



Reduzca el coste total de propiedad y
estructure bases de datos con mayor
capacidad de respuesta y adaptación
a los cambios con discos SSD NVMe
DC1500M Enterprise y HCI vSAN de
VMware vSAN

Redactado por: Hazem Awadallah, ingeniero de sistemas, Kingston Technology

Revisado por: Chris Selden, Director de Ingeniería de productos SSD, Kingston
Technology



Índice

- [Resumen principal](#)
- [Problemas de infraestructura habituales a los que deben enfrentarse hoy los RDBMS en los centros de datos](#)
- [Solución: Incorporar discos SSD NVMe DC1500M Enterprise para centros de datos de Kingston Technology](#)
- [Entorno de pruebas](#)
 - [I. Infraestructura](#)
 - [II. Configuración de la base de datos](#)
 - [III. Rendimiento del almacenamiento vSAN](#)
- [Resultados de las pruebas](#)
 - [Prueba 1, Servidor SQL vSAN DC1500M 2017 VM de 960 GB con diversos volúmenes de DRAM](#)
 - [Resultados de la Prueba 1, Servidor SQL vSAN DC1500M 2017 VM de 960 GB con diversos volúmenes de DRAM](#)
 - [Prueba 2: Comparativa del rendimiento de SQL Server 2017 en SSD SATA DC500M de Kingston, SSD SATA Micron 5200 eco y almacén de datos vSAN SSD NVMe DC1500M](#)
 - [Resultados de la Prueba 2: Comparativa del rendimiento de SQL Server 2017 en SSD SATA DC500M de Kingston, SSD SATA Micron 5200 eco y almacén de datos vSAN SSD NVMe DC1500M](#)
 - [Prueba 3: comparativa de rendimiento de SQL Server 2017 con NVMe DC1500M y almacén de datos vSAN SATA Micron 5200 eco, con un volumen de datos mayor y una duración más prolongada de la prueba](#)
 - [Resultados de la Prueba 3: comparativa de rendimiento de SQL Server 2017 con NVMe DC1500M y almacén de datos vSAN SATA Micron 5200 eco, con un volumen de datos mayor y una duración más prolongada de la prueba](#)
 - [Prueba 4: comparativa de rendimiento, copia de seguridad y restablecimiento del rendimiento de SQL Server 2017 entre NVMe DC1500M y vSAN SATA Micron 5200 eco](#)
 - [Prueba 4: Resultados: comparativa de rendimiento, copia de seguridad y restablecimiento del rendimiento de SQL Server 2017 entre NVMe DC1500M y vSAN SATA Micron 5200 eco](#)
 - [Prueba 5: comparativa de rendimiento, prueba del vecino ruidoso, entre SQL Server 2017, NVMe DC1500M y vSAN SATA Micron 5200 eco](#)
 - [Resultados de la Prueba 5: comparativa de rendimiento, prueba del vecino ruidoso, entre SQL Server 2017, NVMe DC1500M y vSAN SATA Micron 5200 eco](#)
- [Conclusiones](#)

Resumen ejecutivo

En los últimos años, la llegada de NVMe ha revolucionado el segmento del almacenamiento de datos, en el que se produjo un enorme salto cualitativo en la maximización del rendimiento de Flash NAND y se aprovechó en las virtudes de PCI express: bajo coste, amplia anchura de banda y norma de bus que se adaptará a una futura evolución. Actualmente en su 5^{ta} generación, PCIe Gen5 permite velocidades de transferencia de hasta 8 GB/s por carril, con lo cual se elimina el atasco de bus de expansión desde el módulo de almacenamiento y abriendo las puertas a la innovación y evolución, no solamente en controladores de SSD y Flash NAND, sino también en todo el conjunto del hardware. Los procesadores, diseños de chasis, placas base y topologías de E/S de hardware están evolucionando continuamente para adaptarse a la ampliación del ancho de banda. En el centro de datos, las topologías de red están experimentando importantes cambios para adaptarse a NVMe; con la especificación NVMe-OF, las interfaces de red, los conmutadores y los protocolos de transporte han cambiando y continúan mejorando para admitir el incremento del ancho de banda y, al mismo tiempo, mantener la calidad del servicio y conseguir transportes de paquetes sin pérdidas.

Pero, ¿cómo repercute la llegada de NVMe en el rendimiento de las aplicaciones? ¿Se puede reducir la superficie de almacenamiento y, al mismo tiempo, mejorar la eficacia de las transacciones y reducir los tiempos de respuesta de las mismas? ¿Podemos reducir significativamente los tiempos de copia de seguridad de las bases de datos para mitigar el problema del Vecino ruidoso y minimizar su impacto en los entornos de producción. En este artículo intentaremos responder a estos interrogantes inspeccionando cargas de trabajo de OLTP típicas, tal y como las define la especificación TPCC, y presentaremos algunas comparaciones prácticas para demostrar las repercusiones de NVMe en el rendimiento de las transacciones dentro de escenarios realistas.

Problemas de infraestructura habituales a los que deben enfrentarse hoy los RDBMS en los centros de datos

Coste, planificación de capacidad y escalabilidad

Con el tremendo incremento de la anchura de banda de Internet y con el bum de las velocidades de procesamiento y análisis de datos que se ha producido en las 2 últimas décadas, las bases de datos OLTP para producción están creciendo rápidamente, a menudo mucho más rápido de lo que habían planificado los arquitectos de aplicaciones e infraestructuras. La arquitectura de almacenamiento y de red subyacente debe construirse desde cero para escalarse y ajustarse al incremento de la demanda con el correr del tiempo, y conseguir un buen equilibrio entre coste, facilidad de administración y rendimiento. Elegir entre construir la aplicación en centros de datos locales o utilizar servicios IaaS/PaaS en la nube se ha convertido en una decisión de diseño difícil. Mantener la aplicación ejecutándose en centros de datos locales proporciona a los arquitectos de la solución el pleno control de la escalabilidad, la seguridad, la adaptación a los cambios y el rendimiento, aunque requiere una planificación meticulosa y, en ocasiones, una inversión inicial enorme. Los servicios IaaS/PaaS en la nube agilizan las implementaciones y simplifican la escalabilidad, pero permiten un menor control del rendimiento y la adaptación a los cambios, y pueden encarecerse rápidamente a medida que la aplicación vaya escalando. Algunas organizaciones prefieren un concepto híbrido, en el cual las aplicaciones de primer nivel residen en los centros de datos locales, y las de segundo nivel y las heredadas migran a la nube. En el caso de aplicaciones que se mantienen internamente, las soluciones de infraestructura hiperconvergente —como vSAN de VMware con grupos de discos 100% Flash— ofrecen un buen equilibrio entre costes, sencillez, rendimiento y facilidad de escalabilidad.

Adaptación a los cambios

Las aplicaciones de primer nivel deben construirse de tal modo, o migrarse a una infraestructura, que tolere más de un error de hardware dentro de todo el conjunto de hardware. Si la planificación fuese incorrecta, los desperfectos de los equipos de los centros de datos pueden conllevar significativas pérdidas monetarias como consecuencia de trastornos del servicio o, en el peor de los casos, la pérdida permanente de los datos. En los entornos de almacenamiento compartido, se efectuará una cuidadosa planificación para garantizar que la infraestructura subyacente se construya de tal modo que tolere fallos de almacenamiento y sobrecarga de rendimiento de los componentes.

Por ejemplo, con vSAN las aplicaciones de primer nivel deberían tener un índice mínimo de Tolerancia a fallos (FTT, por sus siglas en inglés) de 1, con Alta disponibilidad (HA) de vSphere activada, con el objeto de asegurar que las VM de las aplicaciones y de la base de datos estén protegidas contra al menos un desperfecto de ordenador, red o almacenamiento. Además, es posible activar el DRS (Distributed Resource Scheduler, Programador de recursos distribuidos) de vSphere para equilibrar la carga de recursos de CPU y memoria entre los servidores físicos del clúster.

Variación de las expectativas de rendimiento

La demanda de una mayor velocidad de las transacciones y menor latencia sigue incrementándose a medida que las aplicaciones OLTP continúan escalándose y que más usuarios imponen una mayor carga transaccional sobre la base de datos dorsal. Los arquitectos de aplicaciones deben planificar una infraestructura de almacenamiento capaz de adaptarse para asumir este aumento de la demanda, y de ser lo bastante flexible como para poder migrarla entre los diferentes niveles, o jerarquías, de almacenamiento. Por ejemplo, las bases de datos SQL residentes en discos virtuales provisionados desde matrices de almacenamiento SAN pueden migrarse a un almacén de datos NVMe 100% Flash de vSAN con niveles de almacenamiento más rápidos, como por ejemplo NVMe que utilicen la aplicación de almacenamiento VMotion de VMware.

El dilema del Vecino ruidoso

Es imprescindible diseñar una infraestructura que permita que las principales cargas de trabajo dispongan de los recursos necesarios para ejecutarse. En un entorno de trabajo compartido con múltiples cargas de trabajo, el rendimiento puede tornarse impredecible, y algunas cargas de trabajo aberrantes pueden causar problemas en las principales cargas de trabajo de producción. Tal es la definición del así llamado 'problema del Vecino ruidoso'. Un ejemplo, como veremos más adelante, podrían ser las operaciones no programadas de copia de seguridad de la base de datos en un servidor, que consumen recursos de almacenamiento y de redes, y que afectan al rendimiento y a la latencia de los demás servidores que utilizan los mismos recursos.

Presentación de los SSD NVMe DC1500M Enterprise de Kingston

[Kingston DC1500M](#) es la más reciente oferta de NVMe Enterprise U.2 PCIe 3.0x4 de Kingston, con capacidades desde 960 GB y 7680 G. Equipado con un controlador de 16 canales y NAND TLC 3D, fue diseñado ateniéndose a estrictos requisitos de QoS (Calidad del servicio) para garantizar un alto rendimiento sostenido y uniforme con cargas de trabajo empresariales, y manteniendo la menor latencia. Su firmware basado en producción empresarial incorpora funciones como sobreaprovisionamiento, múltiples espacios de nombres (hasta un máximo de 64) y algoritmos ECC más sofisticados para garantizar la fiabilidad de las cargas de trabajo empresariales durante toda la vida útil de la unidad.

Siendo todavía los SSD SATA los más habituales de los centros de datos, en este documento pretendemos demostrar que la migración a, o la construcción de la infraestructura de almacenamiento en, SSD NVMe de grado empresarial (como el NVMe DC1500M de Kingston) contribuirá a aliviar algunos de los problemas ya mencionados.

En nuestras pruebas internas, un único SSD NVMe DC1500M de Kingston ofrece un rendimiento hasta 6,5 veces superior y una mejora de la latencia de 5,6 veces (Figura B siguiente), en comparación con un SSD SATA Enterprise Micron 5200 eco, prácticamente sin paridad de coste.

Este nivel de rendimiento en un entorno hiperconvergente se traduce un mayor rendimiento de transacciones y una menor latencia en las bases de datos de SQL Server. También se traduce en una menor superficie de almacenamiento y menos consumo eléctrico. En este ejemplo necesitamos seis unidades Micron 5200 eco para equiparar el rendimiento de una unidad DC1500M. Como veremos más adelante, este rendimiento se traduce en cargas de trabajo OLTP de SQL realistas en vSAN de VMware.

Las impresionantes mejoras de rendimiento que suponen los SSD NVMe como el DC1500M con respecto a los SSD SATA implican asimismo que su incorporación a entornos

hiperconvergentes puede ayudar a reducir el impacto del problema del Vecino ruidoso en aplicaciones del primer nivel. Los SSD NVMe de grado empresarial como el DC1500M pueden ejecutar cargas de trabajo imprevistas durante horarios de producción, como operaciones de copia de seguridad/recuperación, a una velocidad mucho mayor y manteniendo una baja latencia y un alto rendimiento de transacciones de las cargas de trabajo de producción críticas del primer nivel, como demostramos en las pruebas de Vecino ruidoso que exponemos más adelante en este documento.

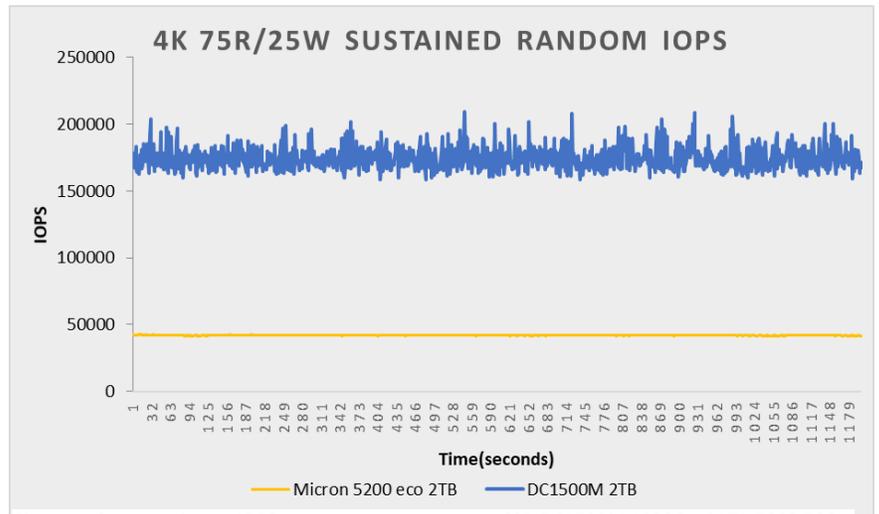


Figura a) Comparativa de IOPS segundo a segundo entre SSD DC1500M 1920G y SATA 5200 ECO 1920G. Probados en una única unidad física conectada como secundaria a un sistema Linux con fio v3.17, una vez que los SSD alcanzaron un nivel estable de rendimiento. Basados sobre un bloque de tamaño 4k, un porcentaje de lectura del 75% y una profundidad de cola de 32

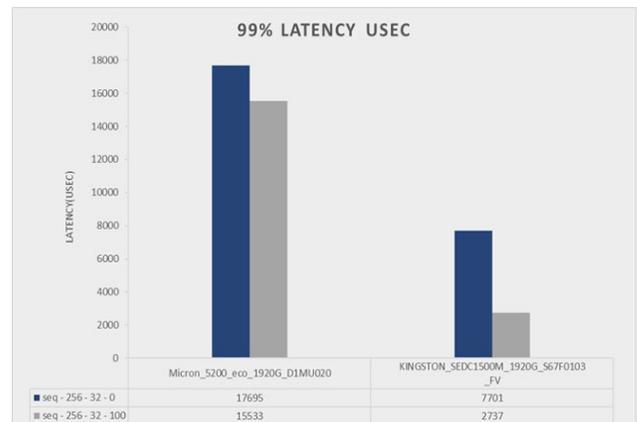
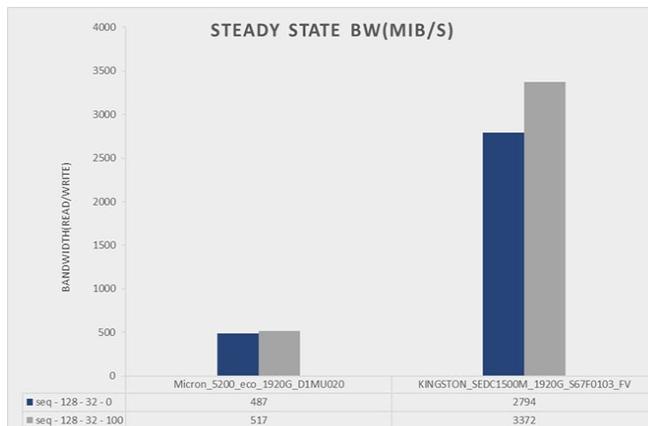


Figura b) Comparativa de lectura/escritura secuencial BW (en MB/s) y de latencia (usec) entre SSD DC1500M 1920G y SSD SATA Micron 5200 ECO 1920G. Probados en una única unidad física conectada como secundaria a un sistema Linux con fio v3.17, una vez que los SSD alcanzaron un nivel estable de rendimiento. Basados en un bloque de tamaño 256k y una profundidad de cola de 32

Entorno de pruebas

I. Infraestructura

Nuestros entornos de pruebas pueden verse en las Figuras 1.1 y 1.2 siguientes. Utilizamos vSAN de VMware como HCI preferente, ya que es una opción altamente escalable, adaptable a los cambios, centralizada y económica para entornos hiperconvergentes y virtualizados.

vSAN de VMware permite a los usuarios agregar dispositivos de almacenamiento locales de múltiples servidores en un único almacén de datos compartido entre todos los hosts del clúster de vSAN. Los discos físicos de cada servidor se ordenan en grupos, con un grupo de 1 unidad/disco utilizado como dispositivo caché, y un grupo de siete unidades/discos empleado como dispositivos de almacenamiento. Como máximo, un servidor puede tener hasta 5 grupos de discos, por lo cual tenemos un máximo de 35 dispositivos de capacidad por servidor contribuyendo al clúster de vSAN. Los grupos de discos de todos los hosts ESXi de un clúster de vSAN pueden combinarse para crear un almacén de datos vSAN, quedando el tráfico entre los hosts y el almacén de datos vSAN aislado dentro de una red dedicada para vSAN (siendo un requisito 10 Gbps+ en todos los Flash vSAN). Esto permite a los administradores empezar con una pequeña superficie de almacenamiento e ir agregando nodos para escalar la capacidad (hasta 64 nodos/clúster) en función de sus necesidades, y es un método relativamente sencillo para controlar los requisitos de rendimiento de VM específicas.

