantaggi di un singolo framework per gestire i server di calcolo e storage in un singolo pannello, è possibile implementare QoS se necessario per introdurre la limitazione di i/o nel sistema. Inoltre, gli amministratori dei server possono preassegnare le policy di accesso allo storage alle risorse di storage, semplificando la connettività e la gestione dello storage e aumentando la produttività. Oltre allo storage esterno, sia i server rack che i server blade dispongono di uno storage interno a cui è possibile accedere tramite controller RAID hardware integrati. Impostando il profilo di storage e la policy di configurazione del disco in Cisco UCS Manager, le esigenze di storage del sistema operativo host e dei dati delle applicazioni vengono soddisfatte dai gruppi RAID definiti dall'utente. Il risultato è un'elevata disponibilità e migliori performance.
- **Gestione.** il sistema integra in modo univoco tutti i componenti del sistema in modo che l'intera soluzione possa essere gestita come singola entità da Cisco UCS Manager. Per gestire tutte le operazioni e la configurazione del sistema, Cisco UCS Manager dispone di una GUI intuitiva, di una CLI e di un potente modulo di libreria di scripting per Microsoft Windows PowerShell, costruito su una solida API.

Cisco Unified Computing System unisce server e reti di livello di accesso. Questo sistema server di nuova generazione dalle performance elevate offre al tuo data center un elevato grado di agilità e scalabilità dei carichi di lavoro.

Cisco UCS Manager

Cisco UCS Manager offre una gestione integrata e unificata per tutti i componenti software e hardware di Cisco UCS. Utilizzando la tecnologia a connessione singola, UCS Manager gestisce, controlla e amministra più chassis per migliaia di macchine virtuali. Attraverso una GUI intuitiva, una CLI o un'API XML, gli amministratori utilizzano il software per gestire l'intero Cisco UCS come singola entità logica. Cisco UCS Manager risiede su una coppia di fabric Interconnect Cisco UCS 6300 Series che utilizzano una configurazione di Active-standby in cluster per una disponibilità elevata.

Cisco UCS Manager offre un'interfaccia di gestione integrata unificata che integra server, rete e storage. Cisco UCS Manager esegue il rilevamento automatico per rilevare l'inventario, gestire ed eseguire il provisioning dei componenti di sistema aggiunti o modificati. Offre un set completo di API XML per l'integrazione di terze parti ed espone 9,000 punti di integrazione. Inoltre, facilita lo sviluppo personalizzato per l'automazione, l'orchestrazione e il raggiungimento di nuovi livelli di visibilità e controllo del sistema.

I profili di servizio beneficiano sia degli ambienti virtualizzati che di quelli non virtualizzati. Aumentano la mobilità dei server non virtualizzati, ad esempio quando si spostano i carichi di lavoro da un server all'altro o quando si porta un server offline per l'assistenza o l'upgrade. È inoltre possibile utilizzare i profili insieme ai cluster di virtualizzazione per portare nuove risorse online in modo semplice, integrando la mobilità delle macchine virtuali esistenti.

Per ulteriori informazioni su Cisco UCS Manager, consultare ["Pagina del prodotto Cisco UCS Manager"](#).

Elementi di differenziazione di Cisco UCS

Cisco Unified Computing System sta rivoluzionando il modo in cui i server vengono gestiti nel data center. Scopri i seguenti elementi distintivi di Cisco UCS e Cisco UCS Manager:

- **Gestione integrata.** in Cisco UCS, i server sono gestiti dal firmware incorporato nelle interconnessioni fabric, eliminando la necessità di dispositivi fisici o virtuali esterni per gestirli.
- **Unified Fabric.** in Cisco UCS, dallo chassis per server blade o server rack alle interconnessioni fabric, viene utilizzato un singolo cavo Ethernet per LAN, SAN e traffico di gestione. Questo i/o convergente riduce il numero di cavi, SFP e adattatori necessari, riducendo le spese di capitale e operative per la soluzione complessiva.
- **AutoDiscovery.** semplicemente inserendo il server blade nello chassis o collegando i server rack alle interconnessioni fabric, il rilevamento e l'inventario delle risorse di calcolo avviene automaticamente senza alcun intervento di gestione. La combinazione di Unified Fabric e rilevamento automatico consente l'architettura wire-once di Cisco UCS, in cui è possibile estendere facilmente le funzionalità di calcolo mantenendo la connettività esterna esistente a LAN, SAN e reti di gestione.
- **Classificazione delle risorse basata su policy.** quando Cisco UCS Manager rileva una risorsa di calcolo, può essere automaticamente classificata in un determinato pool di risorse in base alle policy definite dall'utente. Questa funzionalità è utile nel cloud computing multi-tenant.
- **Gestione combinata di server blade e rack.** Cisco UCS Manager può gestire server blade B-Series e server rack C-Series nello stesso dominio Cisco UCS. Questa funzionalità, insieme al computing stateless, rende le risorse di calcolo realmente indipendenti dall'hardware.
- **Architettura di gestione basata su modelli.** l'architettura e il database di gestione di Cisco UCS Manager sono basati su modelli e basati sui dati. L'API XML aperta fornita per operare sul modello di gestione consente un'integrazione semplice e scalabile di Cisco UCS Manager con altri sistemi di gestione.
- **Criteri, pool e modelli.** l'approccio di gestione di Cisco UCS Manager si basa sulla definizione di policy, pool e modelli invece di una configurazione ordinata. Consente un approccio semplice, basato sui dati e liberamente accoppiato nella gestione delle risorse di calcolo, rete e storage.
- **Integrità referenziale allentata.** in Cisco UCS Manager, un profilo di servizio, un profilo di porta o policy possono fare riferimento ad altre policy o ad altre risorse logiche con integrità referenziale allentata. Una policy di riferimento non può esistere al momento della creazione della policy di riferimento, ma una policy di riferimento può essere eliminata anche se ad essa fanno riferimento altri criteri. Questa funzione consente a diversi esperti in materia di lavorare in modo indipendente l'uno dall'altro. Ottieni una grande flessibilità consentendo a diversi esperti di diversi domini, come rete, storage, sicurezza, server e virtualizzazione, di lavorare insieme per eseguire un'attività complessa.
- **Policy resolution.** in Cisco UCS Manager, è possibile creare una struttura ad albero di gerarchia di unità organizzative che imiti i tenant reali e le relazioni organizzative. È possibile definire diversi criteri, pool e modelli a diversi livelli della gerarchia organizzativa. Una policy che fa riferimento a un'altra policy per nome viene risolta nella gerarchia organizzativa con la corrispondenza di policy più vicina. Se nella gerarchia dell'organizzazione root non viene trovato alcun criterio con un nome specifico, viene eseguita la ricerca di un criterio speciale denominato "default". Questa procedura di risoluzione dei criteri consente di utilizzare API di gestione intuitive per l'automazione e offre una grande flessibilità ai proprietari delle diverse organizzazioni.
- **Profili di servizio e stateless computing.** Un profilo di servizio è una rappresentazione logica di un server che supporta le sue varie identità e policy. È possibile assegnare questo server logico a qualsiasi risorsa di calcolo fisica, purché soddisfi i requisiti delle risorse. Il computing stateless consente di procurarsi un server in pochi minuti, che in passato richiedevano giorni nei sistemi di gestione dei server legacy.
- **Supporto multi-tenancy integrato.** la combinazione di policy, pool, modelli, integrità referenziale allentata, risoluzione delle policy nella gerarchia organizzativa e un approccio basato sui profili di servizio

alle risorse di calcolo rende Cisco UCS Manager intrinsecamente amichevole per gli ambienti multi-tenant che vengono generalmente osservati nei cloud pubblici e privati.

- **Memoria estesa.** il server blade Cisco UCS B200 M5 di livello Enterprise estende le funzionalità del portfolio Cisco Unified Computing System in un fattore di forma blade half-width. Cisco UCS B200 M5 sfrutta la potenza delle più recenti CPU con processori scalabili Intel Xeon con un massimo di 3 TB di RAM. Questa funzionalità consente l'enorme rapporto macchina virtuale-server fisico che molte implementazioni richiedono o consentono a determinate architetture di supportare grandi operazioni di memoria, come i big data.
- **Virtualization-aware network.** la tecnologia Cisco Virtual Machine Fabric Extender (VM-FEX) rende il layer di rete di accesso consapevole della virtualizzazione host. Questa consapevolezza impedisce l'inquinamento dei domini di calcolo e di rete con la virtualizzazione quando una rete virtuale viene gestita da profili di porta definiti dal team di amministratori di rete. Inoltre, VM-FEX scarica la CPU dell'hypervisor eseguendo la commutazione nell'hardware, consentendo alla CPU dell'hypervisor di eseguire più attività correlate alla virtualizzazione. Per semplificare la gestione del cloud, la tecnologia VM-FEX è perfettamente integrata con VMware vCenter, Linux kernel-based Virtual Machine (KVM) e Microsoft Hyper-V SR-IOV.
- **QoS semplificato.** anche se FC ed Ethernet sono convergenti in Cisco UCS, il supporto integrato per QoS e Ethernet senza perdita di dati lo rende perfetto. Rappresentando tutte le classi di sistema in un unico pannello GUI, la QoS di rete è semplificata in Cisco UCS Manager.

Switch Cisco Nexus IP e MDS

Gli switch Cisco Nexus e Cisco MDS Multilayer director offrono connettività di livello Enterprise e consolidamento SAN. Le reti di storage multiprotocollo Cisco aiutano a ridurre i rischi aziendali fornendo flessibilità e opzioni: FC, Fibre Connection (FICON), FC over Ethernet (FCoE), iSCSI e FC over IP (FCIP).

Gli switch Cisco Nexus offrono una delle funzionalità di rete del data center più complete in un'unica piattaforma. Offrono performance e densità elevate sia per il data center che per il core del campus. Offrono inoltre un set completo di funzionalità per l'aggregazione del data center, l'end-of-row e le implementazioni di interconnessione del data center in una piattaforma modulare altamente resiliente.

Cisco UCS integra le risorse di calcolo con gli switch Cisco Nexus e un fabric unificato che identifica e gestisce diversi tipi di traffico di rete. Questo traffico include l'i/o dello storage, il traffico desktop in streaming, la gestione e l'accesso alle applicazioni cliniche e aziendali. Sono disponibili le seguenti funzionalità:

- **Scalabilità dell'infrastruttura.** virtualizzazione, alimentazione e raffreddamento efficienti, scalabilità cloud con automazione, alta densità e performance supportano una crescita efficiente del data center.
- **Continuità operativa.** il design integra hardware, funzionalità software Cisco NX-OS e gestione per supportare ambienti senza downtime.
- **Flessibilità di trasporto.** con questa soluzione conveniente è possibile adottare in modo incrementale nuove tecnologie di rete.

