



# Reduzca el costo total de propiedad (TCO) y cree bases de datos resilientes y receptivas con las unidades de estado sólido DC1500M Enterprise NVMe de Kingston y el VMware vSAN HCI

Escrito por: Hazem Awadallah, Ingeniero de sistemas, Kingston Technology

Revisado por: Chris Selden, Gerente de Ingeniería de Producto SSD, Kingston Technology



## Contenidos

- [Resumen ejecutivo](#)
- [Desafíos comunes de infraestructura que enfrentan los RDBMS en los centros de datos hoy en día](#)
- [Solución: Presentamos los SSDs DC1500M Enterprise NVMe Data Center Kingston Technology](#)
- [Entorno de Pruebas](#)
  - [I. Infraestructura](#)
  - [II. Configuración de la base de datos](#)
  - [III. Rendimiento del almacenamiento por vSAN](#)
- [Resultados de las pruebas](#)
  - [Prueba 1, el DC1500M 960GB vSAN SQL Server 2017 VM con cantidades variables de DRAM](#)
  - [Resultados de la Prueba 1, el DC1500M 960GB vSAN SQL Server 2017 VM con cantidades variables de DRAM](#)
  - [Prueba 2: Comparación del rendimiento del SQL Server 2017 en el almacén de datos del SSD DC500M SATA, del SSD Micron 5200 eco SATA y del SSD DC1500M NVMe vSAN de Kingston](#)
  - [Resultados de la prueba 2: Comparación del rendimiento del SQL Server 2017 en el almacén de datos del SSD DC500M SATA, del SSD Micron 5200 eco SATA y del SSD DC1500M NVMe vSAN de Kingston](#)
  - [Prueba 3: Comparación del rendimiento para SQL Server 2017 entre los almacenes de datos DC1500M NVMe y Micron 5200 eco SATA vSAN, mayor tamaño de esquema y mayor duración de prueba](#)
  - [Resultados de la prueba 3: Comparación del rendimiento para SQL Server 2017 entre los almacenes de datos DC1500M NVMe y Micron 5200 eco SATA vSAN, mayor tamaño de esquema y mayor duración de prueba](#)
  - [Prueba 4: Comparación del rendimiento, copia de seguridad y rendimiento de restauración para SQL Server 2017, entre el DC1500M NVMe y el Micron 5200 eco SATA vSAN](#)
  - [Prueba 4: Resultados: Comparación del rendimiento, copia de seguridad y rendimiento de restauración para SQL Server 2017, entre el DC1500M NVMe y el Micron 5200 eco SATA vSAN](#)
  - [Prueba 5: Comparación de rendimiento para SQL Server 2017, prueba de vecino ruidoso \(The Noisy Neighbor test\), entre el DC1500M NVMe y el Micron 5200 eco SATA vSAN](#)
  - [Resultados de la prueba 5: Comparación de rendimiento para SQL Server 2017, prueba de vecino ruidoso \(The Noisy Neighbor test\), entre el DC1500M NVMe y el Micron 5200 eco SATA vSAN](#)
- [Conclusión](#)

## Resumen ejecutivo

En los últimos años, la introducción del NVMe ha revolucionado el campo del almacenamiento de datos, dando un gran salto hacia adelante en cuanto a la maximización del rendimiento del flash NAND y capitalizando sobre el bus estándar rico, de bajo costo, con alto ancho de banda y a prueba de futuro, PCI Express. Actualmente en su quinta generación, el PCIe Gen5 permite velocidades de transferencia de hasta 8 GB/s por carril, eliminando el cuello de botella del bus de expansión por la pila de almacenamiento y dando paso a la innovación y la evolución no solo en cuanto a controladores SSD y flash NAND, sino en toda la pila de hardware. Los procesadores, los diseños de chasis, las placas madre y las topologías de E/S del hardware están en constante evolución para admitir el ancho de banda adicional. En el área de centros de datos, las topologías de red están experimentando cambios importantes para adaptarse al NVMe; con la especificación NVMe-OF las interfaces de red, los conmutadores y los protocolos de transporte han cambiado y continúan mejorando para soportar el aumento del ancho de banda mientras se mantiene la QoS y el transporte de paquetes sin pérdidas.

Pero, ¿cómo afecta la introducción del NVMe al rendimiento de las aplicaciones? ¿Puede reducir su espacio de almacenamiento al tiempo que mejora el rendimiento de las transacciones y reduce los tiempos de respuesta de las transacciones? ¿Podemos reducir significativamente los tiempos de copia de seguridad de la base de datos para mitigar el problema del vecino ruidoso y minimizar su impacto en un entorno de producción? En este artículo, intentamos responder a estas preguntas inspeccionando las cargas de trabajo típicas de OLTP, según lo definido por la especificación de TPCC, y ofrecemos algunas comparaciones prácticas para ilustrar el impacto del NVMe sobre el rendimiento de la transacción en escenarios realistas.

### [Desafíos comunes de infraestructura que enfrentan los RDBMS en los centros de datos hoy en día](#)

#### **Costo, planificación de la capacidad y escalabilidad**

Con el enorme aumento en el ancho de banda de Internet, de las velocidades de procesamiento y del auge del análisis de datos que se produjo en las últimas 2 décadas, las bases de datos OLTP de producción están creciendo rápidamente, a menudo mucho más rápido de lo previsto por los arquitectos de aplicaciones e infraestructura. La arquitectura de almacenamiento y red subyacente debe construirse a escala desde las bases, para poder satisfacer ese aumento de la demanda a lo largo del tiempo y ofrecer un buen equilibrio entre el costo, la facilidad de gestión y el rendimiento. Se convierte en una decisión de diseño difícil el elegir construir la aplicación en centros de datos locales o usar los servicios en la nube de IaaS/PaaS. Mantener la aplicación en ejecución en centros de datos locales les provee a los arquitectos de soluciones un control total de la escalabilidad, la seguridad, la resiliencia y el rendimiento, pero requiere una planificación meticulosa y, a veces, tiene un alto costo inicial. El uso de los servicios en la nube de IaaS/PaaS acelera las implementaciones y simplifica la escalabilidad, pero ofrece menos control sobre el rendimiento, la resiliencia y puede volverse costoso rápidamente a medida que la aplicación se escala. Algunas organizaciones prefieren un enfoque híbrido, donde las aplicaciones de nivel 1 más importantes pueden vivir en centros de datos locales y las aplicaciones de nivel 2 y heredadas migran a la nube. Para las aplicaciones que se mantienen internas, las soluciones de infraestructura hiperconvergentes como VMware vSAN con grupos de discos All-Flash ofrecen un buen equilibrio entre costo, simplicidad, rendimiento y facilidad de escalabilidad.

## Resiliencia

Las aplicaciones de nivel 1 deben construirse o migrarse a una infraestructura que pueda soportar más de un fallo de hardware en toda la pila de hardware. Si no se planifica correctamente, las fallas del equipo en los centros de datos pueden causar una pérdida monetaria significativa a través de interrupciones en el servicio o, en el peor de los casos, de una pérdida de datos permanente. En entornos de almacenamiento compartidos, se debe hacer una planificación cuidadosa para garantizar que la infraestructura subyacente esté construida para soportar fallas de almacenamiento y la sobrecarga de rendimiento de los componentes.

Con vSAN, por ejemplo, las aplicaciones de nivel 1 deben tener un Fallo a tolerar (FTT) mínimo de 1, con la Alta disponibilidad de vSphere/vSphere High Availability (HA) habilitada, para garantizar que la aplicación y las VMs de las bases de datos estén protegidas de al menos un fallo de computadora, red o almacenamiento. Además, el Programador de recursos distribuidos de vSphere/vSphere Distributed Resource Scheduler (DRS) puede habilitarse para cargar recursos de equilibrio del CPU/memoria en los servidores físicos del clúster.

## Variación en las expectativas de desempeño

La demanda de mayor velocidad de transacción y menor latencia continúa aumentando a medida que las aplicaciones OLTP continúan ampliándose, con más usuarios colocando una mayor carga transaccional en la base de datos back-end. Los arquitectos de aplicaciones deben planificar una infraestructura de almacenamiento que pueda adaptarse para soportar este aumento de la demanda y que sea lo suficientemente flexible como para migrar entre diferentes niveles de almacenamiento. Por ejemplo, las bases de datos SQL que residen en discos virtuales aprovisionados desde matrices de almacenamiento SAN se pueden migrar a un NVMe almacén de datos todo flash vSAN, con los niveles de almacenamiento más rápidos como provee el NVMe utilizando VMotion de almacenamiento por VMware.

## El dilema del vecino ruidoso

Es imperativo diseñar una infraestructura que permita que las cargas de trabajo claves tengan los recursos que necesitan para ejecutarse. En un entorno de almacenamiento compartido con múltiples cargas de trabajo, el rendimiento puede volverse impredecible y las cargas de trabajo aberrantes pueden causar problemas para las cargas de trabajo de producción claves. Esta es una definición del problema del vecino ruidoso. Un ejemplo, como veremos más adelante en este documento, sería las operaciones de copia de seguridad de bases de datos no programadas en un servidor, las cuales consumen recursos de almacenamiento y red y afectan el rendimiento y la latencia de otros servidores que utilizan los mismos recursos.

## Presentamos los SSDs DC1500M Enterprise NVMe de Kingston

[El DC1500M](#) es el Enterprise U.2 PCIe 3.0x4 NVMe más nuevo que ofrece Kingston, con capacidades que van desde (960 GB a 7680 GB). Equipado con un controlador de 16 canales y 3D TLC NAND, fue diseñado con estrictos requisitos de calidad de servicio (QoS, por sus siglas en inglés) para garantizar un alto rendimiento sostenido y una consistencia en cuanto a las cargas de trabajo de la empresa mientras se mantiene la latencia más baja. Su firmware orientado a las empresas permite funciones como el sobreaprovisionamiento, los espacios de nombres múltiples (que admiten hasta 64 espacios de nombres), así como algoritmos ECC más sofisticados para garantizar la confiabilidad de las cargas de trabajo de la empresa durante toda la vida útil de la unidad.

Dado que los SSDs SATA siguen siendo los SSDs más frecuentemente utilizados en los centros de datos, en este documento nuestro objetivo es mostrar que migrar o construir su infraestructura de almacenamiento en SSDs Enterprise NVMe, como el DC1500M NVMe de Kingston, ayudará a aliviar algunos problemas mencionados anteriormente.

En nuestras pruebas internas, un solo SSD DC1500M NVMe de Kingston ofrece hasta 6,5 veces el rendimiento final y 5,6 veces mejor latencia (Figura b a continuación) que 1 SSD Micron 5200 eco Enterprise SATA, con poca o ninguna paridad de costos.

Este nivel de rendimiento en un entorno hiperconvergente se traduce en un mayor rendimiento de transacciones y en una menor latencia para las bases de datos de SQL Server. También se traduce en una menor huella de almacenamiento y un menor consumo de energía. En este ejemplo, se necesitan 6 unidades micron eco 5200 para alcanzar el rendimiento de 1 unidad DC1500M. Más adelante veremos cómo este rendimiento se traduce en cargas de trabajo SQL OLTP realistas en VMware vSAN.

Las espectaculares mejoras de rendimiento de los SSDs NVMe introducidas como el DC1500M frente a los SSDs SATA también significa que su introducción en entornos

hiperconvergentes compartidos puede así mismo ayudar a reducir el impacto del problema del vecino ruidoso en las aplicaciones de nivel 1. Las SSDs de Enterprise NVMe como el DC1500M pueden completar cargas de trabajo inesperadas, como operaciones de copia de seguridad/restauración durante las horas de producción a un ritmo mucho más rápido, al tiempo que mantienen una baja latencia y un alto rendimiento de transacciones para cargas de trabajo de producción críticas de misión nivel 1, como mostramos en las pruebas de Vecino ruidoso más adelante en este documento.

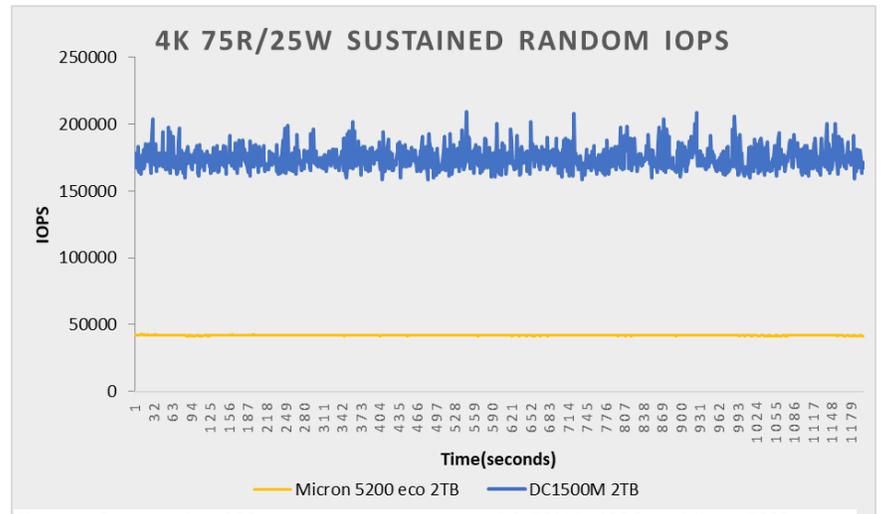


Figura a) Comparación IOPS segundo por segundo en el DC1500M 1920G y el Micron 5200 eco 1920G SATA SSD. Probado en una sola unidad física conectada como secundaria a un sistema linux con fio v3.17, una vez que los SSDs han alcanzado un estado estable de rendimiento. Basado en un tamaño de bloque de 4k, un porcentaje de lectura del 75% y una profundidad de cola de 32

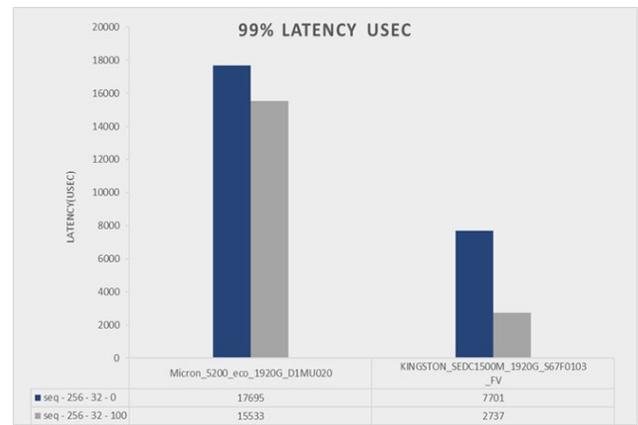
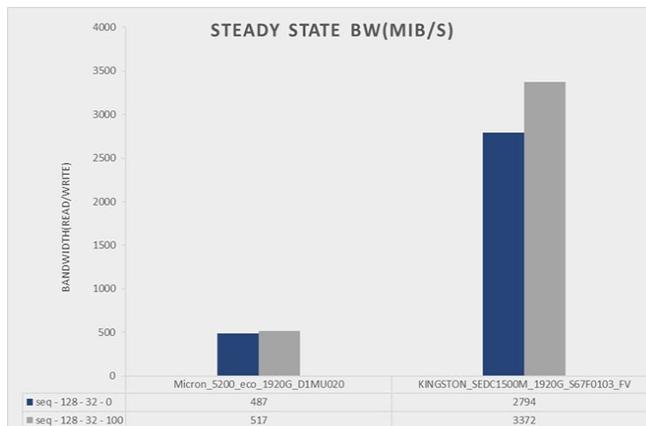


Figura b) Comparación secuencial BW(MB/s) Lectura/Escritura y Latencia(usec) entre el DC1500M 1920G y el Micron 5200 eco 1920G SATA SSD. Probado en una sola unidad física conectada como secundaria a un sistema linux con fio v3.17, una vez que los SSDs han alcanzado un estado estable de rendimiento. Basado en un tamaño de bloque de 256k y una profundidad de cola de 32

### I. Infraestructura

Nuestros entornos de prueba se muestran en la Figura 1.1 y 1.2 a continuación. Utilizamos VMware vSAN como nuestro HCI preferido, ya que es una opción de almacenamiento altamente escalable, resistente, centralizada y rentable para entornos hiperconvergentes y virtualizados.

El VMware vSAN permite a los usuarios agregar dispositivos de almacenamiento local de varios servidores en un único almacén de datos compartido entre todos los huéspedes del clúster vSAN. Los discos físicos de cada servidor se colocan en grupos de disco con 1 unidad/grupo de discos utilizada como dispositivo de caché y hasta 7 unidades/grupo de disco utilizadas como dispositivos de capacidad. A lo sumo, un servidor puede tener hasta 5 grupos de discos, por lo que un máximo de 35 dispositivos de capacidad/servidor contribuye al clúster vSAN. Los grupos de disco de todos los huéspedes ESXi en un clúster vSAN se combinan para crear un almacén de datos vSAN, con el tráfico entre los huéspedes y el almacén de datos vSAN aislado a través de una red dedicada para vSAN (10 Gbps+ para todos los vSAN flash es un requisito). Les permite a los administradores comenzar con una pequeña huella de almacenamiento y agregar nodos de almacenamiento para escalar la capacidad (hasta 64 nodos/clúster) según sea necesario, y de esa forma, proporciona una manera relativamente fácil de controlar los requisitos de rendimiento para máquinas virtuales específicas.