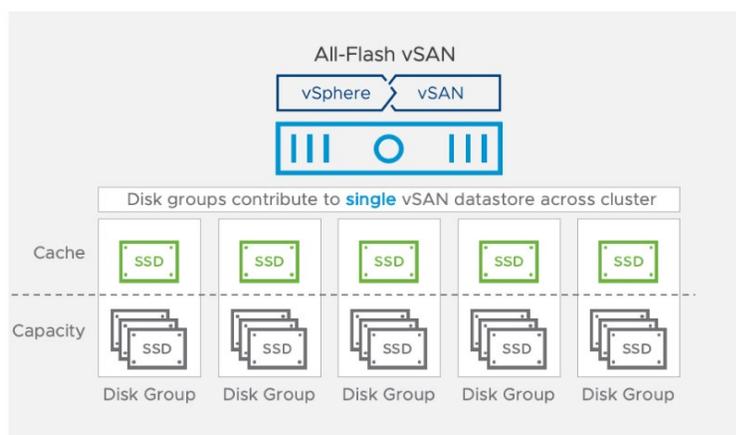


Figura 1 Arquitectura vSAN 100% Flash

vSAN utiliza políticas de almacenamiento para establecer el nivel de protección y emplear discos virtuales específicos. Utilizando la política de almacenamiento predeterminada, vSAN duplica todos los objetos provisionados del almacén de datos vSAN, aunque también permite a los administradores un control granular del nivel de protección de los discos virtuales provisionados a las VM desde el almacén de datos de vSAN. Por ejemplo, para permitir que el VMDK de la unidad de datos SQL tolere al menos un fallo en el clúster (la interfaz íntegra de servidor, disco o red), especificamos un nivel

primario de tolerancia a fallos (FTT) de 1. Entonces se crearía una copia RAID-1 del objeto VMDK con un componente de réplica en un host, y otro componente de réplica en otro host del clúster de vSAN. Del mismo modo, los administradores pueden especificar una política de almacenamiento RAID 0 (solamente creación de bandas de datos) con un índice de FTT de 0 si queremos que la copia de seguridad del VMDK no tenga resiliencia y alcance un rendimiento máximo; si existe una alta disponibilidad VM mediante clústering de tolerancia a fallos siempre activada de SQL si la base de datos es copiada habitualmente con soluciones de copia de seguridad como Commvault o NetBackup.

En el laboratorio de pruebas y validación de SSD de Kingston Technology, así como para este documento, para las pruebas de SSD SATA utilizamos 3 [servidores R740xD de PowerEdge](#) que admiten 8 NVMe de 2,5" y 16 bahías de unidades SATA/SS de 2,5" SATA/SAS por servidor, con una red dedicada de 10 GB soportada por 2 [conmutadores Cisco Nexus 5k](#) para tráfico vSAN. Para las pruebas de NVMe, utilizamos el [superservidor SYS-2029BT-HNR](#) Big Twin Supermicro de 4 nodos, con una red dedicada de 40 GB soportada por un [conmutador Cisco 9k](#) para el tráfico de vSAN. En todas las pruebas que realizamos para este documento aplicamos una política de almacenamiento predeterminada (FTT=0) asignada al disco virtual de la VM invitada para maximizar el rendimiento del almacenamiento en bloque. En las diversas pruebas que realizamos, tanto de SATA como de NVMe, empleamos diferentes discos SSD que están documentados en al

comienzo de los resultados de cada ensayo, aunque como norma utilizamos 3 unidades físicas de idéntica capacidad por grupo de discos. Para las pruebas comparativas, seleccionamos los populares discos SSD SATA Micron 5200 eco. Para administración y para gestionar el tráfico de VMotion, utilizamos una red de 1 GB, soportada por un conmutador administrado Netgear JGS524PE de 24 puertos.

Entorno de pruebas de NVMe (hardware)	Entorno de pruebas de SATA/SAS/híbridos (hardware)
Clúster Supermicro SYS-2029BT-HNR de 4 nodos con bahías/servidor de 6 unidades NVMe de 2,5" sustituibles en caliente	Clúster de PowerEdge Dell R740xD de 3 nodos, bahías/servidor de 8 NVMe de 2,5" NVMe y 16 unidades SATA/SAS de 2,5"
CPU Intel(R) Xeon(R) Gold 6252 (48c/96t) @ 2,10 GHz x 8	CPU Intel(R) Xeon(R) Silver 4114 (10c/20t) @ 2,20 GHz x 8
64 DIMM REG ECC DDR4-2933 2Rx4 de Kingston de 32 GB (16 x 32 GB por nodo), 512 GB/nodo, 2048 GB/clúster	24 memorias ECC Dual Rank de Kingston de 32 GB (768 GB) @ 2400 MHz/nodo, 2304 GB/clúster
2 conmutadores para centros de datos Cisco Nexus N5K-C5010 de 20 puertos de 10 Gbe para el tráfico en la red vSAN	1 conmutador para centro de datos Cisco Nexus 9332PQ de 32 puertos dedicado para el tráfico en la red vSAN
	PERC H740P configurado en modo de transferencia HBA

Figura 1.1 Hardware utilizado durante nuestras pruebas

Entorno de pruebas de NVMe (SO y Software)	Entorno de pruebas de SATA (SO y Software)
Hypervisor: VMware ESXi, 7.0.3, 19193900	Hypervisor: 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)
HammerDB-v3.2	HammerDB-v3.2
HCIBench 2.5.3	HCIBench 2.5.3

Figura 1.2: SO y software

II. Configuración de la base de datos

En las pruebas aquí realizadas utilizamos una VM invitada Server 2019 con SQL Server 2017, y un VMDK separado del almacén de datos de vSAN para datos, registro y copia de seguridad. HammerDB, que es una aplicación de pruebas de carga de base de datos de código abierto compatible con la referencia TPCC para aplicaciones OLTP, y con la referencia TPC-H para carga de trabajo de análisis de datos. En las diversas pruebas realizadas para preparar este documento elegimos la especificación de referencia TPCC para simular las cargas de transacciones OLTP y garantizar la conformidad y fiabilidad de los resultados.

La referencia TPCC (puede consultarse la definición formal en tpc.org) es una referencia de OLTP conocida del sector, que implementa un sistema informático para ejecutar órdenes de clientes de suministrar productos de una empresa. La empresa vende 100.000 unidades y dispone de existencias en sus almacenes. Cada almacén tiene 10 distritos de ventas, y cada distrito presta servicio a 3000 clientes. Los clientes llaman a las empresas cuyos operadores aceptan la orden, cada una de las cuales contiene diversos artículos.

A continuación, las órdenes suelen ser atendidas desde el almacén local. Sin embargo, si en algún momento no hay existencias de algún artículo, estos son suministrados por un almacén alternativo. Es importante destacar que el tamaño de la empresa no es fijo, y que puede agregar almacenes y distritos de venta a medida que vaya creciendo. Por este motivo, los esquemas de ensayos pueden ser todo lo pequeños o grandes que desee. Los más grandes requieren una base de datos TPC-C mayor y un sistema informático más potente para procesar el nivel de transacciones incrementado (HammerDB).

Para preparar este artículo realizamos varias pruebas en varios almacenes (magnitud del esquema) y documentamos una serie de usuarios virtuales al inicio de cada prueba, que explicamos en los resultados de las pruebas. En todas las baterías de pruebas registramos los resultados de Hammer DB de cada una y, simultáneamente, recogimos las estadísticas de CPU, red, memoria y disco utilizando la monitorización de rendimiento de Windows (Perfmon), con el módulo nativo Get-Counter de Windows PowerShell, y la monitorización de rendimiento de vSAN disponible en el servidor vCenter.

III. Rendimiento del almacenamiento vSAN

Comprobamos el rendimiento del almacén de datos de vSAN para las configuraciones que nos interesan en este documento antes de ejecutar nuestras pruebas de SQL para evaluar el rendimiento previsible del almacén de datos de vSAN de SSD NVMe DC1500M y SATA Micron 5200 eco. Utilizamos la herramienta recomendada por VMware como referencia del almacén de datos de vSAN, [HCIBench v2.5.3](#), que es un kit de herramientas de automatización que implementa múltiples VM entre todos los hosts del clúster de vSAN, mientras se ejecutan cargas de trabajo específicas utilizando en paralelo Vdbench en todas las VM invitadas. Presentamos algunos resultados de nuestra ejecución con 6 VM en el clúster vSAN NVMe DC1500M y el clúster SATA Micron 5200 eco.

Las Figuras 1.3 y 1.4 muestran los resultados de las cargas de trabajo mixtas aleatorias sostenidas de 70% de lectura y 30% de escritura), con bloques de diversos tamaños, con una duración de 30 minutos para el almacén de datos vSAN de NVMe DC1500M y el almacén de datos vSAN de SSD SATA Micron 5200 eco. Con un tamaño de bloque de 4k, el almacén de datos de vSAN NVMe DC1500M podría rendir dos veces como muchos IOPS de 70% en lectura/30% en escritura (355K frente 178K) como el almacén de datos de vSAN SSD SATA, con cada E/S ejecutándose un 33% más rápido (0,5 ms frente 0,6 ms del vSAN SSD SATA). Las ventajas de rendimiento de NVMe se hacen evidentes a medida que aumenta el volumen de transferencias de E/S. Si observamos la carga de trabajo aleatoria de 64k (70% lectura y 30% escritura), el almacén de datos de vSAN NVMe podría rendir hasta tres veces más IOPS (121240 frente 31756), con una mejor latencia del 66% por E/S (2,1 ms frente a los 6,4 ms del vSAN de SSD SATA).

Las Figuras 1.5 y 1.6 muestran una comparativa del rendimiento sostenido de lectura y escritura de HCIBench, y de las latencias de los almacenes de datos de vSAN de NVMe DC1500M NVMe y SSD SATA Micron 5200 eco con diversos tamaños de bloques. Podríamos sostener un rendimiento de 17,8 GB/s (128k) del almacén de datos de NVMe DC1500M, 6,3 más que el rendimiento de la lectura del almacén de datos de vSAN de SSD SATA (2,79 GB/s) y 5 veces menos latencia (0,9 ms frente a 4,4 ms de vSAN de SATA). En cuanto a escritura, vSAN de DC1500M mantuvo un ritmo sostenido de 6,7 GB/s (128k), también 5,9 más que vSAN de SATA con una latencia 5 veces menor.

¿Cuánto se escala esta diferencia de este rendimiento bruto entre las tendidas de datos de NVMe y de SATA en lo que respecta a rendimiento de SQL? ¿En qué medida las ventajas de rendimiento de NVMe justifican el gasto? ¿Las operaciones de copia de seguridad o de restauración de SQL se ejecutarán más rápido para mitigar el impacto en las cargas de trabajo críticas? En las siguientes secciones intentaremos responder a estos interrogantes realizando algunos experimentos.

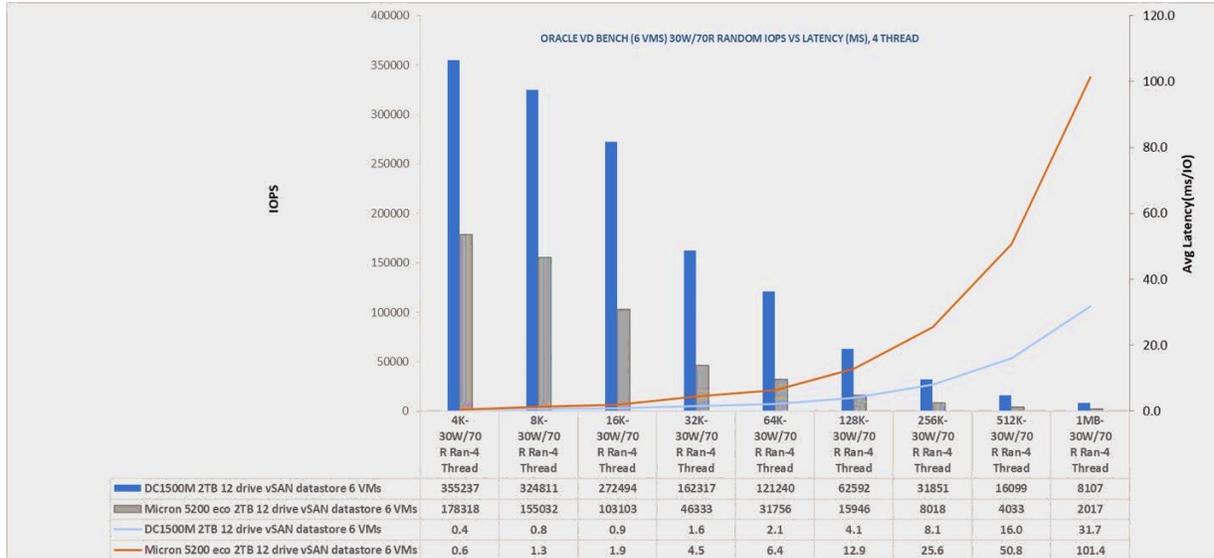


Figura 1.3 Comparativa entre almacenes de datos de vSAN DC1500M y Micron 5200 eco, 4k, 70L/30E, aleatoria, QD=8, hilos=4, IOPS de 6 VM de HClBench y latencia promedio (ms)

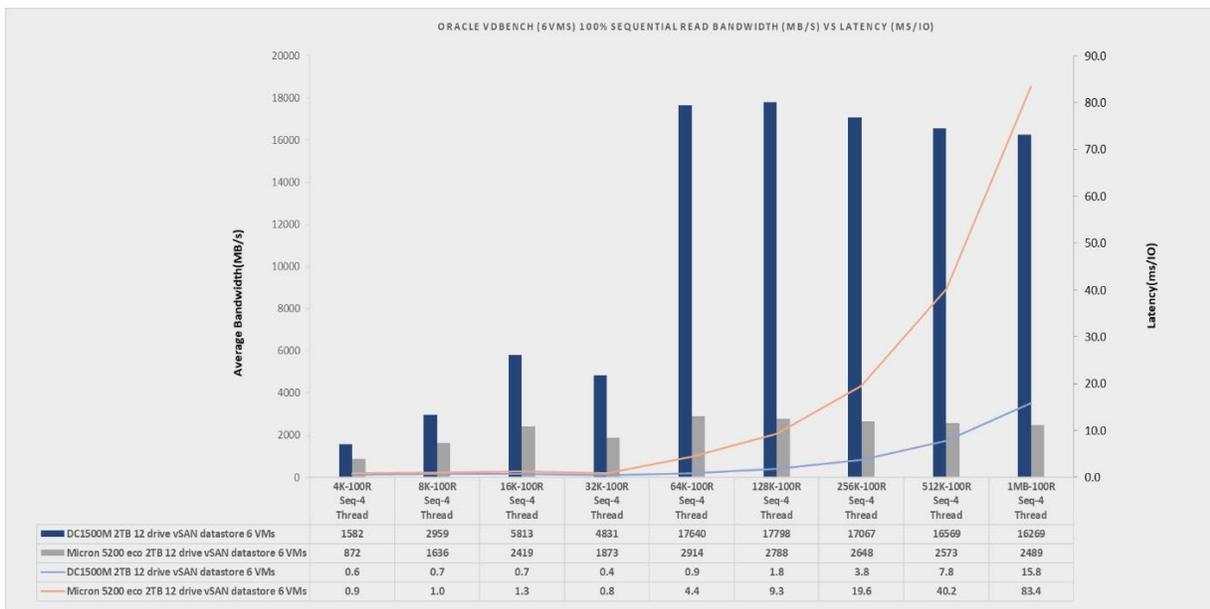


Figura 1.4 Comparativa entre almacenes de datos de vSAN DC1500M vSAN y Micron 5200 eco vSAN, 100L/0E, secuencial, QD=8, hilos=4, 6 VM de HClBench con rendimiento de lectura (MB/s) y latencia de lectura promedio (ms/ES)

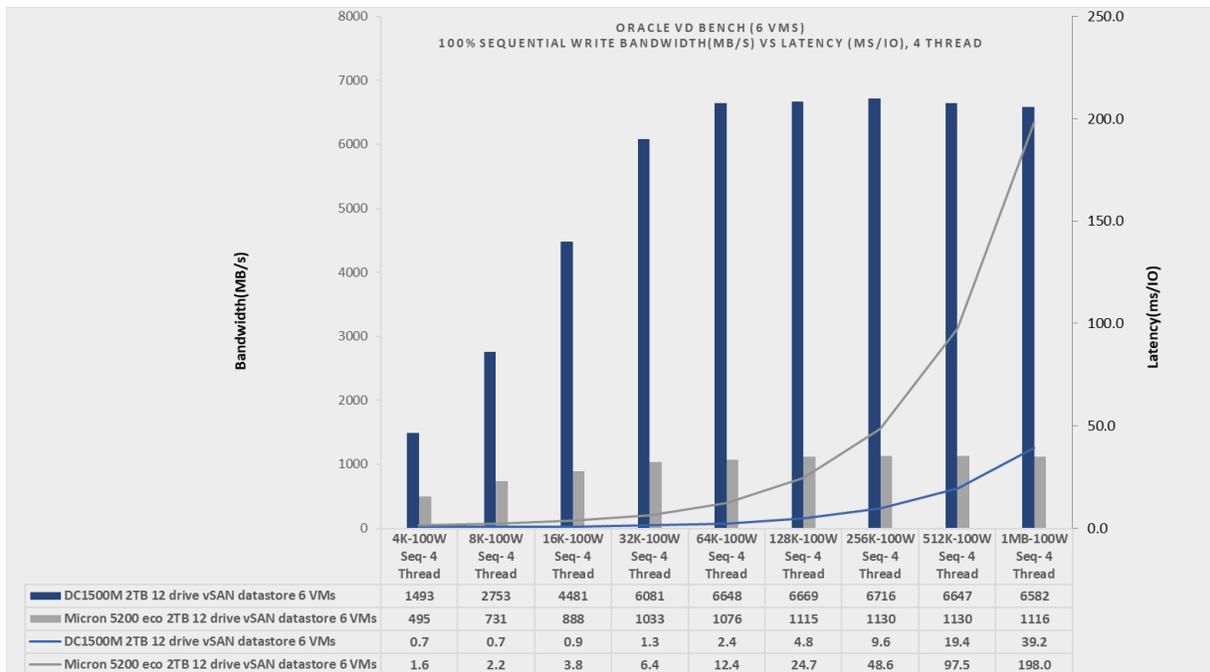


Figura 1.5 Comparativa entre almacenes de datos de vSAN DC1500M vSAN y Micron 5200 eco vSAN, 100E/OL, secuencial, QD=8, hilos=4, 6 VM de HCIBench con rendimiento de lectura (MB/s) y latencia de lectura promedio (ms/ES)