Insieme, Cisco UCS con switch Cisco Nexus e MDS Multilayer director offrono una soluzione di calcolo, networking e connettività SAN per un sistema di imaging medico aziendale.

Storage all-flash NetApp

Lo storage NetApp che esegue il software ONTAP riduce i costi di storage complessivi offrendo al contempo tempi di risposta in lettura e scrittura a bassa latenza e IOPS elevati richiesti dai carichi di lavoro del sistema di imaging medico. Per creare un sistema di storage ottimale che soddisfi i requisiti tipici dei sistemi di imaging medico, ONTAP supporta configurazioni di storage all-flash e ibride. Lo storage flash NetApp offre ai clienti del sistema di imaging medico come te i componenti chiave delle performance elevate e della reattività per supportare le operazioni del sistema di imaging medico sensibili alla latenza. Creando più domini di errore in

un singolo cluster, la tecnologia NetApp può anche isolare gli ambienti di produzione dagli ambienti non di produzione. Inoltre, garantendo che le performance del sistema non scenda al di sotto di un determinato livello per i carichi di lavoro con QoS minimo ONTAP, NetApp riduce i problemi di performance del sistema.

L'architettura scale-out del software ONTAP può adattarsi in modo flessibile ai vari carichi di lavoro I/O. Per offrire il throughput necessario e la bassa latenza di cui le applicazioni cliniche hanno bisogno e per fornire un'architettura scalabile modulare, le configurazioni all-flash sono generalmente utilizzate nelle architetture ONTAP. I nodi AFF di NetApp possono essere combinati nello stesso cluster scale-out con nodi di storage ibridi (HDD e flash), adatti per l'archiviazione di set di dati di grandi dimensioni con throughput elevato. È possibile clonare, replicare ed eseguire il backup dell'ambiente del sistema di imaging medicale, dal costoso storage SSD allo storage HDD più economico su altri nodi. Con lo storage NetApp abilitato al cloud e un data fabric fornito da NetApp, puoi eseguire il backup su storage a oggetti on-premise o nel cloud.

Per l'imaging medicale, ONTAP è stato validato dalla maggior parte dei sistemi di imaging medicale leader del settore. Ciò significa che è stato testato per offrire performance veloci e affidabili per l'imaging medicale. Inoltre, le seguenti funzionalità semplificano la gestione, aumentano la disponibilità e l'automazione e riducono la quantità totale di storage necessaria.

- **Performance eccezionali.** la soluzione NetApp AFF condivide la stessa architettura di storage unificata, il software ONTAP, l'interfaccia di gestione, i servizi dati avanzati e il set di funzionalità avanzate delle altre famiglie di prodotti NetApp FAS. Questa innovativa combinazione di supporti all-flash e ONTAP offre una latenza costantemente bassa e IOPS elevati dello storage all-flash con il software ONTAP leader del settore.
- **Efficienza dello storage.** è possibile ridurre i requisiti di capacità totale lavorare con il proprio SME NetApp per comprendere come questo ha applicato il proprio sistema di imaging medicale specifico.
- **Cloning efficiente in termini di spazio.** con la funzionalità FlexClone, il sistema può creare cloni quasi istantaneamente per supportare il refresh dell'ambiente di backup e test. Questi cloni consumano storage aggiuntivo solo quando vengono apportate modifiche.
- **Protezione integrata dei dati.** le funzionalità complete di protezione dei dati e disaster recovery ti aiutano a proteggere le tue risorse di dati critici e a fornire il disaster recovery.
- **Operazioni senza interruzioni.** è possibile eseguire aggiornamenti e manutenzione senza interrompere la trasmissione dei dati.
- **QoS.** la QoS dello storage ti aiuta a limitare i potenziali carichi di lavoro ingombrante. Cosa ancora più importante, la qualità del servizio crea una garanzia di performance minime che garantisce che le performance del sistema non scenderanno al di sotto di un determinato livello per i carichi di lavoro critici, come ad esempio l'ambiente di produzione di un sistema di imaging medicale. Inoltre, limitando i conflitti, NetApp QoS può anche ridurre i problemi legati alle performance.
- **Data Fabric.** per accelerare la trasformazione digitale, il data fabric fornito da NetApp semplifica e integra la gestione dei dati in ambienti cloud e on-premise. Offre applicazioni e servizi di gestione dei dati coerenti e integrati per una visibilità e informazioni dei dati superiori, accesso e controllo dei dati, protezione e sicurezza dei dati. NetApp è integrato con grandi cloud pubblici, come AWS, Azure, Google Cloud e IBM Cloud, un'ampia scelta.

Virtualizzazione host: VMware vSphere

Le architetture FlexPod sono validate con VMware vSphere 6.x, la piattaforma di virtualizzazione leader del settore. VMware ESXi 6.x viene utilizzato per implementare ed eseguire le macchine virtuali. VCenter Server Appliance 6.x viene utilizzato per gestire host e macchine virtuali ESXi. Per formare un cluster VMware ESXi vengono utilizzati più host ESXi eseguiti su blade Cisco UCS B200 M5. Il cluster VMware ESXi raggruppa le risorse di calcolo, memoria e rete di tutti i nodi del cluster e fornisce una piattaforma resiliente per le macchine virtuali in esecuzione sul cluster. Le funzionalità del cluster VMware ESXi, l'alta disponibilità di vSphere e il DRS (Distributed Resource Scheduler) contribuiscono alla tolleranza del cluster vSphere per resistere agli

errori e aiutano a distribuire le risorse tra gli host VMware ESXi.

Il plug-in per lo storage NetApp e il plug-in Cisco UCS si integrano con VMware vCenter per consentire flussi di lavoro operativi per le risorse di calcolo e storage richieste.

Il cluster VMware ESXi e vCenter Server offrono una piattaforma centralizzata per l'implementazione di ambienti di imaging medico nelle macchine virtuali. La tua organizzazione sanitaria può realizzare con sicurezza tutti i vantaggi di un'infrastruttura virtuale leader del settore, come ad esempio:

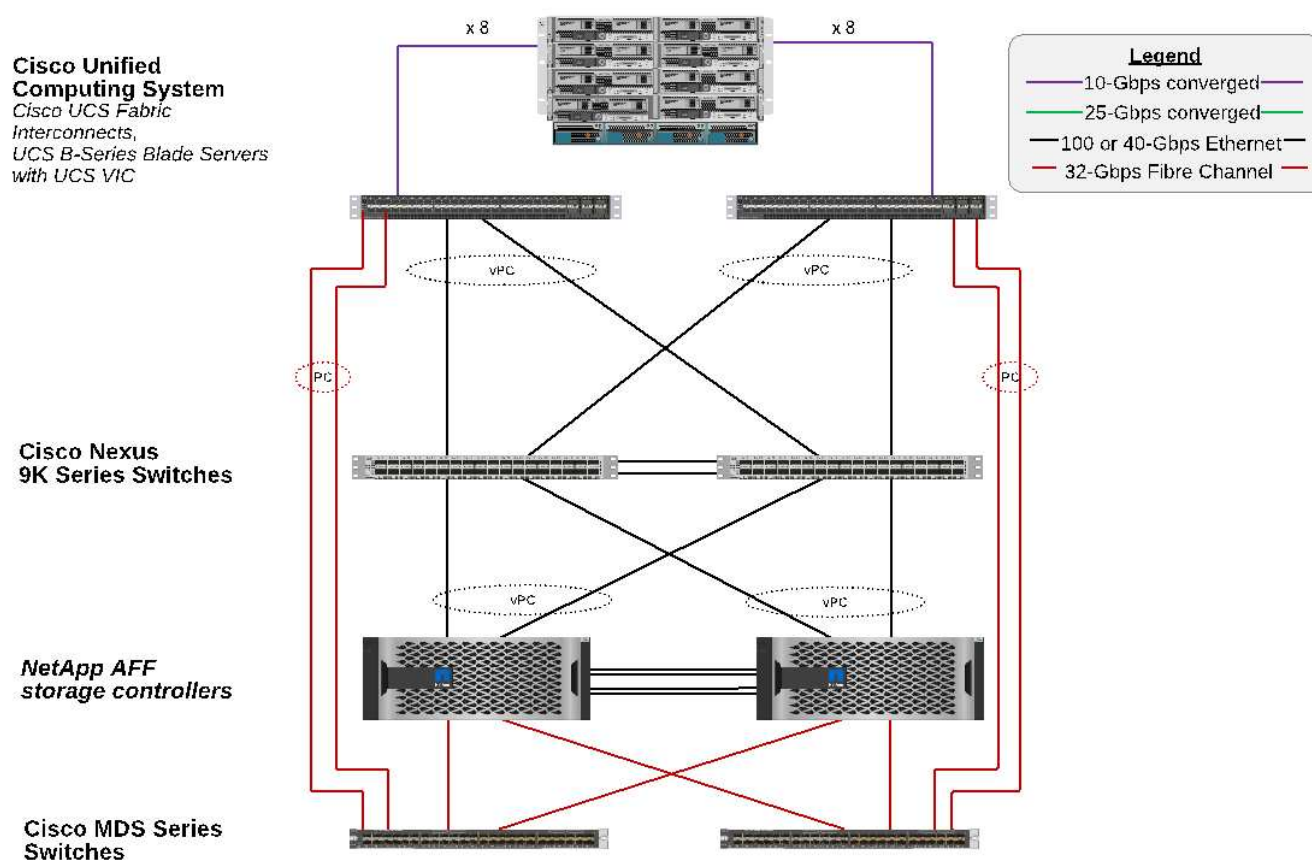
- **Implementazione semplice.** implementazione rapida e semplice di vCenter Server mediante un'appliance virtuale.
- **Controllo e visibilità centralizzati.** amministrare l'intera infrastruttura vSphere da un'unica posizione.
- **Ottimizzazione proattiva.** allocare, ottimizzare e migrare le risorse per la massima efficienza.
- **Management.** utilizza potenti plug-in e tool per semplificare la gestione ed estendere il controllo.

Architettura

L'architettura FlexPod è progettata per fornire alta disponibilità in caso di guasto di un componente o di un collegamento nell'intero stack di calcolo, rete e storage. I percorsi di rete multipli per l'accesso al client e allo storage offrono il bilanciamento del carico e un utilizzo ottimale delle risorse.

La figura seguente illustra la topologia FC da 16 GB/Ethernet da 40 GbE per l'implementazione della soluzione di sistema di imaging medico.