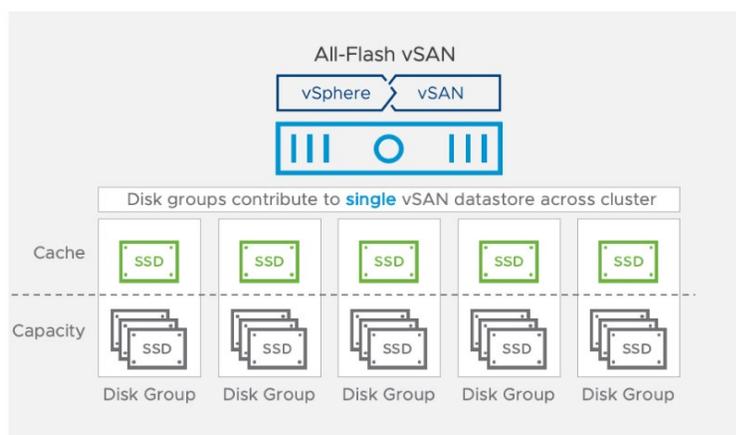


Figura 1 Arquitectura vSAN todo Flash

vSAN utiliza políticas de almacenamiento para dictar el nivel de protección y de striping para discos virtuales específicos. Utilizando la política de almacenamiento por defecto, vSAN replica todos los objetos suministrados desde el almacén de datos vSAN, pero también proporciona a los administradores un control granular sobre el nivel de protección de los discos virtuales proporcionados a las VMs desde el almacén de datos vSAN. Por ejemplo, para permitir que la unidad de datos SQL VMDK tolere al menos una falla en el clúster (servidor completo, disco o

interfaz de red), podemos especificar un nivel primario de falla a tolerar (FTT) de 1. Luego se crearía una réplica RAID-1 del objeto VMDK con un componente de réplica en un huésped y otro componente de réplica en otro huésped en el clúster vSAN. Del mismo modo, los administradores pueden especificar una política de almacenamiento RAID 0 (solo striping) con un FTT de 0 si queremos que la unidad de copia de seguridad VMDk no tenga resiliencia y rendimiento máximo; donde la VM está altamente disponible a través del SQL AlwaysOn Failover Clustering o si la base de datos está regularmente respaldada a través de soluciones de copia de seguridad comunes como Commvault o NetBackup.

Para este documento en nuestro laboratorio de pruebas y validación de SSDs de Kingston Technology, para las pruebas de SSD SATA utilizamos [3 servidores PowerEdge R740xD](#) que admiten 8 bahías/servidor NVMe de 2.5" y 16 bahías/servidor SATA/SAS de 2.5", con una red dedicada de 10 Gb compatible con 2 [conmutadores Cisco Nexus 5k](#) para tráfico vSAN. Para las pruebas NVMe utilizamos el [súper servidor Big Twin Supermicro SYS-2029BT-HNR de 4 nodos](#) con una red dedicada de 40 Gb compatible con 1 [conmutador Cisco 9k](#) para tráfico vSAN. En nuestras pruebas, utilizamos una política de almacenamiento personalizada (FTT=0) asignada al disco virtual de la VM invitada para maximizar el rendimiento del almacenamiento de bloques para todas las pruebas realizadas en este documento. Para las diversas pruebas que realizamos, utilizamos diferentes SSDs, las cuales se documentan al comienzo de cada resultado de prueba a continuación, pero como

estándar utilizamos 3 unidades físicas con la misma capacidad por grupo de disco para las pruebas SATA y NVMe. Elegimos el popular SSD Micron 5200 eco SATA para pruebas de comparación. Para la administración y el tráfico de VMotion, utilizamos una red de 1Gb, compatible con 1 conmutador administrado de 24 puertos Netgear JGS524PE.

Entorno de prueba NVMe (Hardware)	Entorno de prueba SATA/SAS/HÍBRIDO (Hardware)
Clúster de 4 nodos Supermicro SYS-2029BT-HNR con 6 bahías/servidor de unidad NVMe de 2.5" de intercambio en caliente	Clúster de 3 nodos PowerEdge Dell R740xD compatible con 8 NVMe de 2.5"y 16 bahías/servidor de unidades SATA/SAS de 2.5"
CPU Intel(R) Xeon(R) Gold 6252 (48C/96t) a 2.10GHz X 8	CPU Intel(R) Xeon(R) Silver 4114 (10C/20t) a 2.20GHz x8
DIMM REG ECC DDR4-2933 2Rx4 de 64 x 32 GB de Kingston (16 x 32 GB por nodo), 512 GB/nodo, 2048 GB/clúster	Memoria ECC de doble rango de 24x32 GB de 768 GB de Kingston a 2400 MHz/nodo, 2304 GB/clúster
2xConmutadores de clase de centro de datos Cisco Nexus N5K-C5010 con 20 puertos 10 Gbe para tráfico de red vSAN	1xConmutador clase de centro de datos Cisco Nexus 9332PQ de 32 puertos 40 Gbe dedicado al tráfico de red vSAN
	PERC H740P configurado en modo de transferencia HBA

Figura 1.1 Hardware utilizado durante nuestras pruebas

Entorno de prueba NVMe (OS y Software)	Entorno de prueba SATA (OS y Software)
Hipervisor: VMware ESXi, 7.0.3, 19193900	Hipervisor: VMware ESXi, 7.0.3, 19193900
vSAN 7U3c (VMware ESXi, 7.0.3, 19193900 + VMware VirtualCenter 7.0.3 compilación-19234570)	vSAN 7U3c (VMware ESXi, 7.0.3, 19193900 + VMware VirtualCenter 7.0.3 compilación-19234570)
SO invitado: Windows Server 2019 Data center, v1809	SO invitado: Windows Server 2019 Datacenter, v1809
Microsoft SQL Server 2017 (RTM) - 14.0.1000.169 (X64)	Microsoft SQL Server 2017 (RTM) - 14.0.1000.169 (X64)
MartilloDB-v3.2	MartilloDB-v3.2
HCIBench 2.5.3	HCIBench 2.5.3

Figura 1.2: Sistema operativo y software

## II. Configuración de la base de datos

En las pruebas realizadas aquí, utilizamos un Server 2019 Guest VM con el SQL Server 2017 y una VMDK separada aprovisionada desde el almacén de datos vSAN para Datos, Registros y Copia de seguridad. HammerDB, que es una aplicación de pruebas de carga para base de datos de código abierto que admite la ejecución del punto de referencia de TPCC para aplicaciones OLTP y el punto de referencia de TPC-H para la carga de trabajo de análisis de datos. A lo largo de las diversas pruebas en este documento, la especificación de referencia de TPCC se elige aquí para simular las cargas de trabajo transaccionales de OLTP y garantizar la conformidad y confiabilidad de los resultados de las pruebas.

El punto de referencia TPCC (definición formal disponible en [tpc.org](http://tpc.org) (TPCC home)), es un punto de referencia OLTP estándar reconocido en la industria que implementa un sistema informático para cumplir con los pedidos de los clientes para suministrar productos de una empresa. La compañía vende 100.000 artículos y

mantiene sus existencias en almacenes. Cada almacén tiene 10 distritos de ventas y cada distrito atiende a 3.000 clientes. Los clientes llaman a la empresa cuyos operadores toman el pedido, cada pedido contiene varios artículos, luego los pedidos generalmente se atienden desde el almacén local. Sin embargo, algunos artículos no están en inventario en un momento dado y son suministrados por un almacén alternativo. Es importante tener en cuenta que el tamaño de la empresa no es fijo y puede agregar almacenes y distritos de ventas a medida que la empresa crece. Por esta razón, su esquema de prueba puede ser tan pequeño o grande como desee, con un esquema más grande que resulta en una base de datos TPC-C más grande y que requiere un sistema informático más potente para procesar el mayor nivel de transacciones (HammerDB).

Para este artículo, ejecutamos varias pruebas con el número de almacenes (tamaño del esquema) y el número de usuarios virtuales documentados al comienzo de cada prueba y explicados en los resultados de la prueba. A lo largo de todas las ejecuciones de prueba, registramos los resultados de Hammer DB de cada ejecución de prueba mientras capturamos simultáneamente las estadísticas de CPU, red, memoria y disco usando el monitor de rendimiento de Windows (Perfmon), junto con el módulo nativo Get-counter en Windows PowerShell y el monitor de rendimiento vSAN disponible en el servidor vCenter.

### III. Rendimiento del almacenamiento por vSAN

Hemos probado el rendimiento del almacén de datos vSAN para las configuraciones en las que nos centramos en este documento antes de ejecutar nuestras pruebas SQL para evaluar el nivel de rendimiento que podemos esperar del almacén de datos DC1500M NVMe y Micron 5200 eco SATA SSD vSAN. Utilizamos la herramienta recomendada por VMware para comparar el almacén de datos vSAN-[HCIBench v2.5.3](#), que es un kit de herramientas de automatización que implementa varias VMs repartidas en todos los huéspedes del clúster vSAN mientras ejecuta cargas de trabajo específicas utilizando Vdbench en todas las VMs invitadas en paralelo. Presentamos algunos resultados de nuestra ejecución con 6 VMs en el clúster DC1500M NVMe vSAN y el clúster Micron 5200 eco SATA.

Las Figuras 1.3 y 1.4 muestran los resultados de la carga de trabajo mixta para una Lectura del 70%, y una carga de trabajo aleatoria de Escritura de 30% sostenida con varios tamaños de bloque para una duración de 30 minutos para el almacén de datos DC1500M NVMe vSAN y el Micron 5200 eco SATA SSD vSAN. Con un tamaño de bloque de 4k, almacén de datos DC1500M NVMe vSAN podría entregar 2 veces más IOPS de 70%L/30%E (355k vs 178K) que el almacén de datos SATA SSD vSAN con cada E/S completándose un 33% más rápido (0,4 ms vs 0,6 ms para el SSD SATA vSAN). La ventaja de rendimiento de NVMe se hace evidente a medida que aumenta el tamaño de transferencia de E/S. Si observa la carga de trabajo aleatoria de 64k 70% Lectura, 30% Escritura, el almacén de datos NVMe vSAN podría entregar 3 veces más IOPS (121.240 vs 31.756) con una latencia 66% mejor por E/S (2,1ms vs 6,4 ms para el SSD SATA vSAN).

Las Figuras 1.5 y 1.6 muestran una comparación para el rendimiento sostenido de lectura y escritura de HCIBench y latencias para el almacén de datos DC1500M NVMe y SSD Micron 5200 eco SATA vSAN con varios tamaños de bloque. Podríamos mantener un rendimiento de 17,8 GB/s (128k) del almacén de datos DC1500M NVMe, 6,3 veces el rendimiento de lectura del almacén de datos SSD SATA vSAN (2,79 GB/s) y 5 veces menor latencia (0,9 ms frente a 4,4 ms para la SATA vSAN). En el caso de escrituras, el DC1500M vSAN mantuvo un rendimiento de 6,7 GB/s de escritura (128k), también 5,9 veces mayor que el SATA vSAN con una latencia 5 veces menor.

¿En qué medida esta diferencia bruta de rendimiento se escala entre el almacén de datos NVMe y el almacén de datos SATA vSAN cuando se trata de rendimiento SQL? ¿La ventaja de desempeño de NVMe justifica el gasto? ¿Las operaciones de copia de seguridad o restauración de SQL se completarán más rápido para mitigar el impacto en las cargas de trabajo críticas de la misión? En las próximas secciones, buscamos responder esta pregunta realizando algunos experimentos.

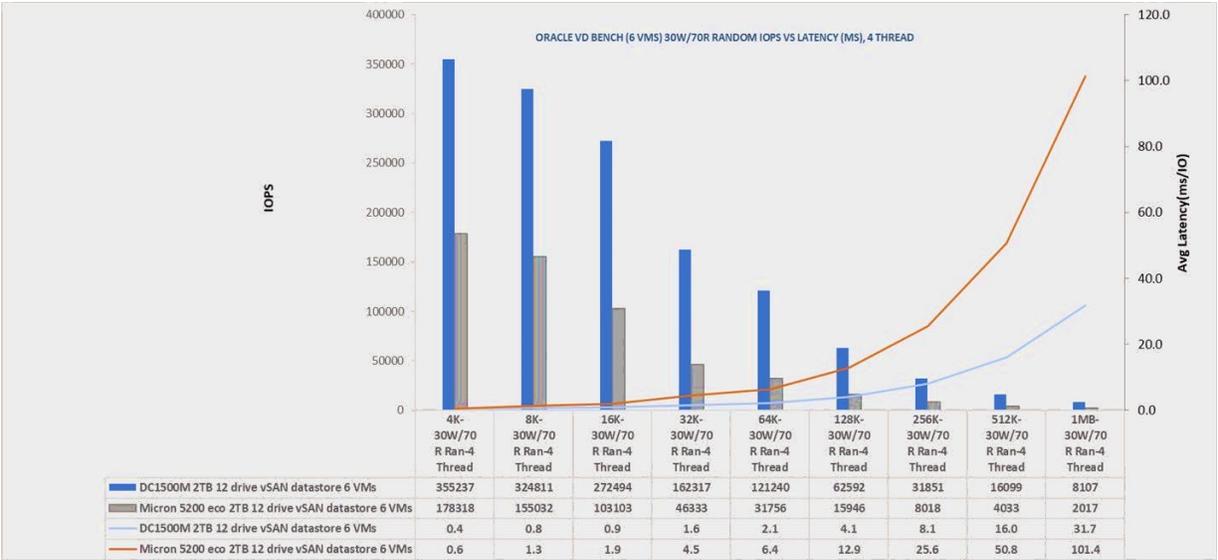


Figura 1.3 Almacén de datos DC1500M vSAN vs almacén de datos Micron 5200 eco vSAN, 4k 70L/30E, aleatorio, QD=8, hilos=4, 6 VMs HCBench IOPS vs latencia promedio (ms)

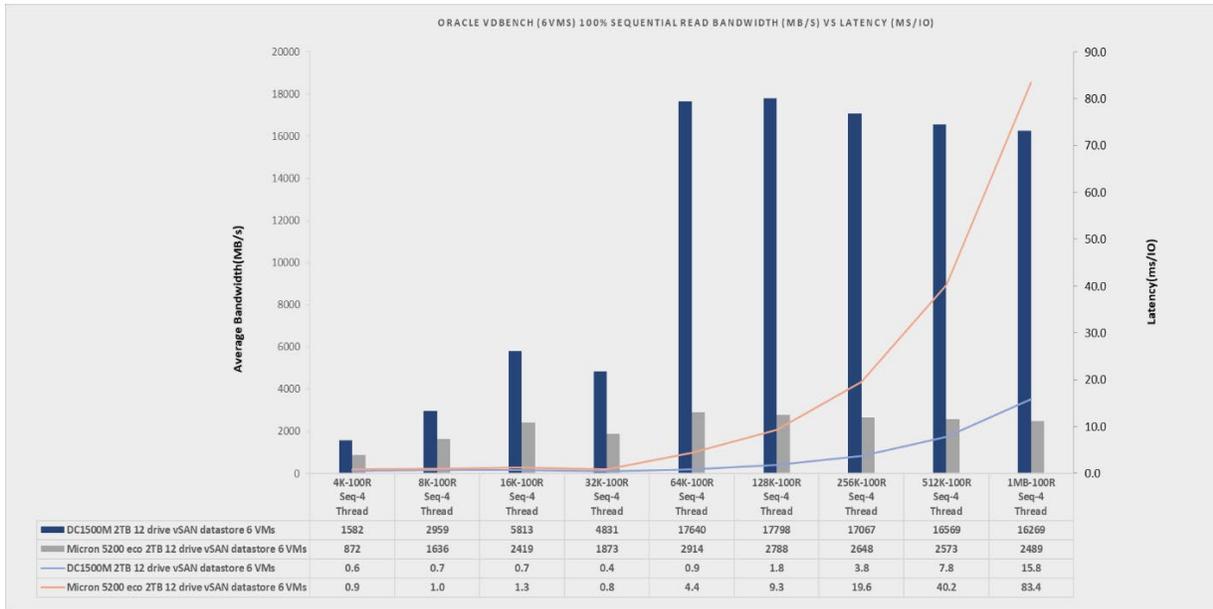


Figura 1.4 Almacén de datos DC1500M vSAN vs almacén de datos Micron 5200 eco vSAN, 100L/0E, Secuencial, QD=8, subprocessos=4, HCBench 6 VMs Rendimiento finales de lectura (MB/s) y Latencia de lectura promedio (ms/E/S)

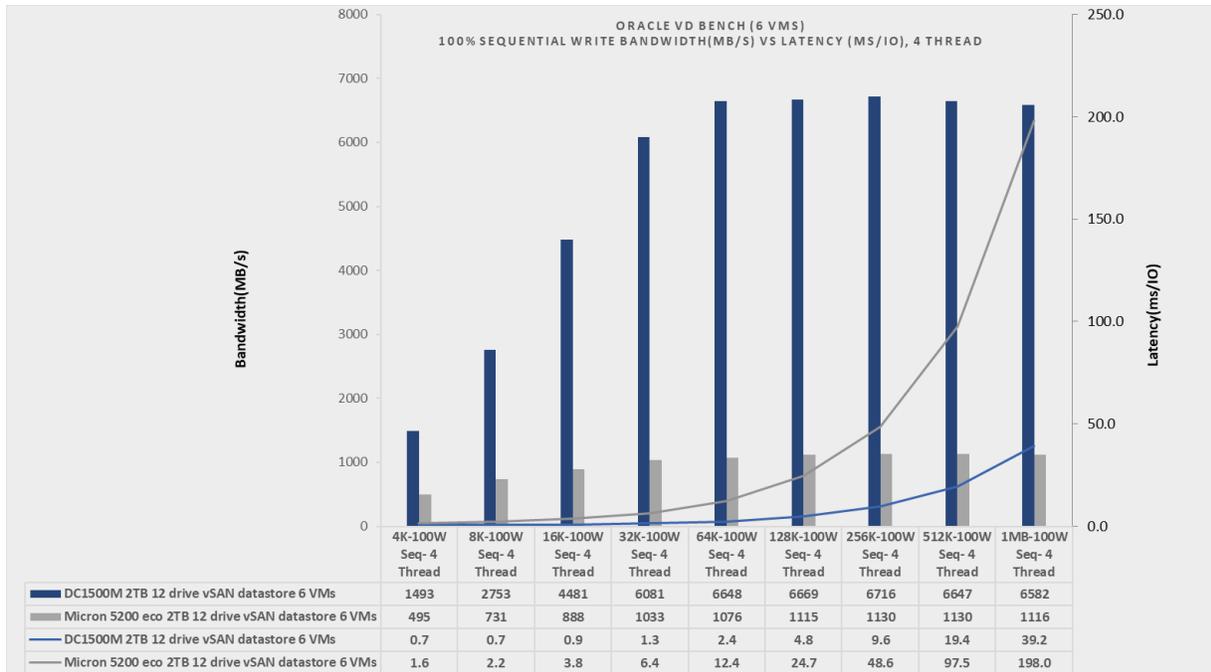


Figura 1.5 Almacén de datos DC1500M vSAN vs almacén de datos Micron 5200 eco vSAN, 100E/0L, Secuencial, QD=8, hilos=4, HClBench 6 VMs Rendimiento finales de lectura (MB/s) y Latencia de lectura promedio (ms/E/S)