Resultados de las pruebas

Prueba 1, Servidor SQL vSAN DC1500M 2017 VM de 960 GB con diversos volúmenes de DRAM

Configuración del almacenamiento en el almacén de datos de vSAN: 3 DC1500M de 906 G FW S67F0103/grupo de discos, 4 grupos de discos en total (1 por servidor), entorno de pruebas vSAN de NVMe. SQL Server 2017 con sistema operativo invitado Server 2019 Datacenter.		
Descripción de la prueba 1a	Descripción de la prueba 1b	Descripción de la prueba 1c
<p>Disco virtual provisionado desde el almacén de datos vSAN de DC1500M en el entorno de prueba de NVMe. Se eligió un esquema de base de datos de almacén 1200, que representaba a una base de datos de 100 G. A la VM del sistema sometido a prueba (SUT) se le asignaron 16 núcleos virtuales y 128 GB de RAM</p> <p>Se provisionó otra VM vSAN con 16c/128 GB de RAM para actuar como servidor de generador de carga y enviar transacciones al SUT. La secuencia de usuario virtual creada fue 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55, 89. Se eligieron un tiempo de rampa ascendente de 2 minutos y una duración de prueba de secuencia de usuario de 5 minutos.</p>	<p>Igual que la prueba 1a; aunque la DRAM asignada a la VM invitada se redujo a 32 GB para incrementar las E/S al área de datos. También se utilizó un servidor de generación de carga remoto para enviar transacciones al SUT, aunque la DRAM asignada al LGS también se redujo a 32 GB.</p>	<p>Igual que la prueba 1a; con la diferencia de que la DRAM asignada a la VM se redujo a 32 GB para aumentar las E/S al área de datos. Esta prueba se ejecutó localmente en la VM del SUT para eliminar cualquier atasco de la red.</p>

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

Nuestro objetivo en la prueba 1 fue obtener una base de referencia del nivel de rendimiento previsto con la comparativa de TPCC en SQL Server 2017 de vSAN de VMware con el almacén de datos vSAN de NVMe DC1500M 100% Flash, con una asignación de diferentes volúmenes de memoria al SQL Server. La idea de variar el volumen de DRAM asignada al sistema SQL sometido a prueba (SUT, por sus siglas en inglés) está basada en estos conceptos:

- Las reducciones de asignación de DRAM a la VM de la base de datos de SQL Server aumentarán las E/S al área de datos y podrán más énfasis en el rendimiento de las 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 de SQL Server tiene suficiente DRAM, la mayoría de los datos serán puestos en caché durante una prueba de OLTP, y las E/S al área de datos serán mínimas (prueba de OLTP en memoria)

Creamos un volumen de esquema de 1200 almacenes, lo cual resultó en una base de datos TPCC de un volumen de ~100 GB. En la primera prueba asignamos 128 GB de DRAM al SUT, de manera que todo el esquema cupiese en la memoria. Luego ejecutamos la secuencia de usuario virtual en un servidor de generación de carga (LGS) remoto, con el objeto de simular usuarios que enviaban transacciones a la base de datos, escalándolos desde 1 hasta 89 usuarios para equipararse al tamaño del esquema y al volumen de recursos de CPU/memoria asignados a la VM del SQL Server. Una vez concluida la prueba, restablecimos la base de datos TPCC para, a continuación, reducir la DRAM asignada al SUT a 32 GB y al LGS, y volvimos a realizar la misma prueba con la misma secuencia de usuarios. Por último, ejecutamos la misma prueba localmente en la VM del SUT para eliminar cualquier atasco de red que pudiese haber introducido el servidor de generación de carga remoto.

Resultados de la Prueba 1, Servidor SQL vSAN DC1500M 2017 VM de 960 GB con diversos volúmenes de DRAM

Las Figuras 2.2 y 2.3 muestran las Transacciones por minuto (TPM) y las Nuevas órdenes por minuto (NOPM) que obtuvimos en las pruebas 1a, 1b y 1c utilizando el almacén de datos vSAN de DC1500M. En todas las ejecuciones de pruebas observamos el escalamiento de TPM y de NOPM en función del aumento de usuarios virtuales. Con 89 usuarios virtuales, la VM de SQL Server 2017 con una base de datos OLTP mayormente en memoria pudo alcanzar 1.113.300 TPM con 259.631 NOPM. Cuando redujimos a 32 GB la DRAM asignada al SUT y a la VM de LGS, conseguimos 958.338 TPM y 208311 NOPM, aunque cuando ejecutamos la prueba localmente en la VM del SUT alcanzamos unas impresionantes 1.463.290 TPM y 318.092.

Aquí es donde vimos en acción las ventajas de la latencia de los discos SSD NVMe Enterprise. Esto significa que, cuando se asigna memoria insuficiente para guardar el esquema en caché, al aumentar el número de transacciones y verse la base de datos de SQL Server necesaria para escribir datos desde la memoria al archivo de registro de transacciones, el disco virtual de NVMe puede responder con bastante agilidad como para sostener el mayor rendimiento de transacciones y escalarlo, hasta que la CPU se convierte en el atasco. En la figura Figura 2.4, en la prueba 1c, podemos ver que, incluso con 89 usuarios virtuales, cada usuario puede procesar 16.441 transacciones por minuto. Basándonos en estos resultados empíricos, podemos llegar a la conclusión de que construir nuestra base de datos sobre una infraestructura hiperconvergente de NVMe permite ahorrar costes de asignación de DRAM adicional a SQL Server 2017.

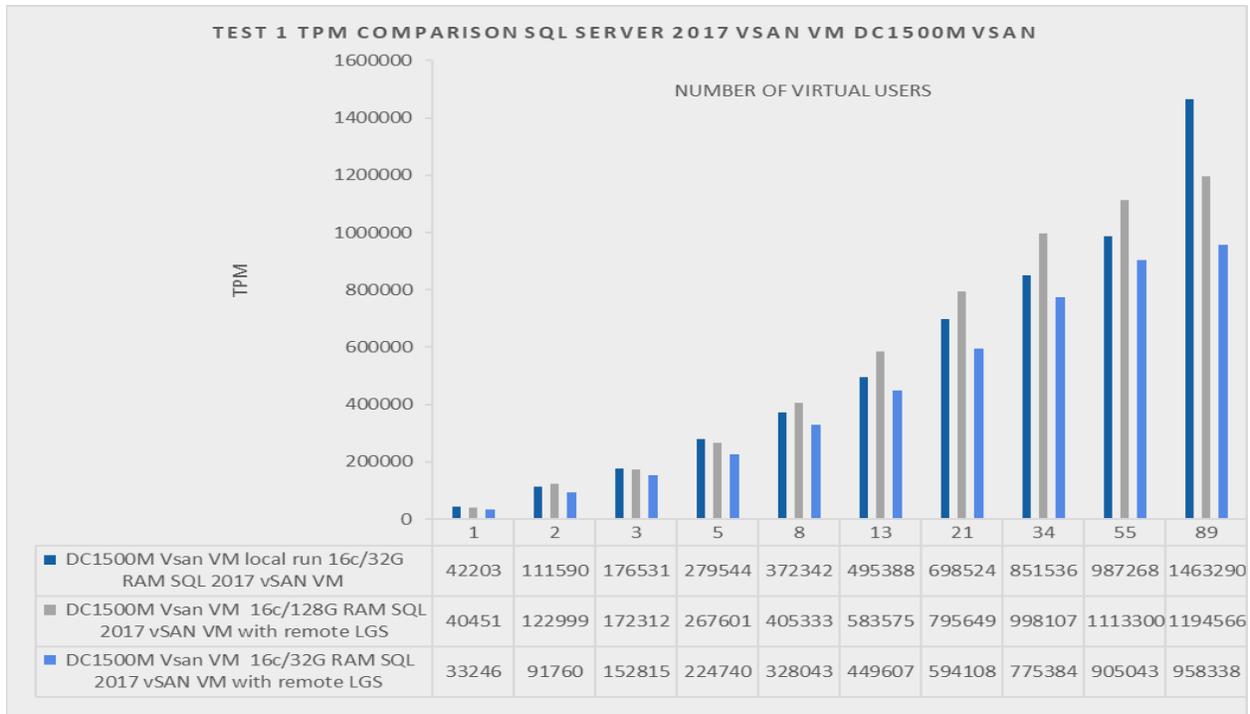


Figura 2.2 Pruebas 1a, b, c: comparativa de TPM en almacén de datos de vSAN DC1500M con DRAM de diferentes volúmenes

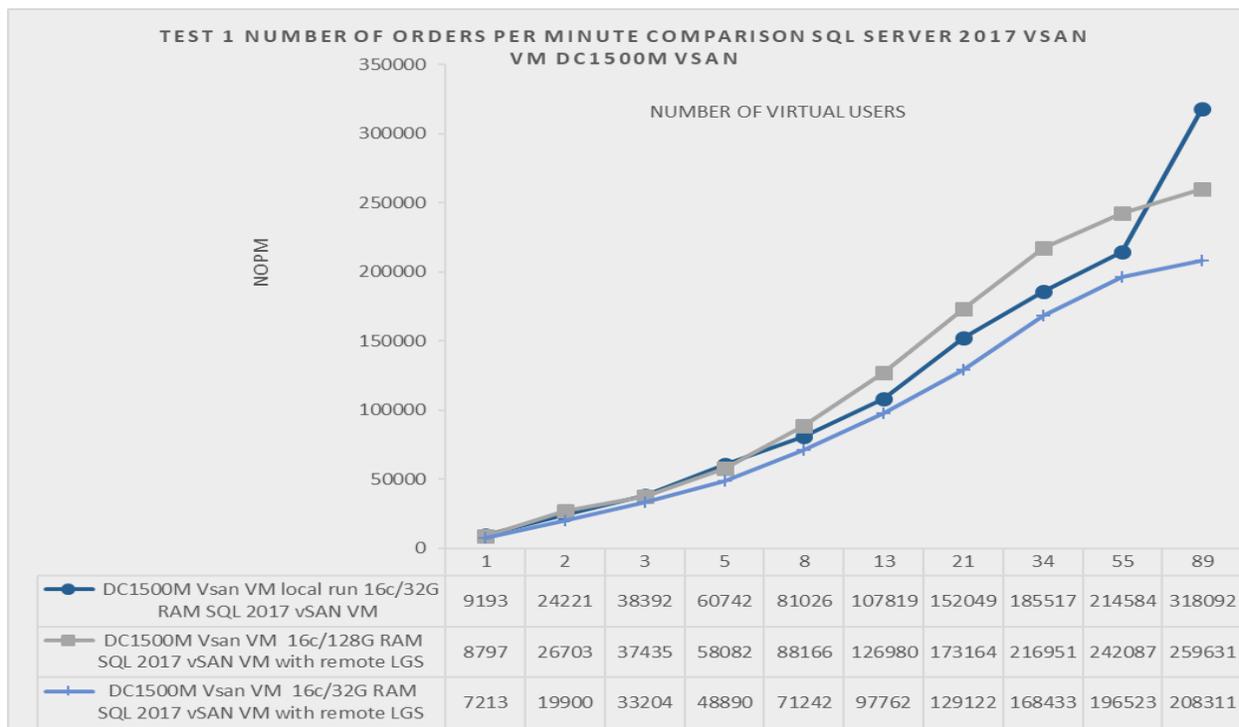


Figura 2.3 Pruebas 1a, b, c: comparativa de NOPM en almacén de datos de vSAN DC1500M con DRAM de diferentes volúmenes

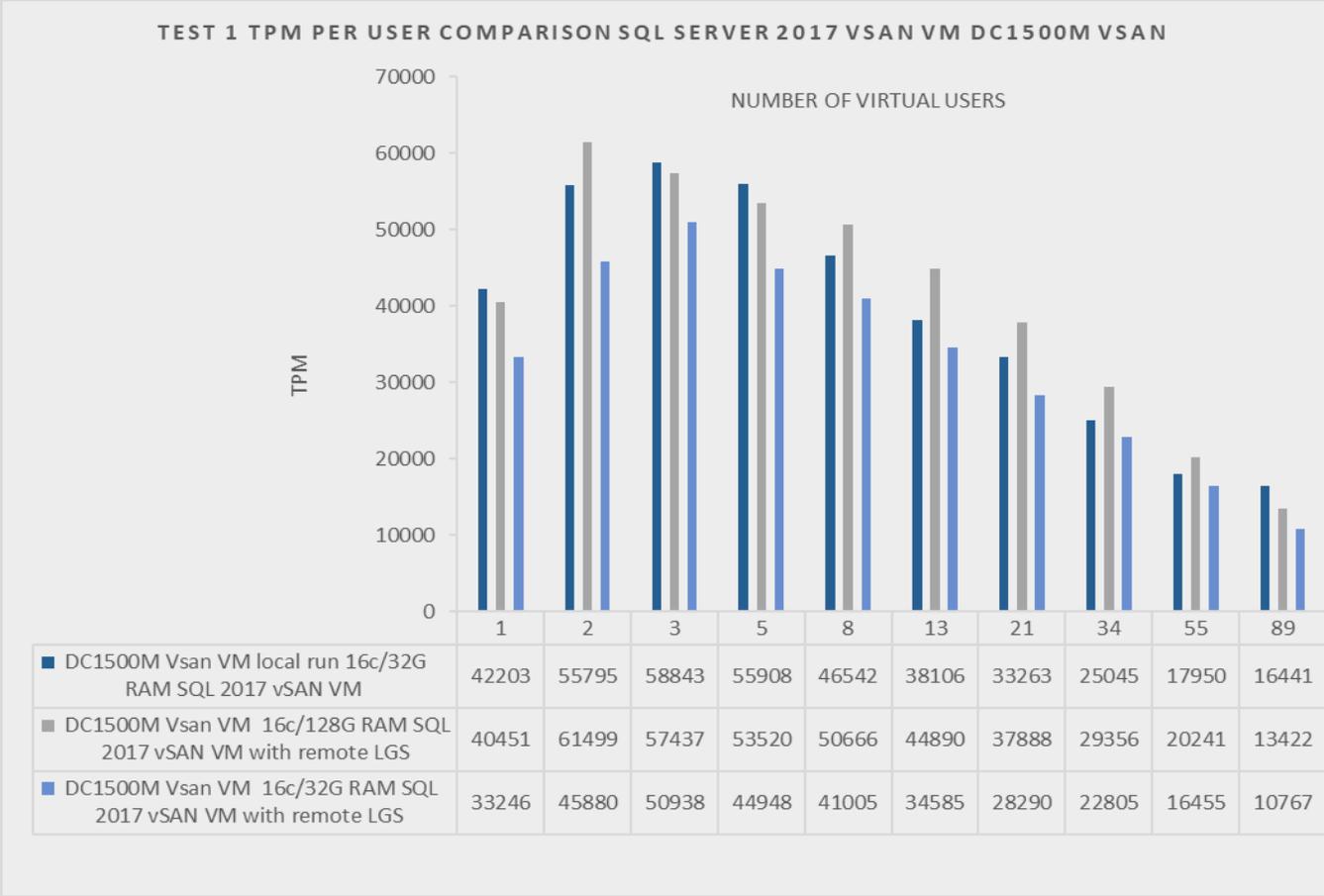


Figura 2.4 Pruebas 1a, b, c: comparativa de TPM en almacén de datos de vSAN DC1500M con DRAM de diferentes volúmenes