FlexPod Infrastructure for an Enterprise Medical Imaging System



Architettura dello storage

Utilizzare le linee guida sull'architettura dello storage in questa sezione per configurare l'infrastruttura di storage per un sistema di imaging medicale aziendale.

Tier di storage

Un tipico ambiente di imaging medicale aziendale è costituito da diversi livelli di storage. Ogni Tier presenta requisiti specifici per le performance e il protocollo di storage. Lo storage NetApp supporta varie tecnologie RAID; ulteriori informazioni sono disponibili ["qui"](#). Ecco come i sistemi storage NetApp AFF soddisfano le esigenze dei diversi Tier di storage per il sistema di imaging:

- **Performance Storage (Tier 1).** questo Tier offre performance elevate ed elevata ridondanza per database, dischi del sistema operativo, datastore VMware Virtual Machine file System (VMFS) e così via. L'i/o a blocchi si sposta su fibra in un array di storage condiviso di SSD, come configurato in ONTAP. La latenza minima è da 1 ms a 3 ms, con un picco occasionale di 5 ms. Questo Tier di storage viene generalmente utilizzato per la cache di storage a breve termine, in genere da 6 a 12 mesi di storage delle immagini per un rapido accesso alle immagini DICOM online. Questo Tier offre performance elevate ed elevata ridondanza per cache di immagini, backup di database e così via. Gli array all-flash NetApp offrono una latenza <1 ms a una larghezza di banda sostenuta, che è molto inferiore ai tempi di servizio previsti da un tipico ambiente di imaging medicale aziendale. NetApp ONTAP supporta sia RAID-TEC (RAID a tripla parità per supportare tre guasti dei dischi) che RAID DP (RAID a doppia parità per sostenere due guasti dei dischi).

- **Storage di archiviazione (Tier 2).** questo Tier viene utilizzato per l'accesso tipico ai file ottimizzato in termini di costi, per lo storage RAID 5 o RAID 6 per volumi più grandi e per l'archiviazione a lungo termine con costi e performance inferiori. NetApp ONTAP supporta sia RAID-TEC (RAID a tripla parità per supportare tre guasti dei dischi) che RAID DP (RAID a doppia parità per sostenere due guasti dei dischi). NetApp FAS in FlexPod consente l'imaging dell'i/o dell'applicazione su NFS/SMB in un array di dischi SAS. I sistemi NetApp FAS offrono una latenza di ~10 ms con una larghezza di banda sostenuta, che è molto inferiore ai tempi di servizio previsti per lo storage di livello 2 in un ambiente di sistema di imaging medicale aziendale.

L'archiviazione basata sul cloud in un ambiente di cloud ibrido può essere utilizzata per l'archiviazione a un provider di cloud storage pubblico utilizzando S3 o protocolli simili. La tecnologia NetApp SnapMirror consente la replica dei dati di imaging da array all-flash o FAS a array di storage più lenti basati su disco o a Cloud Volumes ONTAP per AWS, Azure o Google Cloud.

NetApp SnapMirror offre funzionalità di replica dei dati leader del settore che aiutano a proteggere il tuo sistema di imaging medicale con la replica unificata dei dati. Semplifica la gestione della protezione dei dati nel data fabric con la replica multiplatforma, dalla flash al disco al cloud:

- Trasportare i dati in modo perfetto ed efficiente tra i sistemi storage NetApp per supportare backup e disaster recovery con lo stesso volume di destinazione e lo stesso flusso di i/o.
- Failover su qualsiasi volume secondario. Ripristino da qualsiasi snapshot point-in-time sullo storage secondario.
- Proteggi i carichi di lavoro più critici con la replica sincrona senza perdita di dati disponibile (RPO=0).
- Ridurre il traffico di rete. Riduci l'impatto dello storage attraverso operazioni efficienti.
- Riduci il traffico di rete trasportando solo i blocchi di dati modificati.
- Preserva i benefici dell'efficienza dello storage sullo storage primario durante il trasporto, tra cui deduplica, compressione e compattazione.
- Maggiore efficienza inline con la compressione di rete.

Ulteriori informazioni sono disponibili ["qui"](#).

La tabella riportata di seguito elenca ciascun livello richiesto da un sistema di imaging medicale tipico per la latenza specifica e le caratteristiche di performance del throughput.

Tier di storage	Requisiti	Raccomandazione NetApp
1	Latenza di 1-5 ms throughput di 35 Mbps	AFF con latenza <1 ms AFF A300 coppia ad alta disponibilità (ha) con due shelf di dischi può gestire un throughput fino a ~1,6 Gbps
2	Archivio on-premise	FAS con una latenza fino a 30 ms.
	Archiviazione nel cloud	Replica SnapMirror su Cloud Volumes ONTAP o archiviazione di backup con il software NetApp StorageGRID

Connettività di rete storage

Fabric FC

- Il fabric FC è per l'i/o del sistema operativo host dal calcolo allo storage.
- Due fabric FC (fabric A e fabric B) sono collegati rispettivamente al fabric Cisco UCS A e al fabric UCS B.
- Su ciascun nodo controller è presente una macchina virtuale di storage (SVM) con due interfacce logiche FC (LIF). Su ciascun nodo, un LIF è connesso al fabric A e l'altro al fabric B.
- La connettività end-to-end FC a 16 Gbps avviene tramite switch Cisco MDS. Sono configurati un singolo iniziatore, più porte di destinazione e zoning.
- L'avvio FC SAN viene utilizzato per creare un calcolo completamente stateless. I server vengono avviati dalle LUN nel volume di boot che risiede nel cluster di storage AFF.

Rete IP per l'accesso allo storage su iSCSI, NFS e SMB/CIFS

- Due LIF iSCSI si trovano nella SVM su ciascun nodo del controller. Su ciascun nodo, un LIF è connesso al fabric A e il secondo al fabric B.
- Due LIF dati NAS si trovano nella SVM su ciascun nodo controller. Su ciascun nodo, un LIF è connesso al fabric A e il secondo al fabric B.
- Gruppi di interfacce per porte di storage (Virtual Port Channel [VPC]) per collegamenti da 10 Gbps allo switch N9k-A e per collegamenti da 10 Gbps allo switch N9k-B.
- Carico di lavoro nei file system Extens4 o NTFS dalla macchina virtuale allo storage:
 - Protocollo iSCSI su IP.
- Macchine virtuali ospitate nell'archivio dati NFS:
 - L'i/o del sistema operativo VM passa su più percorsi Ethernet attraverso gli switch Nexus.

Gestione in-band (bond attivo-passivo)

- Collegamento da 1 Gbps allo switch di gestione N9k-A e collegamento da 1 Gbps allo switch di gestione N9k-B.

Backup e recovery

Il data center di FlexPod si basa su un array di storage gestito dal software di gestione dei dati NetApp ONTAP. Il software ONTAP si è evoluto in oltre 20 anni per fornire molte funzionalità di gestione dei dati per macchine virtuali, database Oracle, condivisioni di file SMB/CIFS e NFS. Fornisce inoltre tecnologie di protezione come la tecnologia Snapshot di NetApp, la tecnologia SnapMirror e la tecnologia di replica dei dati NetApp FlexClone. Il software NetApp SnapCenter dispone di un server e di un client GUI per utilizzare le funzionalità Snapshot, SnapRestore e FlexClone di ONTAP per il backup e il ripristino di macchine virtuali, file share SMB/CIFS, NFS e database Oracle.

Utilizzo del software NetApp SnapCenter **"brevettato"** Tecnologia Snapshot per creare istantaneamente un backup di un'intera macchina virtuale o database Oracle su un volume di storage NetApp. Rispetto a Oracle Recovery Manager (RMAN), le copie Snapshot non richiedono una copia di backup di riferimento completa, perché non vengono memorizzate come copie fisiche dei blocchi. Le copie Snapshot vengono memorizzate come puntatori ai blocchi di storage così come esistevano nel file system ONTAP WAFL al momento della creazione delle copie Snapshot. A causa di questa stretta relazione fisica, le copie Snapshot vengono mantenute sullo stesso array di storage dei dati originali. Le copie Snapshot possono essere create anche a livello di file per offrire un controllo più granulare per il backup.

La tecnologia Snapshot si basa su una tecnica di redirect-on-write. Inizialmente contiene solo puntatori di metadati e non consuma molto spazio fino alla prima modifica dei dati in un blocco di storage. Se un blocco

esistente viene bloccato da una copia Snapshot, un nuovo blocco viene scritto dal file system ONTAP WAFL come copia attiva. Questo approccio evita le doppie scritture che si verificano con la tecnica change-on-write.

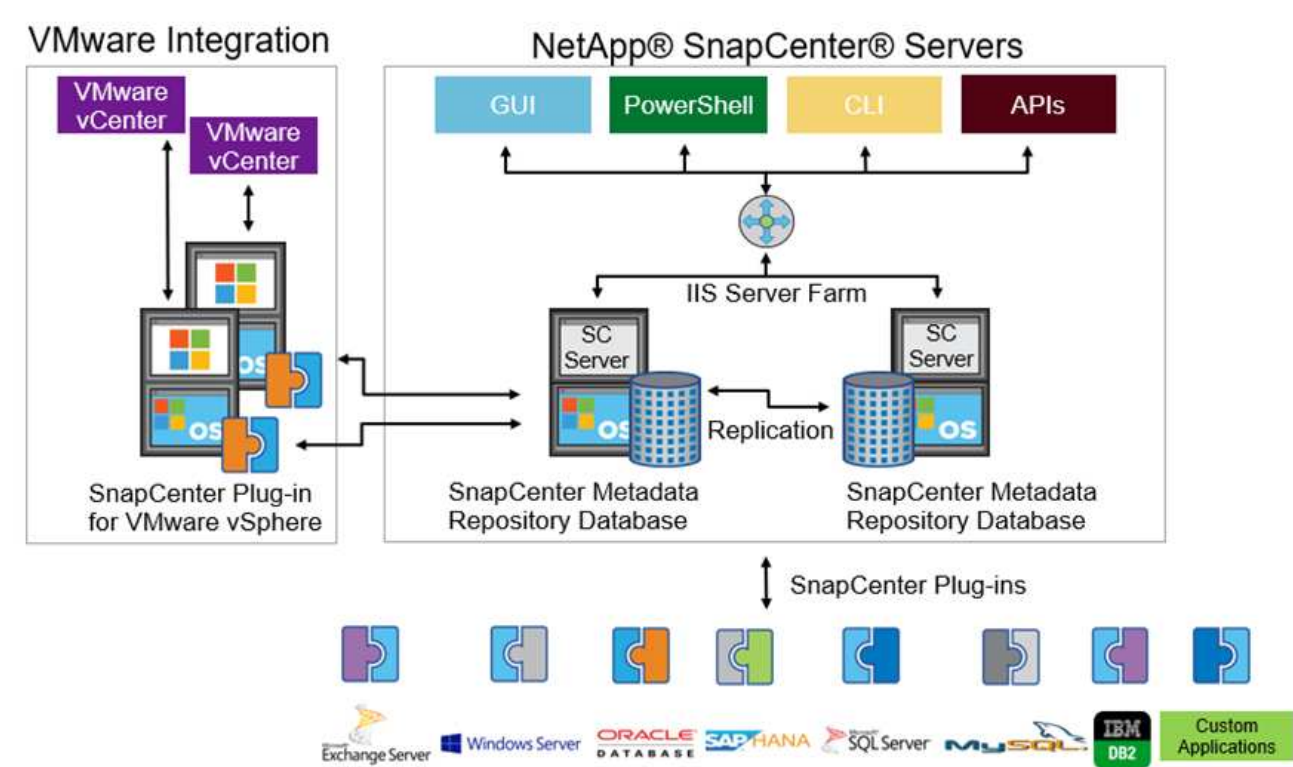
Per il backup del database Oracle, le copie Snapshot consentono risparmi di tempo incredibili. Ad esempio, il completamento di un backup che ha richiesto 26 ore utilizzando solo RMAN può richiedere meno di 2 minuti utilizzando il software SnapCenter.