## Resultados de las pruebas

### Prueba 1, el DC1500M 960GB vSAN SQL Server 2017 VM con cantidades variables de DRAM

configuración del almacenamiento de datos de vSAN: 3 DC1500M 960G FW S67F0103/grupo de disco, 4 grupos de disco totales (1 por servidor), entorno de prueba NVMe vSAN. SQL Server 2017 con el sistema operativo Datacenter Guest Server 2019.		
<p><b>Descripción de la prueba 1a</b></p> <p>Disco virtual suministrado desde el almacén de datos DC1500M vSAN en el entorno de prueba NVMe. Se eligió un esquema de base de datos de 1200 almacenes que representa una base de datos de 100 GB. Al sistema bajo prueba VM (SUT) se le asignaron 16 vCores y 128GB de RAM Otra vSAN VM con 16C/128GB de RAM se suministró para actuar como un servidor de generación de carga para enviar transacciones al SUT. La secuencia de usuario virtual creada fue 1,2,3,5,8,13,21,34,55,89. Se eligió un tiempo de aumento de 2 minutos y la duración de la prueba de secuencia de 5 minutos/usuario.</p>	<p><b>Descripción de la prueba 1b</b></p> <p>Igual que la Prueba 1a; pero la DRAM asignada para la VM invitada se redujo a 32 GB para aumentar la E/S en el área de datos. Se siguió utilizando un servidor de generación de carga remota para enviar transacciones al SUT, pero la DRAM asignada para el LGS también se redujo a 32 GB.</p>	<p><b>Descripción de la prueba 1c</b></p> <p>Como la Prueba 1a; pero la DRAM asignada para la VM invitada se redujo a 32 GB para aumentar la E/S al área de datos y esta prueba se ejecutó localmente en la SUT VM para eliminar cualquier cuello de botella de la red.</p>

Figura 2.1 Prueba 1: Almacén de datos DC1500M vSAN diferentes configuraciones de DRAM

Nuestro objetivo para la prueba 1 era obtener una línea de base sobre el nivel de rendimiento esperado con el punto de referencia de TPCC en SQL Server 2017 en VMware vSAN con un almacén de datos DC1500M NVMe vSAN totalmente flash, con cantidades variables de memoria asignadas al servidor SQL. La idea detrás de variar la cantidad de DRAM asignada al Sistema SQL bajo prueba (SUT) se basa en estos conceptos:

- Las reducciones en la memoria RAM asignada a la VM de la base de datos del servidor SQL aumentarán las E/S en el área de datos y pondrán más énfasis en el rendimiento de E/S de la base de datos que contiene el esquema (base de datos OLTP en disco)
- Si la VM de la base de datos del servidor SQL tiene suficiente DRAM, la mayoría de los datos se almacenarán en caché durante una prueba OLTP y las E/S en el área de datos serán mínimas (prueba OLTP en memoria)

Creamos un tamaño de esquema de 1200 almacenes, lo que dio como resultado un tamaño de base de datos tpcc de ~100 GB. En la primera prueba, asignamos 128 GB de DRAM al SUT, por lo que todo el esquema puede caber en la memoria. Luego ejecutamos la secuencia de usuario virtual en un servidor de generación de carga remota (LGS) para simular que los usuarios envían transacciones a la base de datos, escalando de 1 a 89 usuarios para que coincida con el tamaño de nuestro esquema y la cantidad de recursos de CPU/memoria asignados a la VM del SQL Server. Después de completar la prueba, restauramos la base de datos de TPCC, luego redujimos la DRAM asignada a 32 GB en el SUT y el LGS y volvimos a realizar la misma prueba con la misma secuencia de usuario. Finalmente, ejecutamos la misma prueba localmente en la VM del sistema bajo prueba para eliminar cualquier cuello de botella de red introducido por el servidor de generación de carga remota.

#### Resultados de la Prueba 1, el DC1500M 960GB vSAN SQL Server 2017 VM con cantidades variables de DRAM

Las Figuras 2.2 y 2.3 muestran las Transacciones por minuto (TPM) y Nuevos pedidos por minuto (NOPM) que alcanzamos para las Pruebas 1a, 1b y 1c usando el almacén de datos DC1500M vSAN. Para todas las ejecuciones de prueba, observamos que la escala de TPM y NOPM aumenta a medida que aumenta el número de usuarios virtuales. Con 89 usuarios virtuales, la VM de SQL Server 2017 con una base de datos OLTP en su mayoría en memoria podría lograr 1'113.300 TPM con 259.631 NOPM. Cuando redujimos la DRAM asignada a 32 GB en la SUT y LGS VM, pudimos lograr 958.338 TPM y 208.311 NOPM, pero cuando ejecutamos la prueba localmente en la SUT VM, ¡logramos un fenomenal 1'463.290 TPM y 318.092 NOPM!

Aquí es donde vemos la ventaja de latencia de los SSDs de Enterprise NVMe en acción. Lo que esto significa es que, cuando se asigna una memoria insuficiente para almacenar en caché el esquema, a medida que aumenta el número de transacciones y la base de datos del servidor el SQL necesita escribir datos de la memoria al archivo de registro de transacciones, el disco virtual NVMe puede responder lo suficientemente rápido como para mantener el mayor rendimiento de transacciones y escalar hasta que la CPU se convierta en el cuello de botella. En la Figura 2.4, en la prueba 1c, podemos ver que incluso en 89 usuarios virtuales, cada usuario puede procesar 16.441 transacciones por minuto. Con base en estos resultados empíricos, podemos concluir que la construcción de su base de datos en la infraestructura hiperconvergente NVMe le permite ahorrar costos en DRAM adicional asignada a SQL Server 2017.

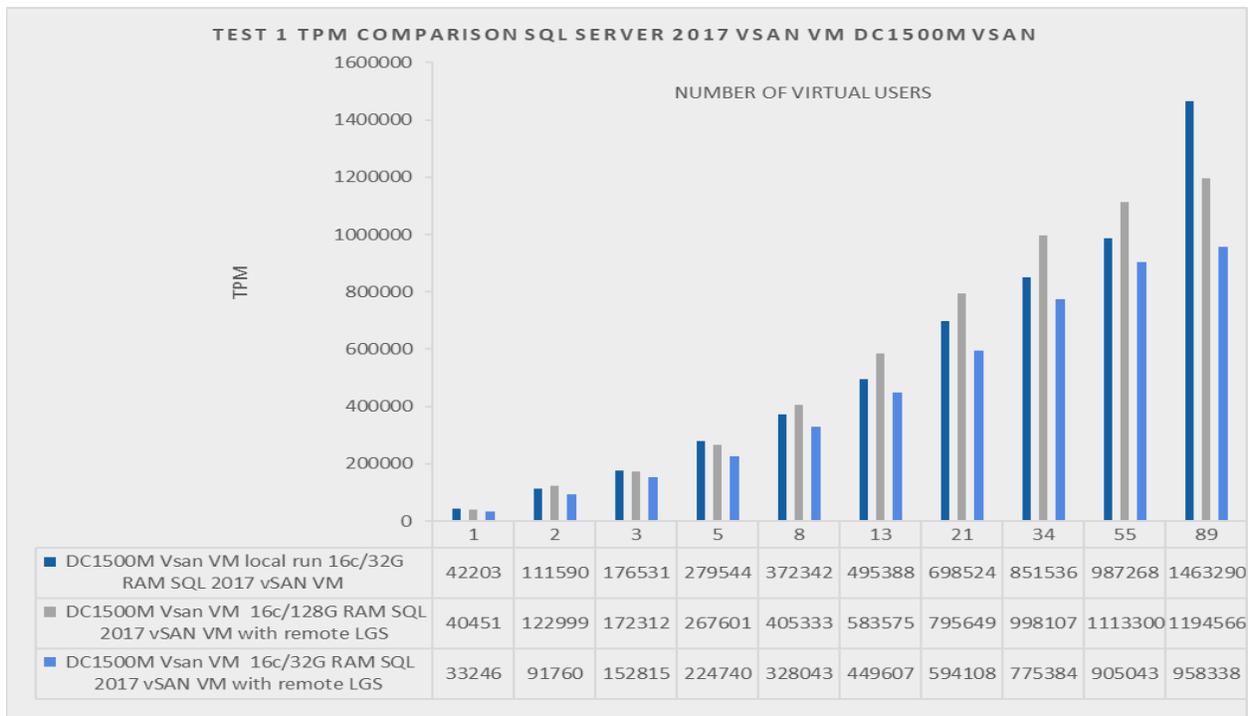


Figura 2.2 Prueba 1a, b, c: TPM del almacén de datos DC1500M vSAN comparando diferentes tamaños de DRAM

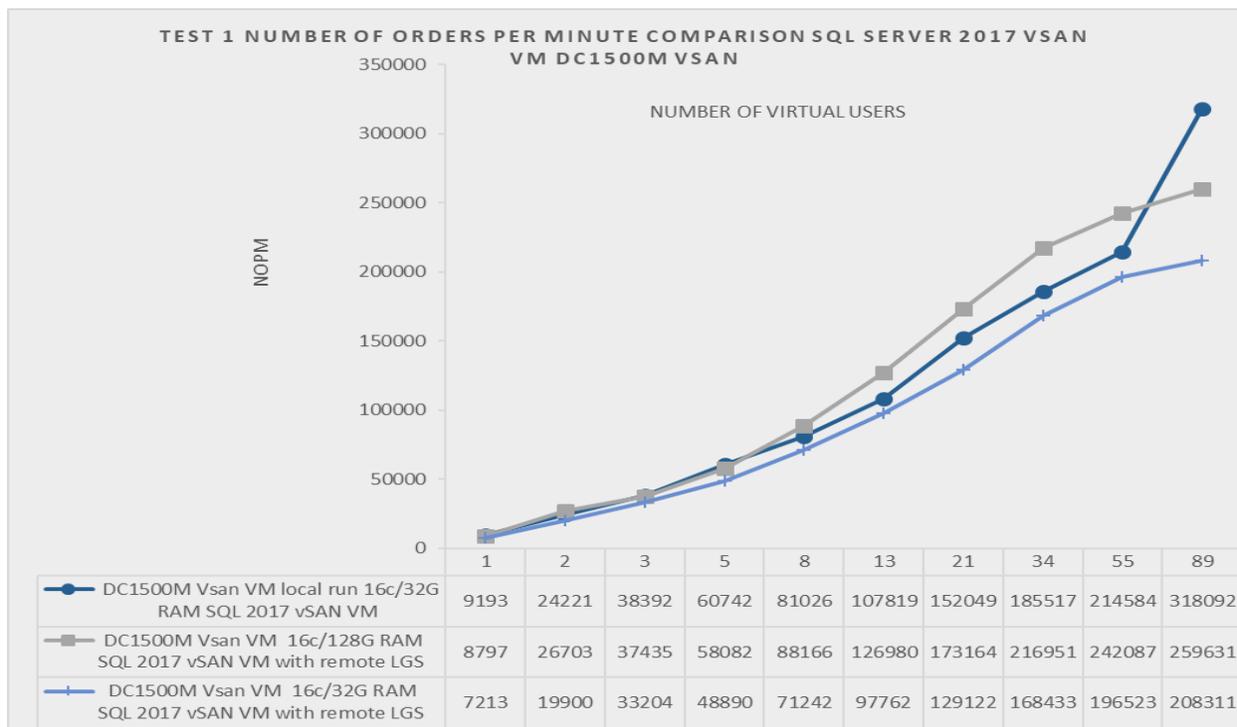


Figura 2.3 Prueba 1a, b, c: NOPM del almacén de datos DC1500M vSAN comparando diferentes tamaños de DRAM

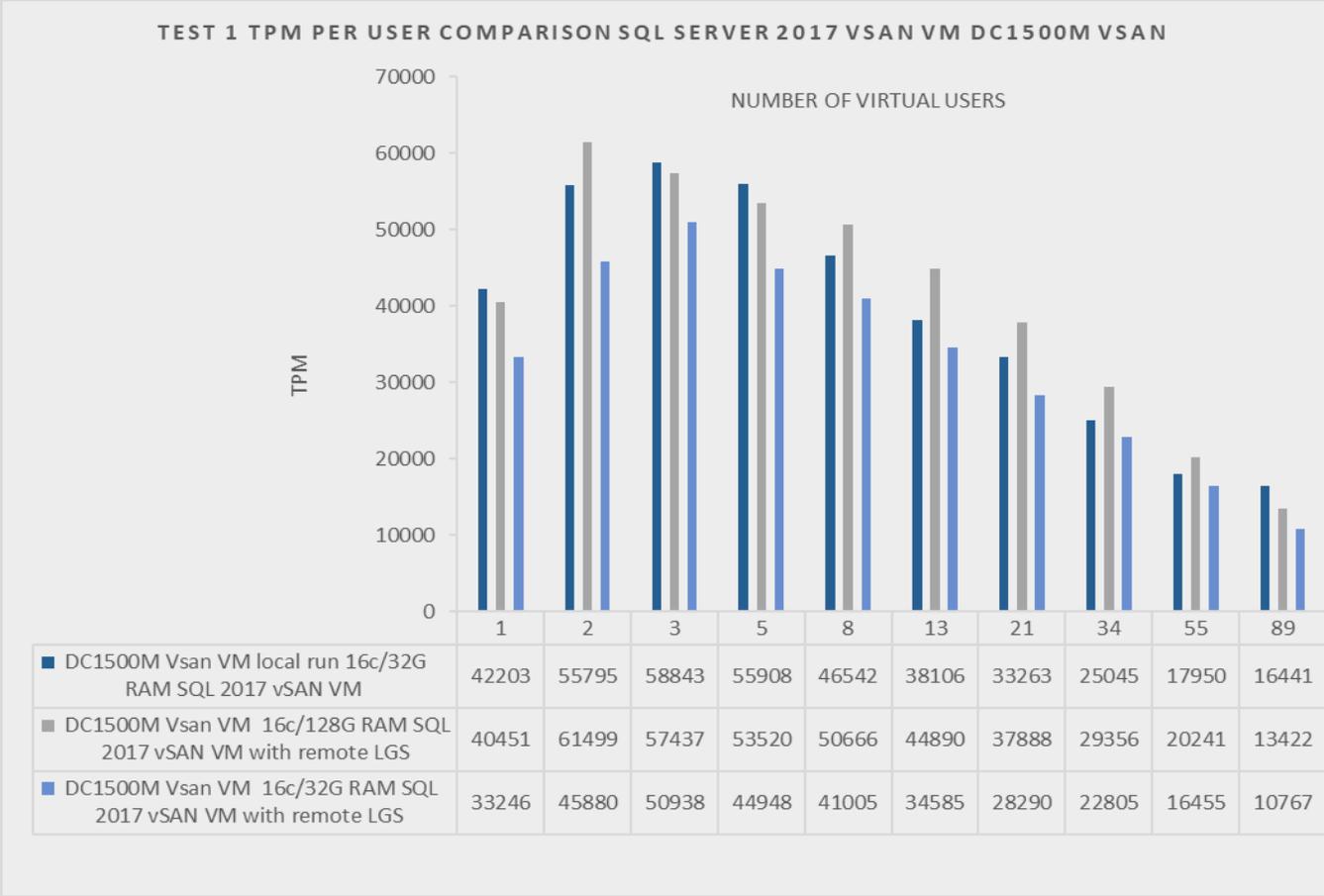


Figura 2.4 Prueba 1a, b, c: TPM del almacén de datos DC1500M vSAN comparando diferentes tamaños de DRAM

Prueba 2: Comparación del rendimiento del SQL Server 2017 en el almacén de datos del SSD DC500M SATA, del SSD Micron 5200 eco SATA y del SSD DC1500M NVMe vSAN de Kingston

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Configuración del almacenamiento de datos NVMe vSAN para la prueba 1a: 3 DC1500M 960G FW S67F0103/grupo de disco, 4 grupos de disco totales (1 por servidor), entorno de prueba NVMe vSAN. SQL Server 2017 con el sistema operativo Datacenter Guest Server 2019. (Prueba 1a)</li> <li>• Configuración de almacenamiento de datos SATA vSAN para la prueba 1b: 3 DC500M 1920G FW SCEJK2.8/grupo de disco, 3 grupos de disco totales (1 por servidor), entorno de prueba SATA vSAN. SQL Server 2017 con el sistema operativo Datacenter Guest Server 2019. (Prueba 1b)</li> <li>• Configuración de almacenamiento de datos SATA vSAN para la prueba 1c: 3 micras 5200 eco 1920G FW D1MU004/grupo de disco, 3 grupos de disco totales (1 por servidor), entorno de prueba SATA vSAN. SQL Server 2017 con el sistema operativo Datacenter Guest Server 2019. (Prueba 1b)</li> </ul>		
Descripción de la prueba 2a	Descripción de la prueba 2b	Descripción de la prueba 2c
<p>Disco virtual suministrado desde el almacén de datos DC1500M vSAN en el entorno de prueba NVMe. Se eligió un esquema de base de datos de 1200 almacenes que representa una base de datos de 100 GB. Al sistema bajo prueba VM (SUT) se le asignaron 16 vCores y 32 GB de RAM. La secuencia de usuario virtual creada fue 1,2,3,5,8,13,21,34,55,89. Se eligió un tiempo de aumento de 2 minutos y la duración de la prueba de secuencia de 5 minutos/usuario. La prueba se realizó localmente en la SUT VM.</p>	<p>Disco virtual suministrado desde el almacén de datos D500M vSAN en el entorno de prueba SATA. Se eligió un esquema de base de datos de 1200 almacenes que representa una base de datos de 100 GB. Al sistema bajo prueba VM (SUT) se le asignaron 16 vCores y 32 GB de RAM. La secuencia de usuario virtual creada fue 1,2,3,5,8,13,21,34,55,89. Se eligió un tiempo de aumento de 2 minutos y la duración de la prueba de secuencia de 5 minutos/usuario. La prueba se realizó localmente en la SUT VM.</p>	<p>Disco virtual suministrado desde el almacén de datos Micron 5200 eco vSAN en el entorno de prueba SATA. Se eligió un esquema de base de datos de 1200 almacenes que representa una base de datos de 100 GB. Al sistema bajo prueba VM (SUT) se le asignaron 16 vCores y 32 GB de RAM. La secuencia de usuario virtual creada fue 1,2,3,5,8,13,21,34,55,89. Se eligió un tiempo de aumento de 2 minutos y la duración de la prueba de secuencia de 5 minutos/usuario. La prueba se realizó localmente en la SUT VM.</p>

Figura 3.1 Descripción de la prueba 2: Comparación del rendimiento de SQL Server 2017 en el almacén de datos SSD SATA y el almacén de datos DC1500M NVMe vSAN

La prueba 2 compara el rendimiento del punto de referencia de TPC-C para la VM del sistema SQL Server 2017 bajo prueba, cuando se ejecuta localmente en 3 almacenes de datos diferentes, el almacén de datos DC1500M enterprise NVMe vSAN de Kingston [el almacén de datos DC500M de Kingston](#) y el almacén de datos Micron 5200 eco SATA SSD vSAN. En la prueba 2, ejecutamos localmente la VM del Sistema de SQL Server 2017 bajo prueba, para aumentar las E/S en el área de datos y enfatizar el rendimiento de las E/S de la base de datos que contiene el esquema, y una prueba de una secuencia de usuario para escalar de 1 a 89 usuarios para que coincida con el tamaño de nuestro esquema y la cantidad de recursos de CPU/memoria asignados a la VM del SQL Server.