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

<ul style="list-style-type: none"> Configuración del almacenamiento de vSAN NVMe para la prueba 1a: 3 DC1500M de 906 G FW S67F0103/grupo de discos, 4 grupos de discos en total (1 por servidor), entorno de pruebas vSAN de NVMe. SQL Server 2017 con sistema operativo invitado Server 2019 Datacenter. (Prueba 1a) Configuración del almacenamiento de vSAN SATA para la prueba 1b: 3 DC500M de 1920 G FW SCEJK2.8/grupo de discos, 3 grupos de discos en total (1 por servidor), entorno de pruebas vSAN de SATA. SQL Server 2017 con sistema operativo invitado Server 2019 Datacenter. (Prueba 1b) Configuración del almacenamiento de vSAN SATA para la prueba 1c: 3 Micron 5200 ECO de 1920 G FW D1MU004/grupo de discos, 3 grupos de discos en total (1 por servidor), entorno de pruebas vSAN de SATA. SQL Server 2017 con sistema operativo invitado Server 2019 Datacenter. (Prueba 1b) 		
Descripción de la prueba 2a	Descripción de la prueba 2b	Descripción de la prueba 2c
<p>Disco virtual provisionado desde el almacén de datos vSAN de DC1500M en el entorno de prueba de NVMe. Se eligió un esquema de base de datos de almacén 1200, que representaba a una base de datos de 100 G. A la VM del sistema sometido a prueba (SUT) se le asignaron 16 núcleos virtuales y 32 GB de RAM</p> <p>La secuencia de usuario virtual creada fue 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55, 89. Se eligieron un tiempo de rampa ascendente de 2 minutos y una duración de prueba de secuencia de usuario de 5 minutos.</p> <p>La prueba se ejecutó localmente en el VM del SUT.</p>	<p>Disco virtual provisionado desde el almacén de datos vSAN de D500M en el entorno de prueba de SATA. Se eligió un esquema de base de datos de almacén 1200, que representaba a una base de datos de 100 G. A la VM del sistema sometido a prueba (SUT) se le asignaron 16 núcleos virtuales y 32 GB de RAM</p> <p>La secuencia de usuario virtual creada fue 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55, 89. Se eligieron un tiempo de rampa ascendente de 2 minutos y una duración de prueba de secuencia de usuario de 5 minutos.</p> <p>La prueba se ejecutó localmente en el VM del SUT.</p>	<p>Disco virtual provisionado desde el almacén de datos vSAN Micron 5200 eco en el entorno de prueba de SATA. Se eligió un esquema de base de datos de almacén 1200, que representaba a una base de datos de 100 G. A la VM del sistema sometido a prueba (SUT) se le asignaron 16 núcleos virtuales y 32 GB de RAM</p> <p>La secuencia de usuario virtual creada fue 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55, 89. Se eligieron un tiempo de rampa ascendente de 2 minutos y una duración de prueba de secuencia de usuario de 5 minutos.</p> <p>La prueba se ejecutó localmente en el VM del SUT.</p>

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

La prueba 2 compara el rendimiento de la referencia TPCC para la VM del sistema SQL Server 2017 sometido a prueba, ejecutándose localmente en 3 almacenes de datos diferentes: vSAN de NVMe DC1500M Enterprise de Kingston, vSAN de [DC500M de Kingston](#) y de SSD SATA Micron 5200 eco. En la prueba 2 ejecutamos localmente en la VM del sistema SQL Server 2017 sometido a prueba para incrementar las E/S al área de datos y enfatizar el rendimiento de las E/S de la base de datos contenedoras del esquema, y probar el escalamiento de una secuencia de usuarios de 1 a 89 para adaptarse al tamaño del esquema y al volumen de recursos de CPU/memoria asignados a la VM de SQL Server.

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

Las Figuras 3.2 y 3.3 muestran las Transacciones por minuto (TPM) y las Nuevas órdenes por minuto (NOPM) que conseguimos en las pruebas 2a, 2b y 2c. En todas las pruebas ejecutadas observamos que las TPM y las NOPM se escalan a medida que aumenta el número de usuarios virtuales, aunque dicho escalamiento es drásticamente diferente para NVMe y para SATA. Con 89 usuarios virtuales, la VM del almacenamiento vSAN respaldado por DC1500M en SQL Server 2017 pudo alcanzar 1.463.290 TPM con 318.092 NOPM. Comparativamente, conseguimos 738.067 TPM/160.410 NOPM de la VM de vSAN DC500M de SQL Server, y 628.499 TPM/136.436 NOPM en el almacén de datos vSAN de Micron 5200 eco. Esto implica que, utilizando el

mismo número de unidades NVMe DC1500M, en un almacén de datos vSAN respaldado por NVMe es posible duplicar efectivamente el rendimiento de transacciones y órdenes por minuto, en comparación con un almacén de datos vSAN respaldado por SATA con el mismo número de discos SSD. En un contexto empresarial, si tenemos 89 usuarios enviando simultáneamente transacciones a la base de datos, cada usuario puede procesar un 235% más de transacciones (lo cual se traduce en más órdenes por minuto) (Figura 3.4) si actualiza su estructura de VMware empleando soluciones NVME de grado empresarial, como DC1500M.

La Figura 3.5 muestra una comparativa entre el tiempo de reposo promedio de la CPU y el número de usuarios virtuales en las pruebas 2a, b y c. Se trata de un parámetro útil para medir la eficacia del disco virtual: con qué rapidez puede responder un disco virtual al incrementarse el número de transacciones y al tener la base de datos de SQL Server que escribir datos desde la memoria al archivo de registro de transacciones. Con 89 usuarios virtuales, el tiempo de reposo de nuestra CPU (iowait) de nuestra VM vSAN respaldada por un NVMe DC1500M es de un 15,5%, en comparación el 37,8% de una VM respaldada por DC500M y el 44,2% de una VM respaldada por Micron 5200. Esto implica que nuestro disco virtual NVMe responde mucho más rápidamente a las peticiones de E/S, impidiendo que la CPU se quede esperando a que las E/S se completen, y posibilitando el procesamiento de muchas más transacciones. En un contexto empresarial, actualizar la infraestructura de VMware a NVMe permite un uso más eficiente de los núcleos virtuales asignados a la VM del SQL Server para incrementar las transacciones y reducir los costes eliminando núcleos innecesarios de las VM de SQL antiguas en niveles de almacenamiento más lentos.

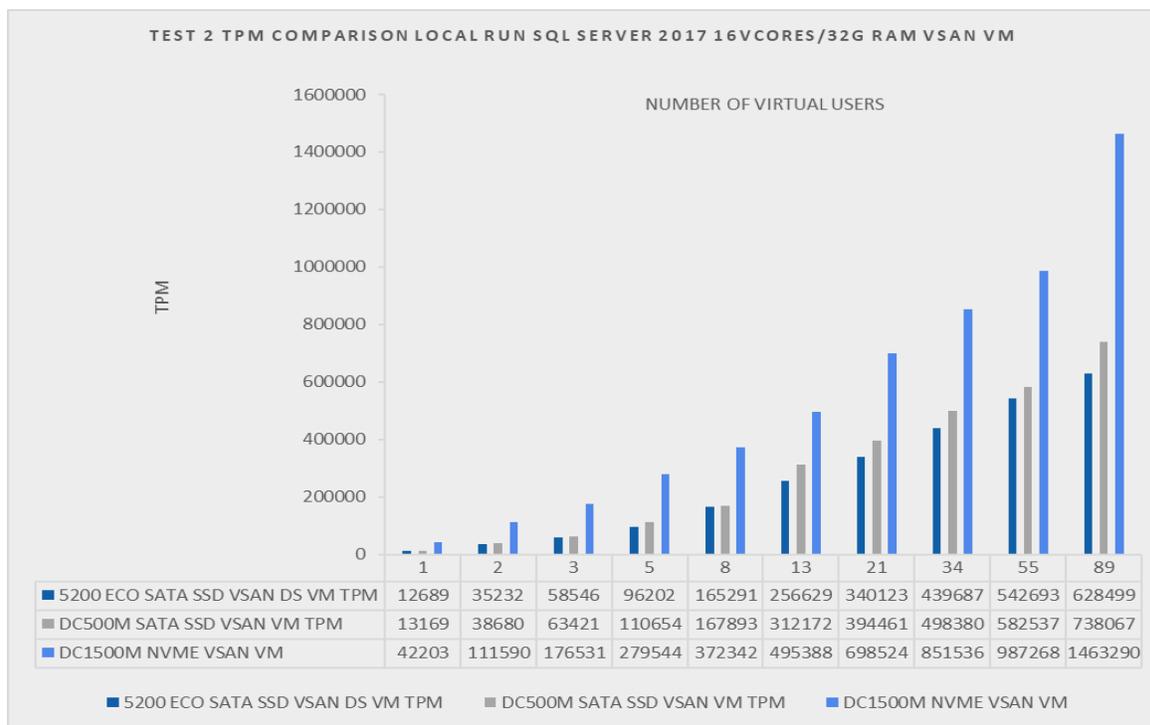


Figura 3.2 Prueba 2: Comparativa de TPM entre almacenes de datos de vSAN NVME y SATA

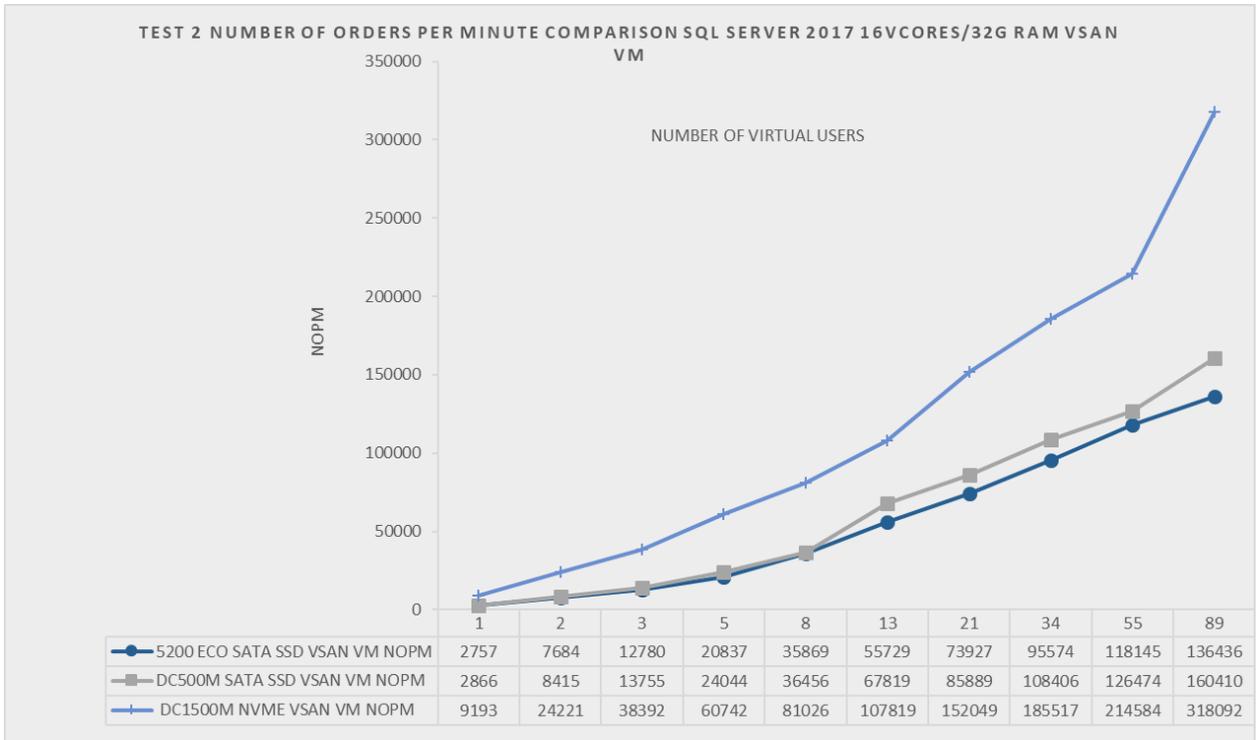


Figura 3.3 Prueba 2: Comparativa de NOPM entre almacenes de datos de vSAN NVME y SATA

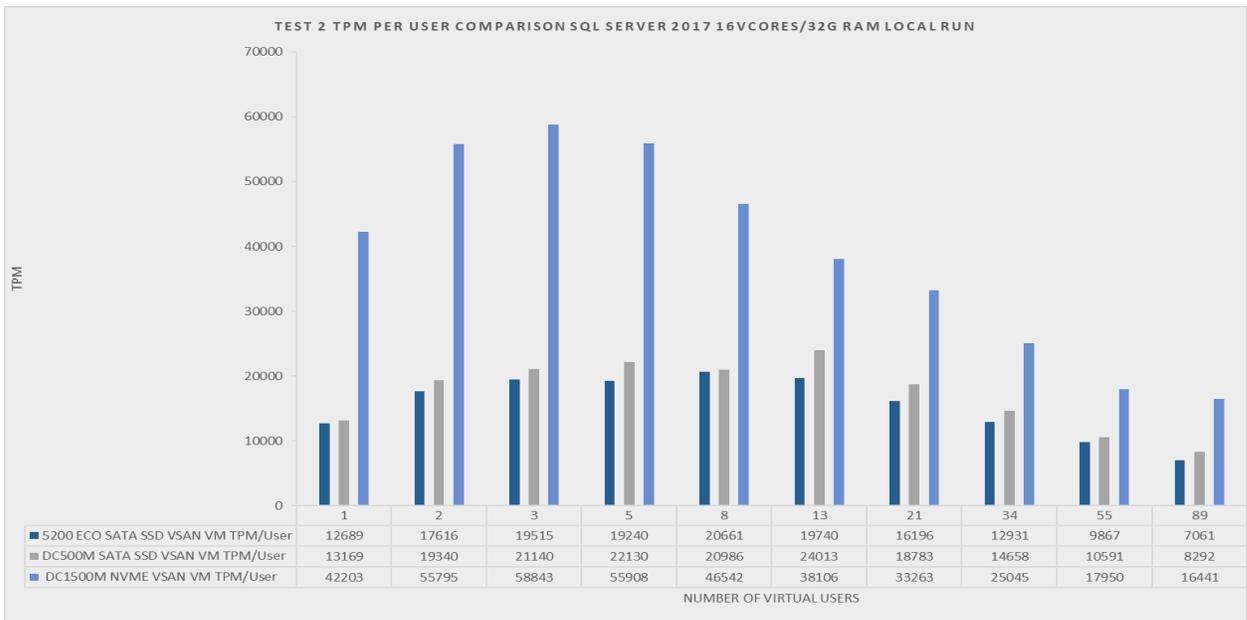


Figura 3.4 Prueba 2: Comparativa de TPM por usuario entre almacenes de datos de vSAN NVME y SATA

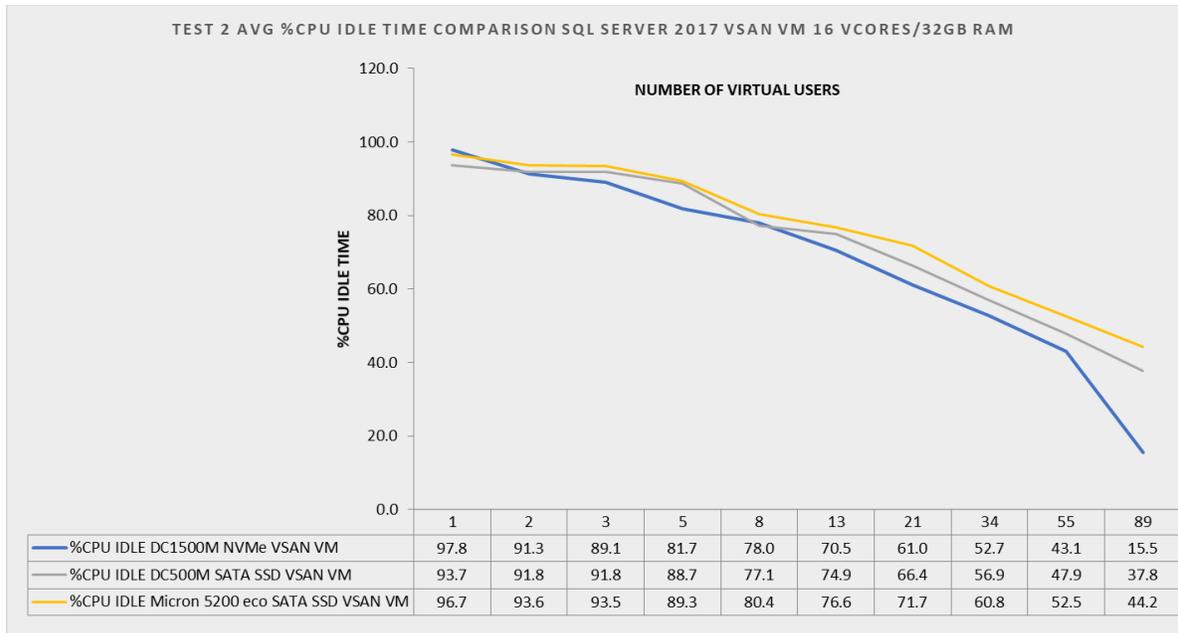


Figura 3.5 Prueba 2: Comparativa de % de tiempo en reposo de la CPU entre almacenes de datos de vSAN NVME y SATA

Prueba 3: comparativa de rendimiento de SQL Server 2017 con NVMe DC1500M y almacén de datos vSAN SATA Micron 5200 eco, con un volumen de datos mayor y una duración más prolongada de la prueba

<ul style="list-style-type: none"> Configuración del almacenamiento de vSAN NVMe para la prueba 3a: 3 DC1500M de 906 G FW S67F0103/grupo de discos, 4 grupos de discos en total (1 por servidor), entorno de pruebas vSAN de NVMe. SQL Server 2017 con sistema operativo invitado Server 2019 Datacenter. (Prueba 3a) Configuración del almacenamiento de vSAN SATA para la prueba 3b: 3 Micron 5200 ECO de 1920 G FW D1MU004/grupo de discos, 3 grupos de discos en total (1 por servidor), entorno de pruebas vSAN de SATA. SQL Server 2017 con sistema operativo invitado Server 2019 Datacenter. (Prueba 3b) 	
<p>Descripción de la prueba 3a</p> <p>Disco virtual provisionado desde el almacén de datos vSAN de DC1500M en el entorno de prueba de NVMe.</p> <p>Se eligió un esquema de base de datos de almacén 2000, que representaba a una base de datos de 157 GB. A la VM del sistema sometido a prueba (SUT) se le asignaron 40 núcleos virtuales 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 eligieron un tiempo de rampa ascendente de 10 minutos y una duración de prueba de secuencia de usuario de 20 minutos.</p> <p>La prueba se ejecutó localmente en el VM del SUT.</p>	<p>Descripción de la prueba 2b</p> <p>Disco virtual provisionado desde el almacén de datos vSAN Micron 5200 eco en el entorno de prueba de SATA.</p> <p>Se eligió un esquema de base de datos de almacén 2000, que representaba a una base de datos de 157 GB. A la VM del sistema sometido a prueba (SUT) se le asignaron 40 núcleos virtuales 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 eligieron un tiempo de rampa ascendente de 10 minutos y una duración de prueba de secuencia de usuario de 20 minutos.</p> <p>La prueba se ejecutó localmente en el VM del SUT.</p>

Figura 4.1 Descripción de la prueba 3: prueba de estrés de base de datos de SQL Server 2017 en almacenes de datos vSAN de SATA Micron 5200 eco y de SSD NVMe DC1500M

Esta prueba fue diseñada para ser un ensayo de estrés de mayor duración, con un volumen de esquema de base de datos más grande, con el objeto de validar los resultados anteriores y comparar el rendimiento de la referencia TPCC para la VM del sistema SQL Server 2017 sometido a prueba, ejecutándose localmente en dos almacenes de datos diferentes; NVMe DC1500M de Kingston y SSD SATA Micron 5200 eco SATA. Esta vez elegimos un esquema de 2000 almacenes, lo cual conllevó una base de datos TPC-C de 157 GB. Utilizamos 40 núcleos virtuales en cada VM de SQL Server, para asignar suficientes recursos de CPU para generar más transacciones y saturar el rendimiento transaccional, aunque solamente asignamos 32 GB de RAM para limitar las E/S de la prueba. Ajustamos ligeramente la secuencia de datos virtuales para escalar desde 1 a 128 usuarios, y permitimos que cada secuencia de usuario virtual se ejecutase durante mucho más tiempo (20 minutos, con un tiempo de rampa ascendente de 10 minutos. Esto nos permitió recoger estadísticas de latencia de disco mientras duró la ejecución de la prueba.