Inoltre, poiché il ripristino dei dati non copia alcun blocco di dati, ma inverte i puntatori alle immagini dei blocchi Snapshot coerenti con l'applicazione al momento della creazione della copia Snapshot, una copia di backup Snapshot può essere ripristinata quasi istantaneamente. La clonazione SnapCenter crea una copia separata dei puntatori di metadati su una copia Snapshot esistente e monta la nuova copia su un host di destinazione. Questo processo è anche rapido ed efficiente in termini di storage.

La seguente tabella riassume le principali differenze tra Oracle RMAN e il software NetApp SnapCenter.

	Backup	Ripristinare	Clonare	Backup completo necessario	Utilizzo dello spazio	Copia off-site
RMAN	Lento	Lento	Lento	Sì	Alto	Sì
SnapCenter	Veloce	Veloce	Veloce	No	Basso	Sì

La figura seguente illustra l'architettura di SnapCenter.



Le configurazioni di NetApp MetroCluster sono utilizzate da migliaia di aziende in tutto il mondo per alta disponibilità (ha), nessuna perdita di dati e operazioni senza interruzioni sia all'interno che all'esterno del data center. MetroCluster è una funzionalità gratuita del software ONTAP che esegue il mirroring sincrono dei dati e della configurazione tra due cluster ONTAP in posizioni o domini di errore separati. MetroCluster offre storage continuamente disponibile per le applicazioni gestendo automaticamente due obiettivi: Zero recovery point

objective (RPO) mediante il mirroring sincrono dei dati scritti nel cluster. RTO (Near Zero Recovery Time Objective) tramite il mirroring della configurazione e l'automazione dell'accesso ai dati nel secondo sito MetroCluster offre semplicità con il mirroring automatico dei dati e la configurazione tra i due cluster indipendenti situati nei due siti. Poiché lo storage viene fornito all'interno di un cluster, viene automaticamente eseguito il mirroring nel secondo cluster del secondo sito. La tecnologia NetApp SyncMirror offre una copia completa di tutti i dati senza RPO. , Pertanto, i carichi di lavoro da un sito possono passare al sito opposto in qualsiasi momento e continuare a servire i dati senza perdita di dati. Ulteriori informazioni sono disponibili ["qui"](#).

Networking

Una coppia di switch Cisco Nexus fornisce percorsi ridondanti per il traffico IP dal calcolo allo storage e per i client esterni del visualizzatore di immagini del sistema di imaging medicale:

- L'aggregazione di collegamenti che utilizza i canali di porta e i VPC vengono utilizzati ovunque, consentendo la progettazione di una maggiore larghezza di banda e disponibilità elevata:
 - VPC viene utilizzato tra lo storage array NetApp e gli switch Cisco Nexus.
 - VPC viene utilizzato tra Cisco UCS Fabric Interconnect e gli switch Cisco Nexus.
 - Ogni server dispone di schede di interfaccia di rete virtuali (vNIC) con connettività ridondante all'Unified Fabric. Il failover NIC viene utilizzato tra le interconnessioni fabric per la ridondanza.
 - Ogni server dispone di vHBA (Virtual host bus adapter) con connettività ridondante all'Unified Fabric.
- Le interconnessioni fabric Cisco UCS sono configurate in modalità end-host come consigliato, fornendo il pinning dinamico delle vNIC agli switch uplink.
- Una rete di storage FC è fornita da una coppia di switch Cisco MDS.

Calcolo: Cisco Unified Computing System

Due fabric Cisco UCS attraverso diverse interconnessioni fabric forniscono due domini di errore. Ogni fabric è collegato sia agli switch di rete IP che a diversi switch di rete FC.

Profili di servizio identici per ogni blade Cisco UCS vengono creati in base alle Best practice FlexPod per eseguire VMware ESXi. Ciascun profilo di servizio deve avere i seguenti componenti:

- Due vNIC (una su ciascun fabric) per trasportare NFS, SMB/CIFS e traffico client o di gestione
- VLAN aggiuntive richieste alle vNIC per NFS, SMB/CIFS e traffico client o di gestione
- Due vNIC (una su ciascun fabric) per trasportare il traffico iSCSI
- Due HBA FC di storage (uno per fabric) per il traffico FC verso lo storage
- Boot SAN

Virtualizzazione

Il cluster host VMware ESXi esegue workload VM. Il cluster comprende istanze di ESXi in esecuzione sui server blade Cisco UCS.

Ciascun host ESXi include i seguenti componenti di rete:

- Boot SAN su FC o iSCSI
- LUN di boot su storage NetApp (in un FlexVol dedicato per il sistema operativo di boot)
- Due VMNIC (Cisco UCS vNIC) per NFS, SMB/CIFS o traffico di gestione

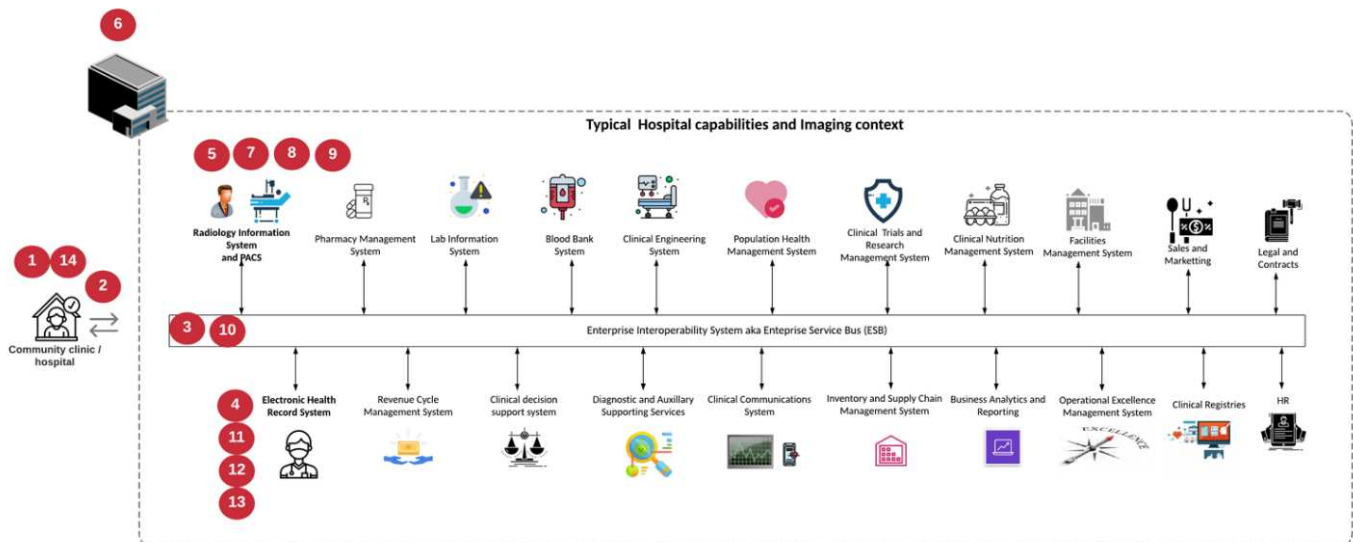
- Due HBA storage (Cisco UCS FC vHBA) per il traffico FC verso lo storage
- Switch standard o switch virtuale distribuito (in base alle necessità)
- Datastore NFS per workload VM
- Gestione, rete di traffico client e gruppi di porte di rete storage per macchine virtuali
- Adattatore di rete per la gestione, il traffico client e l'accesso allo storage (NFS, iSCSI o SMB/CIFS) per ciascuna macchina virtuale
- VMware DRS attivato
- Multipathing nativo abilitato per percorsi FC o iSCSI verso lo storage
- Snapshot VMware per VM disattivate
- NetApp SnapCenter è stato implementato per VMware per i backup delle macchine virtuali

Architettura del sistema di imaging medico

Nelle organizzazioni sanitarie, i sistemi di imaging medico sono applicazioni critiche e ben integrati nei flussi di lavoro clinici che iniziano dalla registrazione dei pazienti e terminano con le attività correlate alla fatturazione nel ciclo dei ricavi.

Il diagramma seguente mostra i vari sistemi coinvolti in un tipico ospedale di grandi dimensioni; questo diagramma è stato progettato per fornire un contesto architettonico a un sistema di imaging medico prima di eseguire lo zoom sui componenti architettonici di un tipico sistema di imaging medico. I flussi di lavoro variano notevolmente e sono specifici per ospedale e caso d'utilizzo.

La figura seguente mostra il sistema di imaging medico nel contesto di un paziente, di una clinica comunitaria e di un grande ospedale.



1. Il paziente visita la clinica della comunità con i sintomi. Durante la consultazione, il medico di comunità invia un ordine di imaging all'ospedale più grande sotto forma di messaggio di ordine HL7.
2. Il sistema EHR del medico di comunità invia il messaggio HL7 Order/ORD all'ospedale più grande.
3. Il sistema di interoperabilità aziendale (noto anche come Enterprise Service Bus [ESB]) elabora il messaggio di ordine e invia il messaggio di ordine al sistema EHR.
4. L'EHR elabora il messaggio di ordine. Se non esiste una cartella paziente, viene creata una nuova cartella paziente.