Resultados de la prueba 2: Comparación del rendimiento del SQL Server 2017 en el almacén de datos del SSD DC500M SATA, del SSD Micron 5200 eco SATA y del SSD DC1500M NVMe vSAN de Kingston

Las Figuras 3.2 y 3.3 muestran las Transacciones por minuto (TPM) y Nuevos pedidos por minuto (NOPM) que alcanzamos para las Pruebas 2a, 2b y 2c. Para todas las ejecuciones de prueba, observamos que la escala TPM y NOPM aumenta a medida que aumenta el número de usuarios virtuales, pero la escala es

dramáticamente diferente para el NVMe vs SATA. Con 89 usuarios virtuales, la VM del SQL Server 2017 respaldada por el Comparación del rendimiento para SQL Server 2017 entre los almacenes de datos DC1500M NVMe y Micron 5200 eco SATA vSAN, mayor tamaño de esquema y mayor duración de prueba DC1500M vSAN podría lograr 1'463.290 TPM con 318.092 NOPM. Comparativamente, logramos 738.067 TPM/160.410 NOPM para la VM del servidor SQL de el DC500M vSAN y 628.499 TPM/136.436 NOPM para el almacén de datos Micron 5200 eco vSAN. Esto significa que usando el mismo número de unidades DC1500M NVMe, en un almacén de datos vSAN respaldado por NVMe, usted puede duplicar efectivamente su rendimiento de transacciones y pedidos por minuto en comparación a un almacén de datos vSAN respaldado por SATA con el mismo número de SSDs. En un contexto empresarial, si tiene 89 usuarios que envían transacciones a la base de datos de forma simultánea, cada usuario puede procesar un 235% más de transacciones (traduciéndose en más pedidos por minuto) (Figura 3.4) si actualiza su infraestructura de Vmware para que esté respaldada por soluciones de NVMe empresarial como el DC1500M.

La Figura 3.5 muestra el tiempo promedio de inactividad de la CPU frente al número de usuarios virtuales para las pruebas 2a, b y c. Esta es una medida efectiva de la eficiencia del disco virtual: qué tan rápido puede responder el disco virtual a medida que aumenta el número de transacciones y la base de datos del servidor SQL necesita escribir datos de la memoria al archivo de registro de transacciones. Con 89 usuarios virtuales, nuestro tiempo de inactividad de la CPU (iowait) para nuestra vSAN VM respaldada por DC1500M NVMe es del 15,5% en comparación con el 37,8% para la VM respaldada por DC500M y el 44,2% para la VM respaldada por Micron 5200. Esto significa que nuestro disco virtual NVMe responde mucho más rápido a las solicitudes de E/S evitando que la CPU esté inactiva esperando a que se complete la E/S y permitiendo que se procesen más transacciones. En un contexto empresarial, la actualización de su infraestructura de VMware a NVMe permite un uso más eficiente de los núcleos virtuales asignados a su VM del SQL Server para aumentar el rendimiento de las transacciones y reducir los costos al eliminar los núcleos innecesarios de las VM de SQL heredadas que se ejecutan en niveles de almacenamiento más lentos.

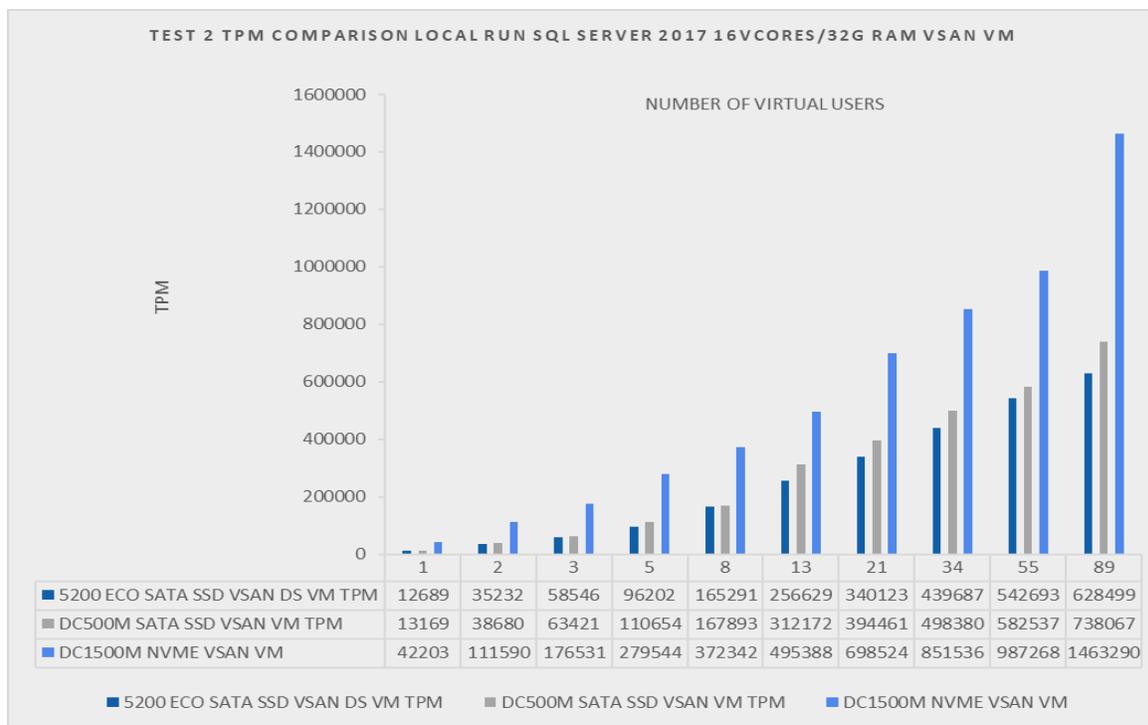


Figura 3.2 Prueba 2: Comparación de TPM entre los almacenes de datos NVME VS SATA VSAN

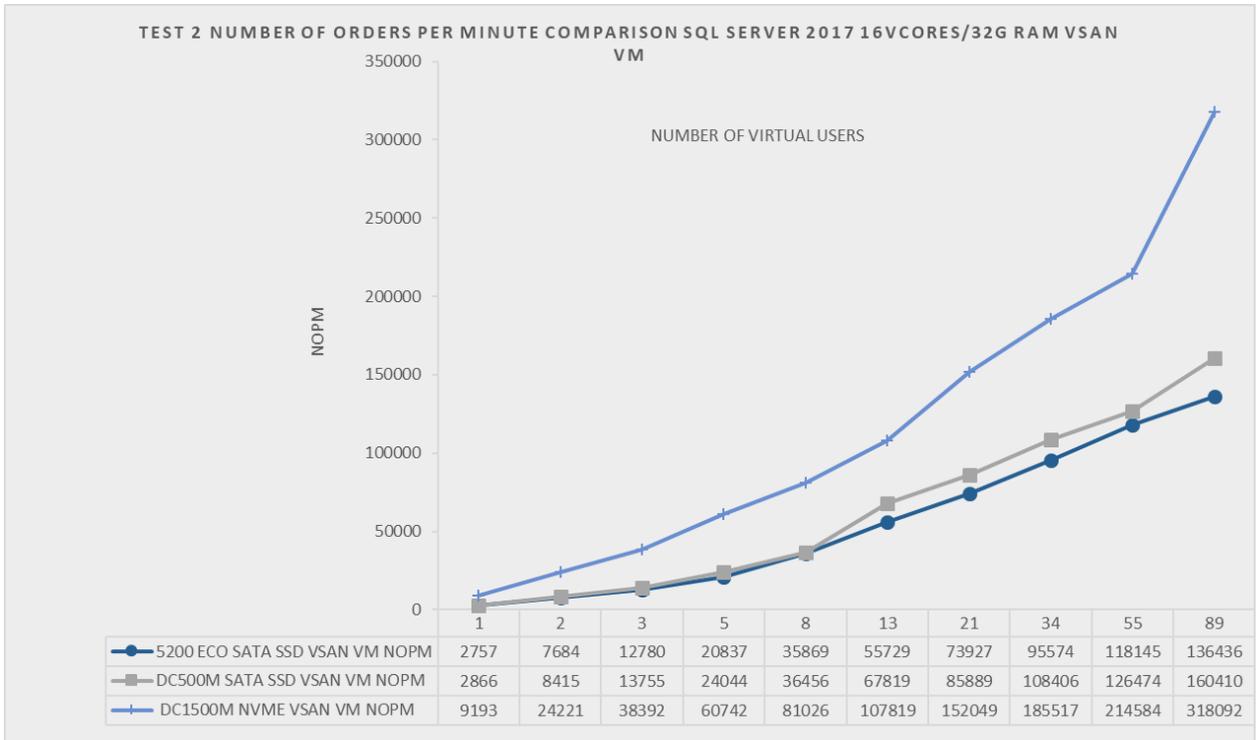


Figura 3.3 Prueba 2: Comparación de NOPM entre los almacenes de datos NVME VS SATA VSAN

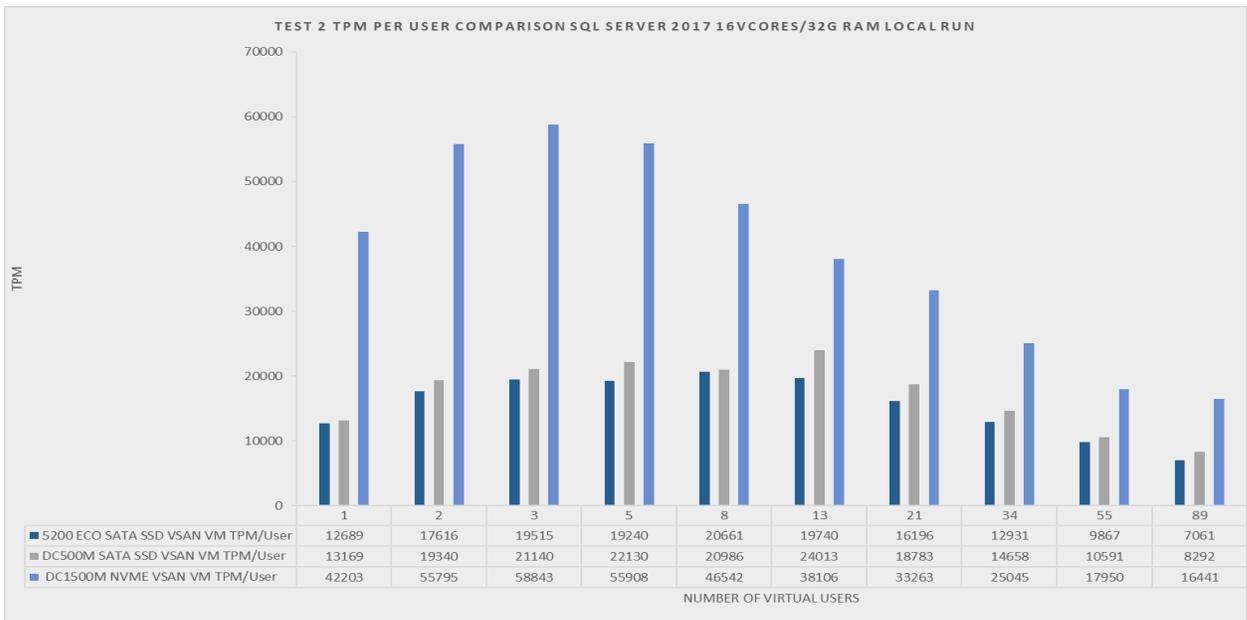


Figura 3.4 Prueba 2: Comparación de TPM por usuario entre los almacenes de datos NVME VS SATA VSAN

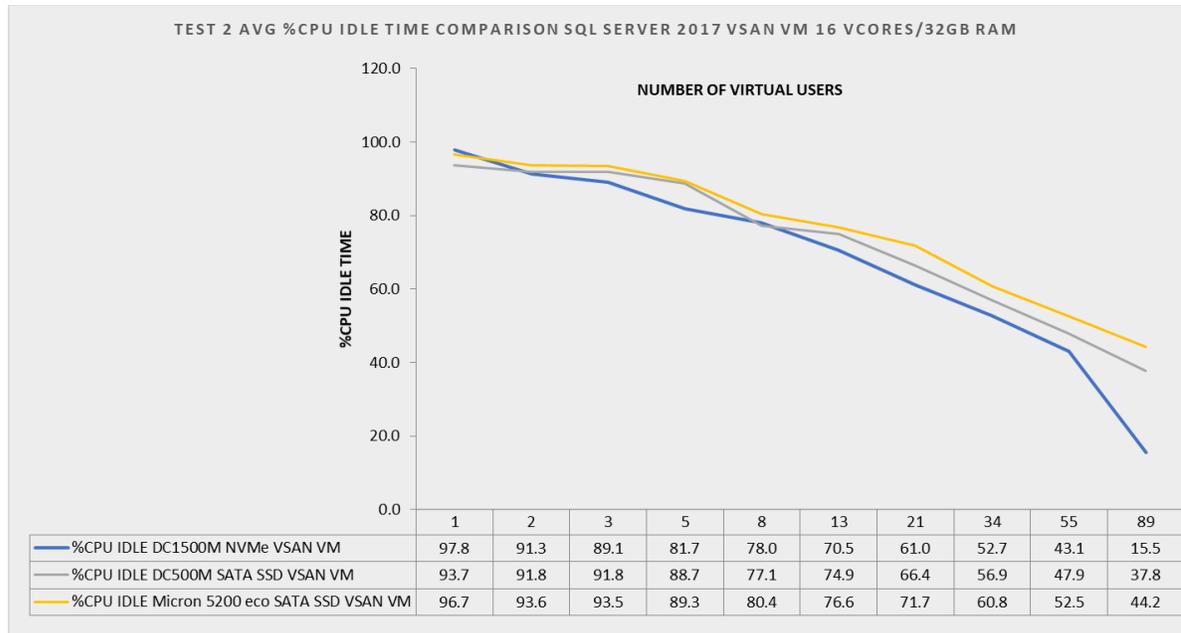


Figura 3.5 Prueba 2: Comparación % de tiempo de inactividad de la CPU entre los almacenes de datos NVME VS SATA VSAN

**Prueba 3: Comparación del rendimiento para SQL Server 2017 entre los almacenes de datos DC1500M NVMe y Micron 5200 eco SATA vSAN, mayor tamaño de esquema y mayor duración de prueba**

<ul style="list-style-type: none"> <li>Configuración del almacenamiento de datos NVMe vSAN para la prueba 3a: 3 DC1500M 960G FW S67F0103/grupo de disco, 4 grupos de disco totales (1 por servidor), entorno de prueba NVMe vSAN. SQL Server 2017 con el sistema operativo Datacenter Guest Server 2019. (Prueba 3a)</li> <li>Configuración de almacenamiento de datos SATA vSAN para la prueba 3b: 3 micras 5200 eco 1920G FW D1MU004/grupo de disco, 3 grupos de disco totales (1 por servidor), entorno de prueba SATA vSAN. SQL Server 2017 con el sistema operativo Datacenter Guest Server 2019. (Prueba 3b)</li> </ul>	
<p>Descripción de la prueba 3a</p> <p>Disco virtual suministrado desde el almacén de datos DC1500M vSAN en el entorno de prueba NVMe.</p> <p>Se eligió un esquema de base de datos de 2000 almacenes que representa una base de datos de 157 GB. Al sistema bajo prueba VM (SUT) se le asignaron 40vCores y 32 GB de RAM</p> <p>La secuencia de usuario virtual creada fue 1,2,4,8,16,32,64,89,128</p> <p>Se eligió el tiempo de aumento de 10 minutos y la duración de la prueba de secuencia de 20 minutos/usuario.</p> <p>La prueba se realizó localmente en la SUT VM.</p>	<p>Descripción de la prueba 2b</p> <p>Disco virtual suministrado desde el almacén de datos Micron 5200 eco vSAN en el entorno de prueba SATA.</p> <p>Se eligió un esquema de base de datos de 2000 almacenes que representa una base de datos de 157 GB. Al sistema bajo prueba VM (SUT) se le asignaron 40vCores y 32 GB de RAM</p> <p>La secuencia de usuario virtual creada fue 1,2,4,8,16,32,64,89,128</p> <p>Se eligió el tiempo de aumento de 10 minutos y la duración de la prueba de secuencia de 20 minutos/usuario.</p> <p>La prueba se realizó localmente en la SUT VM.</p>

Figura 4.1 Descripción de la prueba 3: Prueba de stress DB para SQL Server 2017 entre los almacenes de datos SSD Micron 5200 eco SATA y SSD DC1500M NVMe vSAN

Esta prueba fue diseñada para ser una prueba de esfuerzo de mayor duración con un tamaño de esquema de base de datos más grande para validar nuestros resultados anteriores y comparar el rendimiento del punto de referencia de TPCC para la VM del sistema SQL Server 2017 bajo prueba, cuando se ejecuta localmente en 2 almacenes de datos diferentes, el almacén de datos Kingston DC1500M Enterprise NVMe vSAN y el almacén de datos Micron 5200 eco SATA SSD vSAN. Esta vez elegimos un tamaño de esquema de 2000 almacenes que resultó en un tamaño de base de datos TPC-C de 157 GB. Utilizamos 40 núcleos virtuales para cada VM del servidor SQL para asignar suficientes recursos de CPU para generar más transacciones y saturar el rendimiento transaccional, pero solo asignamos 32 GB de RAM para crear el límite que la prueba E/S. Ajustamos la secuencia de usuario virtual ligeramente para escalar de 1 a 128 usuarios y permitimos que cada secuencia de usuario virtual se ejecutara durante un tiempo mucho más largo (20 minutos, con un tiempo de aumento de 10 minutos). Esto nos permitió recopilar mediciones de latencia de disco durante toda la duración de la ejecución de la prueba.