[Resultados de la Prueba 3: comparativa de rendimiento de SQL Server 2017 con NVMe DC1500M y almacén de datos vSAN SATA Micron 5200 eco, con un volumen de datos mayor y una duración más prolongada de la prueba](#)

Las Figuras 4.2 y 4.3 muestran las Transacciones por minuto (TPM) y las Nuevas órdenes por minuto (NOPM) que conseguimos en las pruebas 3a y 3b. Incluso con una mayor duración, tanto las VM de SQL Server 2017 respaldadas por NVMe como las que utilizan SSD SATA pudieron escalar a medida que se incrementaba hasta 128 el número de usuarios virtuales, aunque la gradiente de escala es mucho mayor para NVMe. Con 89 usuarios conseguimos 1,84 M TPM en comparación con los 0,96 TPM y 361.743 NOPM frente a las 184.451 NOPM en las VM de SQL de vSAN respaldadas por SSD SATA. Esto supone un incremento del 200% de las TPM/NOPM en el almacén de datos vSAN respaldado por NVMe DC1500M frente a las VM respaldadas por vSAN Micron 5200 eco, con el mismo número de núcleos virtuales y DRAM asignada.

Las Figuras 4.4 y 4.5 muestran una comparativa de la latencia promedio del disco virtual y un 99% de latencia del disco virtual con el número de usuarios de Windows Perfmon en las VM vSAN de SQL respaldadas por NVMe y SATA. En cada secuencia de usuario virtual, el disco virtual respaldado por DC1500M puede mantener una latencia promedio de <1 ms, incluso a pesar de que el número de usuarios continuaba escalándose. Al llegar a los 89 usuarios virtuales, el disco virtual respaldado por DC1500M tenía una latencia promedio de 0,92 ms/E/S, en comparación con los 2,36 ms/E/S del disco virtual respaldado por SSD SATA: un incremento del 256% de la latencia promedio en comparación con NVMe. Lo más interesantes es la calidad del servicio con una latencia del 99%: con 89 usuarios, el disco virtual DC1500M pudo completar el 99% de todas las E/S en 1,61 ms, en tanto que el disco virtual respaldado por SSD SATA ejecutó el 99% de todas las E/S en 7,05 ms: un incremento del 437% en comparación con NVMe. Aquí queda en evidencia la diferencia de latencia entre NVMe y SATA. Y dado que el DC1500M está diseñado para mantener una latencia predecible de calidad de servicio durante las cargas de trabajo de OLTP sostenidas, no observamos picos súbitos de latencia, aún cuando la cantidad de usuarios virtuales aumenta, lo cual se traduce en más peticiones de E/S en paralelo en la capa de bloque. Desde un punto de vista empresarial, esto implica que actualizar la infraestructura de VMware de SSD SATA a unidades NVMe de grado empresarial, como la DC1500M, permite un escalamiento de transacciones y una drástica bajada de la latencia, con lo cual las aplicaciones pueden escalar rápidamente y reducir costes en el transcurso del tiempo.



Figura 4.2 Prueba 3 Prueba de estrés comparativa base de datos de SQL Server 2017 en almacenes de datos vSAN de SATA Micron 5200 eco y de SSD NVMe DC1500M

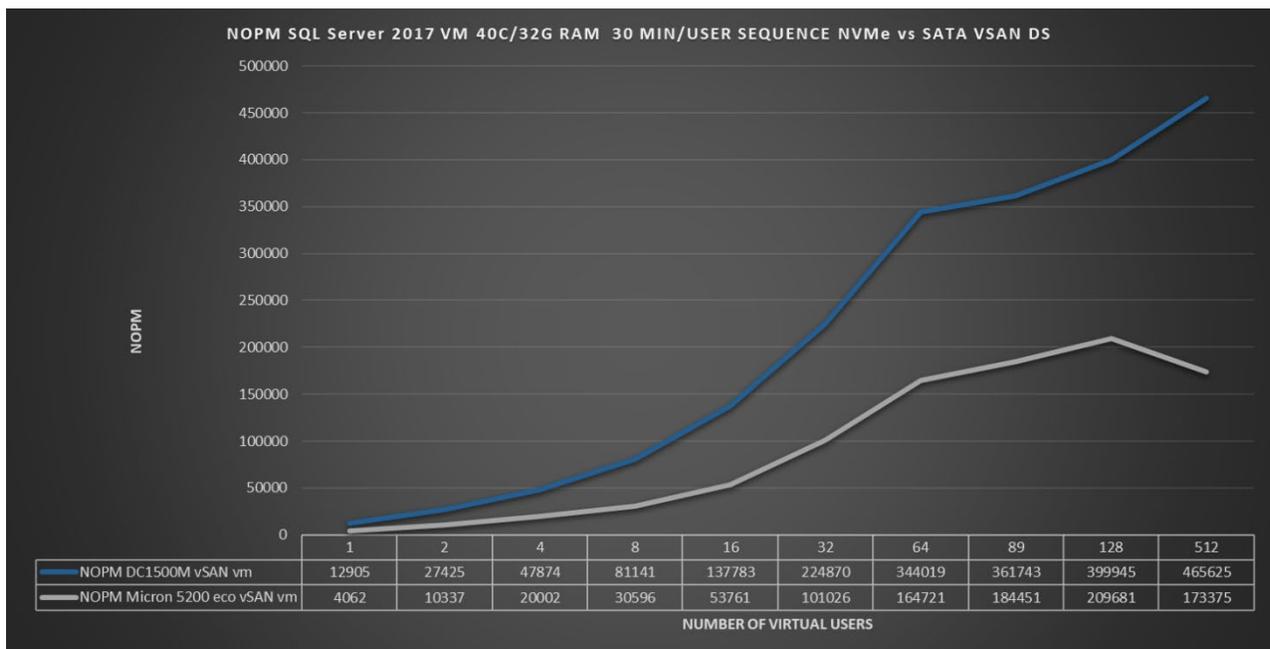


Figura 4.3 Prueba 3 Prueba de estrés comparativa base de datos de SQL Server 2017 en almacenes de datos vSAN de SATA Micron 5200 eco y de SSD NVMe DC1500M

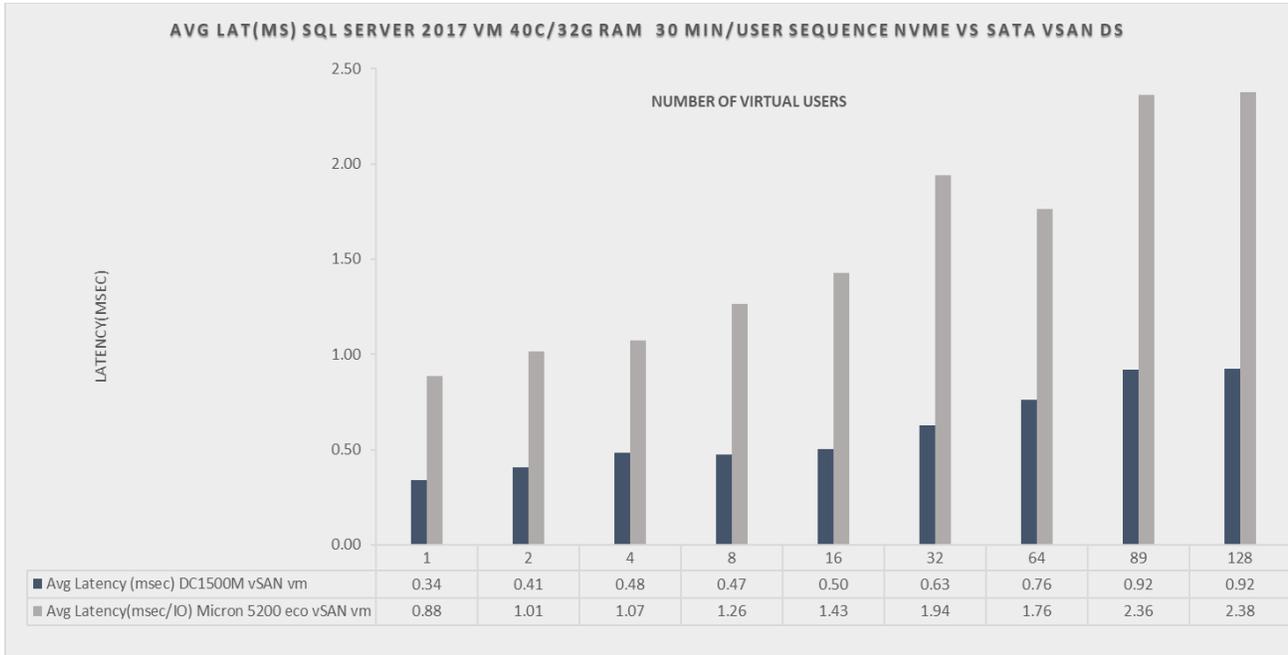


Figura 4.4 Prueba 3 Prueba de estrés comparativa de latencia promedio (ms) de base de datos de SQL Server 2017 en almacenes de datos vSAN de SATA Micron 5200 eco y de SSD NVMe DC1500M

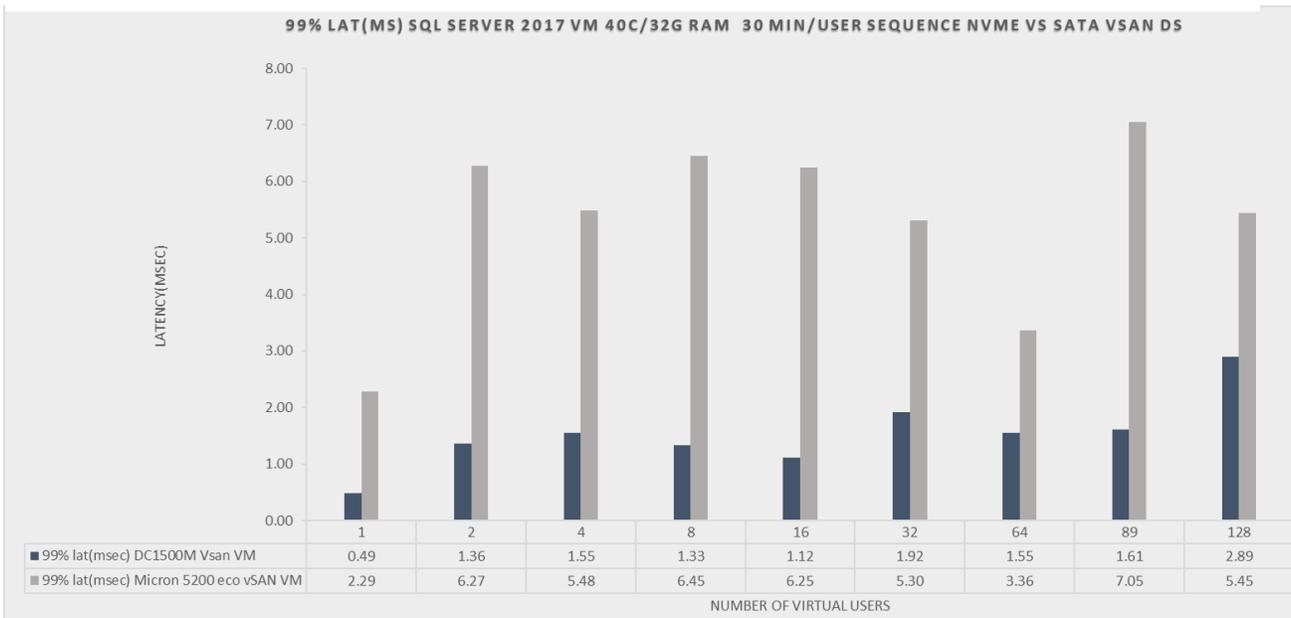


Figura 4.5 Prueba 3 Prueba comparativa de latencia promedio (ms) al 99% de base de datos de SQL Server 2017 en almacenes de datos vSAN de SATA Micron 5200 eco y de SSD NVMe DC1500M

Prueba 4: comparativa de rendimiento, copia de seguridad y restablecimiento del rendimiento de SQL Server 2017 entre NVMe DC1500M y vSAN SATA Micron 5200 eco

<ul style="list-style-type: none"> Configuración del almacenamiento de vSAN NVMe para la prueba 3a: 3 DC1500M de 906 G FW S67F0103/grupo de discos, 4 grupos de discos en total (1 por servidor), entorno de pruebas vSAN de NVMe. SQL Server 2017 con sistema operativo invitado Server 2019 Datacenter. (Prueba 4a) Configuración del almacenamiento de vSAN SATA para la prueba 3b: 3 Micron 5200 ECO de 1920 G FW D1MU004/grupo de discos, 3 grupos de discos en total (1 por servidor), entorno de pruebas vSAN de SATA. SQL Server 2017 con sistema operativo invitado Server 2019 Datacenter. (Prueba 4b) 	
Descripción de la prueba 4a	Descripción de la prueba 4b
<p>Disco virtual provisionado desde el almacén de datos vSAN de DC1500M en el entorno de prueba de NVMe.</p> <p>Se creó en el SUT un esquema de base de datos de almacén 2000, que representaba a una base de datos de 157 GB. A la VM del sistema sometido a prueba (SUT) se le asignaron 16 núcleos virtuales y 32 GB de RAM</p> <p>Se activaron 3 ciclos de secuencias de comandos de copia de seguridad/restauración para realizar una copia de seguridad y restaurar la base de datos TCPP, y se registraron los parámetros de rendimiento con el monitor de rendimiento de Windows</p> <p>La prueba se ejecutó localmente en el VM del SUT.</p>	<p>Disco virtual provisionado desde el almacén de datos vSAN Micron 5200 eco en el entorno de prueba de SATA.</p> <p>Se creó en el SUT un esquema de base de datos de almacén 1200, que representaba a una base de datos de 157 GB. A la VM del sistema sometido a prueba (SUT) se le asignaron 16 núcleos virtuales y 32 GB de RAM</p> <p>Se activaron 3 ciclos de secuencias de comandos de copia de seguridad/restauración para realizar una copia de seguridad y restaurar la base de datos TCPP, y se registraron los parámetros de rendimiento con el monitor de rendimiento de Windows</p> <p>La prueba se ejecutó localmente en el VM del SUT.</p>

Figura 5.1 Descripción de la prueba 4: Comparativa de rendimiento de copia de seguridad/restablecimiento de de base de datos de SQL Server 2017 en almacenes de datos vSAN de SATA Micron 5200 eco y de SSD NVMe DC1500M

Las operaciones de copia de seguridad y restablecimiento de bases datos SQL son un buen método para medir el rendimiento y la latencia del disco virtual subyacente. Queríamos determinar una base de referencia de parámetros de rendimiento y de latencia de una única VM vSAN respaldada por NVMe y SATA recogiendo las estadísticas del disco virtual con la monitorización de rendimiento de Windows al activar operaciones de copia de seguridad/restablecimiento de TPC-C.