5. L'EHR invia un ordine di imaging al sistema di imaging medicale.
6. Il paziente chiama l'ospedale più grande per un appuntamento con l'imaging.
7. Il banco di ricezione e registrazione delle immagini pianifica il paziente per un appuntamento di imaging utilizzando informazioni radiologiche o sistemi simili.
8. Il paziente arriva per l'appuntamento di imaging e le immagini o il video vengono creati e inviati al PACS.
9. Il radiologo legge le immagini e le annota nel PACS utilizzando un visualizzatore di diagnostica high-end/GPU abilitato. Alcuni sistemi di imaging dispongono di funzionalità di miglioramento dell'efficienza abilitate dall'intelligenza artificiale (ai) integrate nei flussi di lavoro di imaging.
10. I risultati dell'ordine di immagini vengono inviati all'EHR sotto forma di messaggio ORU HL7 dei risultati dell'ordine tramite l'ESB.
11. L'EHR elabora i risultati dell'ordine nella cartella del paziente, inserisce un'immagine in miniatura con un collegamento contestuale all'immagine DICOM effettiva. I medici possono avviare il visualizzatore diagnostico se è necessaria un'immagine con una risoluzione superiore dall'EHR.
12. Il medico esamina l'immagine e inserisce le note del medico nella cartella clinica del paziente. Il medico potrebbe utilizzare il sistema di supporto decisionale clinico per migliorare il processo di revisione e agevolare la corretta diagnosi del paziente.
13. Il sistema EHR invia quindi i risultati dell'ordine sotto forma di messaggio relativo ai risultati dell'ordine all'ospedale della comunità. A questo punto, se l'ospedale della comunità è in grado di ricevere l'immagine completa, l'immagine viene inviata tramite WADO o DICOM.
14. Il medico di comunità completa la diagnosi e fornisce le fasi successive al paziente.

Un tipico sistema di imaging medicale utilizza un'architettura a più livelli. Il componente principale di un sistema di imaging medicale è un server applicativo per ospitare vari componenti applicativi. I server applicazioni tipici sono basati su Java runtime o su CLC n. .Net. La maggior parte delle soluzioni di imaging medicale aziendali utilizza un database Oracle Server o MS SQL Server o Sybase come database primario. Inoltre, alcuni sistemi di imaging medicale aziendali utilizzano database per l'accelerazione dei contenuti e il caching in un'area geografica. Alcuni sistemi di imaging medico aziendale utilizzano anche database NoSQL come MongoDB, Redis e così via in combinazione con server di integrazione aziendale per interfacce DICOM e/o API.

Un tipico sistema di imaging medicale consente l'accesso alle immagini per due diversi set di utenti: Utente/radiologo diagnostico o medico che ha ordinato l'imaging.

I radiologi in genere utilizzano visualizzatori di diagnostica high-end abilitati per la grafica che vengono eseguiti su workstation di elaborazione e grafica high-end fisiche o parte di un'infrastruttura di desktop virtuale. Se si sta per iniziare il percorso dell'infrastruttura desktop virtuale, è possibile trovare ulteriori informazioni ["qui"](#).

Quando l'uragano Katrina ha distrutto due dei principali ospedali di insegnamento della Louisiana, i leader si sono riuniti e hanno costruito un sistema di cartelle cliniche elettroniche resiliente che includeva oltre 3000 desktop virtuali in tempi record. Ulteriori informazioni sull'architettura di riferimento dei casi di utilizzo e sui bundle di riferimento FlexPod sono disponibili ["qui"](#).

I medici accedono alle immagini in due modi principali:

- **Accesso basato su web.** che viene generalmente utilizzato dai sistemi EHR per incorporare le immagini PACS come collegamenti contestuali nella cartella clinica elettronica (EMR) del paziente e collegamenti che possono essere inseriti in flussi di lavoro di imaging, workflow di procedure, flussi di lavoro delle note di avanzamento e così via. I collegamenti basati sul Web consentono inoltre di accedere alle immagini dei pazienti attraverso i portali dei pazienti. L'accesso basato su Web utilizza un modello tecnologico chiamato link contestualizzati. I collegamenti in base al contesto possono essere collegamenti statici/URI direttamente al supporto DICOM oppure collegamenti/URI generati dinamicamente utilizzando macro

personalizzate.

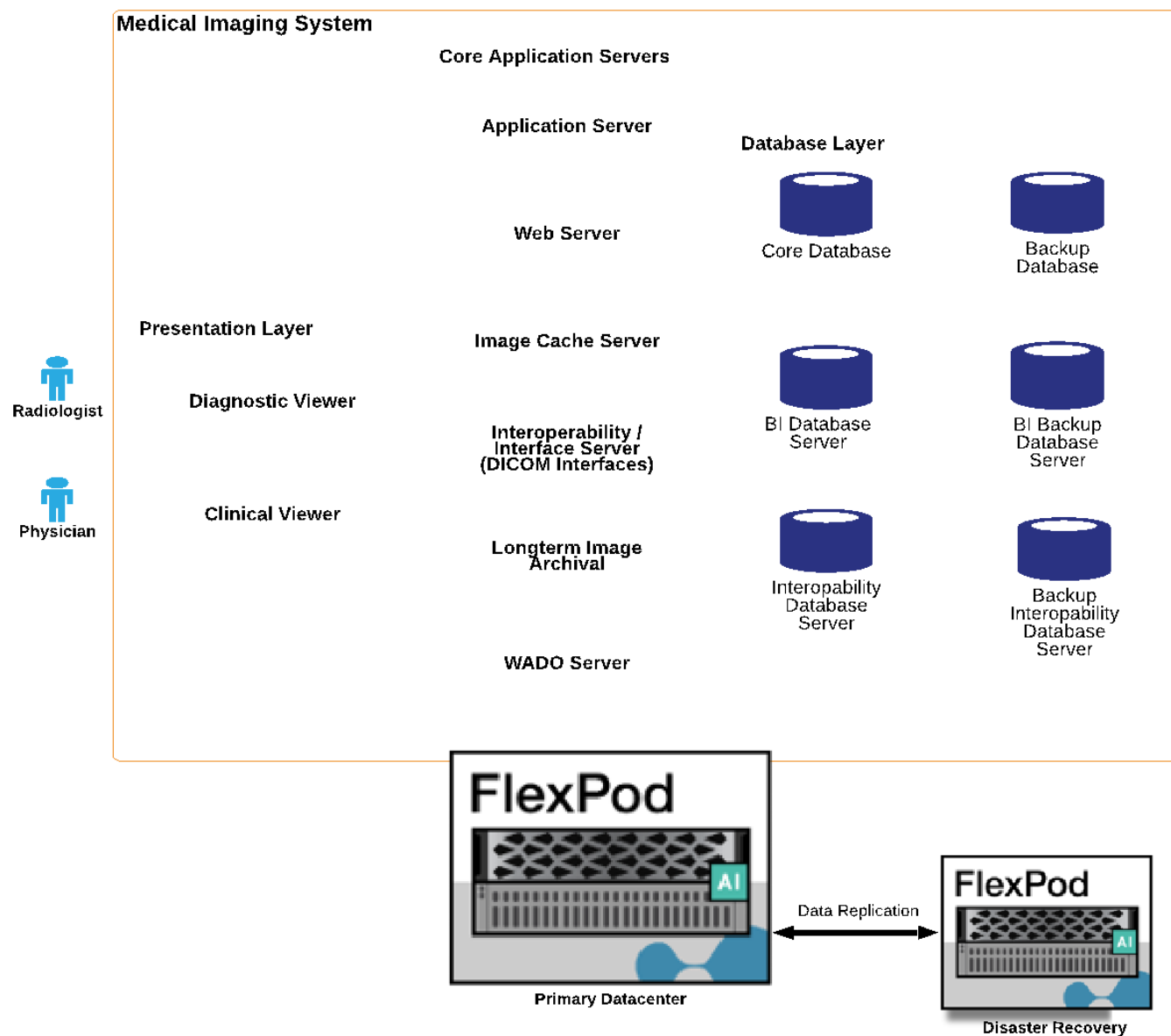
- **Thick client.** alcuni sistemi medici aziendali consentono inoltre di utilizzare un approccio basato su thick client per visualizzare le immagini. È possibile avviare un thick client dall'interno dell'EMR del paziente o come applicazione standalone.

Il sistema di imaging medico può fornire l'accesso alle immagini a una comunità di medici o a medici partecipanti alla CIN. I sistemi di imaging medicale tipici includono componenti che consentono l'interoperabilità delle immagini con altri sistemi IT sanitari all'interno e all'esterno dell'organizzazione sanitaria. I medici della community possono accedere alle immagini tramite un'applicazione basata su web o sfruttare una piattaforma di scambio di immagini per l'interoperabilità delle immagini. Le piattaforme di scambio di immagini utilizzano in genere WADO o DICOM come protocollo di scambio di immagini sottostante.