### [Resultados de la prueba 3: Comparación del rendimiento para SQL Server 2017 entre los almacenes de datos DC1500M NVMe y Micron 5200 eco SATA vSAN, mayor tamaño de esquema y mayor duración de prueba](#)

Las Figuras 4.2 y 4.3 muestran las Transacciones por minuto (TPM) y Nuevos pedidos por minuto (NOPM) que alcanzamos para las Pruebas 3a y 3b. Incluso con una duración más larga, tanto las VM del Server 2017 respaldadas por NVMe como por los SSDs SATA podrían escalar a medida que el número de usuarios virtuales aumenta a 128, pero el gradiente de escala es mucho más alto para el NVMe. En 89 usuarios logramos 1,84M TPM en comparación con 0,96TPM y 361.743 NOPM en comparación con 184.451 NOPM para la VM del SQL respaldado por SSD SATA vSAN. Este es un aumento del 200% en TPM/NOPM para el almacén de datos vSAN respaldado por el DC1500M NVMe en comparación con la VM respaldada por el Micron 5200 eco vSAN, con el mismo número de vCores y DRAM asignada.

Las Figuras 4.4 y 4.5 muestran una comparación para la latencia de disco virtual promedio y la latencia de disco virtual del 99% en comparación con el número de usuarios recopilados mediante el uso de Windows perfmon en las vSAN VMs del SQL respaldadas por SSDs NVMe y SATA. Para cada secuencia de usuario virtual, el disco virtual respaldado por DC1500M puede mantener <1 ms de latencia promedio incluso cuando el número de usuarios continúa escalando. Con 89 usuarios virtuales, el disco virtual respaldado por DC1500M tenía una latencia promedio de 0,92 ms/E/S en comparación con 2,36 ms/E/S para el disco virtual respaldado por SSD SATA, un aumento del 256% en la latencia promedio en comparación con NVMe. Lo que es más interesante es la latencia del 99% de QoS: a 89 usuarios, el disco virtual DC1500M podría completar el 99% de todos las E/S en 1,61 ms, pero el disco virtual respaldado por el SSD SATA completó el 99% de todos las E/S en 7,05 ms, un aumento del 437% en comparación con NVMe. La diferencia de latencia entre NVMe y SATA se destaca aquí, y debido a que el DC1500M está diseñado para mantener una latencia de QoS predecible a lo largo de las cargas de trabajo OLTP sostenidas, no vemos ningún aumento repentino en la latencia, incluso a medida que aumenta el número de usuarios virtuales, lo que se traduce en solicitudes de E/S más paralelas en la capa de bloques. Desde el punto de vista empresarial, esto significa que la actualización de su infraestructura de VMware de SSD SATA a unidades Enterprise NVMe como el DC1500M permite ampliar las transacciones y reducir drásticamente la latencia de las transacciones, lo que permite a las aplicaciones escalar rápidamente y reducir los costos con el tiempo.

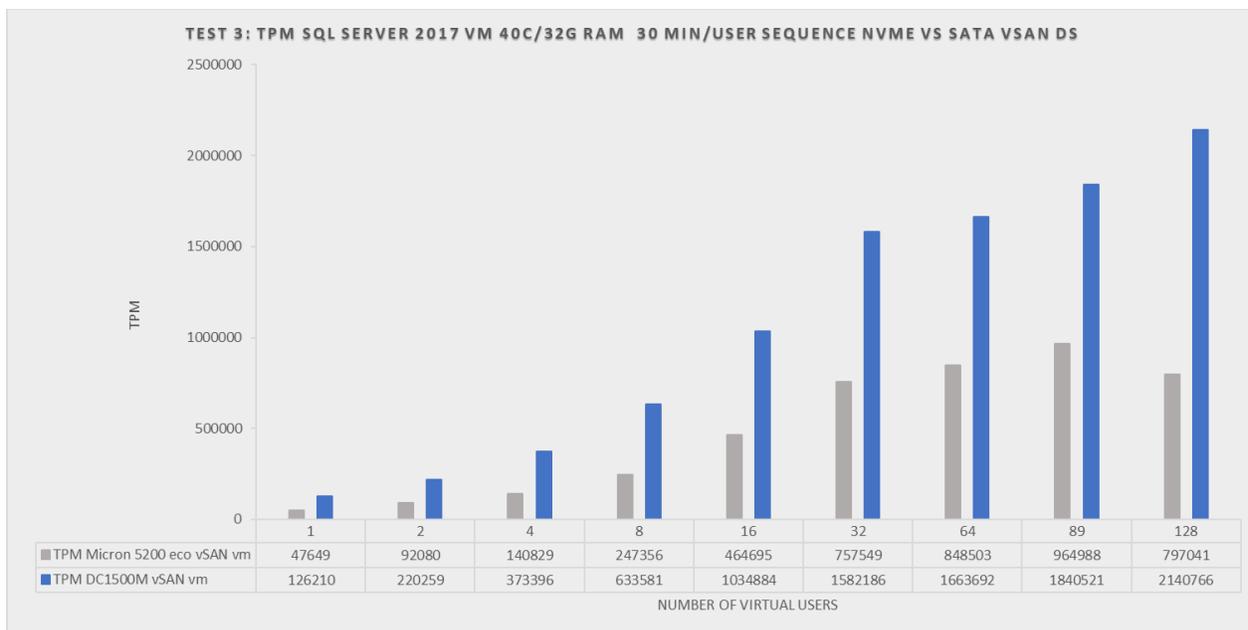


Figura 4.2 Prueba 3 Comparación de TPM durante la prueba de stress DB del SQL Server 2017 entre los almacenes de datos SSD Micron 5200 eco SATA y SSD DC1500M NVMe vSAN

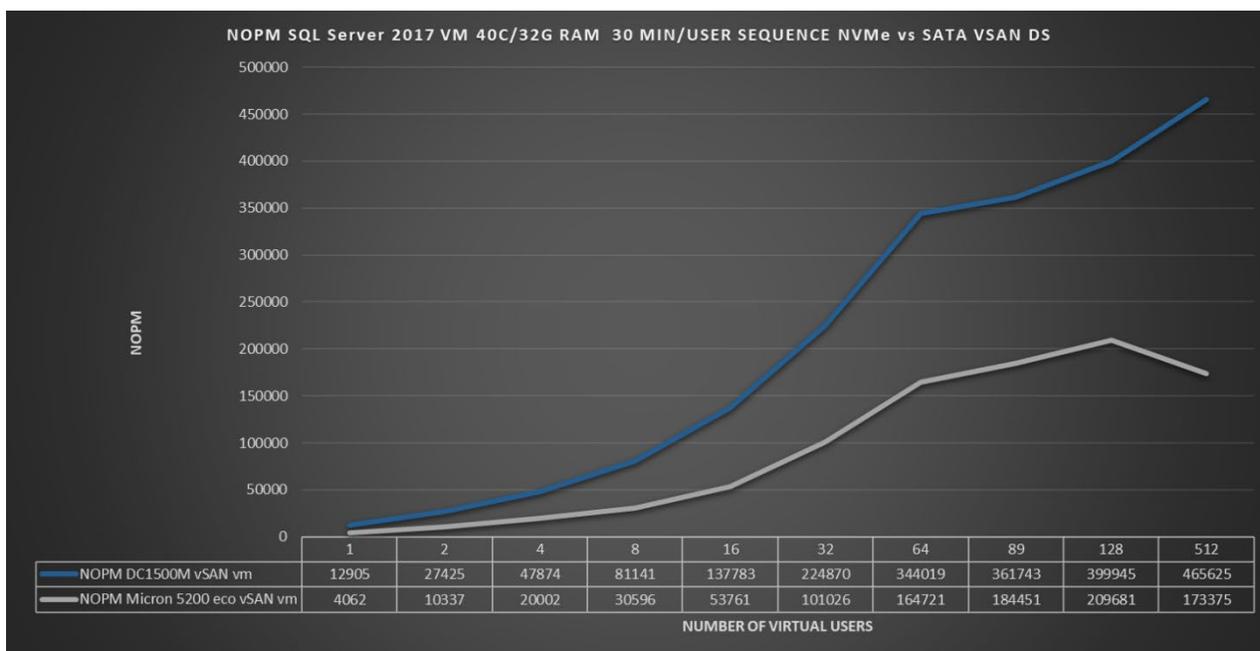


Figura 4.3 Prueba 3 Comparación de TPM durante la prueba de stress DB del SQL Server 2017 entre los almacenes de datos SSD Micron 5200 eco SATA y SSD DC1500M NVMe vSAN

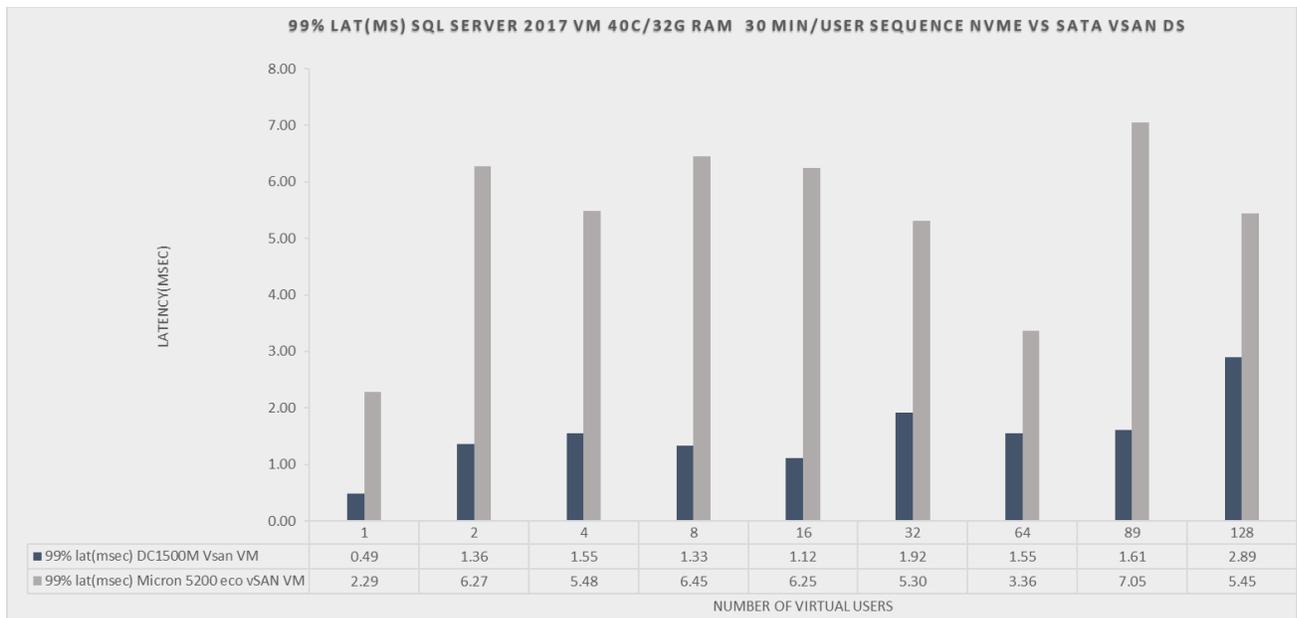


Figura 4.4 Prueba 3 Comparación de latencia (ms) promedio durante la prueba de stress DB del SQL Server 2017 DB entre los almacenes de datos SSD Micron 5200 eco SATA y SSD DC1500M NVMe vSAN

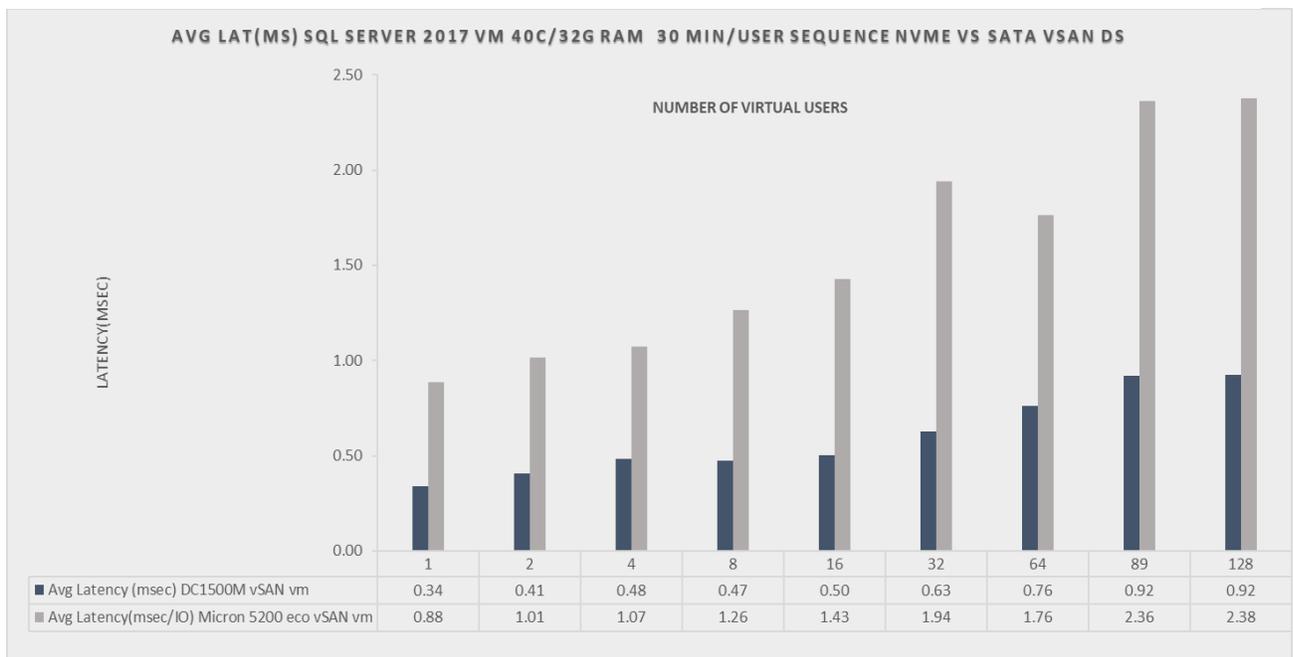


Figura 4.5 Prueba 3 Comparación de latencia al 99% (ms) durante la prueba de stress DB del SQL Server 2017 DB entre los almacenes de datos SSD Micron 5200 eco SATA y SSD DC1500M NVMe vSAN

#### Prueba 4: Comparación del rendimiento, copia de seguridad y rendimiento de restauración para SQL Server 2017, entre el DC1500M NVMe y el Micron 5200 eco SATA vSAN

<ul style="list-style-type: none"> <li>Configuración del almacenamiento de datos NVMe vSAN para la prueba 3a: 3 DC1500M 960G FW S67F0103/grupo de disco, 4 grupos de disco totales (1 por servidor), entorno de prueba NVMe vSAN. SQL Server 2017 con el sistema operativo Datacenter Guest Server 2019. (Prueba 4a)</li> <li>Configuración de almacenamiento de datos SATA vSAN para la prueba 3b: 3 micras 5200 eco 1920G FW D1MU004/grupo de disco, 3 grupos de disco totales (1 por servidor), entorno de prueba SATA vSAN. SQL Server 2017 con el sistema operativo Datacenter Guest Server 2019. (Prueba 4b)</li> </ul>	
Descripción de la prueba 4a	Descripción de la prueba 4b
<p>Disco virtual suministrado desde el almacén de datos DC1500M vSAN en el entorno de prueba NVMe.</p> <p>Se creó un esquema de base de datos de 2000 almacenes que representa una base de datos de 157 GB en SUT. Al sistema bajo prueba VM (SUT) se le asignaron 16 vCores y 32 GB de RAM</p> <p>Se activaron 3 ciclos de un script de copia de seguridad/restauración para respaldar y restaurar la base de datos tpcc y las mediciones de rendimiento registradas con el monitor de rendimiento de Windows</p> <p>La prueba se realizó localmente en la SUT VM.</p>	<p>Disco virtual suministrado desde el almacén de datos Micron 5200 eco vSAN en el entorno de prueba SATA.</p> <p>Se creó un esquema de base de datos de 1200 almacenes que representa una base de datos de 157 GB en SUT. Al sistema bajo prueba VM (SUT) se le asignaron 16 vCores y 32 GB de RAM</p> <p>Se activaron 3 ciclos de un script de copia de seguridad/restauración para respaldar y restaurar la base de datos tpcc y las mediciones de rendimiento registradas con el monitor de rendimiento de Windows</p> <p>La prueba se realizó localmente en la SUT VM.</p>

Figura 5.1 Descripción de la prueba 4: Comparación del rendimiento para Copia de seguridad/restauración de SQL Server 2017 entre el almacén de datos SSD Micron 5200 eco SATA y el almacén de datos SSD DC1500M NVMe vSAN

Las operaciones de copia de seguridad y restauración de SQL Database son una buena manera de medir el rendimiento y la latencia del disco virtual subyacente. Queríamos establecer una línea de base en las mediciones de rendimiento y latencia para una sola unidad respaldada por NVMe y una VM vSAN respaldada por SATA mediante la captura de mediciones del disco virtual con el monitor de rendimiento de Windows cuando se activan las operaciones de copia de seguridad/restauración TPC-C.