Prueba 4: Resultados: comparativa de rendimiento, copia de seguridad y restablecimiento del rendimiento de SQL Server 2017 entre NVMe DC1500M y vSAN SATA Micron 5200 eco

La Figura 5.2-5.4 muestra el rendimiento y la latencia, recogidos segundo a segundo, por nuestra secuencia de comandos de monitorización de rendimiento de Windows en uno de los ciclos de copia de seguridad/restablecimiento en la prueba 4a) y la prueba 4b). La VM d SQL Server respaldada por un almacén de datos vSAN NVMe DC1500M completada por la operación de copia de seguridad TPCC en 265 segundos, alcanzando un promedio de rendimiento de 593 MB/s y una latencia promedio de 1,46 ms/E/S. La operación de restauración de la base de datos TPCC se ejecutó en 129 segundos, con una anchura de banda (BW) promedio de 1,4 GB/s y una latencia promedio de 2,65 ms/E/S. Si la comparamos con la VM respaldada por vSAN Micron 5200 eco, la operación de copia de seguridad se ejecutó 1,5 veces más rápido, y la de restauración 2,15 veces más rápido, en la VM de SQL respaldada por vSAN NVMe.

Normalmente, las operaciones de copia de seguridad y de restauración se realizan fuera del horario laboral para evitar afectar a las VM de producción. Sin embargo, esto no siempre es posible. Si las operaciones de copia de seguridad o de restablecimiento de SQL se realizan durante los horarios pico, uno querría que se ejecuten lo más rápido posible para evitar las consecuencias de la latencia en los usuarios que están realizando transacciones en el nivel 1 que están compartiendo el mismo almacén de datos vSAN. La migración de bases de datos SQL a almacenes de datos vSAN respaldados por NVMe permite absorber este impacto. Incluso si las operaciones de copia de seguridad/restauración se ejecutan fuera del horario laboral, lo ideal es concluyan lo antes posible para evitar paradas de las bases de datos del primer nivel que comparten los mismos recursos.

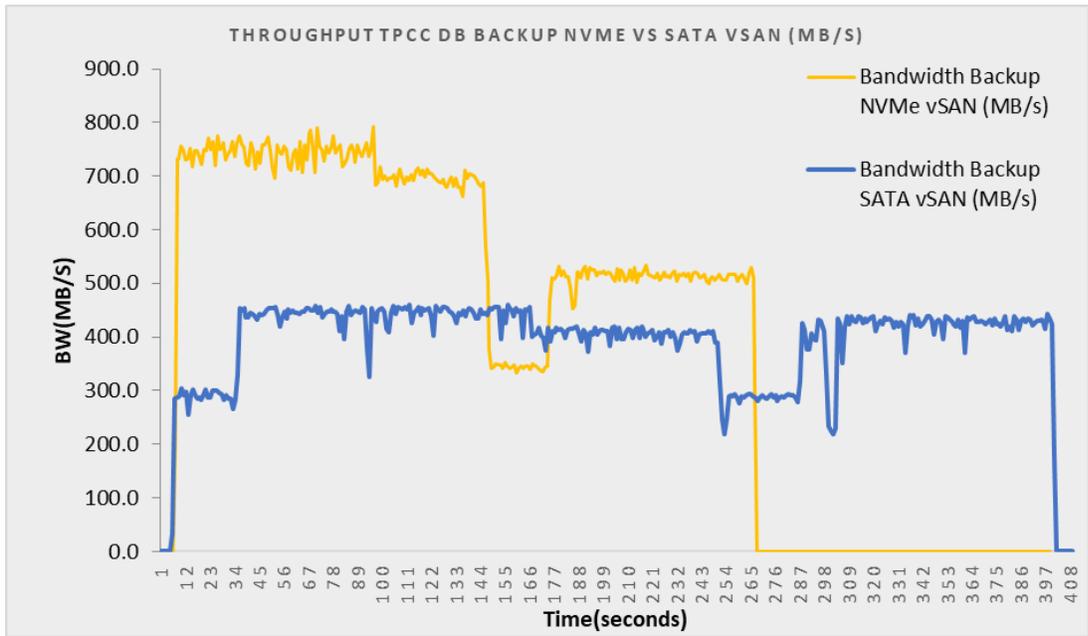


Figura 5.2 Comparativa de rendimiento de copia de seguridad de base de datos TPCC de SQL Server 2017 con almacenes de datos vSAN de SSD SATA Micron 5200 eco y SSD NVMe DC1500M (MB/s)

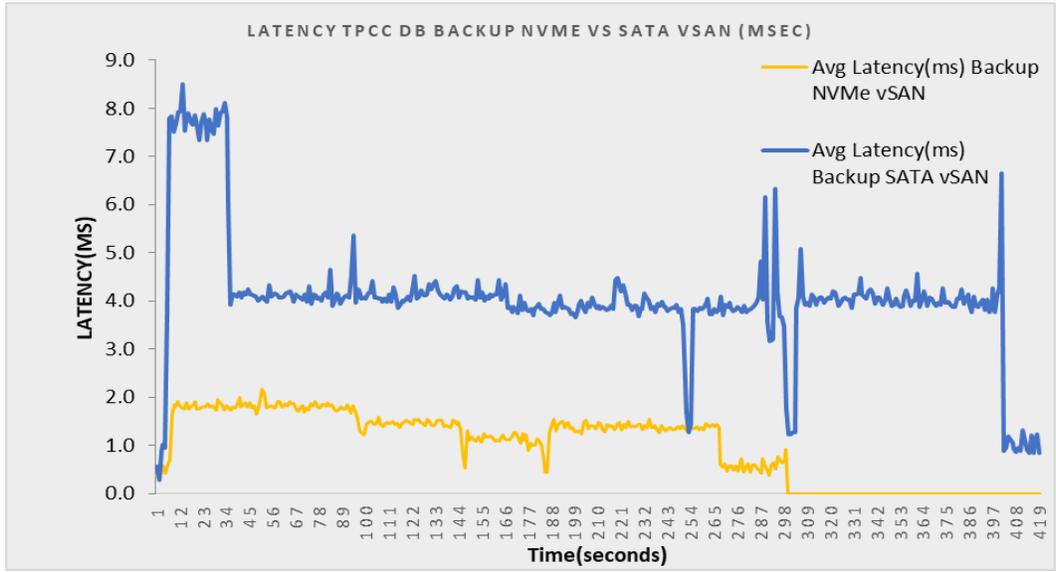


Figura 5.3 Comparativa de latencia promedio (ms) de base de datos de SQL Server 2017 en almacenes de datos vSAN de SATA Micron 5200 eco y de SSD NVMe DC1500M

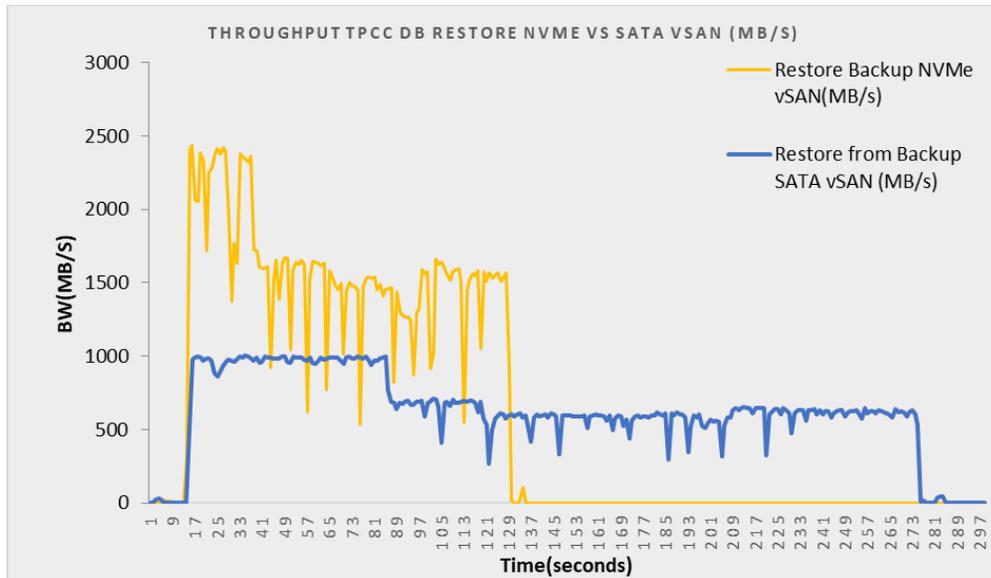


Figura 5.4 Comparativa de rendimiento de base de datos TPCC de SQL Server 2017 con almacenes de datos vSAN de SSD SATA Micron 5200 eco y SSD NVMe DC1500M (MB/s)

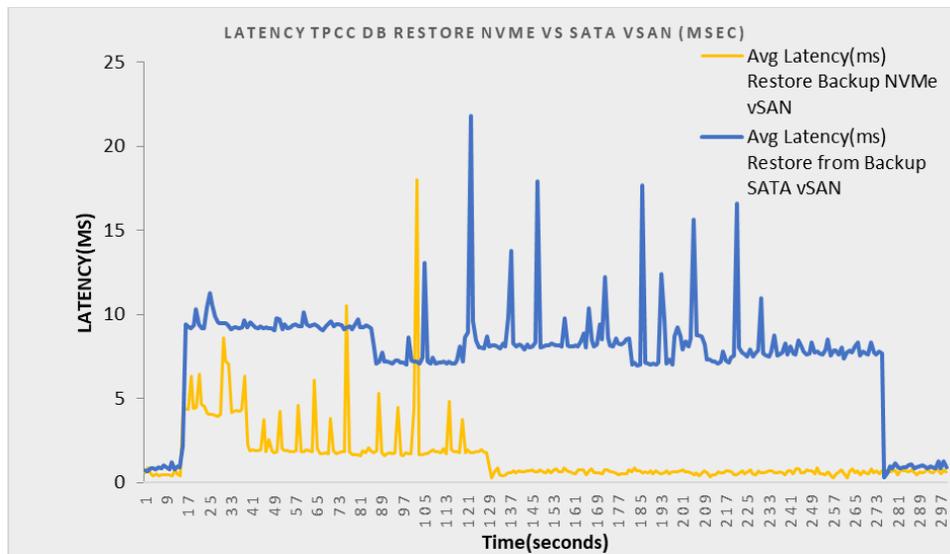


Figura 5.5 Comparativa de latencia (ms) de base de datos de SQL Server 2017 en almacenes de datos vSAN de SATA Micron 5200 eco y de SSD NVMe DC1500M

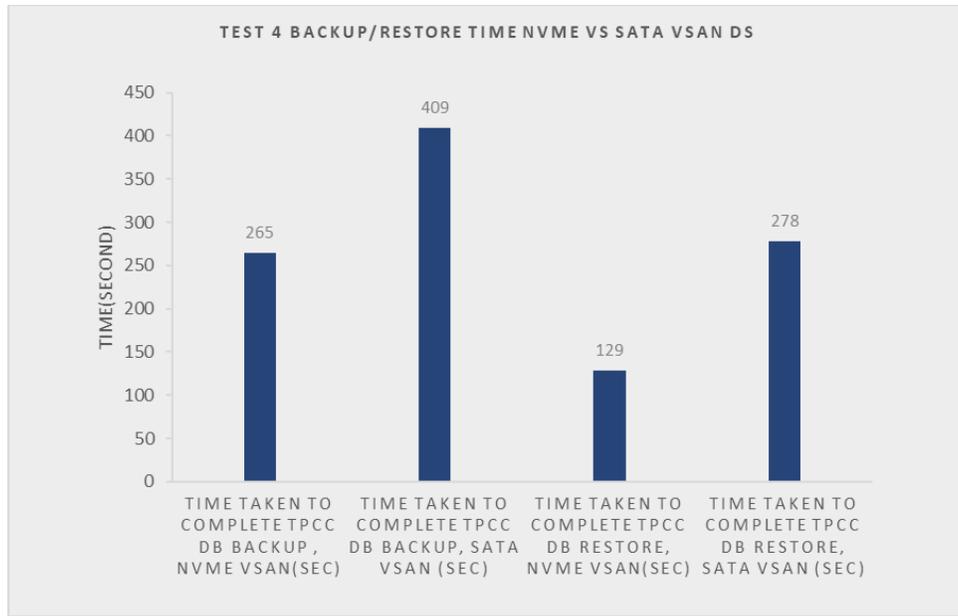


Figura 5.6 Tiempo necesario para ejecutar operaciones de copia de seguridad/restauración de base de datos de SQL Server 2017 en almacenes de datos vSAN de SATA Micron 5200 eco y de SSD NVMe DC1500M (seg)

Prueba 5: comparativa de rendimiento, prueba del vecino ruidoso, entre SQL Server 2017, NVMe DC1500M y vSAN SATA Micron 5200 eco

<ul style="list-style-type: none"> Configuración del almacenamiento de vSAN NVMe para la prueba 3a: 3 DC1500M de 906 G FW S67F0103/grupo de discos, 4 grupos de discos en total (1 por servidor), entorno de pruebas vSAN de NVMe. SQL Server 2017 con sistema operativo invitado Server 2019 Datacenter. (Prueba 5a) Configuración del almacenamiento de vSAN SATA para la prueba 3b: 3 Micron 5200 ECO de 1920 G FW D1MU004/grupo de discos, 3 grupos de discos en total (1 por servidor), entorno de pruebas vSAN de SATA. SQL Server 2017 con sistema operativo invitado Server 2019 Datacenter. (Prueba 5b) 			
Descripción de la prueba 5a	Descripción de la prueba 5b	Descripción de la prueba 5c	Descripción de la prueba 5d
<p>VM SQL 2017 Disco virtual provisionado desde el almacén de datos vSAN de DC1500M en el entorno de prueba de NVMe.</p> <p>Se creó en el SUT un esquema de base de datos de almacén 1200, que representaba a una base de datos de 100 GB. A la VM del sistema sometido a prueba (SUT) se le asignaron 16 núcleos virtuales y 32 GB de RAM</p> <p>El SUT fue clonado 11 veces, y se asignaron 3 VM/servidor físico de SUT (12 VM de SUT en total)</p> <p>La prueba fue configurada para ejecutar 89 usuarios virtuales con un tiempo de rampa ascendente de 30 minutos; y en cada VM de SUT se seleccionó una duración de 300 min</p> <p>La prueba se activó en las 12 VM de SUT en paralelo</p>	<p>SQL 2017 Disco virtual provisionado desde el almacén de datos vSAN Micron 5200 eco en el entorno de prueba de SATA.</p> <p>Se creó en el SUT un esquema de base de datos de almacén 1200, que representaba a una base de datos de 100 GB. A la VM del sistema sometido a prueba (SUT) se le asignaron 16 núcleos virtuales y 32 GB de RAM</p> <p>El SUT fue clonado 8 veces, y se asignaron 3 VM/servidor físico de SUT (9 VM de SUT en total)</p> <p>La prueba fue configurada para ejecutar 89 usuarios virtuales con un tiempo de rampa ascendente de 30 minutos; y en cada VM de SUT se seleccionó una duración de 300 min</p> <p>La prueba se activó en las 9 VM de SUT en paralelo</p>	<p>VM SQL 2017 Disco virtual provisionado desde el almacén de datos vSAN de DC1500M en el entorno de prueba de NVMe.</p> <p>Se creó en el SUT un esquema de base de datos de almacén 1200, que representaba a una base de datos de 100 GB. A la VM del sistema sometido a prueba (SUT) se le asignaron 16 núcleos virtuales y 32 GB de RAM</p> <p>El SUT fue clonado 11 veces, y se asignaron 2 VM/servidor físico (8 VM de SUT en total) para ejecutar la carga de trabajo de la HDB.</p> <p>La prueba fue configurada para ejecutar 89 usuarios virtuales con un tiempo de rampa ascendente de 30 minutos; y en cada VM de SUT se seleccionó una duración de 300 min.</p> <p>1 VM/servidor físico tenía un esquema de TPCC de 1200 almacenes (100 GB), y se activó una secuencia de comandos de copia de seguridad cada 100 segundos (4 VM en total), en tanto que la carga de trabajo se ejecutaba en las VM del otro SUT durante 10 ciclos</p> <p>8 VM de SUT ejecutando la carga de trabajo de HDB; 4 VM ejecutando la secuencia de comandos de copia de seguridad.</p> <p>La prueba se activó en las 12 VM en paralelo</p>	<p>SQL 2017 VM de disco virtual provisionado desde el almacén de datos vSAN Micron 5200 eco en el entorno de prueba de SATA.</p> <p>Se creó en el SUT un esquema de base de datos de almacén 1200, que representaba a una base de datos de 100 GB. A la VM del sistema sometido a prueba (SUT) se le asignaron 16 núcleos virtuales y 32 GB de RAM</p> <p>El SUT fue clonado 8 veces, y se asignaron 2 VM/servidor físico (6 VM de SUT en total) para ejecutar la carga de trabajo de la HDB. La prueba fue configurada para ejecutar 89 usuarios virtuales con un tiempo de rampa ascendente de 30 minutos; y en cada VM de SUT se seleccionó una duración de 300 min.</p> <p>1 VM/servidor físico tenía un esquema de TPCC de 1200 almacenes (100 GB), y se activó una secuencia de comandos de copia de seguridad cada 100 segundos (4 VM en total), en tanto que la carga de trabajo se ejecutaba en las VM del SUT</p> <p>6 VM de SUT ejecutando la carga de trabajo de HDB; 3 VM ejecutando la secuencia de comandos de copia de seguridad.</p> <p>La prueba se activó en las 9 VM en paralelo</p>

Figura 6.1 Descripción de la prueba 5: prueba de Vecino ruidoso de base de datos de SQL Server 2017 en almacenes de datos vSAN de SATA Micron 5200 eco v de SSD NVMe DC1500M

Con esta prueba, nuestro objetivo fue simular una situación real, con cargas de trabajo aberrantes (en este caso, utilizamos operaciones de copia de seguridad de base de datos TPCC) en VM que comparten el mismo almacén de datos vSAN que las VM de SQL Server ejecutando cargas de trabajo de producción (en este experimento, la TPCC de referencia actúa como carga de trabajo de producción), y se evalúa el impacto sobre el rendimiento global considerando los resultados de la referencia TPCC y analizando los principales parámetros de almacenamiento, recogidos de Perfmon y del monitorizador de rendimiento de vSAN.