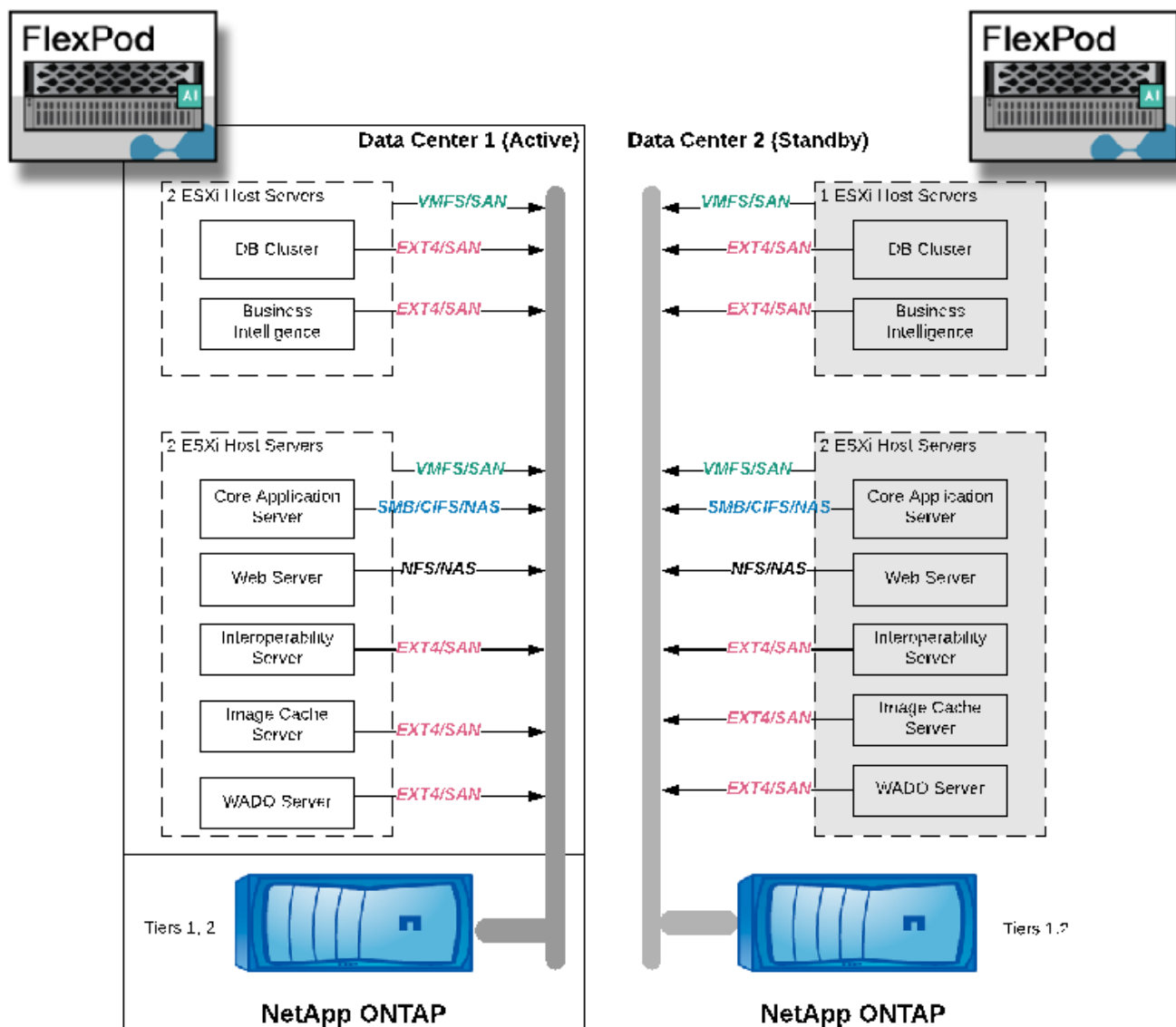
I sistemi di imaging medico possono anche supportare centri medici accademici che necessitano di sistemi PACS o di imaging per l'utilizzo in classe. Per supportare le attività accademiche, un tipico sistema di imaging medicale può avere le funzionalità di un sistema PACS con un ingombro ridotto o un ambiente di imaging solo didattico. I tipici sistemi di archiviazione indipendenti dal vendor e alcuni sistemi di imaging medicale di livello Enterprise offrono funzionalità di morphing delle etichette delle immagini DICOM per rendere anonime le immagini utilizzate a scopo didattico. Il morphing dei tag consente alle organizzazioni sanitarie di scambiare immagini DICOM tra sistemi di imaging medicali di diversi fornitori in modo indipendente dal vendor. Inoltre, il morphing dei tag consente ai sistemi di imaging medicale di implementare una funzionalità di archiviazione indipendente dal vendor a livello aziendale per le immagini mediche.

I sistemi di imaging medicale stanno iniziando ad ["Funzionalità di calcolo basate su GPU"](#) essere utilizzati per migliorare i flussi di lavoro umani grazie alla pre-elaborazione delle immagini e quindi al miglioramento dell'efficienza. I tipici sistemi di imaging medico aziendale sfruttano le funzionalità di efficienza dello storage NetApp leader del settore. I sistemi di imaging medicale aziendali utilizzano in genere RMAN per le attività di backup, ripristino e ripristino. Per ottenere performance migliori e ridurre il tempo necessario per la creazione dei backup, è disponibile la tecnologia Snapshot per le operazioni di backup e la tecnologia SnapMirror per la replica.

La figura seguente mostra i componenti logici dell'applicazione in una vista architetturale a più livelli.



La figura seguente mostra i componenti fisici dell'applicazione.



I componenti dell'applicazione logica richiedono che l'infrastruttura supporti un insieme diversificato di protocolli e file system. Il software NetApp ONTAP supporta un set leader del settore di protocolli e file system.

La tabella seguente elenca i componenti dell'applicazione, il protocollo di storage e i requisiti del file system.

Componente dell'applicazione	SAN/NAS	Tipo di file system	Tier di storage	Tipo di replica
Database prod host VMware	locale	SAN	VMFS	Tier 1
Applicazione	Database prod host VMware	REP	SAN	VMFS
Tier 1	Applicazione	Applicazione di supporto host VMware	locale	SAN

Componente dell'applicazione	SAN/NAS	Tipo di file system	Tier di storage	Tipo di replica
VMFS	Tier 1	Applicazione	Applicazione di supporto host VMware	REP
SAN	VMFS	Tier 1	Applicazione	Server database principale
SAN	Ext4	Tier 1	Applicazione	Server del database di backup
SAN	Ext4	Tier 1	Nessuno	Server della cache delle immagini
NAS	SMB/CIFS	Tier 1	Nessuno	Server di archiviazione
NAS	SMB/CIFS	Tier 2	Applicazione	Server Web
NAS	SMB/CIFS	Tier 1	Nessuno	Server WADO
SAN	NFS	Tier 1	Applicazione	Server di business intelligence
SAN	NTFS	Tier 1	Applicazione	Backup di business intelligence
SAN	NTFS	Tier 1	Applicazione	Server di interoperabilità
SAN	Ext4	Tier 1	Applicazione	Server di database per l'interoperabilità

Componenti hardware e software dell'infrastruttura della soluzione

Le seguenti tabelle elencano rispettivamente i componenti hardware e software dell'infrastruttura FlexPod per il sistema di imaging medico.

Layer	Famiglia di prodotti	Quantità e modello	Dettagli
Calcolo	Chassis Cisco UCS 5108	1 o 2	In base al numero di blade necessari per supportare il numero di studi annuali
	Blade server Cisco UCS	B200 M5	Numero di blade basato sul numero di studi all'anno, ciascuno con 2 x 20 o più core, 2,7 GHz e 128-384 GB di RAM
	Cisco UCS Virtual Interface Card (VIC)	Cisco UCS 1440	Vedere
	2 interconnessioni fabric Cisco UCS	6454 o versione successiva	—

Layer	Famiglia di prodotti	Quantità e modello	Dettagli
Rete	Switch Cisco Nexus	2 Cisco Nexus serie 3000 o 9000	–
Rete di storage	Rete IP per l'accesso allo storage su protocolli SMB/CIFS, NFS o iSCSI	Stessi switch di rete come sopra	–
	Accesso allo storage tramite FC	2 Cisco MDS 9132T	–
Storage	Sistema storage all-flash NetApp AFF A400	1 o più coppie ha	Cluster con due o più nodi
	Shelf di dischi	1 o più shelf di dischi DS224C o NS224	Completamente popolato con 24 dischi
	SSD	Capacità superiore a 24, 1,2 TB	–

Software	Famiglia di prodotti	Versione o release	Dettagli
Sistema di imaging medico aziendale	MS SQL o Oracle Database Server	Come suggerito dal fornitore del sistema di imaging medicale	
	Nessun DBS SQL come MongoDB Server	Come suggerito dal fornitore del sistema di imaging medicale	
	Server applicazioni	Come suggerito dal fornitore del sistema di imaging medicale	
	Integration Server (MS BizTalk, MuleSoft, Rhapsody, Tibco)	Come suggerito dal fornitore del sistema di imaging medicale	
	Macchine virtuali	Linux (64 bit)	
	Macchine virtuali	Windows Server (64 bit)	
Storage	ONTAP	ONTAP 9.7 o versione successiva	
Rete	Cisco UCS Fabric Interconnect	Cisco UCS Manager 4.1 o versione successiva	
	Switch Ethernet Cisco	9.2(3)I7(2) o versione successiva	
	Cisco FC: Cisco MDS 9132T	8.4(2) o versione successiva	
Hypervisor	Hypervisor	VMware vSphere ESXi 6.7 U2 o versione successiva	

Software	Famiglia di prodotti	Versione o release	Dettagli
Gestione	Sistema di gestione dell'hypervisor	VMware vCenter Server 6.7 U1 (vCSA) o versione successiva	
	NetApp Virtual Storage Console (VSC)	VSC 9.7 o versione successiva	
	SnapCenter	SnapCenter 4.3 o versione successiva	

Dimensionamento della soluzione

Dimensionamento dello storage

Questa sezione descrive il numero di studi e i requisiti dell'infrastruttura corrispondenti.

I requisiti di storage elencati nella tabella seguente presuppongono che i dati esistenti siano del valore di 1 anno più la crescita prevista per 1 anno di studio nel sistema primario (Tier 1, 2). Le esigenze di storage aggiuntive per la crescita prevista per 3 anni oltre i primi 2 anni sono elencate separatamente.

	Piccolo	Medio	Grande
Studi annuali	<250.000 studi	250.000-500.000 studi	500.000–1 milione di studi
Storage di livello 1			
IOPS (media)	1,5 K-5K	5.000–15.000	15.000-40.000
IOPS (picco)	5K	20.000	65.000
Throughput	50 Mbps	50 Mbps	100 Mbps
Capacity Data Center 1 (1 anno di dati vecchi e 1 anno di nuovo studio)	70 TB	140 TB	260 TB
Capacity data center 1 (necessità aggiuntiva di 4 anni per il nuovo studio)	25 TB	45 TB	80 TB
Capacity data center 2 (1 anno di dati vecchi e 1 anno di nuovo studio)	45 TB	110 TB	165 TB
Capacity data center 2 (necessità aggiuntiva di 4 anni per il nuovo studio)	25 TB	45 TB	80 TB
Storage di livello 2			
IOPS (media)	1.000	2K	3.000
Data center di capacità 1	320 TB	800 TB	2000 TB

Dimensionamento del calcolo

La tabella seguente elenca i requisiti di calcolo per i sistemi di imaging medico di piccole, medie e grandi

dimensioni.

	Piccolo	Medio	Grande
Studi annuali	<250.000 studi	250.000-500.000 studi	500.000–1 milione di studi
Data center 1			
Numero di macchine virtuali	21	27	35
Numero totale di CPU virtuali (vCPU)	56	124	220
Requisito di memoria totale	225 GB	450 GB	900 GB
Specifiche dei server fisici (blade) (si supponga 1 vCPU =1 core)	4 server con 20 core e 192 GB di RAM ciascuno	8 server con 20 core e 128 GB di RAM ciascuno	14 server con 20 core e 128 GB di RAM ciascuno
Data center 2			
Numero di macchine virtuali	15	17	22
Numero totale di vCPU	42	72	140
Requisito di memoria totale	179 GB	243 GB	513 GB
Specifiche dei server fisici (blade) (si supponga che 1 vCPU = 1 core)	3 server con 20 core e 168 GB di RAM ciascuno	6 server con 20 core e 128 GB di RAM ciascuno	8 server con 24 core e 128 GB di RAM ciascuno

Dimensionamento dell'infrastruttura Cisco UCS e networking

La tabella seguente elenca i requisiti di rete e dell'infrastruttura Cisco UCS per i sistemi di imaging medico di piccole, medie e grandi dimensioni.