#### Prueba 4: Resultados: Comparación del rendimiento, copia de seguridad y rendimiento de restauración para SQL Server 2017, entre el DC1500M NVMe y el Micron 5200 eco SATA vSAN

La Figura 5.2 a 5.4 muestra el rendimiento y la latencia segundo por segundo recopilados por nuestro script de monitor de rendimiento de Windows para uno de los ciclos de copia de seguridad/restauración para la prueba 4a) y la prueba 4b). La VM del servidor SQL respaldada por el almacén de datos DC1500M NVMe vSAN completó la operación de copia de seguridad de la base de datos TPCC en 265 segundos, logrando un rendimiento promedio de 593MB/s y una latencia promedio de 1,46 ms/E/s. La operación de restauración de la base de datos TPCC se completó en 129 segundos, con un BW promedio de 1,4 GB/s y una latencia promedio de 2,65 ms/E/S. Comparándolo con la VM respaldada por Micron 5200 eco vSAN, la operación de copia de seguridad se completó 1,5 veces más rápido y la operación de restauración se completó 2,15 veces más rápido en la VM SQL respaldada por NVMe vSAN.

Por lo general, las operaciones de copia de seguridad y restauración se realizan fuera del horario para evitar cualquier impacto en las máquinas virtuales de producción. Sin embargo, este no siempre es el caso. Si las operaciones de copia de seguridad o restauración de SQL se realizan durante las horas pico, es ideal que se completen lo más rápido posible para evitar el impacto de latencia en los usuarios que realizan transacciones en la aplicación de nivel 1 que comparte el mismo almacén de datos vSAN. La migración de sus bases de datos SQL a almacenes de datos vSAN respaldados por NVMe le permite absorber ese impacto. Incluso si las operaciones de copia de seguridad/restauración se realizan fuera de las horas establecidas, completarlas más rápido permite menos tiempo de inactividad para las bases de datos de nivel 1 que comparten los mismos recursos.

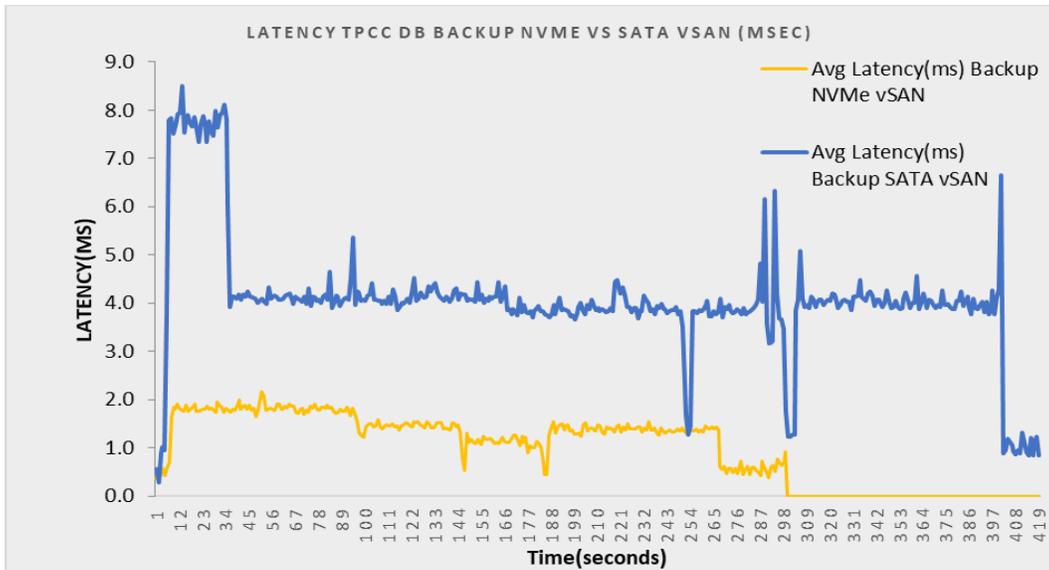


Figura 5.2 Comparación de rendimiento (MB/s) durante copia de seguridad DB del SQL Server 2017 TPCC entre los almacenes de datos SSD Micron 5200 eco SATA y SSD DC1500M NVMe vSAN

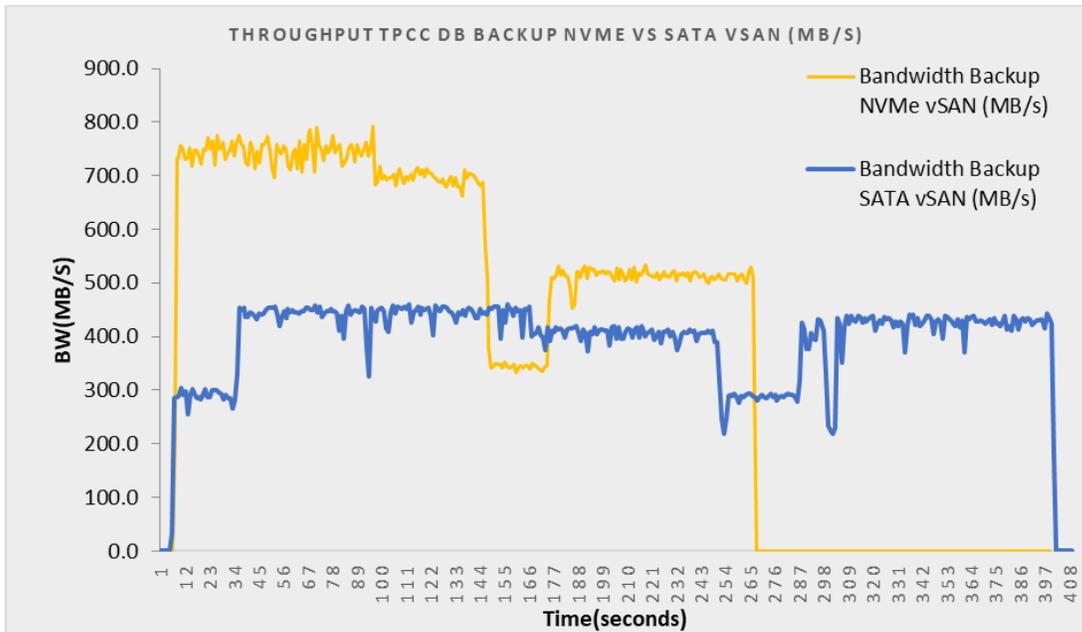


Figura 5.3 Comparación de latencia promedio (ms) durante copia de seguridad DB del SQL Server 2017 TPCC entre los almacenes de datos SSD Micron 5200 eco SATA y SSD DC1500M NVMe vSAN

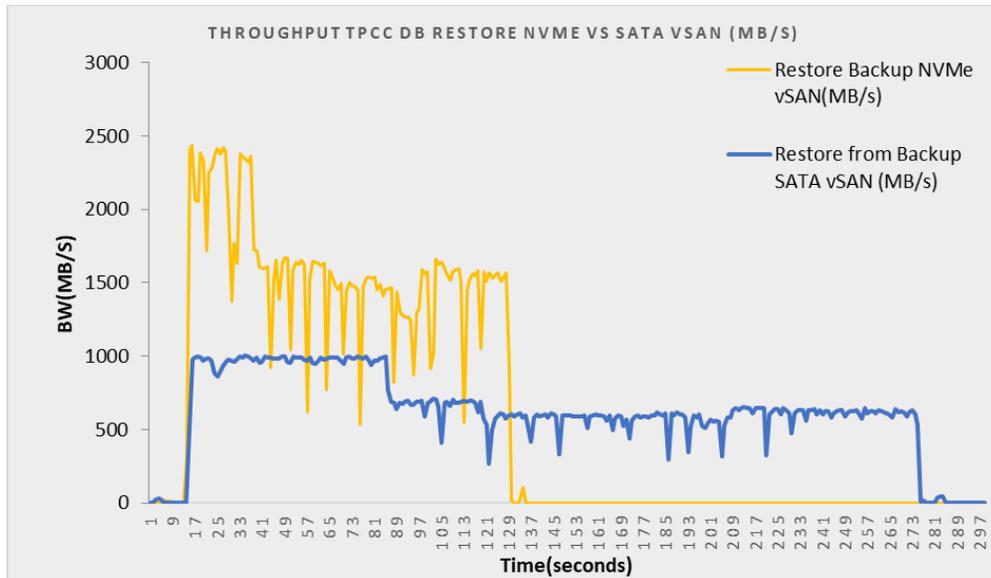


Figura 5.4 Comparación de rendimiento final (Mb/s) durante restauración DB del SQL Server 2017 TPCC entre los almacenes de datos SSD Micron 5200 eco SATA y SSD DC1500M NVMe vSAN

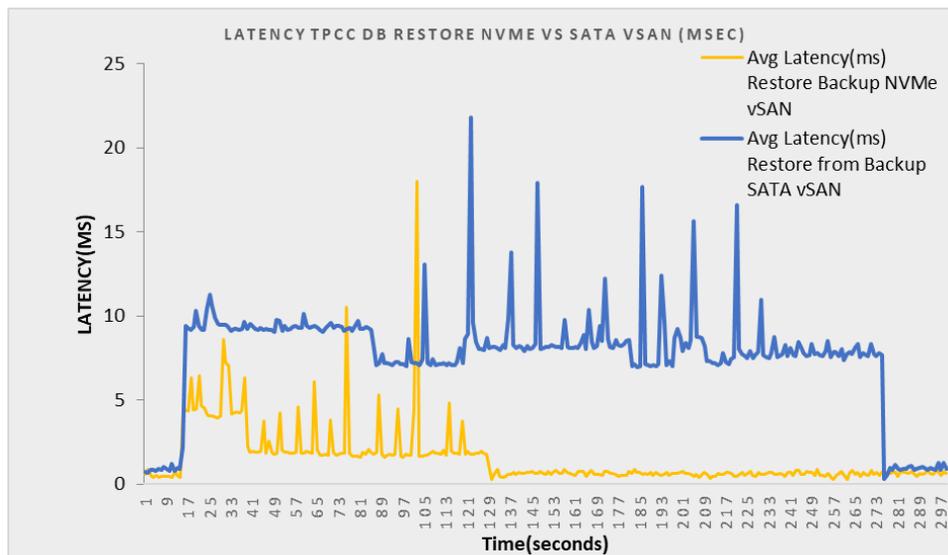


Figura 5.5 Comparación de latencia(ms) durante restauración DB del SQL Server 2017 TPCC entre los almacenes de datos SSD Micron 5200 eco SATA y SSD DC1500M NVMe vSAN

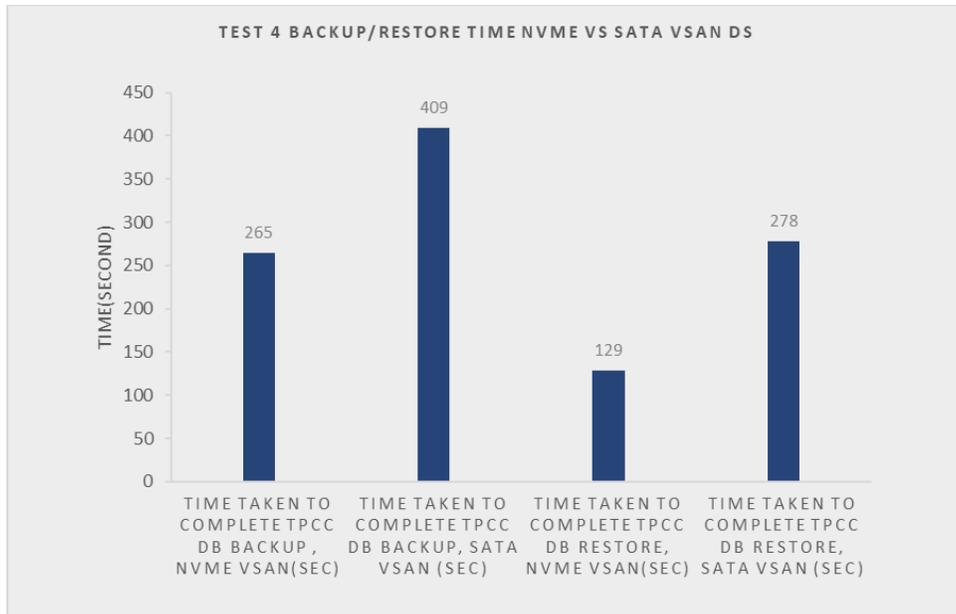


Figura 5.6 Tiempo necesario para completar la operación de copia de seguridad/restauración (seg) DB del SQL Server 2017 TPCC entre los almacenes de datos SSD Micron 5200 eco SATA y SSD DC1500M NVMe vSAN

Prueba 5: Comparación de rendimiento para SQL Server 2017, prueba de vecino ruidoso (The Noisy Neighbor test), entre el DC1500M NVMe y el Micron 5200 eco SATA vSAN

<ul style="list-style-type: none"> <li>Configuración del almacenamiento de datos NVMe vSAN para la prueba 3a: 3 DC1500M 960G FW S67F0103/grupo de disco, 4 grupos de disco totales (1 por servidor), entorno de prueba NVMe vSAN. SQL Server 2017 con el sistema operativo Datacenter Guest Server 2019. (Prueba 5a)</li> <li>Configuración de almacenamiento de datos SATA vSAN para la prueba 3b: 3 micras 5200 eco 1920G FW D1MU004/grupo de disco, 3 grupos de disco totales (1 por servidor), entorno de prueba SATA vSAN. SQL Server 2017 con el sistema operativo Datacenter Guest Server 2019. (Prueba 5b)</li> </ul>			
Descripción de la prueba 5a	Descripción de la prueba 5b	Descripción de la prueba 5c	Descripción de la prueba 5d
<p>Disco virtual de la VM del SQL 2017 suministrado desde los almacenes de datos DC1500M vSAN en el entorno de prueba NVMe. Se creó un esquema de base de datos de 1200 almacenes que representa una base de datos de 100 GB en SUT. Al sistema bajo prueba VM (SUT) se le asignaron 16 vCores y 32 GB de RAM. El SUT bajo prueba se clonó 11 veces, y se asignaron 3 SUT VMs/servidor físico (12 SUT VMs en total). La prueba se configuró para ejecutar 89 Usuarios virtuales, y para cada SUT VM se eligió un tiempo de aumento de 30 minutos y una duración de la prueba de 300 minutos. La prueba se activó en las 12 SUT Vms en paralelo.</p>	<p>Disco virtual de la VM del SQL 2017 paralelo suministrado desde los almacenes de datos Micron 5200 eco vSAN en el entorno de prueba SATA. Se creó un esquema de base de datos de 1200 almacenes que representa una base de datos de 100 GB en SUT. Al sistema bajo prueba VM (SUT) se le asignaron 16 vCores y 32 GB de RAM. El SUT bajo prueba se clonó 8 veces, y se asignaron 3 SUT VMs/servidor físico (9 SUT VMs en total). La prueba se configuró para ejecutar 89 Usuarios virtuales, y para cada SUT VM se eligió un tiempo de aumento de 30 minutos y una duración de la prueba de 300 minutos. La prueba se activó en las 9 SUT Vms en paralelo.</p>	<p>Disco virtual de la VM del SQL 2017 suministrado desde los almacenes de datos DC1500M vSAN en el entorno de prueba NVMe. Se creó un esquema de base de datos de 1200 almacenes que representa una base de datos de 100 GB en SUT. Al sistema bajo prueba VM (SUT) se le asignaron 16 vCores y 32 GB de RAM. El SUT bajo prueba se clonó 11 veces, y se asignaron 2 VMs/servidor físico (8 SUT VMs en total) para ejecutar la carga de trabajo de HDB. La prueba se configuró para ejecutar 89 Usuarios virtuales, y para cada SUT VM se eligió un tiempo de aumento de 30 minutos y una duración de la prueba de 300 minutos. 1 VM/servidor físico tenía un tamaño de esquema tpcc de 1200 almacenes (100 GB) y se activó un script de respaldo cada 100 segundos (4 VMs en total) mientras la carga de trabajo se ejecutaba en las otras SUT VMs durante 10 ciclos. 8 SUT VMs que ejecutan carga de trabajo HDB; 4 VMs que ejecutan el script de copia de seguridad. La prueba se activó en las 12 VMs en paralelo.</p>	<p>Disco virtual de la VM del SQL 2017 paralelo suministrado desde los almacenes de datos Micron 5200 eco vSAN en el entorno de prueba SATA. Se creó un esquema de base de datos de 1200 almacenes que representa una base de datos de 100 GB en SUT. Al sistema bajo prueba VM (SUT) se le asignaron 16 vCores y 32 GB de RAM. El SUT bajo prueba se clonó 8 veces, y se asignaron 2 VMs/servidor físico (6 SUT VMs en total) para ejecutar la carga de trabajo de HDB. La prueba se configuró para ejecutar 89 Usuarios virtuales, y para cada SUT VM se eligió un tiempo de aumento de 30 minutos y una duración de la prueba de 300 minutos. 1 VM/servidor físico tenía un tamaño de esquema tpcc de 1200 almacenes (100 GB) y se activó un script de respaldo cada 100 segundos (4 VM en total) mientras la carga de trabajo se ejecutaba en la SUT VM. 6 SUT VMs que ejecutan carga de trabajo HDB; 3 VMs que ejecutan el script de copia de seguridad. La prueba se activó en las 9 máquinas virtuales en paralelo.</p>

Figura 6.1 Descripción de la prueba 5: Prueba de vecinos ruidosos realistas para SQL Server 2017 entre los almacenes de datos SSD Micron 5200 eco SATA y el SSD DC1500M NVMe vSAN

Nuestro objetivo con esta prueba era simular un escenario realista en el que cargas de trabajo aborrecibles (en este caso, utilizamos operaciones de copia de seguridad de la base de datos de TPCC) en VMs que comparten el mismo almacén de datos de vSAN que las VMs del servidor SQL que ejecutan cargas de trabajo de producción (en este experimento, el punto de referencia de TPCC actúa como una carga de trabajo de producción), y así evaluar el impacto general del rendimiento mediante la evaluación de los resultados en el punto de referencia de TPCC y el análisis de las mediciones de almacenamiento clave, recopiladas desde el perfmon y el monitor de rendimiento de vSAN.