En las pruebas test 5a) y 5b) establecimos una base de referencia ejecutando la comparativa de TPCC en todas las VM en paralelo, sin ejecutar ninguna operación de copia de seguridad. Utilizamos 3 VM de SQL por servidor físico para ejecutar en los clústeres vSAN de NVMe y SATA, con un total de 12 VM de SUT para NVMe, y 9 VM de SUT para SATA. El volumen de nuestro esquema en esta prueba fue de 1200 almacenes, que se tradujeron en una base de datos TPC-C de aproximadamente ~100 GB. Ejecutamos la carga de trabajo de TPCC con 89 usuarios, durante 300 minutos y una rampa ascendente de 30 minutos.

En las pruebas 5c) y 5d) restauramos la base de datos TPC-C en todas las VM del SUT. Seguidamente, activamos una secuencia de comandos para ejecutar 10 ciclos de copia de seguridad en la base de datos TPC-C, en 4 VM del clúster de NVMe y 3 VM del clúster de SATA, mientras que simultáneamente ejecutábamos la misma referencia de TPC-C en las demás VM del SUT. Esto implica que, en el clúster vSAN de NVMe, 8 VM ejecutaban la carga de trabajo de TPC-C, y 4 VM ejecutaban la carga de trabajo de copia de seguridad en paralelo. Entretanto, en el clúster vSAN de SATA, 6 VM VM ejecutaban la carga de trabajo de TPC-C, y 3 VM ejecutaban la carga de trabajo de copia de seguridad en paralelo.

[Resultados de la Prueba 5: comparativa de rendimiento, prueba del vecino ruidoso, entre SQL Server 2017, NVMe DC1500M y vSAN SATA Micron 5200 eco](#)

Las Figuras 6.2 y 6.3 muestran las Transacciones por minuto (TPM) y las Nuevas órdenes por minuto (NOPM) que conseguimos en las pruebas 5a y 5b. Con 89 usuarios virtuales ejecutándose en cada una de las 12 VM de SQL Server respaldadas por el almacén de datos vSAN de NVMe DC1500M, conseguimos unas medias de 523.516 TPM y 113.182 NOPM por VM, frente a unos promedios de 269.320 TPM y 58.544 NOPM por VM, con 9 VM SQL respaldadas por el clúster de SATA Micron 5200 eco. Observando los datos de IOPS y de latencia recogidos del monitor de rendimiento de vSAN (Figuras 6.4 y 6.5, a continuación), las E/S resultantes de la capa del bloque se tradujeron en 120.000 IOPS de lectura y 60.000 de escritura en el clúster de NVMe, con una latencia de 800 μ s en operaciones de lectura/escritura, y 50.000 L/20.000 E en el clúster vSAN de SATA, con una latencia media en lectura de 3,8 ms, y un promedio de latencia en escritura de 5,5 ms. Nuevamente, esto destaca las diferencias de rendimiento entre NVMe y SATA, y demuestra la capacidad de los discos virtuales respaldados por NVMe DC1500M de absorber las peticiones en paralelo y procesarlas con una latencia de i/v mucho más rápida.

Las Figuras 6.5 y 6.6 muestran las Transacciones por minuto (TPM) y las Nuevas órdenes por minuto (NOPM) que conseguimos en las pruebas 5c y 5d. Con 89 usuarios virtuales ejecutándose en cada una de las 8 VM de SQL Server respaldadas por el almacén de datos vSAN NVMe DC1500M, las copias de seguridad de VM se activaron en paralelo en 4 VM, conseguimos un promedio de 575.933 TPM y de 125.206 NOPM, frente a medidas de 351.258 TPM y 76355 NOPM con 6 VM de SQL ejecutando la carga de trabajo de TPCC, en tanto que las copias de seguridad de VM se activaron en paralelo en 3 VM de SQL vSAN SATA respaldadas por unidades SATA Micron 5200 eco. Para contar la historia completa, tenemos que analizar los datos de latencia y de almacenamiento de los clústeres vSAN de SATA y de NVMe vSAN, evaluando con la velocidad de ejecución de las copias de seguridad en ambos.

Las Figuras 6.8 y 6.9 muestran los datos de IOPS y de latencia de vSAN recogidos de los clústeres de NVMe y de SATA utilizando la monitorización del rendimiento de vSAN en las pruebas 5c y 5d. La secuencia de comandos de copia de seguridad se configuró para ejecutarse cada 100 segundos durante 10 ciclos. Podemos

ver las repercusiones que las copias de seguridad de VM activadas tienen en los IOPS y en la latencia de lectura y escritura en los clústeres vSAN NVMe y SATA. Sin embargo, el impacto sobre la latencia es variable. La máxima latencia de E/S de lectura/escritura del clúster de NVMe alcanzó los 4 ms/E/S, sosteniendo un promedio de 2,5 ms/E/S en operaciones de lectura/escritura, en tanto que vSAN de SATA alcanzó un pico de 9 ms/E/S, sosteniendo un promedio de 7,3 ms/E/S en lectura y 4,9 ms/E/S en escritura. Esta es la latencia que el usuario final experimentará al intentar enviar una orden, actualizar su carro de la compra o ver productos de otros almacenes.

La Figura 6.11 muestra el tiempo que se tarda en completar los ciclos de copia de seguridad en una de las VM respaldadas por vSAN de DC1500M, y una VM respaldada por vSAN de Micron 5200 eco, excluyendo el tiempo de espera entre los ciclos de copias de seguridad. Llevó 73 minutos ejecutar 10 copias de seguridad, un promedio de 7 min/copia de seguridad en la VM de vSAN NVMe, y 122,15 minutos para ejecutar 10 copias de seguridad en la VM de vSAN de SSD SATA: un promedio de 12 minutos/copia de seguridad. La VM respaldada por la vSAN DC1500M terminó los ciclos de copia de seguridad 1,67 veces más rápido que la VM respaldada por la vSAN Micron 5200 eco. Esta es una prueba empírica de que actualizar su infraestructura de VMware con almacenes de datos respaldados por NVMe DC1500M contribuye a mitigar el problema del Vecino ruidoso, al permitir que operaciones no planificadas (como copias de seguridad de la base de datos) se ejecuten más rápido. Gracias a la impresionante capacidad de latencia y rendimiento, NVMe puede absorber el impacto de latencia que estas cargas de trabajo aberrantes tienen sobre las aplicaciones del primer nivel.

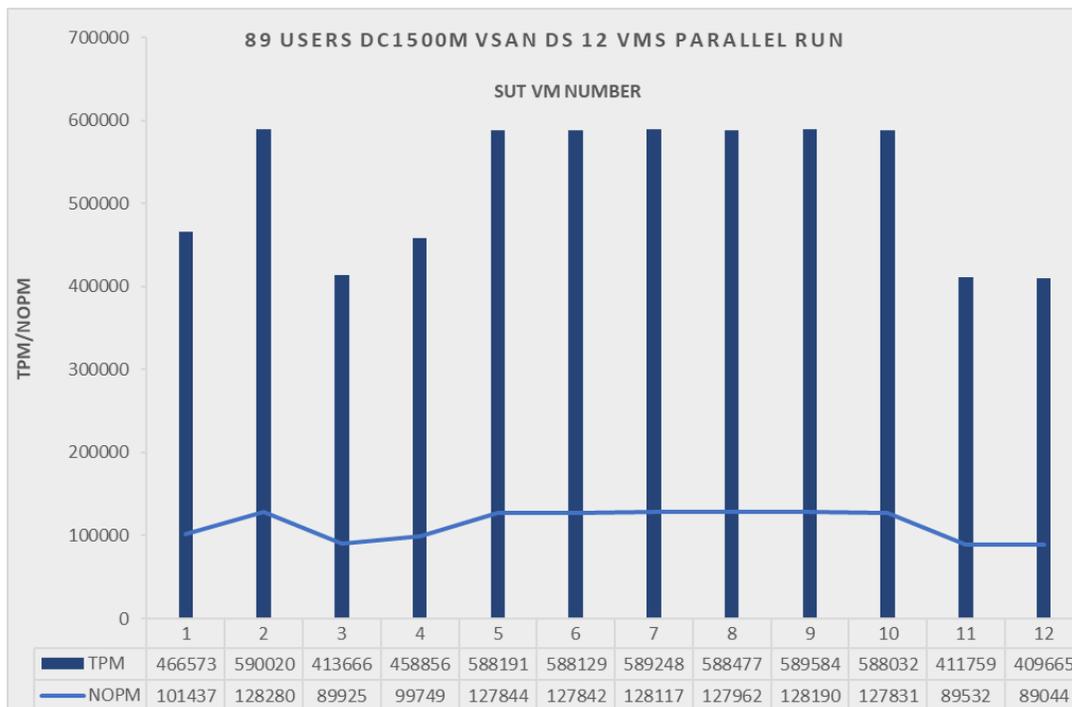


Figura 6.2 Prueba 5a TPM de SQL Server 2017 en 300 min con 12 VM ejecutándose en paralelo, 89 usuarios virtuales, almacén de datos vSAN de SSD NVMe DC1500M

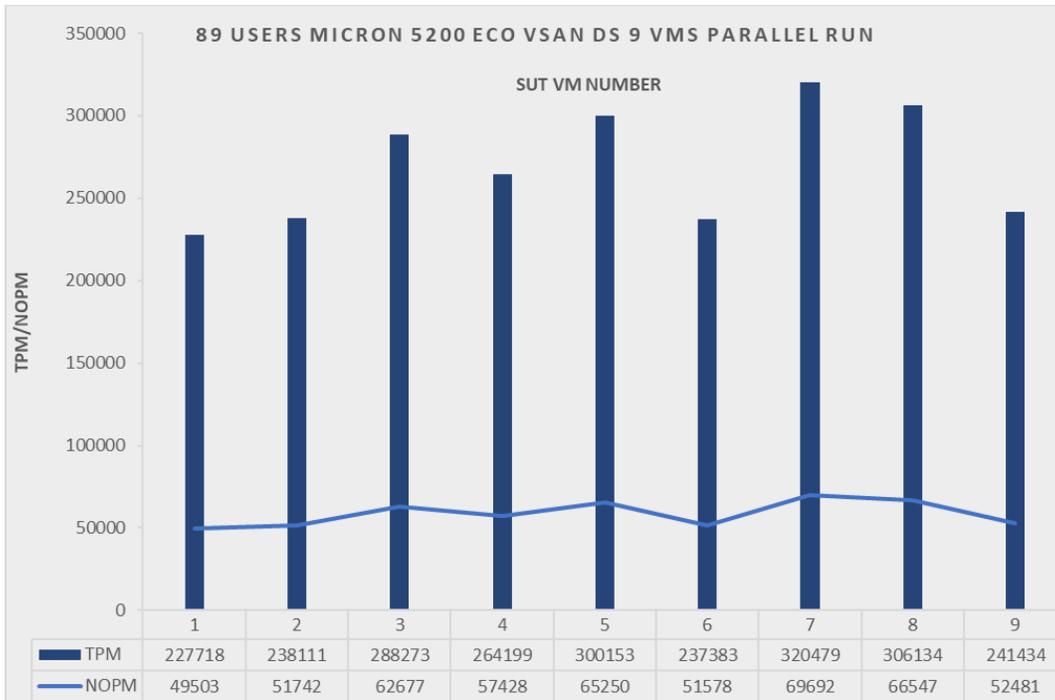


Figura 6.3 Prueba 5b TPM de SQL Server 2017 en 300 min con 12 VM ejecutándose en paralelo, 89 usuarios virtuales, almacén de datos vSAN de SSD NVMe DC1500M

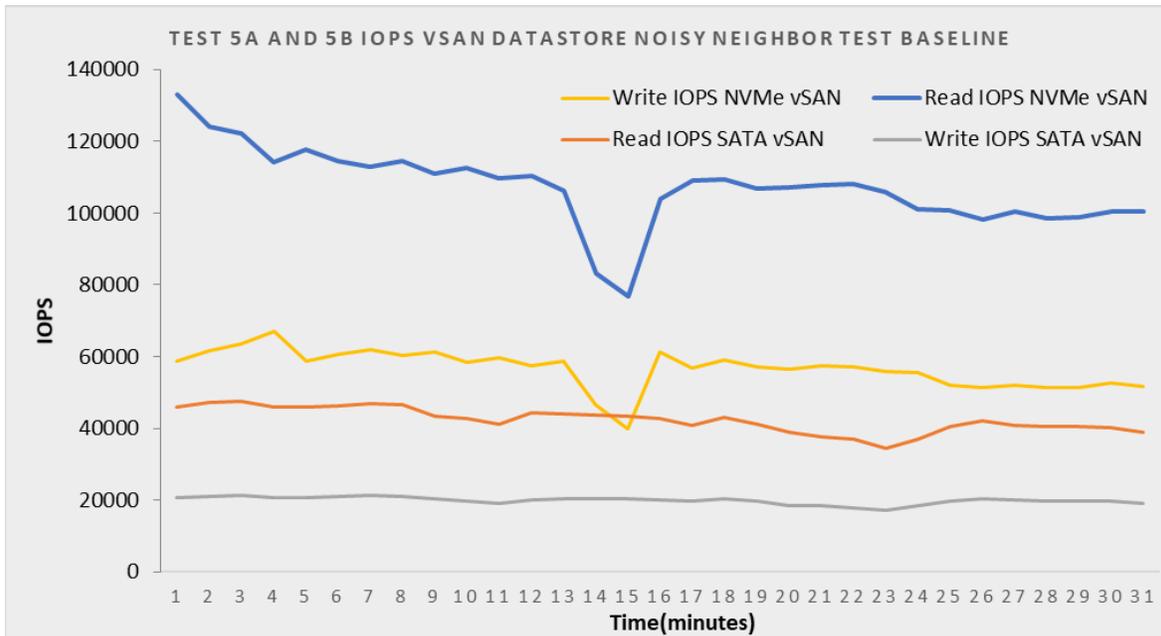


Figura 6.4 Prueba 5a y 5b IOPS de Vecino ruidoso, almacenes de datos vSAN NVME DC1500M y Micron 5200

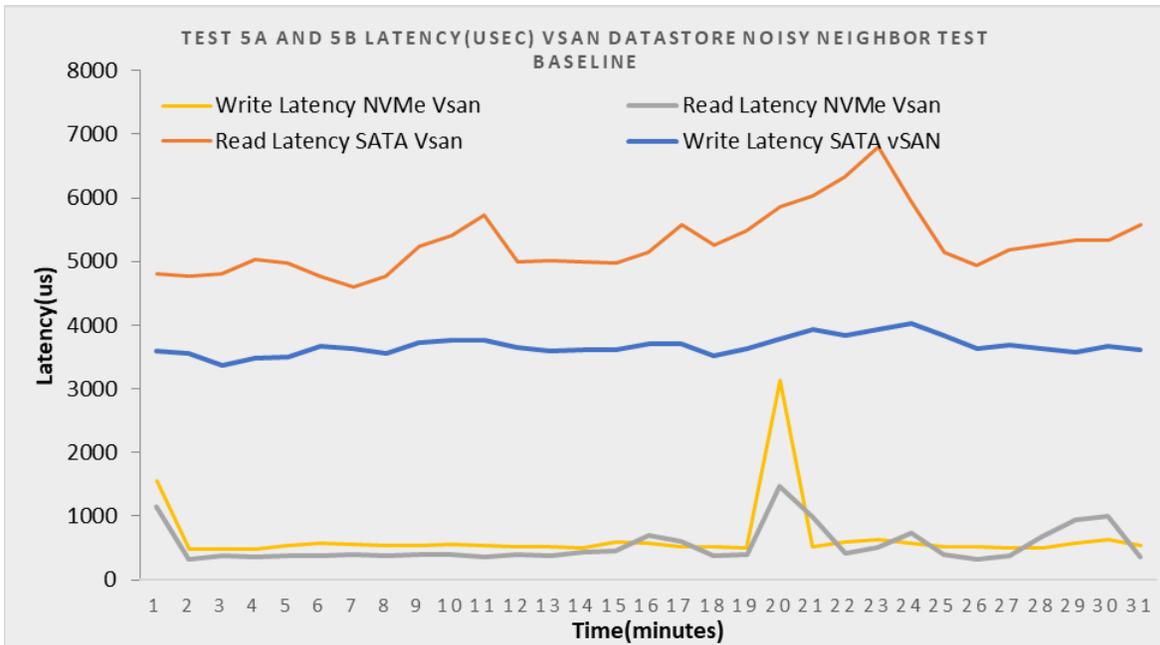


Figura 6.5 Prueba 5a y 5b Latencia de Vecino ruidoso, almacenes de datos vSAN NVME DC1500M y Micron 5200