	Piccolo	Medio	Grande
Data center 1			
Numero di porte del nodo di storage	2 adattatori di rete convergenti (CNA); 2 FCS	2 CNA; 2 FCS	2 CNA; 2 FCS
Porte switch di rete IP (Cisco Nexus 9000)	switch a 48 porte	switch a 48 porte	switch a 48 porte
Switch FC (Cisco MDS)	switch a 32 porte	switch a 32 porte	switch a 48 porte
Numero di chassis Cisco UCS	1 x 5108	1 x 5108	2 x 5108
Cisco UCS Fabric Interconnect	2 x 6332	2 x 6332	2 x 6332
Data center 2			

	Piccolo	Medio	Grande
Numero di chassis Cisco UCS	1 x 5108	1 x 5108	1 x 5108
Cisco UCS Fabric Interconnect	2 x 6332	2 x 6332	2 x 6332
Numero di porte del nodo di storage	2 CNA; 2 FCS	2 CNA; 2 FCS	2 CNA; 2 FCS
Porte switch di rete IP (Cisco Nexus 9000)	switch a 48 porte	switch a 48 porte	switch a 48 porte
Switch FC (Cisco MDS)	switch a 32 porte	switch a 32 porte	switch a 48 porte

Best practice

Best practice per lo storage

Alta disponibilità

Il design del cluster di storage NetApp offre alta disponibilità a ogni livello:

- Nodi del cluster
- Connettività storage back-end
- TEC RAID in grado di sostenere tre guasti dei dischi
- RAID DP in grado di sostenere due guasti dei dischi
- Connettività fisica a due reti fisiche da ciascun nodo
- Percorsi di dati multipli per LUN e volumi di storage

Multi-tenancy sicura

Le storage virtual machine (SVM) di NetApp forniscono un array di storage virtuale per separare il dominio di sicurezza, le policy e le reti virtuali. NetApp consiglia di creare SVM separate per ogni organizzazione tenant che ospita i dati nel cluster di storage.

Best practice per lo storage NetApp

Prendere in considerazione le seguenti Best practice per lo storage NetApp:

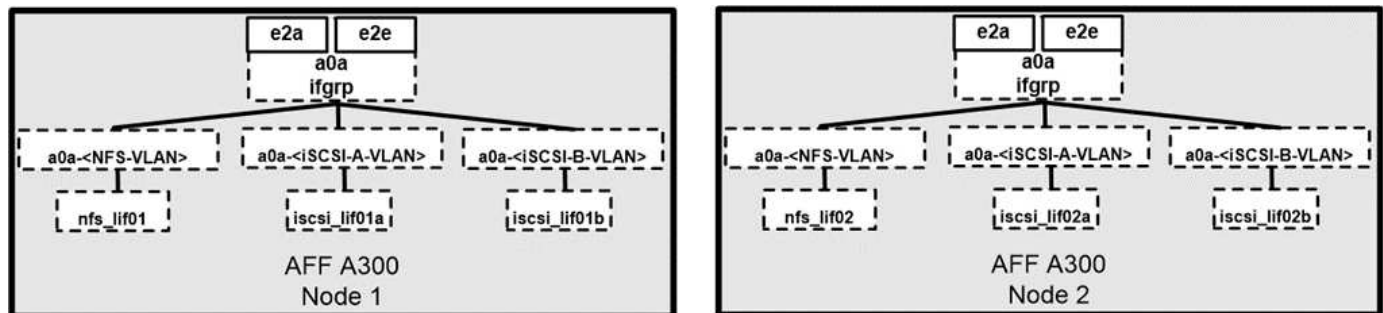
- Abilitare sempre la tecnologia NetApp AutoSupport, che invia a NetApp informazioni riepilogative sul supporto tramite HTTPS.
- Per ottenere la massima disponibilità e mobilità, assicurarsi di creare una LIF per ogni SVM su ciascun nodo del cluster NetApp ONTAP. ALUA (Asymmetric Logical Unit Access) viene utilizzato per analizzare i percorsi e identificare i percorsi attivi ottimizzati (diretti) rispetto ai percorsi attivi non ottimizzati. ALUA viene utilizzato sia per FC, FCoE e iSCSI.
- Un volume contenente solo LUN non deve essere montato internamente, né è necessario un percorso di giunzione.
- Se si utilizza il protocollo CHAP (Challenge-Handshake Authentication Protocol) in ESXi per l'autenticazione di destinazione, è necessario configurarlo anche in ONTAP. Utilizzare la CLI (`vserver iscsi security create`) o Gestore di sistema NetApp ONTAP (modificare la sicurezza dell'iniziatore).

in Storage > SVM > Impostazioni SVM > protocolli > iSCSI).

Boot SAN

NetApp consiglia di implementare l'avvio SAN per i server Cisco UCS nella soluzione FlexPod Datacenter. Questa fase consente al sistema operativo di essere protetto in modo sicuro dal sistema di storage NetApp AFF, fornendo performance migliori. Il design delineato in questa soluzione utilizza l'avvio SAN iSCSI.

Nell'avvio SAN iSCSI, a ogni Cisco UCS Server vengono assegnate due vNIC iSCSI (una per ogni fabric SAN), che forniscono connettività ridondante fino allo storage. Le porte di storage di questo esempio, e2a e e2e, collegate agli switch Cisco Nexus, sono raggruppate in modo da formare una porta logica chiamata gruppo di interfacce (ifgrp) (in questo esempio, a0a). Le VLAN iSCSI vengono create sull'ifgroup e le LIF iSCSI vengono create sui gruppi di porte iSCSI (in questo esempio, a0a-<iSCSI-A-VLAN>). Il LUN di avvio iSCSI viene esposto ai server attraverso il LIF iSCSI utilizzando ifgroups. Questo approccio consente solo al server autorizzato di accedere al LUN di avvio. Per il layout di porta e LIF, vedere la figura seguente.



A differenza delle interfacce di rete NAS, le interfacce di rete SAN non sono configurate per il failover durante un guasto. Se invece un'interfaccia di rete non è disponibile, l'host sceglie un nuovo percorso ottimizzato per un'interfaccia di rete disponibile. ALUA, uno standard supportato da NetApp, fornisce informazioni sulle destinazioni SCSI, consentendo a un host di identificare il percorso migliore per lo storage.

Efficienza dello storage e thin provisioning

NetApp è leader del settore nell'innovazione dell'efficienza dello storage, ad esempio con la prima deduplica per i carichi di lavoro primari e con la compattazione dei dati inline, che migliora la compressione e memorizza file di piccole dimensioni e i/o in modo efficiente. ONTAP supporta la deduplica in linea e in background, nonché la compressione inline e in background.

Per sfruttare i vantaggi della deduplica in un ambiente a blocchi, le LUN devono essere con thin provisioning. Anche se il LUN viene ancora considerato dall'amministratore della macchina virtuale come una capacità fornita, i risparmi della deduplica vengono restituiti al volume per essere utilizzati per altre esigenze. NetApp consiglia di implementare questi LUN in volumi FlexVol con thin provisioning e capacità doppia rispetto al LUN. Quando si implementa il LUN in questo modo, il volume FlexVol funge semplicemente da quota. Lo storage utilizzato dal LUN viene riportato nel volume FlexVol e nel relativo aggregato.

Per ottenere il massimo risparmio sulla deduplica, è consigliabile pianificare la deduplica in background. Tuttavia, questi processi utilizzano le risorse di sistema quando sono in esecuzione. Pertanto, idealmente, è necessario pianificarli in tempi meno attivi (come i fine settimana) o eseguirli più frequentemente per ridurre la quantità di dati modificati da elaborare. La deduplica automatica in background sui sistemi AFF ha un effetto molto minore sulle attività in primo piano. La compressione in background (per sistemi basati su disco rigido) consuma anche le risorse, pertanto è consigliabile considerarla solo per carichi di lavoro secondari con requisiti di performance limitati.

Qualità del servizio

I sistemi che eseguono il software ONTAP possono utilizzare la funzione QoS dello storage ONTAP per limitare il throughput in megabit al secondo (Mbps) e per limitare gli IOPS per diversi oggetti di storage come file, LUN, volumi o intere SVM. La QoS adattiva viene utilizzata per impostare un piano IOPS (minimo QoS) e un soffitto (massimo QoS), che si regolano dinamicamente in base alla capacità del datastore e allo spazio utilizzato.

I limiti di throughput sono utili per controllare carichi di lavoro sconosciuti o di test prima di un'implementazione per confermare che non influiscono su altri carichi di lavoro. Questi limiti possono essere utilizzati anche per limitare un carico di lavoro ingombrante dopo che è stato identificato. Sono supportati anche i livelli minimi di servizio basati sugli IOPS per fornire performance costanti per gli oggetti SAN in ONTAP.

Con un datastore NFS, è possibile applicare una policy di QoS all'intero volume FlexVol o ai singoli file del disco macchina virtuale (VMDK) al suo interno. Con gli archivi di dati VMFS (volumi condivisi cluster [CSV] in Hyper-V) che utilizzano LUN ONTAP, è possibile applicare i criteri di QoS al volume FlexVol che contiene le LUN o alle singole LUN. Tuttavia, poiché ONTAP non è a conoscenza di VMFS, non è possibile applicare i criteri di qualità del servizio ai singoli file VMDK. Quando si utilizza VMware Virtual Volumes (VVol) con VSC 7.1 o versione successiva, è possibile impostare il QoS massimo su singole macchine virtuali utilizzando il profilo di capacità dello storage.

Per assegnare un criterio QoS a una LUN, inclusi VMFS o CSV, è possibile ottenere la SVM ONTAP (visualizzata come `vserver`), il percorso del LUN e il numero di serie dal menu Storage Systems (sistemi storage) nella home page del VSC. Selezionare il sistema di storage (SVM), quindi Related Objects (oggetti correlati) > SAN. Utilizzare questo approccio quando si specifica la qualità del servizio utilizzando uno degli strumenti ONTAP.