En las pruebas 5a) y 5b) establecemos una línea de base ejecutando en el punto de referencia TPCC en todas las VMs en paralelo, sin que se produzcan operaciones de copia de seguridad. Utilizamos 3 VMs SQL por servidor físico para ejecutarse en los clústeres NVMe y SATA vSAN, lo que eleva el total a 12 SUT VMs para NVMe y 9 SUT Vms para SATA. Nuestro tamaño de esquema para esta prueba fue de 1200 almacenes, lo que se tradujo en un tamaño de base de datos TPC-C de ~100 GB y ejecutamos la carga de trabajo de TPCC con 89 usuarios durante 300 minutos y un tiempo de aumento de 30 minutos.

En las pruebas 5c) y 5d) restauramos la base de datos TPC-C en todas las SUT VMs. Luego activamos un script para ejecutar 10 ciclos de copia de seguridad de la base de datos TPC-C en 4 VMs para el clúster NVMe y 3 VMs para el clúster SATA, mientras ejecutamos simultáneamente el mismo punto de referencia TPC-C en las SUT Vms restantes. Esto significa que en el clúster NVMe vSAN, 8 VMs estaban ejecutando la carga de trabajo TPC-C y 4 VMs estaban ejecutando la carga de trabajo de copia de seguridad en paralelo. Mientras tanto, en el clúster SATA vSAN, 6 VMs estaban ejecutando la carga de trabajo TPC-C y 3 VMs estaban ejecutando la carga de trabajo de copia de seguridad de la base de datos TPC-C en paralelo.

#### Resultados de la prueba 5: Comparación de rendimiento para SQL Server 2017, prueba de vecino ruidoso (The Noisy Neighbor test), entre el DC1500M NVMe y el Micron 5200 eco SATA vSAN

Las Figuras 6.2 y 6.3 muestran las Transacciones por minuto (TPM) y Nuevos pedidos por minuto (NOPM) que alcanzamos para las Pruebas 5a y 5b. Con 89 usuarios virtuales ejecutándose en cada una de las 12 VMs de servidor SQL respaldadas por DC1500M NVMe vSAN, podríamos lograr un promedio de 523.516 TPM y un promedio de NOPM de 113.812 por VM, en comparación con un promedio de 269.320TPM y 58.544 NOPM por VM para 9 VMs SQL respaldadas por el clúster del Micron 5200 eco SATA. Mirando las mediciones de IOPS y latencia recopiladas desde monitor de rendimiento de vSAN (Figura 6.4 y 6.5 a continuación), el E/S resultante en la capa de bloque, los resultados se tradujeron a 120.000 IOPS de lectura, 60.000 IOPS de escritura en el clúster NVMe, con una latencia de 800  $\mu$ s para operaciones de lectura/escritura, y 50.000R/20.000W en el clúster SATA vSAN, con un promedio de latencia de lectura de 3,8 ms y un promedio de latencia de escritura de 5,5 ms. Esto nuevamente resalta la diferencia de rendimiento entre NVMe y SATA y muestra la capacidad del disco virtual respaldado por DC1500M NVMe para absorber solicitudes paralelas y procesarlas en una latencia de ida y vuelta mucho más rápida.

Las Figuras 6.5 y 6.6 muestran las Transacciones por minuto (TPM) y Nuevos pedidos por minuto (NOPM) que alcanzamos para las Pruebas 5c y 5d. Con 89 usuarios virtuales ejecutándose en cada una de las 8 VMs de servidor SQL respaldadas por DC1500M NVMe vSAN, mientras que las copias de seguridad de VM se activaron en paralelo en 4 VMs, podríamos lograr un promedio de 575.933 TPM y un promedio de NOPM de 125.206, en comparación con un promedio de 351.258 TPM y 76.355 NOPM para 6 VMs SQL ejecutando la carga de trabajo TPCC, mientras que las copias de seguridad de VM se activaron en paralelo en las 3 VMs en las VMs SATA vSAN SQL respaldadas por el Micron 5200 eco SATA. Para contar la historia completa, debemos analizar las mediciones de latencia y almacenamiento del clúster SATA y NVMe vSAN, así como ver qué tan rápido se completaron las copias de seguridad en ambos clústeres.

Las Figuras 6.8 y 6.9 muestran las IOPS de vSAN y las mediciones de latencia recogidas del clúster de NVMe y SATA utilizando el monitor de rendimiento de vSAN para las pruebas 5c y 5d. El script de copia de seguridad

se configuró para ejecutarse cada 100 segundos durante 10 ciclos. Podemos ver el impacto que las copias de seguridad de VM activadas tienen en la IOPS y la latencia de lectura y escritura del clúster NVMe y SATA vSAN. Sin embargo, el impacto en la latencia varía. La latencia máxima de E/S de lectura/escritura del clúster NVMe aumentó a 4 ms/E/S, mientras que mantuvo un promedio de 2,5 ms/E/S para la operación de lectura/escritura, mientras que el SATA vSAN aumentó a 9 ms/E/S, y mantuvo un promedio de 7,3 ms/E/S para lectura y 4,9 ms/E/S para escritura E/S. Esta es la latencia que sentirá el usuario final cuando intente enviar un pedido, actualizar su carrito de compras o ver productos de otros almacenes.

La Figura 6.11 muestra el tiempo necesario para completar los ciclos de copia de seguridad en una de las VMs de SQL Server respaldadas por DC1500M vSAN y una de las VMs del SQL respaldadas por Micron 5200 eco vSAN, excluyendo el tiempo de espera entre los ciclos de copia de seguridad. Tardó 73 minutos en completar 10 copias de seguridad, un promedio de 7 minutos/copia de seguridad del servidor SQL NVMe vSAN VM y 122.15 minutos para completar 10 copias de seguridad para el SSD servidor SQL SATA respaldado por vSAN VM, un promedio de 12 minutos/copia de seguridad. La VM respaldada por DC1500M vSAN completó los ciclos de respaldo 1,67 veces más rápido que la VM respaldada por Micron 5200 eco vSAN. Esto es evidencia empírica de que actualizar su infraestructura de VMware a almacenes de datos respaldados por DC1500M NVMe ayuda a mitigar el problema del vecino ruidoso al permitir que las operaciones no deseadas como las copias de seguridad de bases de datos se completen mucho más rápido, y debido a la tremenda capacidad de latencia y rendimiento, el NVMe puede absorber el impacto de latencia que estas cargas de trabajo aborrecibles tienen en las aplicaciones de nivel 1.

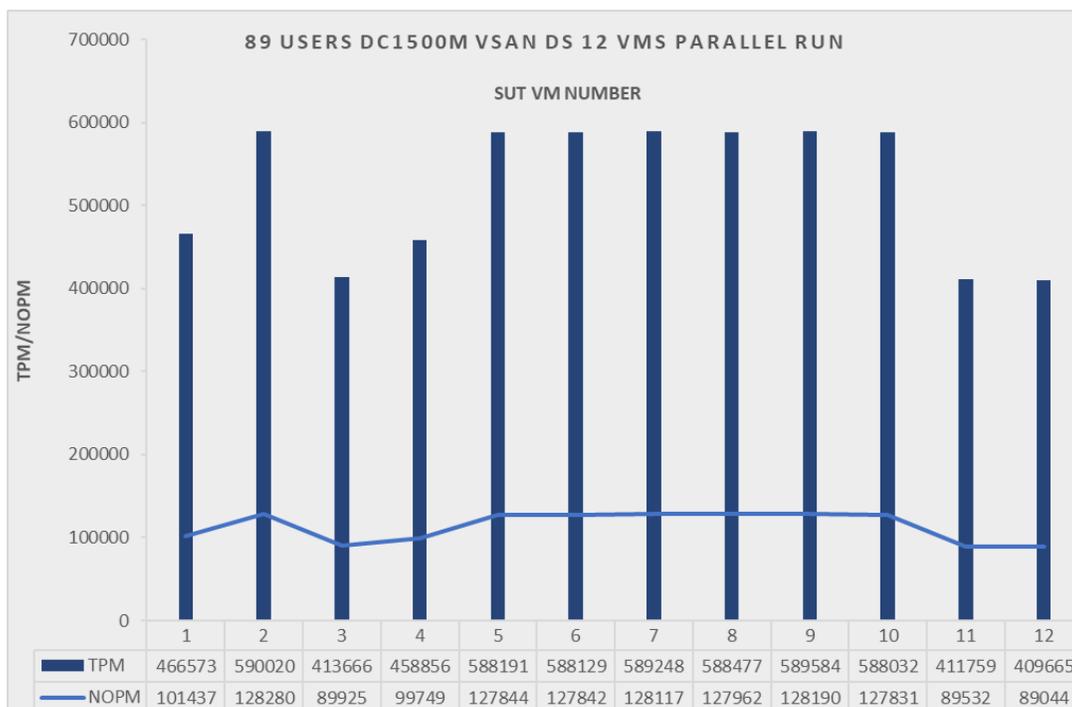


Figura 6.2 Prueba 5a TPM del SQL Server 2017, 300 min, 12 VMs ejecución en paralelo, 89 usuarios virtuales, almacenes de datos SSD DC1500M NVMe y SSD vSAN

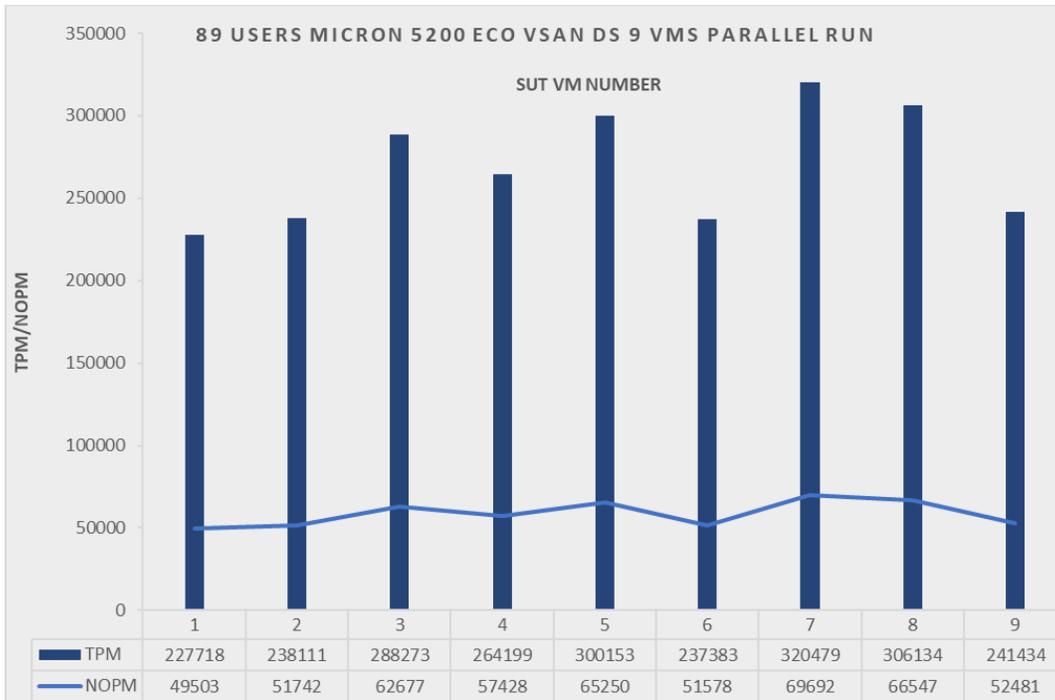


Figura 6.3 Prueba 5b TPM del SQL Server 2017, 300 min, 12 VMs ejecución en paralelo, 89 usuarios virtuales, almacenes de datos SSD DC1500M NVMe y SSD vSAN

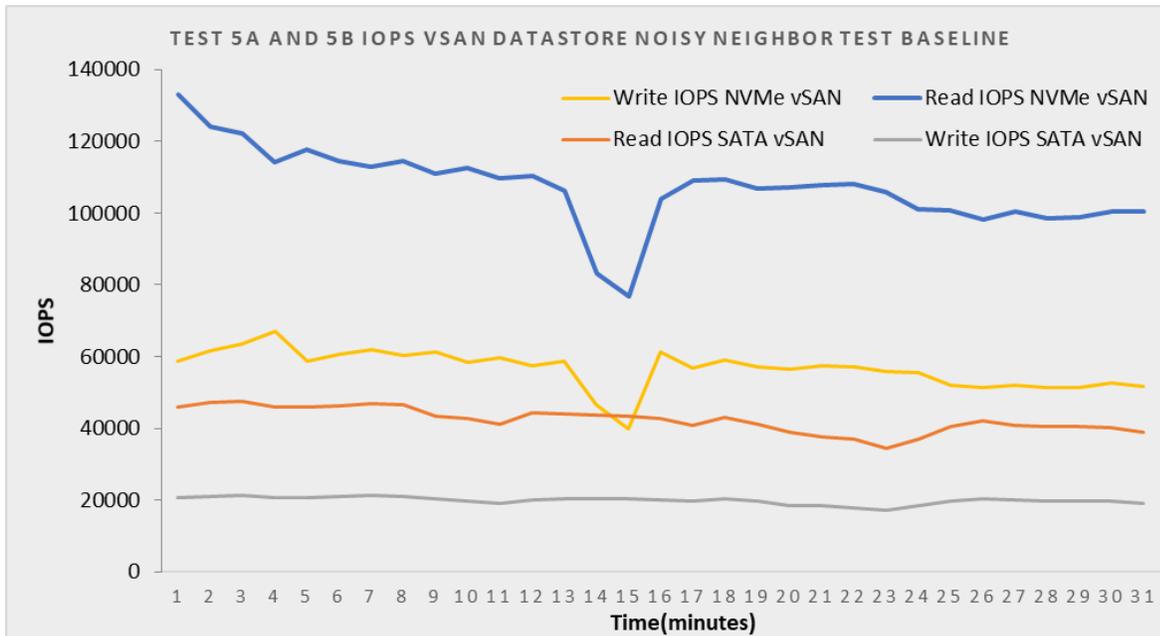


Figura 6.4 Prueba 5a y 5b IOPS para Vecino ruidoso, almacenes de datos DC1500M NVMe y Micron 5200 eco vSAN

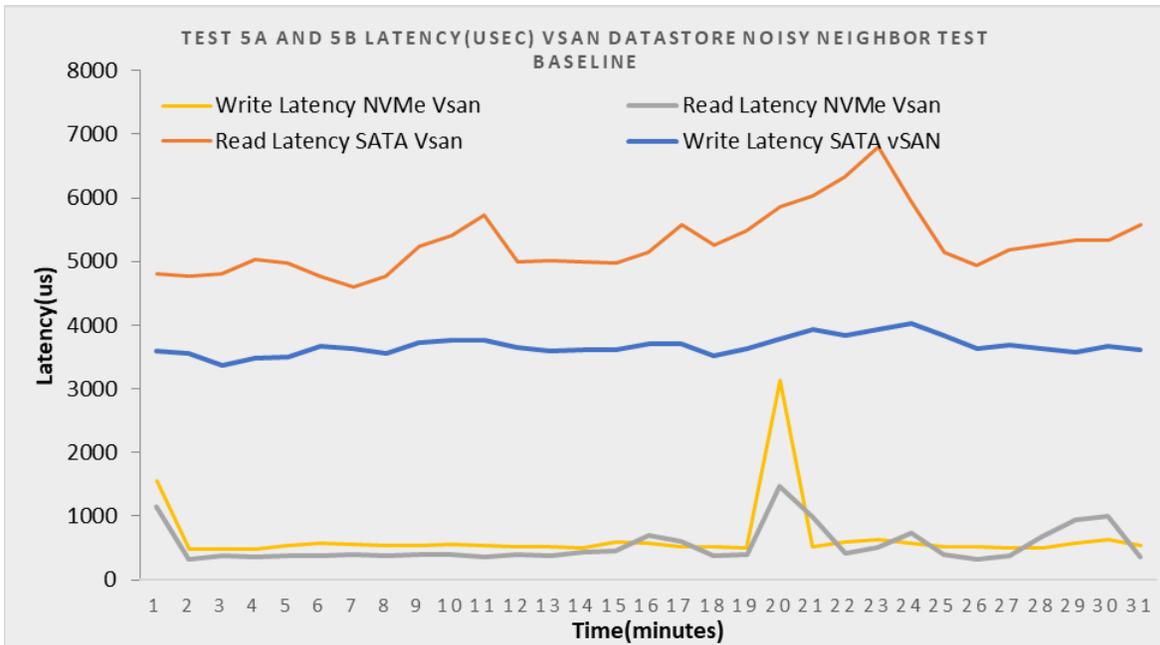


Figura 6.5 Ensayo 5a y 5b Latencia para Vecino ruidoso, almacenes de datos DC1500M NVMe y Micron 5200 eco vSAN