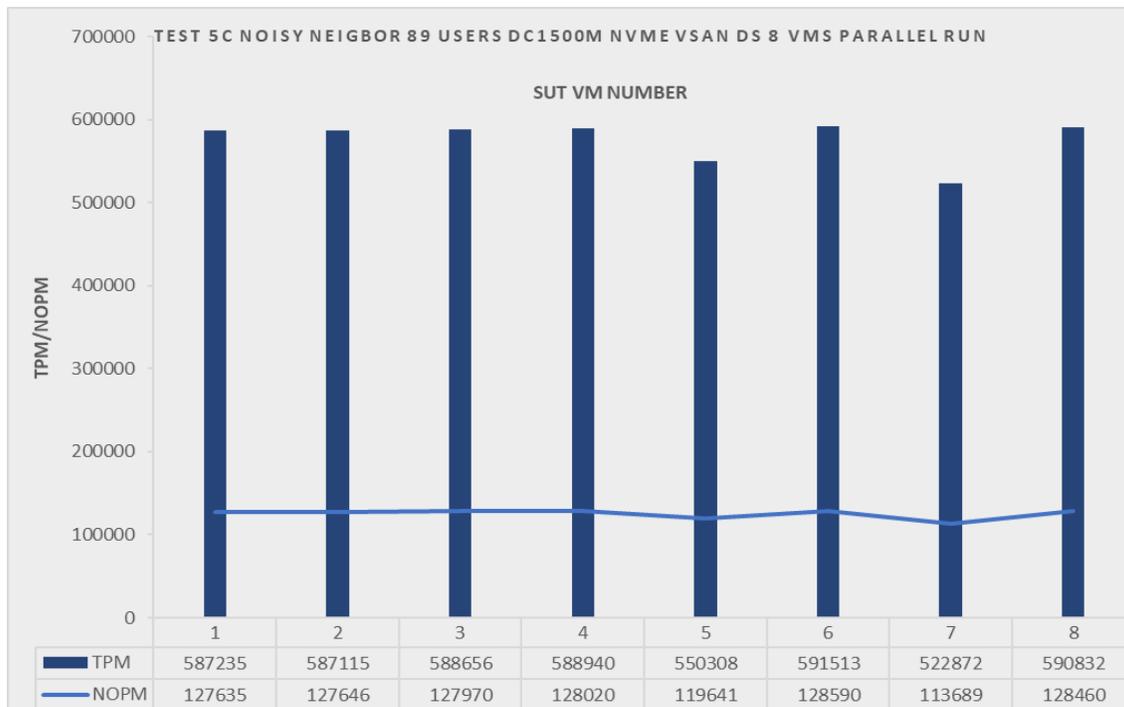


Figura 6.6 Prueba 5c TPM, implementación de Vecino ruidoso: 8 VM ejecutándose en paralelo en almacén de datos vSAN NVMe DC1500M

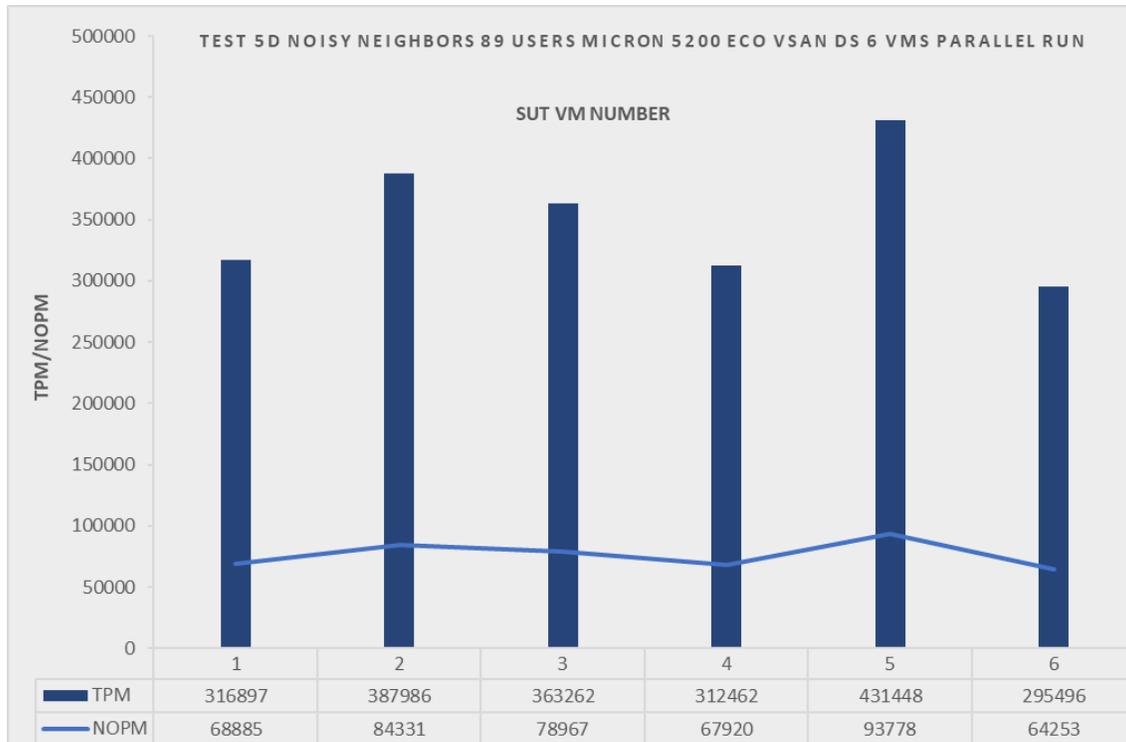


Figura 6.7 Prueba 5c TPM, implementación de Vecino ruidoso: 6 VM ejecutándose en paralelo en almacén de datos vSAN Micron 5200 eco

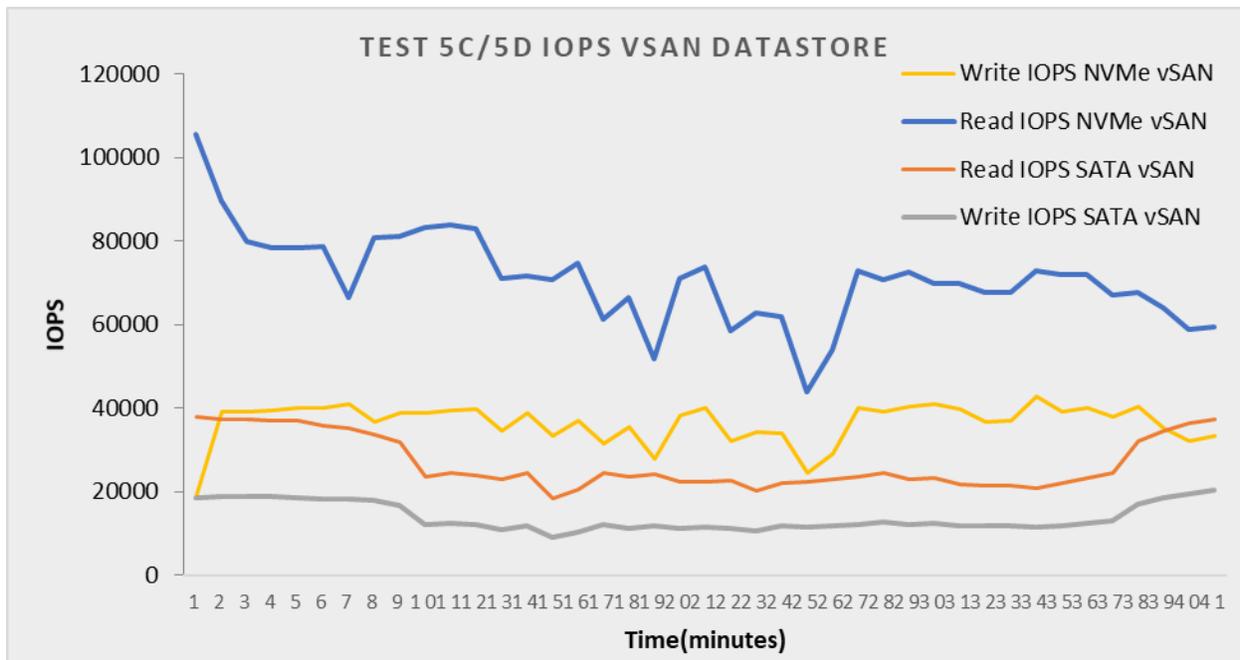


Figura 6.8 Prueba 5C/5D IOPS, implementación de Vecino ruidoso: comparativa entre bases de datos vSAN de SSD NVMe y SATA

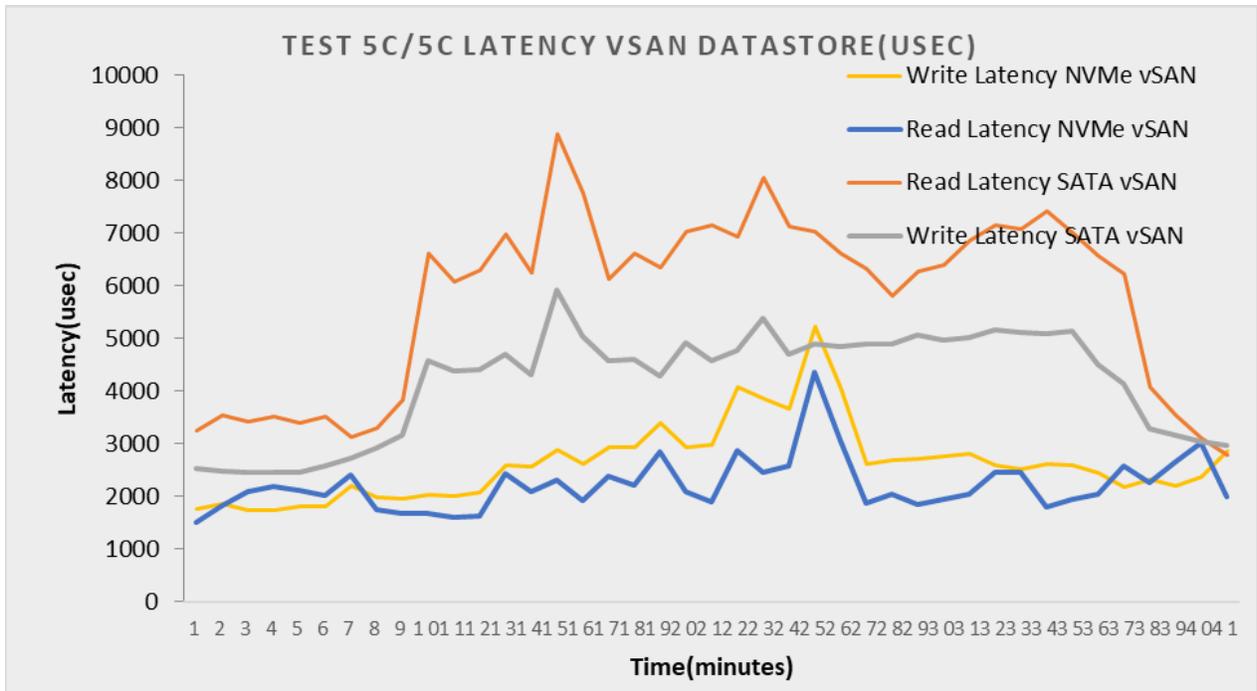


Figura 6.9 Prueba 5C/5D Latencia, implementación de Vecino ruidoso: comparativa entre bases de datos vSAN de SSD NVMe y SATA

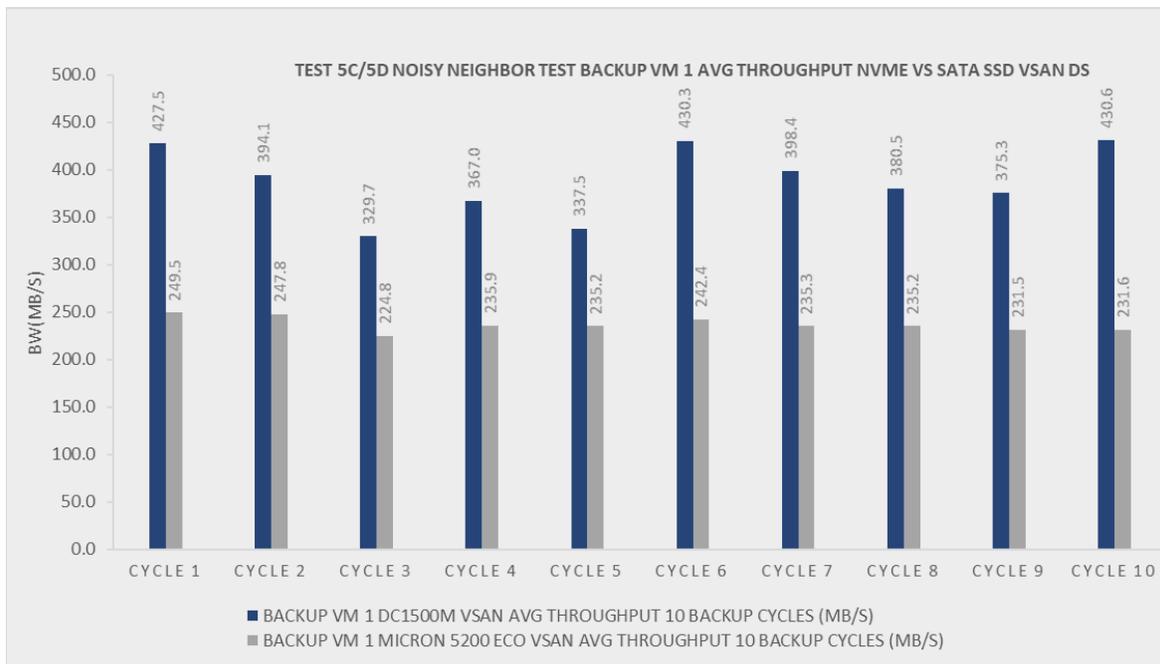


Figura 6.10 Prueba 5C/5D Copia de seguridad de VM, implementación de Vecino ruidoso: comparativa entre bases de datos vSAN de SSD NVMe y SATA

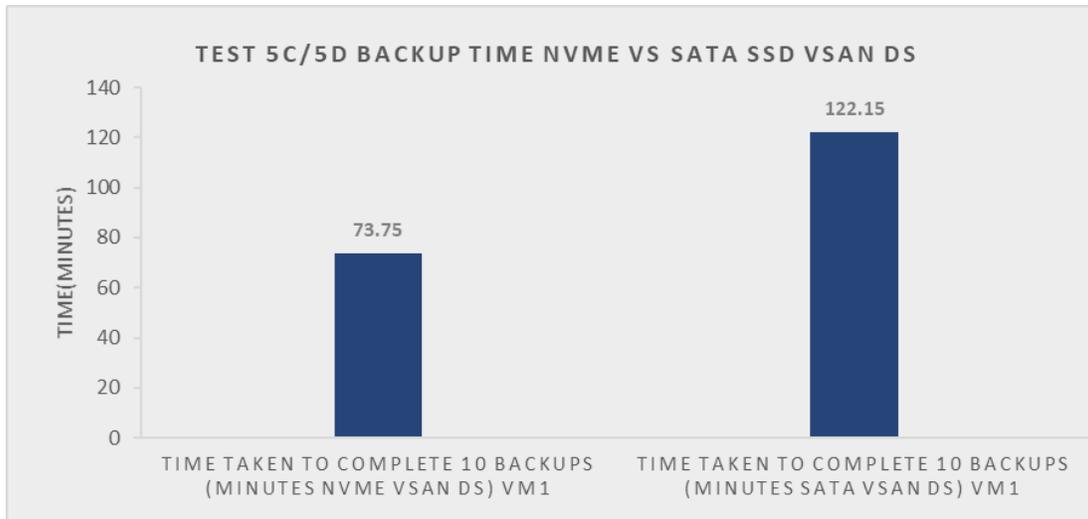


Figura 6.11 Prueba 5C/5D Tiempo de ejecución de copia de seguridad de VM, implementación de Vecino ruidoso en 10 ciclos: comparativa entre bases de datos vSAN de SSD NVMe y SATA

Conclusiones

En este documento demostramos cómo la consolidación de las cargas de trabajo de bases de datos con NVMe puede ayudar a aprovechar al máximo el hardware existente, gracias a su increíble eficiencia y prácticamente nulos tiempos de espera de E/S, con lo cual se pueden emplear menos núcleos de CPU para obtener el mismo rendimiento transaccional. Hemos aportado algunas comparaciones con SSD SATA de grado empresarial, demostrando que la migración de las cargas de trabajo de SQL a un almacén de datos respaldado por NVMe podrá escalar sus aplicaciones duplicando el rendimiento en transacciones con latencias de menos de 1 milisegundo. Seguidamente, mostramos cómo NVMe puede ayudar a mitigar el impacto en las aplicaciones del primer nivel, al posibilitar que las cargas de trabajo no deseadas (como las operaciones de copia de seguridad/restauración) se ejecuten más rápido.

Los SSD NVMe Enterprise [DC1500M](#) de Kingston, combinados con las memorias de Kingston Server (Server Premier), suponen una solución excelente para los usuarios que pretenden virtualizar sus infraestructuras de bases de datos y maximizar la eficiencia de sus cargas 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. (sin datar). *Understanding the TPCC workload (Explicación de las cargas de trabajo de TPCC)*.

Recuperado desde <https://www.hammerdb.com/docs3.3/ch03s05.html>

TPCC home. (sin datar). Recuperado desde <https://www.tpc.org/>