È possibile impostare il limite massimo di throughput QoS su un oggetto in Mbps e in IOPS. Se si utilizzano entrambi, il primo limite raggiunto viene applicato da ONTAP. Un carico di lavoro può contenere più oggetti e una policy QoS può essere applicata a uno o più carichi di lavoro. Quando applichi una policy a più workload, questi condividono il limite totale della policy. Gli oggetti nidificati non sono supportati (ad esempio, per un file all'interno di un volume, non possono avere una propria policy). I valori minimi di QoS possono essere impostati solo in IOPS.

Layout dello storage

In questa sezione vengono fornite le Best practice per il layout di LUN, volumi e aggregati sullo storage.

LUN dello storage

Per ottenere performance, gestione e backup ottimali, NetApp consiglia le seguenti Best practice di progettazione LUN:

- Creare un LUN separato per memorizzare i dati del database e i file di log.
- Creare un LUN separato per ogni istanza per memorizzare i backup del log del database Oracle. I LUN possono far parte dello stesso volume.
- Provisioning delle LUN con thin provisioning (disattivazione dell'opzione Space Reservation) per file di database e file di log.
- Tutti i dati di imaging sono ospitati in LUN FC. Creare queste LUN in volumi FlexVol distribuiti tra gli aggregati di proprietà di diversi nodi storage controller.

Per il posizionamento delle LUN in un volume di storage, seguire le linee guida della sezione successiva.

Volumi di storage

Per ottenere performance e gestione ottimali, NetApp consiglia le seguenti Best practice per la progettazione dei volumi:

- Isolare i database con query i/o-intensive su volumi di storage separati.
- I file di dati possono essere posizionati su un singolo LUN o volume, ma si consiglia di utilizzare più volumi/LUN per un throughput più elevato.
- Il parallelismo di i/o può essere ottenuto utilizzando qualsiasi filesystem supportato quando si utilizzano più LUN.
- Posizionare i file di database e i log delle transazioni su volumi separati per aumentare la granularità del ripristino.
- Considerare l'utilizzo di attributi di volume come dimensioni automatiche, Snapshot Reserve, QoS e così via.

Aggregati

Gli aggregati sono i principali container di storage per le configurazioni di storage NetApp e contengono uno o più gruppi RAID costituiti da dischi di dati e dischi di parità.

NetApp ha eseguito vari test di caratterizzazione dei carichi di lavoro i/o utilizzando aggregati condivisi e dedicati con file di dati e file di log delle transazioni separati. I test dimostrano che un grande aggregato con più gruppi e unità RAID (HDD o SSD) ottimizza e migliora le performance dello storage ed è più facile da gestire per gli amministratori per due motivi:

- Un grande aggregato rende disponibili le capacità di i/o di tutti i dischi per tutti i file.
- Un grande aggregato consente l'utilizzo più efficiente dello spazio su disco.

Per un disaster recovery efficace, NetApp consiglia di collocare la replica asincrona su un aggregato che fa parte di un cluster di storage separato nel sito di disaster recovery e di utilizzare la tecnologia SnapMirror per replicare il contenuto.

Per ottenere performance di storage ottimali, NetApp consiglia di disporre di almeno il 10% di spazio libero in un aggregato.

La guida al layout degli aggregati di storage per i sistemi AFF A300 (con due shelf di dischi con 24 dischi) include:

- Conserva due dischi di riserva.
- Utilizzare la partizione avanzata dei dischi per creare tre partizioni su ciascun disco: Root e dati.
- Utilizzare un totale di 20 partizioni dati e due partizioni di parità per ciascun aggregato.

Best practice per il backup

NetApp SnapCenter viene utilizzato per i backup di macchine virtuali e database. NetApp consiglia le seguenti Best practice per il backup:

- Quando SnapCenter viene implementato per creare copie Snapshot per i backup, disattivare la pianificazione Snapshot per FlexVol che ospita le macchine virtuali e i dati delle applicazioni.
- Creare un FlexVol dedicato per i LUN di boot host.
- Utilizzare una policy di backup simile o singola per le macchine virtuali che hanno lo stesso scopo.

- Utilizzare una policy di backup simile o singola per tipo di carico di lavoro; ad esempio, utilizzare una policy simile per tutti i carichi di lavoro del database. Utilizza policy diverse per database, server Web, desktop virtuali degli utenti finali e così via.
- Abilitare la verifica del backup in SnapCenter.
- Configurare l'archiviazione delle copie Snapshot di backup nella soluzione di backup NetApp SnapVault.
- Configurare la conservazione dei backup sullo storage primario in base alla pianificazione dell'archiviazione.

Best practice per l'infrastruttura

Best practice per il networking

NetApp consiglia le seguenti Best practice per il networking:

- Assicurarsi che il sistema includa NIC fisiche ridondanti per il traffico di produzione e di storage.
- VLAN separate per traffico iSCSI, NFS e SMB/CIFS tra calcolo e storage.
- Assicurarsi che il sistema includa una VLAN dedicata per l'accesso client al sistema di imaging medicale.

Ulteriori Best practice per il networking sono disponibili nelle guide alla progettazione e all'implementazione dell'infrastruttura FlexPod.

Calcolo delle Best practice

NetApp consiglia le seguenti Best practice di calcolo:

- Assicurarsi che ogni vCPU specificata sia supportata da un core fisico.

Best practice per la virtualizzazione

NetApp consiglia le seguenti Best practice per la virtualizzazione:

- Utilizzare VMware vSphere 6 o versione successiva.
- Impostare il BIOS del server host ESXi e il livello del sistema operativo su Custom Controlled - High Performance (controllo personalizzato - prestazioni elevate).
- Creazione di backup durante le ore di lavoro non di punta.

Best practice per il sistema di imaging medicale

Consultare le seguenti Best practice e alcuni requisiti di un tipico sistema di imaging medicale:

- Non eseguire il commit eccessivo della memoria virtuale.
- Assicurarsi che il numero totale di vCPU corrisponda al numero di CPU fisiche.
- Se si dispone di un ambiente di grandi dimensioni, sono necessarie VLAN dedicate.
- Configurare le macchine virtuali del database con cluster ha dedicati.
- Assicurarsi che i VMDK del sistema operativo delle macchine virtuali siano ospitati in uno storage Tier 1 veloce.
- Collabora con il fornitore del sistema di imaging medicale per identificare l'approccio migliore per preparare i modelli di macchine virtuali per una rapida implementazione e manutenzione.

- Le reti di gestione, storage e produzione richiedono la segregazione LAN per il database, con VLAN isolate per VMware vMotion.
- Utilizza la tecnologia di replica basata su storage array NetApp denominata "SnapMirror" invece della replica basata su vSphere.
- Utilizzare tecnologie di backup che sfruttano le API VMware; le finestre di backup devono essere al di fuori delle normali ore di produzione.

Conclusione

Eseguendo un ambiente di imaging medico su FlexPod, la tua organizzazione sanitaria può aspettarsi un miglioramento della produttività del personale e una riduzione delle spese di capitale e operative. FlexPod offre un'infrastruttura convergente pre-validata e rigorosamente testata grazie alla partnership strategica di Cisco e NetApp. È progettato e progettato specificamente per offrire performance di sistema prevedibili a bassa latenza e alta disponibilità. Questo approccio offre un'esperienza utente superiore e tempi di risposta ottimali per gli utenti del sistema di imaging medicale.

Diversi componenti di un sistema di imaging medicale richiedono lo storage dei dati nei file system SMB/CIFS, NFS, Ext4 e NTFS. Pertanto, l'infrastruttura deve fornire l'accesso ai dati tramite protocolli NFS, SMB/CIFS e SAN. I sistemi di storage NetApp supportano questi protocolli da un singolo array di storage.

Disponibilità elevata, efficienza dello storage, backup rapidi pianificati basati su copie Snapshot, operazioni di ripristino rapido, replica dei dati per il disaster recovery e funzionalità dell'infrastruttura di storage FlexPod offrono un sistema di storage e gestione dei dati leader del settore.

Ulteriori informazioni

Per ulteriori informazioni sulle informazioni descritte in questo documento, consultare i seguenti documenti e siti Web:

- Guida alla progettazione di FlexPod Datacenter per ai/ML con Cisco UCS 480 ML per l'apprendimento approfondito

["https://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/unified_computing/ucs/UCS_CVDs/flexpod_c480m5l_aiml_design.html"](https://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/unified_computing/ucs/UCS_CVDs/flexpod_c480m5l_aiml_design.html)

- Infrastruttura per data center FlexPod con VMware vSphere 6.7 U1, Cisco UCS di quarta generazione e NetApp AFF A-Series

["https://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/unified_computing/ucs/UCS_CVDs/flexpod_datacenter_vmware_netappaffa.html"](https://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/unified_computing/ucs/UCS_CVDs/flexpod_datacenter_vmware_netappaffa.html)

- FlexPod Datacenter: Backup di database Oracle con SnapCenter - Descrizione della soluzione

["https://www.netapp.com/us/media/sb-3999.pdf"](https://www.netapp.com/us/media/sb-3999.pdf)

- Data center FlexPod con database RAC Oracle su Cisco UCS e NetApp AFF A-Series

["https://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/unified_computing/ucs/UCS_CVDs/flexpod_orc12cr2_affaseries.html"](https://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/unified_computing/ucs/UCS_CVDs/flexpod_orc12cr2_affaseries.html)

- Data center FlexPod con RAC Oracle su Oracle Linux

["https://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/unified_computing/ucs/UCS_CVDs/flexpod_orcrac_12c_bm.html"](https://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/unified_computing/ucs/UCS_CVDs/flexpod_orcrac_12c_bm.html)

- FlexPod per Microsoft SQL Server

["https://flexpod.com/solutions/use-cases/microsoft-sql-server/"](https://flexpod.com/solutions/use-cases/microsoft-sql-server/)

- FlexPod di Cisco e NetApp

["https://flexpod.com/"](https://flexpod.com/)

- "Soluzioni NetApp per MongoDB" Solution Brief (accesso NetApp richiesto)

["https://fieldportal.netapp.com/content/734702"](https://fieldportal.netapp.com/content/734702)

- TR-4700: Plug-in SnapCenter per database Oracle

["https://www.netapp.com/us/media/tr-4700.pdf"](https://www.netapp.com/us/media/tr-4700.pdf)

- Documentazione sui prodotti NetApp

["https://www.netapp.com/us/documentation/index.aspx"](https://www.netapp.com/us/documentation/index.aspx)

- FlexPod per le soluzioni di infrastruttura di desktop virtuale (VDI)

["https://flexpod.com/solutions/use-cases/virtual-desktop-infrastructure/"](https://flexpod.com/solutions/use-cases/virtual-desktop-infrastructure/)

Informazioni sul copyright

Copyright © 2025 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 COMMERCIALIZZABILITÀ 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.