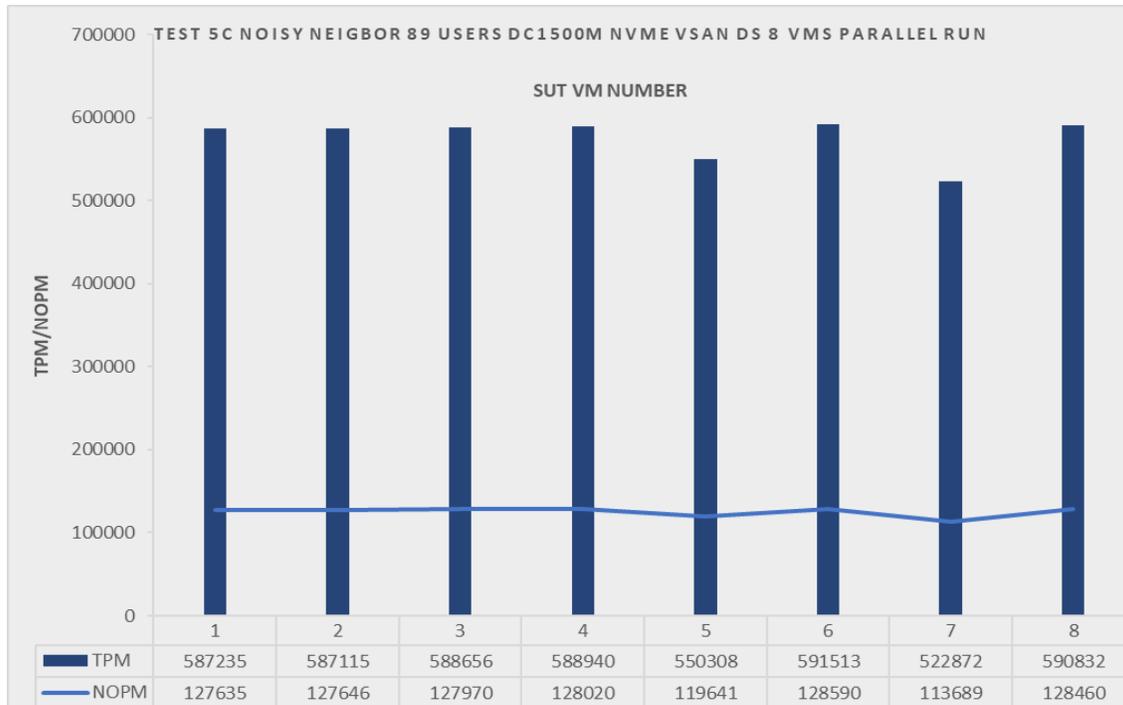


Figura 6.6 Prueba 5c TPM, implementación de vecino ruidoso para 8 VMs, ejecución paralela, almacenes de datos DC1500M NVMe vSAN

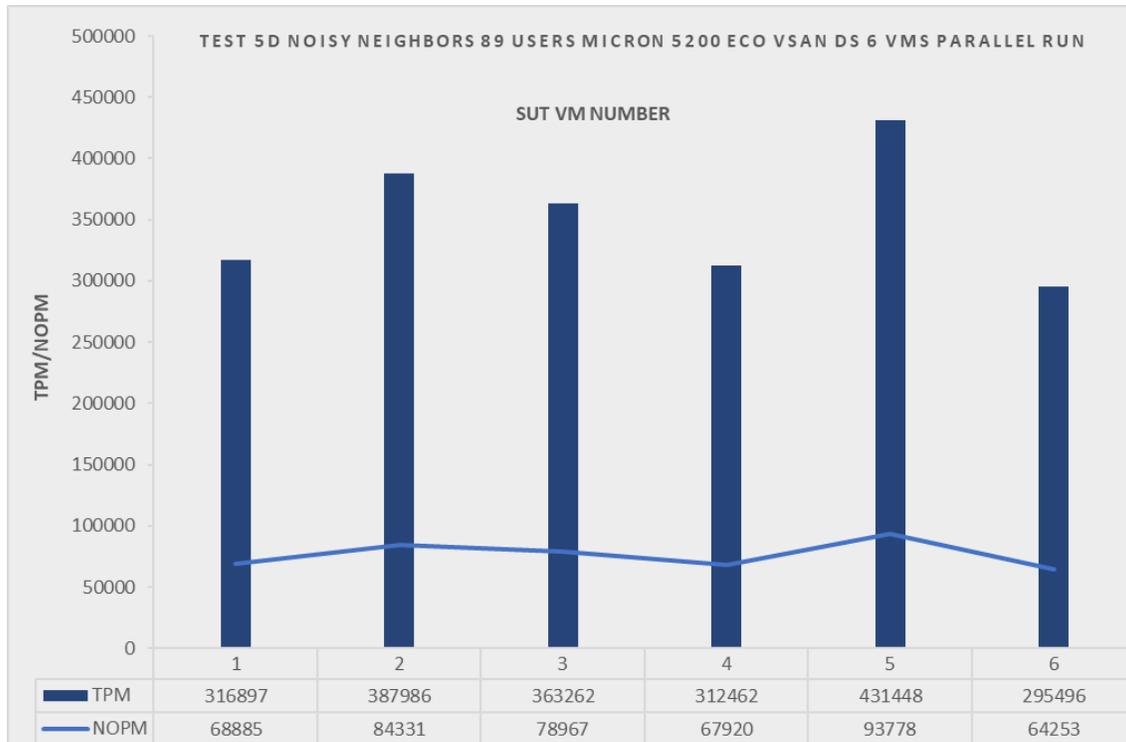


Figura 6.7 Prueba 5D TPM, implementación de vecino ruidoso 6 VMs, ejecución paralela, almacenes de datos Micron 5200 eco vSAN

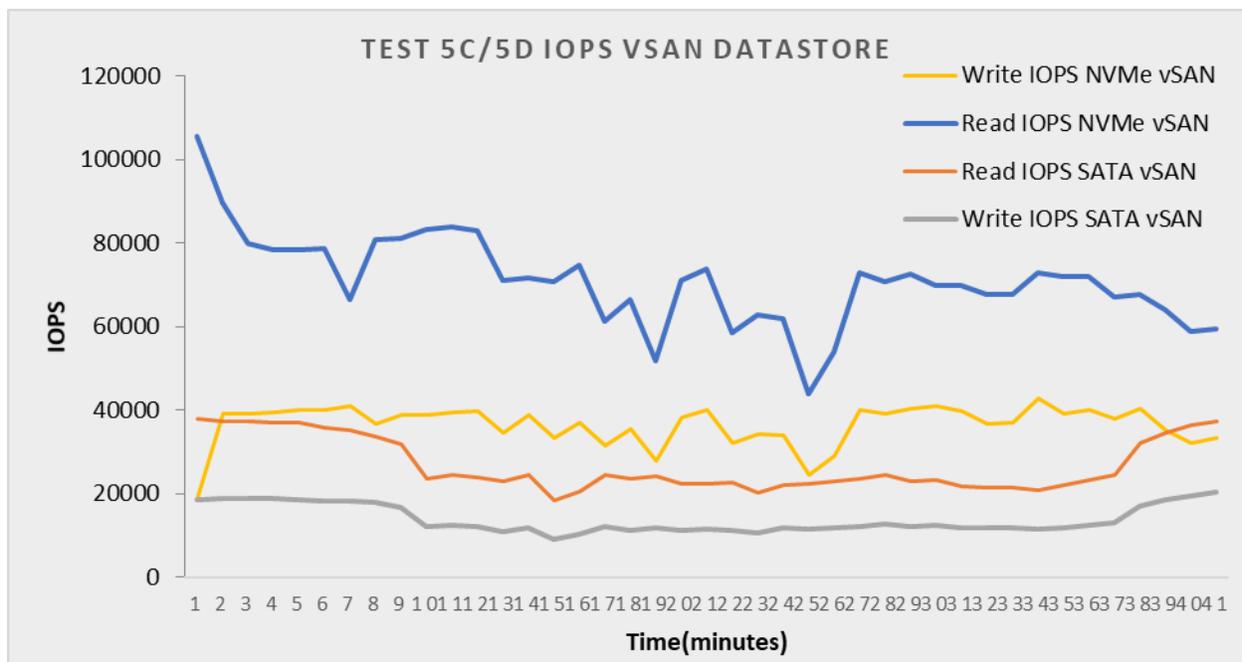


Figura 6.8 Prueba 5C/5D IOPS, implementación de vecino ruidoso, almacenes de datos SSD NVMe vs SATA vSAN

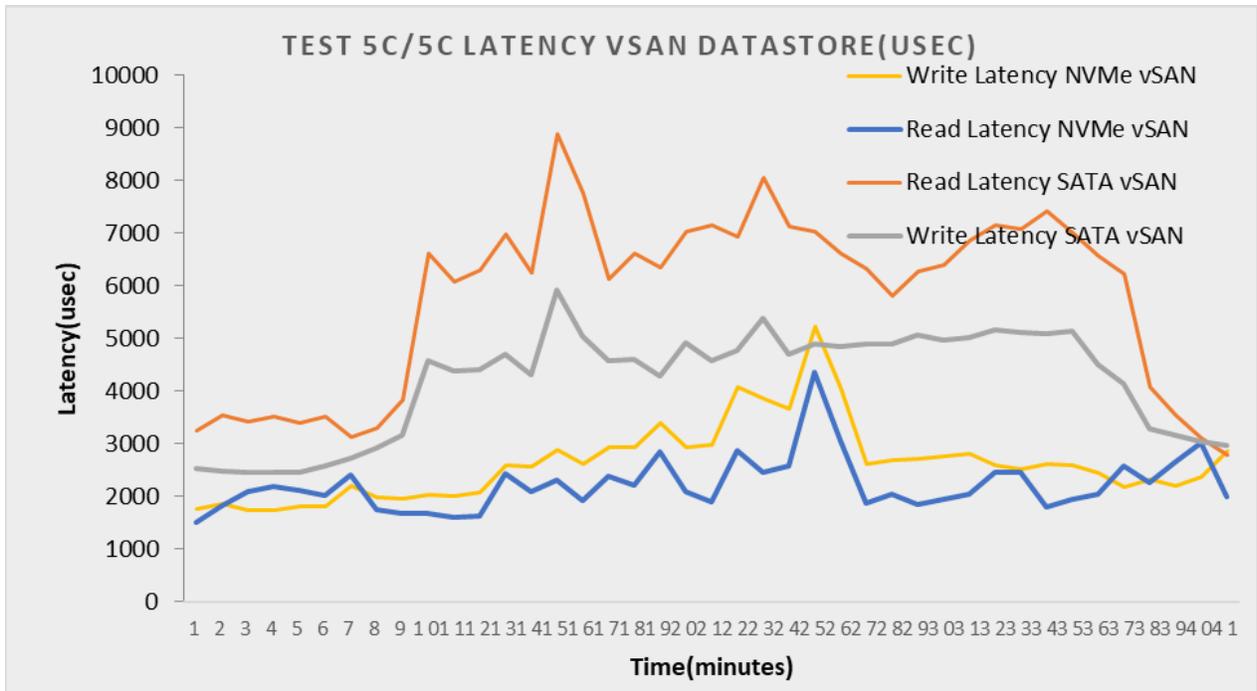


Figura 6.9 Prueba de latencia 5C/5D, implementación de vecino ruidoso, almacenes de datos SSD NVMe vs SSD SATA vSAN

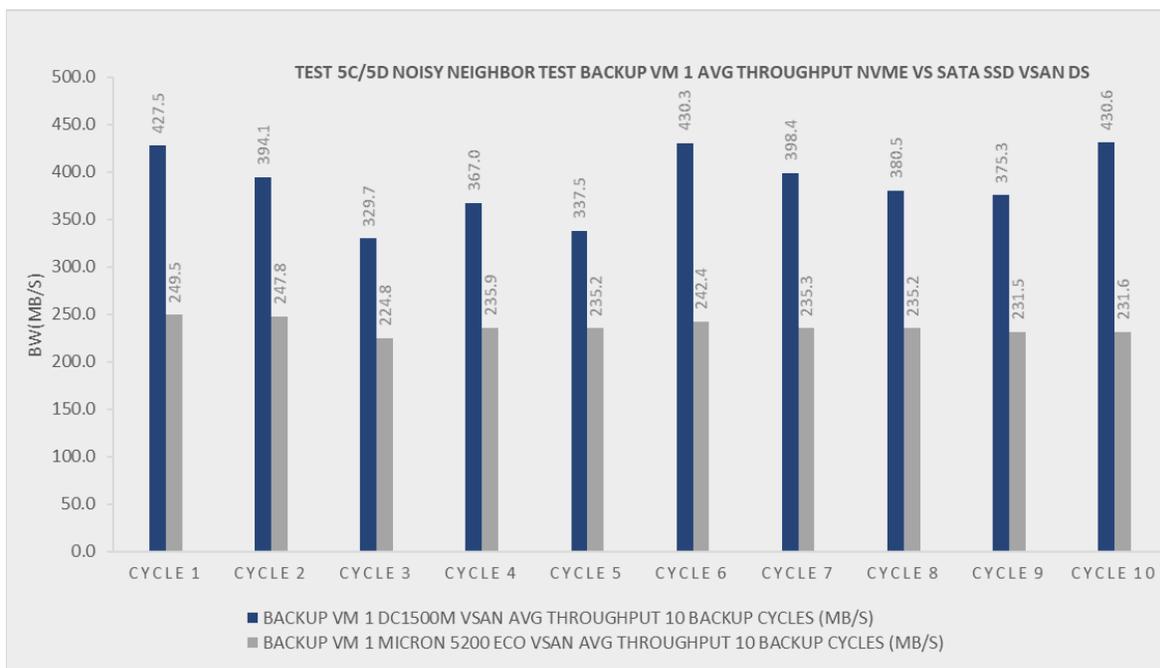


Figura 6.10 Prueba 5C/5D Rendimiento final de copia de seguridad para la VM de respaldo, implementación de vecino ruidoso, almacenes de datos SSD NVMe vs SSD SATA vSAN

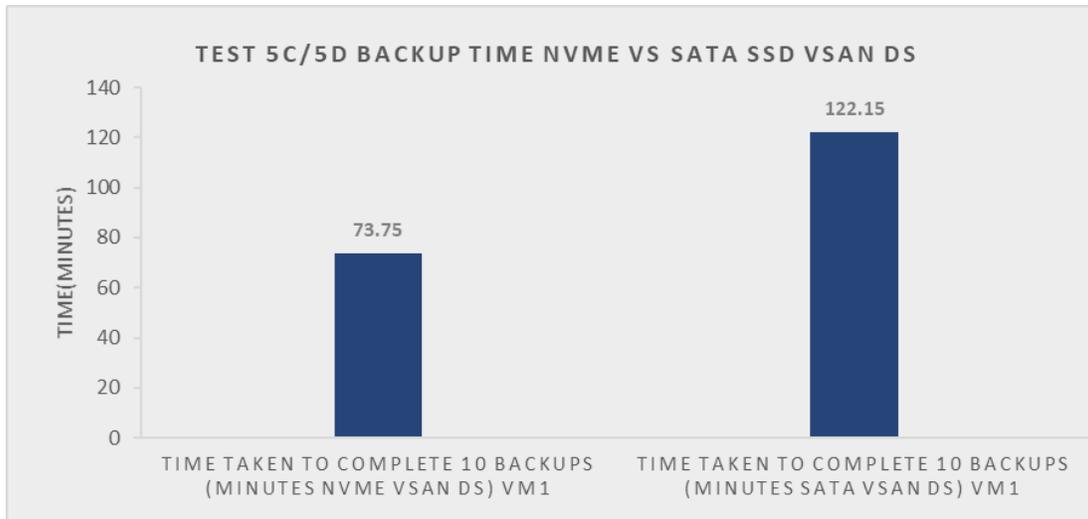


Figura 6.11 Prueba 5C/5D Tiempo necesario para completar la copia de seguridad para la VM, 10 ciclos de implementación de Vecino ruidoso, almacenes de datos SSD NVMe vs SSD vSAN

## Conclusión

En este informe, mostramos cómo consolidar sus cargas de trabajo de base de datos a NVMe puede ayudar a maximizar el hardware existente, debido a su increíble eficiencia y cerca de nulo tiempo de espera de Entrada/Salida, lo que le permite usar menos núcleos de CPU para lograr el mismo rendimiento transaccional. Proporcionamos algunas comparaciones con los SSDs SATA Enterprise y mostramos que al migrar sus cargas de trabajo SQL a un almacén de datos respaldado por NVMe, puede permitir que sus aplicaciones se amplíen, en la medida que esto duplica su rendimiento final de transacciones al tiempo que proporciona latencia en los sub-msec. Luego, mostramos cómo el NVMe puede ayudar a mitigar el impacto en las aplicaciones de nivel 1, al permitir que las cargas de trabajo no deseadas, tales como las operaciones de copia de seguridad/restauración de bases de datos, se completen más rápido.

Los SSDs [DC1500M](#) Enterprise NVMe de Kingston, combinadas con las Memoria para servidores de Kingston (Server Premier), proporcionan una excelente solución para los usuarios que buscan virtualizar su infraestructura de base de datos y maximizar la eficiencia de su carga de trabajo.

Visite <https://www.kingston.com/en/solutions/servers-data-centers> para obtener más información acerca de las soluciones para centros de datos de Kingston

## Referencias

HammerDB. (s.f.). *Understanding the TPCC workload*. Recuperado de <https://www.hammerdb.com/docs3.3/ch03s05.html>

TPCC home. (s.f.). Recuperado de <https://www.tpc.org/>